



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**DEPARTAMENTO DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TEMA**

**ESTUDIO DE REUTILIZACIÓN DEL PLÁSTICO RECICLADO EN AGREGADOS  
PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES, APLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDAS**

**Autor:**

**CEDEÑO MENDOZA JOHNNY OMAR**

**ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1845-1466>**

**Tutor:**

**MGTR. GENARO GAIBOR ESPÍN**

**GUAYAQUIL- ECUADOR**

**2024**



<b>REPOSITORIO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> ESTUDIO DE REUTILIZACIÓN DEL PLÁSTICO RECICLADO EN AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES, APLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	
<b>AUTOR/ES:</b> Cedeño Mendoza Johnny Omar	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Mgtr. Genaro Raymundo Gaybor Espin
<b>INSTITUCIÓN:</b> UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL	<b>GRADO OBTENIDO:</b> Magister en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción
<b>FACULTAD:</b> Industria Ingeniería y Construcción	<b>CARRERA:</b> Ingeniería Civil
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2024	<b>N. DE PAGS:</b> 84
<b>AREAS TEMÁTICA:</b> Arquitectura y Construcción	
<b>PALABRAS CLAVES:</b> Reciclaje, Agregados de plástico, Bloques, Construcción, Residuos	
<b>RESUMEN:</b> El estudio de reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques, aplicados en la construcción de viviendas es un tema de investigación que aborda la posibilidad de utilizar plástico reciclado como parte de los materiales de construcción. Este enfoque busca contribuir a la reducción de residuos plásticos y promover prácticas más sostenibles en la industria de la construcción. La tesis investiga el proceso de reciclaje del plástico y su posterior utilización como agregado en la fabricación de bloques para la construcción. Se analizan aspectos técnicos, económicos y ambientales de esta técnica, así como su viabilidad y eficacia en comparación con los materiales tradicionales. Entre los aspectos estudiados se incluyen la resistencia mecánica de los bloques fabricados con plástico reciclado, su durabilidad, impacto ambiental y costos asociados. También se examina la posibilidad de obtener certificaciones y cumplir con estándares de calidad en la construcción utilizando este tipo de materiales. Los resultados de la investigación pueden proporcionar información valiosa para promover políticas públicas de gestión de residuos, incentivar la adopción de prácticas más sostenibles en la construcción y contribuir al desarrollo de alternativas innovadoras en la industria de materiales de construcción. El tema de investigación propuesto: Determinación del valor apropiado de ejes equivalentes obtenidos mediante la utilización de varios métodos para el diseño de la estructura de pavimento de las calles para la Coop. Nueva Guayaquil y Tiwintza ubicados en el sector noroeste de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Se enfoca en evaluar uno de los parámetros más influyentes en el diseño de pavimentos que es el tránsito, debido a que en diversas situaciones se generaliza un procedimiento	

y no se define las condiciones que presenta individualmente cada proyecto, siendo establecido para un sector popular en la ciudad de Guayaquil que carece de una estructura vial existente. De tal manera que utilizando las metodologías de AASHTO 93, Instituto del Asfalto y Ley de la Cuarta se determina los ejes equivalentes, comparándolos y escogiendo el más adecuado para implementarlo en el diseño de las capas del pavimento flexible mediante la normativa AASHTO 93. Sin embargo, es importante mencionar que cada procedimiento considera criterios que tratan de minimizar los efectos provocados por los vehículos y es esencial evaluar cual se ajusta mejor a las circunstancias presentes en nuestro proyecto, para este caso se establece que es una vía de uso residencial con alta presencia de vehículos de transporte urbano en la cual los habitantes la utilizan como entrada y salida para ejecutar sus actividades cotidianas.

<b>N. DE REGISTRO:</b>		<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>
<b>DIRECCIÓN URL:</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>CONTACTO JOHNNY OMAR CEDEÑO MENDOZA</b>	<b>Teléfono:</b>	<b>Email: <a href="mailto:jcedenom@ulvr.edu.ec">jcedenom@ulvr.edu.ec</a></b>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN</b>	PhD. Eva Guerrero López Directora Departamento Posgrado Teléfono: 042596500 Ext. 170 E- E-mail: <a href="mailto:eguerrerol@ulvr.edu.ec">eguerrerol@ulvr.edu.ec</a>  Mg. Kleber Moscoso Riera Coordinador de Maestría Teléfono: 042596500 Ext. 170 E-mail: <a href="mailto:kmoscoso@ulvr.edu.ec">kmoscoso@ulvr.edu.ec</a>	

## **Dedicatoria**

La presente dedicatoria va para "JEHOVA" por su infinito amor y ayuda brindada en el día a día de mi vida.

Al apoyo incondicional de mi familia y por el apoyo dado incondicionalmente, en especial a mi madre que ella con sus oraciones y apoyo limitado, y esfuerzo me ayudaron para culminar con el objetivo de mi carrera

Que son la verdadera inspiración para esforzarme en la vida y para seguir luchando por superar metas.

A todas las personas que de una y otra manera me han aconsejado y llevado por el camino correcto, de todo corazón un millón de gracias.

## **Agradecimiento**

A Jehová por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida siendo a cada momento mi guía incondicional y por el entendimiento y la sabiduría necesaria para terminar cada uno de los diferentes niveles de estudio en esta preparación.

Agradecido con mi hermano él fue motivo y motor de inspiración, y me dio el ánimo necesario para continuar adelante.

Agradezco de manera muy especial por su valioso esfuerzo y amor incondicional, por apoyarme en cada momento de mi vida mediante su guía y consejos, a mi amiga y compañera de vida por apoyarme por su comprensión para alcanzar mi objetivo determinado

A todos ellos gracias.

## Informe Antiplagio

### TESIS DE MAESTRÍA SANTOS-VELOZ

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>5%</b>	<b>4%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>es.wikipedia.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 1%



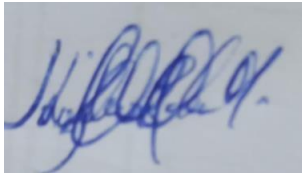
MGRT. GENARO GAIBOR ESPÍN  
DOCENTE TUTOR

## **Certificado de Autoría y Cesión de Derechos**

Guayaquil, 10 de septiembre de 2024

Yo, Johnny Omar Cedeño Mendoza declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente 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 mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por las normativas Institucionales vigentes.



**Firma:** \_\_\_\_\_

**Cedeño Mendoza Johnny Omar**

**C.I.: 1307000149**

## Certificado de Tutor de la Tesis

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

Departamento de Posgrado

Programa: Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la  
Construcción

### CERTIFICADO DEL TUTOR DE TITULACIÓN

<b>TEMA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:</b>	Estudio de Reutilización del Plástico Reciclado en Agregados para la Elaboración de Bloques, Aplicados en la Construcción de Viviendas.		
<b>MAESTRANTE:</b>	Johnny Omar Cedeño Mendoza	<b>CÉDULA:</b>	1307000149
<b>TUTOR:</b>	Mgr. Genaro Gaibor Espín	<b>CÉDULA:</b>	0914498229

En mi carácter de **TUTOR** del **TRABAJO DE TITULACIÓN** con el **TEMA** descrito y elaborado por el **MAESTRANTE**, certifico que el mismo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser defendido ante el **TRIBUNAL DE TITULACIÓN** del Departamento de Posgrado que se designe para el efecto.

Guayaquil, 04 de septiembre de 2024

Firma: \_\_\_\_\_



**Mgr. Genaro Gaibor Espín**

**C.I.: 0910498229**



## **Resumen Ejecutivo**

El estudio de reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques, aplicados en la construcción de viviendas es un tema de investigación que aborda la posibilidad de utilizar plástico reciclado como parte de los materiales de construcción. Este enfoque busca contribuir a la reducción de residuos plásticos y promover prácticas más sostenibles en la industria de la construcción.

La tesis investiga el proceso de reciclaje del plástico y su posterior utilización como agregado en la fabricación de bloques para la construcción. Se analizan aspectos técnicos, económicos y ambientales de esta técnica, así como su viabilidad y eficacia en comparación con los materiales tradicionales.

Entre los aspectos estudiados se incluyen la resistencia mecánica de los bloques fabricados con plástico reciclado, su durabilidad, impacto ambiental y costos asociados. También se examina la posibilidad de obtener certificaciones y cumplir con estándares de calidad en la construcción utilizando este tipo de materiales.

Los resultados de la investigación pueden proporcionar información valiosa para promover políticas públicas de gestión de residuos, incentivar la adopción de prácticas más sostenibles en la construcción y contribuir al desarrollo de alternativas innovadoras en la industria de materiales de construcción.

**Palabras Claves:** reciclaje, agregados de plástico, bloques, construcción, residuos.

## **Abstract**

The study of reuse of recycled plastic in aggregates for the production of blocks, applied in the construction of homes, is a research topic that addresses the possibility of using recycled plastic as part of construction materials. This approach seeks to contribute to the reduction of plastic waste and promote more sustainable practices in the construction industry.

The thesis investigates the plastic recycling process and its subsequent use as an aggregate in the manufacture of construction blocks. Technical, economic and environmental aspects of this technique are analyzed, as well as its feasibility and effectiveness in comparison with traditional materials.

Among the aspects studied include the mechanical resistance of blocks made with recycled plastic, their durability, environmental impact and associated costs. The possibility of obtaining certifications and meeting quality standards in construction using this type of materials is also examined.

Research results can provide valuable information to promote public waste management policies, encourage the adoption of more sustainable practices in construction, and contribute to the development of innovative alternatives in the construction materials industry

**Keywords:** recycle, plastic aggregates, blocks, construction, wastes.

## Índice general

Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Informe Antiplagio.....	vi
Certificado de Autoría y Cesión de Derechos.....	vii
Certificado de Tutor de la Tesis.....	viii
Resumen Ejecutivo.....	ix
Abstract .....	x
Índice general.....	xi
Índice de Tablas .....	xiii
Índice de Gráficos.....	xiv
Marco General de Investigación.....	1
Título .....	1
Planteamiento del problema.....	1
Formulación del Problema .....	3
Sistematización del Problema .....	3
Delimitación del Problema de investigación (espacial, temporal).....	4
Línea de investigación .....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos.....	4
Justificación de la Investigación .....	4
Idea a Defender .....	7
Variables .....	7
Marco Teórico .....	8
Antecedentes .....	8
Marco Teórico .....	9
<i>Sostenibilidad en la construcción:</i> .....	9
<i>Principios de la construcción sostenible y su importancia en la mitigación del impacto ambiental.</i> .....	10
<i>Avances y tendencias en el uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas.</i> .....	12
<i>Plástico reciclado y gestión de residuos:</i> .....	13
<i>Procesos de reciclaje de plástico y tipos de plásticos reciclables.</i> .....	15

<i>Beneficios y desafíos de la reutilización del plástico reciclado en diferentes industrias, incluida la construcción.....</i>	18
<i>Fabricación de bloques para la construcción:.....</i>	20
<i>Tipos de bloques utilizados en la construcción de viviendas y sus propiedades. ....</i>	22
<i>Tecnologías y técnicas de incorporación de plástico reciclado:.....</i>	23
<i>Métodos de incorporación de plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques. ....</i>	25
<i>Estudios previos sobre la incorporación de plástico reciclado en materiales de construcción y sus resultados. ....</i>	26
<i>Impacto ambiental y económico:.....</i>	28
Marco Conceptual .....	30
Marco Legal .....	32
Metodología y Análisis de Resultados.....	36
Enfoque de Investigación .....	36
Tipo de Investigación .....	36
Métodos de Investigación.....	36
Técnicas de Recolección de Información.....	36
Población .....	37
Muestra .....	37
Análisis e Interpretación de Resultados .....	38
Informe Técnico.....	48
Introducción.....	48
Desarrollo.....	48
Conclusiones del Informe.....	61
Conclusiones.....	63
Recomendaciones.....	65
Referencias bibliográficas .....	66

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Tipos de materiales, siglas, usos y códigos .....	25
<b>Tabla 2</b> Eficiencia de fabricación de mampostería .....	38
<b>Tabla 3</b> Durabilidad de material PET .....	39
<b>Tabla 4</b> Utilización de materiales reciclados .....	40
<b>Tabla 5</b> Adaptabilidad de materiales .....	41
<b>Tabla 6</b> Impacto en calidad y eficiencia .....	42
<b>Tabla 7</b> Adaptabilidad de constructores del Guayas .....	43
<b>Tabla 8</b> Mejora de comportamiento mecánico .....	44
<b>Tabla 9</b> Mejora de eficiencia en construcción .....	45
<b>Tabla 10</b> Calidad de materiales utilizados.....	46
<b>Tabla 11</b> Eficacia en la fabricación.....	47
<b>Tabla 12</b> Graduación de agregado fino .....	50
<b>Tabla 13</b> Resultados de agregado fino .....	51
<b>Tabla 14</b> Rango del grano de arena.....	52
<b>Tabla 15</b> Dosificación de mortero.....	54

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> Tipos de materiales, siglas, usos y códigos .....	38
<b>Gráfico 2</b> Eficiencia de fabricación de mampostería.....	39
<b>Gráfico 3</b> Durabilidad de material PET .....	40
<b>Gráfico 4</b> Utilización de materiales reciclados .....	41
<b>Gráfico 5</b> Adaptabilidad de materiales.....	42
<b>Gráfico 6</b> Impacto en calidad y resistencia .....	43
<b>Gráfico 7</b> Adaptabilidad de constructores del Guayas.....	44
<b>Gráfico 8</b> Mejora del comportamiento mecánico .....	45
<b>Gráfico 9</b> Mejora de eficiencia en la construcción .....	46
<b>Gráfico 10</b> Calidad de materiales utilizados.....	47
<b>Gráfico 11</b> Eficacia en la fabricación .....	51
<b>Gráfico 12</b> Graduación de agregado fino.....	52
<b>Gráfico 13</b> Resultados de agregado fino .....	55
<b>Gráfico 14</b> Ensayo de laboratorio, tabulación y cálculos .....	57
<b>Gráfico 15</b> Resistencia específica agregado PET .....	58
<b>Gráfico 16</b> Ensayo de clasificación.....	59
<b>Gráfico 17</b> Características de compactación .....	60
<b>Gráfico 18</b> Peso unitario en agregado fino .....	61

## **MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

### **Título**

Estudio de Reutilización del Plástico Reciclado en Agregados para la Elaboración de Bloques, Aplicados en la Construcción de Viviendas.

### **Planteamiento del problema**

La industria de la construcción enfrenta una creciente presión para adoptar prácticas más sostenibles que minimicen su impacto ambiental y promuevan la conservación de recursos naturales. En este contexto, el plástico reciclado ha surgido como una alternativa potencialmente viable para reducir la cantidad de desechos plásticos y disminuir la demanda de materiales no renovables en la construcción de viviendas. Sin embargo, a pesar de su promesa, la integración efectiva del plástico reciclado en la fabricación de bloques para la construcción presenta una serie de desafíos técnicos, económicos y ambientales que deben ser abordados para garantizar su viabilidad y aceptación en el mercado.

Desde el punto de vista técnico, el uso de plástico reciclado como agregado en la elaboración de bloques plantea desafíos en cuanto a la resistencia mecánica, durabilidad y otras propiedades físicas y químicas del producto final. La heterogeneidad de los materiales reciclados y la necesidad de adaptar los procesos de fabricación para garantizar la calidad y consistencia de los bloques son aspectos críticos que requieren investigación y desarrollo específicos.

Por otra parte, la viabilidad económica de la producción de bloques con plástico reciclado es otro aspecto crucial para considerar. Los costos asociados con la adquisición, procesamiento y preparación del plástico reciclado, así como las posibles inversiones en equipos y tecnologías necesarias, pueden influir significativamente en la competitividad de los bloques fabricados con respecto a los bloques convencionales.

Desde la perspectiva ambiental, si bien el uso de plástico reciclado puede ayudar a reducir la cantidad de desechos plásticos y disminuir la demanda de recursos naturales, es fundamental evaluar y mitigar cualquier impacto ambiental negativo asociado con su producción y uso. Esto incluye considerar el ciclo de vida completo de los bloques, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, y garantizar que la reutilización del plástico reciclado no genere externalidades no deseadas en términos de contaminación ambiental o agotamiento de recursos.

En este contexto, se plantea la necesidad de llevar a cabo una investigación exhaustiva que aborde estos desafíos y evalúe la viabilidad técnica, económica y ambiental de la reutilización del plástico reciclado en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas. Esta investigación contribuirá al desarrollo de soluciones sostenibles en la industria de la construcción, promoviendo la adopción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente y fomentando una economía circular en el sector de la construcción.

La problemática de una tesis de maestría sobre el estudio de reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques aplicados en la construcción de viviendas podría incluir los siguientes aspectos:

- **Escasez de Investigación Previa:** Aunque la reutilización del plástico reciclado en la construcción es un tema de interés creciente, aún hay una falta de investigaciones exhaustivas sobre su aplicación específica en la fabricación de bloques para viviendas. Esto puede dificultar la identificación de los desafíos y oportunidades específicas asociadas con esta práctica.
- **Desconocimiento de Propiedades Mecánicas:** Existe una incertidumbre con respecto a cómo el plástico reciclado afectará las propiedades mecánicas y la durabilidad de los bloques. La falta de información detallada sobre estas propiedades puede limitar la aceptación de los bloques fabricados con plástico reciclado en el mercado de la construcción.
- **Viabilidad Económica:** La determinación de la viabilidad económica de la producción de bloques con plástico reciclado plantea desafíos, incluidos los



costos asociados con la adquisición y procesamiento del plástico reciclado, así como la competitividad de los bloques resultantes en comparación con los bloques convencionales.

- **Impacto Ambiental y Social:** A pesar de los posibles beneficios ambientales de reutilizar el plástico reciclado, es necesario evaluar y mitigar cualquier impacto negativo en términos de contaminación ambiental, agotamiento de recursos y salud humana. Además, se debe considerar cómo esta práctica podría afectar las comunidades locales y la economía.
- **Normativas y Regulaciones:** Las regulaciones y estándares relacionados con el uso de materiales reciclados en la construcción pueden variar según la ubicación geográfica. Es importante comprender cómo estas regulaciones pueden afectar la implementación de bloques fabricados con plástico reciclado en diferentes contextos.

### **Formulación del Problema**

¿La reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques puede ser considerada en la construcción de viviendas?

### **Sistematización del Problema**

¿Cuál es el escenario actual de la utilización del plástico reciclado en la fabricación de bloques?

¿Mediante qué pruebas se pueden evaluar las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de los bloques fabricados con plástico?

¿Cuáles son las principales diferencias que existen entre los bloques convencionales y aquellos fabricados con plástico reciclado?

¿Qué repercusiones económicas en el campo de la construcción puede traer el uso de los bloques fabricados con plástico reciclado?

## **Delimitación del Problema de investigación (espacial, temporal)**

**Espacial:** Guayaquil.

**Temporal:** año 2024.

## **Línea de investigación**

De Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción, siendo las líneas de Facultad correspondiente a Territorio y sub línea de facultad habitad y vivienda.

## **Objetivo General**

Evaluar el proceso de reutilización del plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas.

## **Objetivos Específicos**

- Fundamentar teóricamente el proceso de reutilización del plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas.
- Desarrollar un análisis comparativo entre los bloques convencionales y los bloques fabricados con plástico reciclado.
- Proponer prácticas para la aplicación de bloques fabricados con plástico reciclado en la construcción de viviendas, incluyendo especificaciones técnicas y directrices de diseño.

## **Justificación de la Investigación**

La crisis ambiental que enfrentamos en la actualidad demanda acciones concretas y creativas para abordar el problema de la contaminación por plásticos y reducir el impacto negativo de la industria de la construcción en el medio ambiente.

En este contexto, el estudio de la reutilización del plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas se presenta como una alternativa con múltiples beneficios y relevancia tanto ambiental como social y económica.

La utilización de plástico reciclado en la fabricación de bloques ofrece una solución concreta para el problema de la acumulación de residuos plásticos en vertederos y océanos. Al reutilizar estos materiales, se reduce la cantidad de desechos que terminan contaminando el entorno natural y se fomenta una cultura de economía circular.

La producción de bloques tradicionales requiere grandes cantidades de recursos naturales no renovables, como la extracción de minerales y la deforestación para obtener madera. Al incorporar plástico reciclado como agregado, se reduce la dependencia de estos recursos y se contribuye a la conservación del medio ambiente. Los bloques fabricados con plástico reciclado pueden ofrecer propiedades térmicas y acústicas superiores a las de los bloques convencionales, lo que contribuye a mejorar la eficiencia energética de las viviendas. Esto puede traducirse en ahorros significativos en los costos de climatización y en una menor huella de carbono asociada con el uso de energía.

La implementación de tecnologías para la reutilización del plástico reciclado en la construcción de viviendas puede generar nuevas oportunidades de empleo en sectores relacionados con la gestión de residuos, el procesamiento de materiales y la construcción. Además, al promover la producción local de bloques, se fortalece la economía de las comunidades y se reduce la dependencia de importaciones.

El estudio de la reutilización del plástico reciclado en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas se justifica por su potencial para abordar problemas ambientales urgentes, mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la industria de la construcción, y promover el desarrollo económico y social de las comunidades locales. La calidad y disponibilidad del plástico reciclado pueden variar según la ubicación geográfica y las prácticas de gestión de residuos locales. Esto puede limitar la disponibilidad de material adecuado para la fabricación de bloques.

La utilización de materiales reciclados en la construcción puede estar sujeta a regulaciones y estándares locales, regionales o nacionales. Estas normativas pueden influir en la viabilidad y aceptación de los bloques fabricados con plástico reciclado en el mercado. Aunque se realizarán pruebas para evaluar las propiedades mecánicas de los bloques fabricados, su durabilidad a largo plazo y resistencia a condiciones ambientales extremas pueden ser difíciles de predecir con precisión en el contexto de un estudio limitado en tiempo.

La aceptación y adopción de bloques fabricados con plástico reciclado en el mercado de la construcción pueden estar influenciadas por factores como la percepción del consumidor, la disponibilidad de alternativas y la presión de los competidores. Estos factores pueden afectar la comercialización y la aplicación práctica de los resultados del estudio.

El alcance del estudio incluirá la realización de experimentos para evaluar las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de los bloques fabricados con plástico reciclado como agregado. Se llevarán a cabo pruebas de resistencia, conductividad térmica y absorción acústica para determinar su idoneidad para su uso en la construcción de viviendas.

Se realizará un análisis exhaustivo del ciclo de vida de los bloques fabricados, considerando el impacto ambiental de la extracción, procesamiento y transporte de los materiales, así como su vida útil y disposición final. Se comparará este impacto con el de los bloques convencionales para evaluar la contribución a la sostenibilidad ambiental.

Se realizará un análisis de costos para evaluar la viabilidad económica de la producción de bloques con plástico reciclado en comparación con los bloques convencionales. Se considerarán los costos de adquisición y procesamiento de los materiales, así como los costos de producción y comercialización de los bloques.

## **Idea a Defender**

La reutilización del plástico reciclado como agregado en la elaboración de bloques para la construcción de viviendas contribuye positivamente en la industria de la construcción.

## **Variables**

- Reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques
- Construcción de viviendas.

## MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

La creciente conciencia ambiental y la urgencia de encontrar soluciones sostenibles han llevado a explorar diversas alternativas para reducir la contaminación por plásticos y promover su reutilización. En este contexto, el presente estudio se enfoca en la reutilización del plástico reciclado como parte integral en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas.

La industria de la construcción es conocida por su alto consumo de recursos naturales y generación de residuos. La búsqueda de materiales alternativos y procesos más amigables con el medio ambiente se ha convertido en una prioridad para mitigar su impacto ambiental. En este sentido, el plástico reciclado ofrece una oportunidad única para abordar estos desafíos de manera innovadora y sostenible.

El objetivo principal de este estudio es evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de utilizar plástico reciclado como agregado en la elaboración de bloques para la construcción de viviendas. Para lograr este propósito, se llevará a cabo una investigación exhaustiva que abarcará desde la selección y preparación de los materiales hasta la evaluación de las propiedades mecánicas y durabilidad de los bloques fabricados.

Además de analizar el impacto ambiental de esta práctica, se examinarán también aspectos económicos, considerando los costos asociados con la adquisición y procesamiento de los materiales, así como la viabilidad comercial de los bloques producidos. Asimismo, se explorarán posibles beneficios sociales derivados de la adopción de esta tecnología, como la generación de empleo en la gestión de residuos y la reducción de la demanda de recursos naturales no renovables.

Este estudio pretende contribuir al desarrollo de soluciones sostenibles en la industria de la construcción, promoviendo la reutilización del plástico reciclado como una alternativa viable y eco amigable en la elaboración de bloques para la construcción de viviendas.

## Marco Teórico

El marco teórico para una tesis de maestría sobre el estudio de reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques aplicados en la construcción de viviendas podría abarcar diversos aspectos, tales como:

### ***Sostenibilidad en la construcción:***

En el contexto de la industria de la construcción, la sostenibilidad se refiere a la capacidad de planificar, diseñar, construir y operar edificaciones de manera que satisfagan las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La sostenibilidad en la construcción implica la integración de prácticas y principios que abordan aspectos económicos, sociales y ambientales para crear entornos construidos que sean saludables, eficientes, resilientes y respetuosos con el medio ambiente.

Esta definición de sostenibilidad en la industria de la construcción se fundamenta en tres pilares principales:

- **Aspectos Ambientales:** La sostenibilidad ambiental en la construcción se centra en la reducción del impacto negativo en el medio ambiente, incluida la conservación de recursos naturales, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la minimización de residuos y la protección de la biodiversidad. Esto puede lograrse mediante el uso de materiales sostenibles, la adopción de prácticas de construcción verde, la implementación de técnicas de diseño pasivo para maximizar la eficiencia energética y la gestión adecuada de los recursos hídricos.
- **Aspectos Sociales:** La sostenibilidad social en la construcción se refiere al compromiso de crear espacios habitables y seguros que promuevan la equidad, la inclusión y la calidad de vida para todas las personas. Esto implica garantizar condiciones laborales justas y seguras para los trabajadores de la construcción, fomentar la participación comunitaria en el

proceso de diseño y construcción, y promover el acceso equitativo a la vivienda y la infraestructura básica.

- **Aspectos Económicos:** La sostenibilidad económica en la construcción se centra en maximizar el valor a largo plazo de los proyectos mediante la optimización de costos, la minimización de riesgos y la generación de beneficios económicos para las partes interesadas. Esto puede lograrse mediante la implementación de prácticas de construcción eficientes, el uso de tecnologías innovadoras y la consideración de los costos del ciclo de vida de los edificios, que incluyen no solo los costos de construcción, sino también los costos operativos y de mantenimiento a lo largo de su vida útil.

La sostenibilidad en la industria de la construcción implica el equilibrio entre consideraciones ambientales, sociales y económicas para crear entornos construidos que sean resilientes, eficientes y capaces de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras (Yepes González & Bedoya Montoya, 2023).

### ***Principios de la construcción sostenible y su importancia en la mitigación del impacto ambiental.***

Los principios de la construcción sostenible son pautas y enfoques que guían la planificación, diseño, construcción y operación de edificaciones con el objetivo de minimizar su impacto ambiental y promover la sostenibilidad a largo plazo. Algunos de los principios más importantes incluyen:

- **Eficiencia energética:** Diseñar edificaciones que minimicen el consumo de energía durante su uso mediante la incorporación de sistemas de iluminación eficientes, aislamiento térmico adecuado, ventilación natural, diseño pasivo y la integración de energías renovables, como paneles solares.
- **Uso de materiales sostenibles:** Seleccionar materiales de construcción que sean renovables, reciclados o de bajo impacto ambiental. Esto incluye



materiales como madera certificada, hormigón reciclado, ladrillos ecológicos y aislamientos térmicos naturales.

- **Gestión eficiente del agua:** Implementar prácticas de diseño y tecnologías que reduzcan el consumo de agua potable, como sistemas de recolección de agua de lluvia, grifería de bajo flujo, inodoros de doble descarga y paisajismo con plantas autóctonas y resistentes a la sequía.
- **Calidad ambiental interior:** Promover ambientes interiores saludables y confortables mediante la mejora de la calidad del aire, la maximización de la iluminación natural, el control de la temperatura y la humedad, y la utilización de materiales de construcción no tóxicos y de baja emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV).
- **Gestión de residuos y ciclo de vida:** Implementar prácticas de gestión de residuos durante la construcción y la demolición, como la reutilización y reciclaje de materiales, así como la minimización de los residuos generados. Además, considerar el ciclo de vida completo de los edificios para evaluar su impacto ambiental desde la extracción de materias primas hasta la disposición final.

La importancia de estos principios radica en su capacidad para mitigar el impacto ambiental de la industria de la construcción, que históricamente ha sido una de las principales fuentes de consumo de recursos naturales, emisiones de gases de efecto invernadero y generación de residuos. Al aplicar estos principios, se pueden lograr diversos beneficios, como la reducción del consumo de energía y agua, la disminución de las emisiones de carbono, la conservación de recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios. En última instancia, la construcción sostenible contribuye a la protección del medio ambiente y al desarrollo de comunidades más resilientes y equitativas (Moreira Rodríguez & Pérez Quipuzcoa, 2020).

## ***Avances y tendencias en el uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas.***

En los últimos años, ha habido un crecimiento significativo en el uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas, impulsado por la creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la necesidad de reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción, para autores como son Hoyos Cordova & Lopez Portocarrero (2020), algunos de los avances y tendencias que se pueden incluir en este campo son:

- **Bloques y ladrillos reciclados:** Se están utilizando cada vez más bloques y ladrillos fabricados con materiales reciclados, como plástico, vidrio, cerámica y hormigón reciclado. Estos materiales ofrecen una alternativa sostenible a los productos convencionales y pueden reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos.
- **Madera reciclada:** La madera reciclada, procedente de fuentes como postes de teléfono, vagones de tren o viejos edificios, se está utilizando en la construcción de viviendas para estructuras, revestimientos, suelos y muebles. La madera reciclada puede tener características estéticas únicas y contribuir a la conservación de los bosques naturales.
- **Aislamientos naturales:** Los materiales de aislamiento natural, como la fibra de celulosa reciclada, el corcho, la lana de oveja y la fibra de cáñamo, están ganando popularidad como alternativas sostenibles a los aislamientos convencionales. Estos materiales ofrecen un buen rendimiento térmico y acústico, además de ser biodegradables y reciclables.
- **Pavimentos y revestimientos reciclados:** Se están desarrollando pavimentos y revestimientos fabricados con materiales reciclados, como azulejos de vidrio reciclado, baldosas de plástico reciclado o revestimientos de madera reutilizada.

Estos productos pueden contribuir a la reducción de la demanda de recursos naturales y la generación de residuos.

- **Techos verdes y sistemas de drenaje sostenible:** Los techos verdes y los sistemas de drenaje sostenible, que utilizan materiales reciclados como sustrato y sistemas de retención de agua, están siendo cada vez más adoptados en la construcción de viviendas para mejorar la eficiencia hídrica y reducir el impacto de las aguas pluviales.
- **Impresión 3D con materiales reciclados:** La tecnología de impresión 3D se está utilizando para fabricar componentes de construcción con materiales reciclados, como plásticos reciclados o residuos de construcción y demolición. Esta técnica permite una mayor personalización y optimización del uso de materiales, así como la reducción de residuos durante el proceso de fabricación.

Los avances y tendencias en el uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas reflejan un creciente interés por parte de la industria en adoptar prácticas más sostenibles y reducir su impacto ambiental. Estos materiales ofrecen una amplia gama de beneficios, que van desde la conservación de recursos naturales hasta la reducción de emisiones de carbono y la promoción de economías circulares.

### ***Plástico reciclado y gestión de residuos:***

Para autores como Pérez Morales (2021); Ramirez (2023), el plástico reciclado y la gestión de residuos son temas interconectados que tienen un impacto significativo en el medio ambiente, la economía y la sociedad en general. Aquí hay algunos aspectos clave sobre el plástico reciclado y su gestión de residuos:

- **Proceso de reciclaje de plástico:** El reciclaje de plástico implica la recolección, clasificación, trituración, lavado, fusión y extrusión del plástico usado para producir nuevos productos. Este proceso puede variar según el tipo de plástico y las instalaciones disponibles en cada área.

- **Tipos de plástico reciclado:** Los plásticos se clasifican en varios tipos según su composición química, como PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, etc. Cada tipo de plástico tiene diferentes aplicaciones y se puede reciclar en diferentes productos.
- **Aplicaciones del plástico reciclado:** El plástico reciclado se utiliza en una amplia gama de productos, incluyendo envases, botellas, bolsas, textiles, muebles, materiales de construcción y más. La versatilidad del plástico reciclado lo hace adecuado para diversas aplicaciones industriales y de consumo.
- **Desafíos en la gestión de residuos plásticos:** La gestión de residuos plásticos enfrenta varios desafíos, como la falta de infraestructura de reciclaje adecuada, la contaminación de los océanos y cuerpos de agua, la generación excesiva de residuos plásticos, y la dificultad para reciclar ciertos tipos de plástico.
- **Impacto ambiental:** La gestión inadecuada de los residuos plásticos puede tener graves consecuencias ambientales, como la contaminación del aire, el suelo y el agua, la degradación de los ecosistemas, y la amenaza para la vida silvestre. La promoción del reciclaje de plástico puede ayudar a reducir estos impactos negativos y conservar los recursos naturales.
- **Economía circular:** La economía circular busca maximizar el valor de los productos, materiales y recursos manteniéndolos en uso el mayor tiempo posible, y luego recuperando y regenerando los materiales al final de su vida útil. El reciclaje de plástico es un componente clave de la economía circular, ya que permite cerrar el ciclo de vida de los productos de plástico y reducir la dependencia de los recursos naturales.

En resumen, el plástico reciclado y la gestión de residuos son aspectos importantes de la sostenibilidad ambiental y la economía circular. Promover el reciclaje de plástico y mejorar la gestión de residuos plásticos son pasos cruciales para reducir el impacto ambiental de los plásticos y avanzar hacia un futuro más sostenible.

### ***Procesos de reciclaje de plástico y tipos de plásticos reciclables.***

El reciclaje de plástico implica una serie de procesos que transforman los desechos plásticos en materiales reutilizables para la fabricación de nuevos productos. Aquí hay una descripción general de los procesos de reciclaje de plástico:

- **Recolección:** El proceso comienza con la recolección de los desechos plásticos. Esto puede ser realizado por municipalidades a través de programas de recolección selectiva, por empresas de reciclaje o mediante la participación de la comunidad en programas de reciclaje.
- **Clasificación:** Una vez recolectados, los desechos plásticos son transportados a instalaciones de clasificación. Aquí, se separan los diferentes tipos de plásticos según su composición química y características físicas. La clasificación puede ser realizada manualmente o con el uso de maquinaria especializada.
- **Trituración:** Después de la clasificación, los plásticos son triturados en pequeños fragmentos o escamas mediante trituradoras. Este proceso aumenta la eficiencia del reciclaje al facilitar la manipulación y el procesamiento posterior.
- **Lavado:** Las escamas de plástico triturado son lavadas para eliminar cualquier contaminante o residuo. Este paso es importante para garantizar la calidad del plástico reciclado y evitar la contaminación de los productos finales.
- **Fusión y extrusión:** Una vez lavadas, las escamas de plástico son fundidas y extruidas para formar gránulos o pellets. Este proceso se realiza a altas temperaturas y permite obtener un material plástico homogéneo y de alta calidad, listo para su uso en la fabricación de nuevos productos.

- **Fabricación de productos:** Finalmente, los gránulos de plástico reciclado son utilizados por fabricantes para producir una amplia variedad de productos, como envases, botellas, bolsas, muebles, juguetes y más.

En cuanto a los tipos de plásticos reciclables, existen varios tipos de plásticos que pueden ser reciclados, aunque la disponibilidad y la viabilidad del reciclaje pueden variar según la región y las instalaciones de reciclaje disponibles. Algunos de los plásticos reciclables más comunes incluyen:

- **PET (tereftalato de polietileno):** Utilizado en botellas de agua, refrescos, envases de alimentos y fibras textiles. Es ampliamente reciclado y se utiliza para fabricar nuevos envases y productos textiles.
- **HDPE (polietileno de alta densidad):** Utilizado en botellas de leche, detergentes, envases de productos de limpieza y tuberías. Es fácilmente reciclable y se utiliza para fabricar botellas, tuberías, y otros productos moldeados por soplado.
- **LDPE (polietileno de baja densidad):** Utilizado en bolsas de plástico, filmes de embalaje, envoltorios y bolsas de basura. Se recicla menos que el HDPE debido a su baja densidad, pero puede ser reciclado en productos como bolsas de basura y envases de papel/cartones recubiertos.
- **PP (polipropileno):** Utilizado en envases de yogur, tapas de botellas, envases de alimentos y textiles. Es ampliamente reciclado y se utiliza para fabricar productos moldeados por inyección, como envases y componentes automotrices.
- **PS (poliestireno):** Utilizado en envases de alimentos, vasos desechables, bandejas de carne y embalajes. A menudo es menos reciclado debido a problemas de contaminación y dificultades en su procesamiento. Sin embargo, puede ser reciclado en productos como molduras y paneles aislantes.

- **Otros plásticos:** Además de los tipos mencionados anteriormente, existen otros plásticos menos comunes, como PVC (cloruro de polivinilo), que pueden ser reciclados en determinadas condiciones y procesos.

Es importante tener en cuenta que, aunque muchos plásticos son técnicamente reciclables, la disponibilidad y la eficiencia del reciclaje pueden variar según el tipo de plástico, la infraestructura de reciclaje local y la demanda del mercado para los productos reciclados. (Angumba Aguilar, 2016)

### ***Problemas asociados con la acumulación de residuos plásticos y su impacto ambiental.***

La acumulación de residuos plásticos representa uno de los mayores desafíos ambientales de nuestra época, con impactos significativos en los ecosistemas, la vida silvestre, la salud humana y los recursos naturales. Algunos de los problemas asociados con la acumulación de residuos plásticos y su impacto ambiental incluyen:

- **Contaminación de los océanos:** La mayor parte de los residuos plásticos terminan en los océanos, donde pueden permanecer durante siglos debido a su lenta degradación. Esto provoca la contaminación de los mares y afecta a la vida marina, causando la ingestión accidental de plásticos por parte de peces, aves marinas, tortugas y mamíferos marinos, así como la muerte por estrangulamiento o asfixia.
- **Degradación de los ecosistemas terrestres:** Los residuos plásticos también contaminan los ecosistemas terrestres, incluyendo ríos, lagos, bosques y suelos. La acumulación de plásticos puede alterar los hábitats naturales, afectar la biodiversidad y favorecer la proliferación de especies invasoras.
- **Impacto en la cadena alimentaria:** Los plásticos pueden fragmentarse en partículas microscópicas llamadas microplásticos, que son ingeridas por organismos acuáticos y terrestres. Estos microplásticos pueden entrar en la cadena alimentaria y acumularse en los tejidos de los animales, llegando

finalmente a los seres humanos a través del consumo de productos marinos y terrestres contaminados.

- **Daños a la salud humana:** Los productos químicos tóxicos presentes en algunos plásticos pueden lixiviarse y contaminar el agua y los alimentos, representando un riesgo para la salud humana. Además, la inhalación de partículas de plástico y productos químicos volátiles liberados por los plásticos puede causar problemas respiratorios y otros trastornos de salud.
- **Impacto económico:** La gestión de los residuos plásticos representa un costo significativo para los gobiernos, las empresas y la sociedad en general. Además, la contaminación plástica puede afectar negativamente a las industrias pesqueras, turísticas y de recreación, así como reducir el valor estético y la calidad de vida de las comunidades afectadas.
- **Degradación ambiental:** A medida que los plásticos se descomponen, liberan productos químicos y toxinas en el medio ambiente, contribuyendo a la contaminación del aire, el suelo y el agua. Además, la incineración de plásticos puede producir emisiones tóxicas y contribuir al cambio climático mediante la liberación de gases de efecto invernadero.

La acumulación de residuos plásticos representa una amenaza significativa para el medio ambiente, la salud humana y la economía global. Es fundamental implementar medidas efectivas de reducción, reutilización, reciclaje y gestión de residuos plásticos para abordar este problema y promover un futuro más sostenible (Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2022); (ECODES tiempo de actuar, 2024).

### ***Beneficios y desafíos de la reutilización del plástico reciclado en diferentes industrias, incluida la construcción.***

La reutilización del plástico reciclado en diferentes industrias, incluida la construcción, conlleva una serie de beneficios y desafíos. Aquí hay una descripción de algunos de ellos:



## **Beneficios**

- **Reducción de residuos:** La reutilización del plástico reciclado en la construcción y otras industrias ayuda a reducir la cantidad de residuos plásticos que van a vertederos o terminan en el medio ambiente, contribuyendo así a la conservación de los recursos naturales y la mitigación de la contaminación.
- **Conservación de recursos naturales:** La utilización de plástico reciclado en lugar de materiales vírgenes ayuda a conservar recursos naturales no renovables, como el petróleo y el gas natural, que se utilizan para la fabricación de plásticos nuevos.
- **Reducción de emisiones de carbono:** La reutilización del plástico reciclado puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción de plásticos nuevos, lo que contribuye a la lucha contra el cambio climático.
- **Versatilidad y adaptabilidad:** El plástico reciclado puede ser utilizado en una amplia variedad de aplicaciones en la construcción, incluyendo la fabricación de bloques, ladrillos, pavimentos, aislamientos y materiales de revestimiento, lo que ofrece flexibilidad y oportunidades de diseño.
- **Costo reducido:** En algunos casos, el uso de plástico reciclado puede ser más económico que los materiales convencionales, lo que puede resultar en ahorros de costos para los proyectos de construcción.

## **Desafíos**

- **Calidad y rendimiento:** La calidad y el rendimiento del plástico reciclado pueden variar según la fuente y el proceso de reciclaje, lo que puede afectar su idoneidad para ciertas aplicaciones en la construcción y otras industrias.

- **Normativas y estándares:** En algunos casos, los plásticos reciclados pueden no cumplir con los estándares de calidad y seguridad requeridos para su uso en la construcción, lo que puede limitar su aceptación en el mercado.
- **Durabilidad y resistencia:** Algunos tipos de plástico reciclado pueden ser menos duraderos o resistentes que los materiales convencionales, lo que puede limitar su uso en aplicaciones donde se requiere una alta resistencia mecánica o durabilidad a largo plazo.
- **Percepción del consumidor:** Existe cierta resistencia por parte de los consumidores y profesionales de la construcción hacia el uso de plástico reciclado, debido a preocupaciones sobre la calidad, la estética y la durabilidad de los productos fabricados con este material.
- **Infraestructura de reciclaje:** La falta de infraestructura de reciclaje adecuada puede dificultar la recolección, clasificación y procesamiento de los residuos plásticos necesarios para la fabricación de plástico reciclado, lo que limita su disponibilidad y viabilidad en algunos lugares.

A pesar de estos desafíos, la reutilización del plástico reciclado en la construcción y otras industrias sigue siendo una opción prometedora para promover la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental de la producción y el consumo de plásticos. Con el desarrollo de tecnologías y prácticas de reciclaje avanzadas, así como la concienciación y el apoyo de la comunidad, es posible superar estos desafíos y aprovechar los beneficios del plástico reciclado de manera efectiva.

### ***Fabricación de bloques para la construcción:***

La fabricación de bloques para la construcción es un proceso fundamental en la industria de la construcción que implica la producción de unidades prefabricadas utilizadas en la edificación de estructuras como muros, paredes, divisiones y otros elementos arquitectónicos. Aquí se describe el proceso típico de fabricación de bloques:

- **Selección de materiales:** El primer paso en la fabricación de bloques es la selección de los materiales adecuados. Los bloques pueden estar hechos de diferentes materiales, como hormigón, arcilla, ceniza volante, polímeros plásticos, entre otros. La elección del material depende de diversos factores como el costo, la disponibilidad local, las propiedades estructurales y estéticas requeridas, así como consideraciones ambientales y de sostenibilidad.
- **Mezcla de materiales:** Una vez seleccionados los materiales, se lleva a cabo la mezcla de estos en proporciones específicas. En el caso del hormigón, por ejemplo, se mezcla cemento, arena, grava y agua en una hormigonera para obtener una mezcla homogénea. Esta mezcla puede ser modificada añadiendo aditivos o adiciones para mejorar ciertas propiedades del bloque, como la resistencia, la durabilidad o la capacidad aislante.
- **Moldeo:** Después de la mezcla, el material se vierte en moldes de acero o plástico con la forma y dimensiones deseadas para los bloques. Los moldes pueden ser de diferentes tamaños y formas según las especificaciones del proyecto de construcción. Una vez llenos, los moldes se compactan para eliminar burbujas de aire y garantizar una distribución uniforme del material.
- **Curado:** Los bloques recién moldeados se dejan endurecer y curar en condiciones controladas de humedad y temperatura. Este proceso permite que el material alcance su resistencia y durabilidad óptimas antes de ser utilizado en la construcción. El tiempo de curado puede variar según el tipo de material utilizado y las condiciones ambientales.
- **Acabado:** Una vez curados, los bloques pueden ser sometidos a procesos de acabado para mejorar su aspecto estético y funcionalidad. Esto puede incluir la aplicación de recubrimientos protectores, texturización de la superficie, cortes para facilitar la instalación de servicios, o la incorporación de elementos de refuerzo, como barras de acero.

- **Almacenamiento y distribución:** Finalmente, los bloques fabricados se almacenan en áreas designadas hasta su uso en el sitio de construcción. La distribución de los bloques a la obra puede realizarse mediante transporte terrestre, marítimo o aéreo, dependiendo de la ubicación y el alcance del proyecto.

En resumen, la fabricación de bloques para la construcción es un proceso complejo que involucra la selección cuidadosa de materiales, la preparación de la mezcla, el moldeo, el curado, el acabado y la distribución de los bloques fabricados. Un proceso bien ejecutado garantiza la calidad y la eficiencia de los bloques utilizados en la construcción de estructuras duraderas y funcionales (IV Simposio de Materiales Poliméricos, 2018).

### ***Tipos de bloques utilizados en la construcción de viviendas y sus propiedades.***

En la construcción de viviendas, se utilizan varios tipos de bloques para diferentes propósitos, como lo resaltan los autores Sornoza-Tituano y otros (2022), cada uno con sus propias propiedades y características específicas. Aquí hay una descripción de algunos de los tipos más comunes de bloques utilizados en la construcción de viviendas y sus propiedades:

- **Bloques de hormigón:** También conocidos como bloques de concreto, son uno de los tipos más populares de bloques utilizados en la construcción de viviendas. Están hechos de una mezcla de cemento, arena, grava y agua, y pueden tener una variedad de tamaños y formas. Las propiedades de los bloques de hormigón incluyen resistencia a la compresión, durabilidad, aislamiento térmico y acústico, y capacidad de resistir el fuego y los elementos climáticos.
- **Bloques de arcilla:** Fabricados a partir de arcilla cocida a alta temperatura, los bloques de arcilla son conocidos por su durabilidad, resistencia al fuego, aislamiento térmico y capacidad para regular la humedad en el interior de la vivienda. Son ideales para la construcción de muros y paredes en climas cálidos y húmedos.

- **Bloques de hormigón celular:** También conocidos como bloques de hormigón ligero, están hechos de una mezcla de cemento, arena y una sustancia espumante que crea burbujas de aire en el hormigón. Esto los hace más ligeros y con mejor aislamiento térmico que los bloques de hormigón tradicionales. Son ideales para construcciones donde se requiere un peso reducido y un buen aislamiento térmico.
- **Bloques de vidrio:** Fabricados a partir de vidrio recocido, los bloques de vidrio son transparentes o translúcidos y se utilizan principalmente para permitir la entrada de luz natural en espacios interiores. Son resistentes al fuego y proporcionan aislamiento térmico y acústico, aunque pueden ser más frágiles que otros tipos de bloques.
- **Bloques de poliestireno expandido (EPS):** Conocidos como bloques de poliestireno o bloques de espuma, están hechos de poliestireno expandido y se utilizan para la construcción de muros y paredes. Son ligeros, fáciles de manipular y ofrecen buen aislamiento térmico y acústico. Además, son resistentes a la humedad y al moho.
- **Bloques de tierra comprimida:** Fabricados a partir de una mezcla de tierra, agua y estabilizadores como cemento o cal, los bloques de tierra comprimida son una opción sostenible y económica para la construcción de viviendas. Tienen buenas propiedades térmicas y acústicas, son resistentes y pueden ser fácilmente fabricados in situ.

### ***Tecnologías y técnicas de incorporación de plástico reciclado:***






La incorporación de plástico reciclado en la construcción puede lograrse a través de diversas tecnologías y técnicas que permiten aprovechar los beneficios del reciclaje de plásticos mientras se cumplen los requisitos de rendimiento y durabilidad de los materiales de construcción. Aquí hay algunas tecnologías y técnicas comunes para la incorporación de plástico reciclado en la construcción:

- **Mezclado en el hormigón:** El plástico reciclado puede ser triturado y mezclado con los materiales convencionales utilizados en la fabricación de hormigón, como el cemento, la arena y la grava. Este enfoque se utiliza para fabricar bloques de hormigón, adoquines, pavimentos y otros elementos prefabricados.
- **Modificación de asfalto:** El plástico reciclado se puede mezclar con el asfalto utilizado en la pavimentación de carreteras y calles. Esta técnica ayuda a mejorar las propiedades del asfalto, como la resistencia al agua, la durabilidad y la adherencia, además de reducir la cantidad de plásticos enviados a vertederos.
- **Fabricación de materiales compuestos:** El plástico reciclado puede ser combinado con otros materiales para formar compuestos híbridos con propiedades mejoradas. Por ejemplo, se pueden fabricar tableros de madera-plástico reciclado que ofrecen la resistencia y durabilidad de la madera con la resistencia a la intemperie y la facilidad de mantenimiento del plástico.
- **Impresión 3D:** La tecnología de impresión 3D se está utilizando cada vez más para fabricar componentes de construcción utilizando plásticos reciclados como material de alimentación. Esta técnica permite una mayor flexibilidad y personalización en el diseño de elementos arquitectónicos y estructurales.
- **Aislamientos y paneles:** El plástico reciclado se puede utilizar para fabricar materiales de aislamiento térmico y acústico, así como paneles de revestimiento para paredes y techos. Estos materiales ofrecen buenas propiedades de aislamiento y pueden contribuir a mejorar la eficiencia energética de los edificios.
- **Bloques y ladrillos:** Los plásticos reciclados pueden ser utilizados en la fabricación de bloques y ladrillos para la construcción de muros y paredes. Estos bloques pueden tener propiedades similares o superiores a los

bloques convencionales y ofrecen una alternativa sostenible para la construcción de viviendas y edificios.

**Tabla 1**

*Tipos de materiales, siglas, usos y códigos*

Nombre	Siglas	Usos	Código
Polietireno Tereftalato	PET	Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros y otros.	
Polietileno	PE	Se usa en filmes plásticos procedentes de embalajes de golosinas, yerba, jabones, etc.	 
Polipropileno Orientado	BOPP	Residuos industriales	
Policloruro de Vinilo	PVC	Se usa en juguetes, tuberías, molduras, tableros para automóviles, etc.	

Elaborado por: Cedeño, (2024)

### ***Métodos de incorporación de plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques.***

Existen varios métodos para la incorporación de plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques de construcción. A continuación, se presentan algunos de los métodos más comunes:

- **Mezclado directo:** En este método, el plástico reciclado triturado se mezcla directamente con los otros materiales utilizados en la fabricación de bloques, como cemento, arena y agua. Esta mezcla se homogeniza hasta obtener una consistencia uniforme antes de verterse en los moldes de los bloques. El plástico reciclado puede representar una parte o la totalidad del

agregado fino o grueso en la mezcla, dependiendo de los requisitos de diseño y las propiedades deseadas del bloque.

- **Extrusión:** En este método, el plástico reciclado se somete a un proceso de extrusión para formar varillas o filamentos que se incorporan en la mezcla de concreto o mortero utilizado para fabricar los bloques. Estas varillas de plástico pueden mejorar la resistencia a la tracción y la ductilidad del bloque, así como reducir su peso y mejorar su aislamiento térmico.
- **Recubrimiento superficial:** En lugar de incorporar el plástico reciclado directamente en la mezcla, este método implica recubrir la superficie exterior de los bloques con una capa de plástico reciclado. Esta capa puede proporcionar protección adicional contra la intemperie, mejorar la resistencia a la abrasión y mejorar la estética de los bloques.
- **Inclusión en forma de fibras:** El plástico reciclado también se puede utilizar en forma de fibras cortas o largas que se agregan a la mezcla de concreto o mortero. Estas fibras pueden mejorar la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión del bloque, así como reducir la aparición de grietas y mejorar la durabilidad de este.
- **Reemplazo parcial del agregado:** En este método, parte del agregado convencional utilizado en la fabricación de bloques, como la arena o la grava, se reemplaza con plástico reciclado triturado. Este enfoque puede reducir la cantidad de agregado natural utilizado, disminuyendo así la extracción de recursos naturales y la generación de residuos.

### ***Estudios previos sobre la incorporación de plástico reciclado en materiales de construcción y sus resultados.***

Existen numerosos estudios previos sobre la incorporación de plástico reciclado en materiales de construcción, como hormigón, mortero, asfalto y otros. Estos estudios han investigado los efectos de la adición de plástico reciclado en las propiedades mecánicas, físicas, químicas y ambientales de los materiales de



construcción, así como su viabilidad técnica, económica y ambiental. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estudios previos y sus resultados:

- **Hormigón con agregado plástico reciclado:** Varios estudios han demostrado que la adición de plástico reciclado como agregado en el hormigón puede mejorar la resistencia a la compresión, la durabilidad y la resistencia a la abrasión del hormigón, especialmente en mezclas con baja relación agua-cemento. Sin embargo, se ha observado una reducción en la resistencia a la tracción y la elasticidad del hormigón con altos porcentajes de plástico reciclado.
- **Mortero con polvo de plástico reciclado:** La adición de polvo de plástico reciclado como filler en el mortero ha demostrado mejorar la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del mortero, así como reducir su densidad y absorción de agua. Sin embargo, la adición de polvo de plástico reciclado puede afectar la adherencia entre el mortero y los materiales de construcción, como ladrillos y bloques.
- **Asfalto modificado con plástico reciclado:** Estudios han mostrado que la incorporación de plástico reciclado en el asfalto puede mejorar la resistencia a la deformación permanente, la resistencia a la fatiga y la resistencia al agrietamiento por fatiga del pavimento asfáltico. Además, el asfalto modificado con plástico reciclado ha demostrado reducir el contenido de betún necesario y mejorar la resistencia a la humedad y la oxidación.
- **Paneles de pared con plástico reciclado:** La fabricación de paneles de pared utilizando plástico reciclado como agregado ha mostrado mejorar la resistencia al fuego, la resistencia al impacto y la resistencia a la humedad de los paneles. Además, los paneles de pared con plástico reciclado pueden ser más livianos, más fáciles de manipular y menos propensos a la corrosión que los paneles de pared convencionales.

En general, los estudios previos han demostrado el potencial de la incorporación de plástico reciclado en materiales de construcción para mejorar

diversas propiedades y reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción. Sin embargo, se requieren más investigaciones para optimizar las técnicas de incorporación, evaluar los efectos a largo plazo y garantizar la viabilidad económica de estas soluciones.

### ***Impacto ambiental y económico:***

La incorporación de plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques, aplicados en la construcción de viviendas, puede tener tanto un impacto ambiental como económico significativo. A continuación, se describen algunos de estos impactos:

- **Reducción de residuos plásticos:** La utilización de plástico reciclado como agregado en la fabricación de bloques permite reciclar y reutilizar parte de los residuos plásticos, lo que ayuda a reducir la cantidad de plásticos enviados a vertederos o terminan en el medio ambiente, mitigando así la contaminación y el impacto negativo en los ecosistemas.
- **Conservación de recursos naturales:** Al utilizar plástico reciclado en lugar de agregados naturales como arena o grava, se reduce la extracción de recursos naturales no renovables, como los áridos, contribuyendo a la conservación de los ecosistemas naturales y la biodiversidad.
- **Reducción de emisiones de carbono:** La incorporación de plástico reciclado en la fabricación de bloques puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la extracción, transporte y procesamiento de materiales naturales, lo que ayuda a mitigar el cambio climático.
- **Mejora del aislamiento térmico:** Algunos tipos de plástico reciclado tienen propiedades de aislamiento térmico, lo que puede ayudar a reducir el consumo de energía para la calefacción y refrigeración de las viviendas, contribuyendo así a la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Reducción de costos de producción:** En algunos casos, la utilización de plástico reciclado como agregado puede reducir los costos de producción de los bloques, ya que el plástico reciclado puede ser más económico que los materiales naturales convencionales, como la arena y la grava.
- **Diversificación de ingresos:** La reutilización de plástico reciclado en la fabricación de bloques puede proporcionar una nueva fuente de ingresos para las empresas de reciclaje y las industrias de la construcción, diversificando así sus fuentes de ingresos y mejorando su rentabilidad.
- **Cumplimiento de regulaciones ambientales:** La incorporación de plástico reciclado en la fabricación de bloques puede ayudar a las empresas a cumplir con regulaciones ambientales más estrictas relacionadas con la gestión de residuos y la reducción de emisiones de carbono, evitando posibles multas y sanciones.
- **Mejora de la imagen corporativa:** La adopción de prácticas sostenibles, como la utilización de plástico reciclado en la construcción, puede mejorar la imagen corporativa de las empresas, atrayendo a consumidores y clientes conscientes del medio ambiente y diferenciándose de la competencia.

La incorporación de plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques, aplicados en la construcción de viviendas, puede tener impactos ambientales positivos al reducir la contaminación y conservar los recursos naturales, así como impactos económicos beneficiosos al reducir costos, diversificar ingresos y mejorar la imagen corporativa. Sin embargo, es importante evaluar cuidadosamente los aspectos técnicos, económicos y ambientales específicos de cada proyecto para garantizar resultados óptimos y sostenibles. (Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2022)

## Marco Conceptual

El marco conceptual de una tesis de maestría sobre el estudio de reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques, aplicados en la construcción de viviendas, podría abordar diversos aspectos relacionados con la sostenibilidad, la gestión de residuos, la ingeniería de materiales y la construcción sostenible. Aquí hay algunos elementos que podrían formar parte de este marco conceptual:

**Sostenibilidad en la construcción:** Explorar los conceptos y principios de la sostenibilidad en la industria de la construcción, incluyendo la minimización de residuos, la conservación de recursos, la eficiencia energética y el diseño de edificios ecoeficientes. La sostenibilidad en la construcción es un enfoque holístico que busca crear edificaciones y entornos construidos que sean socialmente justos, ambientalmente responsables y económicamente viables a lo largo de su ciclo de vida. Aquí se presentan algunos aspectos clave de la sostenibilidad en la construcción:

**Eficiencia energética:** La eficiencia energética es fundamental para reducir el consumo de energía en los edificios. Esto se logra mediante la incorporación de diseño pasivo, tecnologías de iluminación y HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) eficientes, así como la utilización de fuentes de energía renovable, como la energía solar y eólica.

**Materiales sostenibles:** La elección de materiales de construcción sostenibles es crucial para reducir el impacto ambiental de los edificios. Esto incluye la utilización de materiales reciclados, reciclables y de bajo impacto ambiental, así como la preferencia por materiales locales para minimizar la huella de carbono asociada con el transporte.

**Gestión del agua:** La gestión eficiente del agua es esencial para minimizar el consumo de agua potable y reducir el impacto en los recursos hídricos locales. Esto se logra mediante la implementación de sistemas de recolección de aguas pluviales, tecnologías de riego eficientes y la utilización de equipos y accesorios de plomería de bajo flujo.

**Calidad ambiental interior:** La calidad del aire interior y el confort térmico y acústico son aspectos importantes de la sostenibilidad en la construcción. Se promueve mediante la ventilación adecuada, la elección de materiales no tóxicos y la optimización de la iluminación natural para crear espacios saludables y confortables para los ocupantes.

**Gestión de residuos:** La reducción, reutilización y reciclaje de residuos de construcción y demolición son fundamentales para minimizar el impacto ambiental de los proyectos de construcción. Esto implica la implementación de prácticas de construcción sostenibles, como la separación en origen de los materiales reciclables y la búsqueda de alternativas de disposición final sostenibles.

**Planificación urbana sostenible:** La sostenibilidad en la construcción va más allá de los edificios individuales y abarca la planificación urbana y el diseño de comunidades sostenibles. Esto implica la creación de entornos urbanos compactos, accesibles y conectados que promuevan la movilidad sostenible, la inclusión social y la preservación de los espacios verdes y la biodiversidad. La sostenibilidad en la construcción se basa en la integración de prácticas y tecnologías que minimizan el impacto ambiental, promueven el bienestar humano y fomentan la prosperidad económica a lo largo del ciclo de vida de los edificios y las infraestructuras.

**Gestión de residuos plásticos:** Analizar los desafíos asociados con la gestión de residuos plásticos y la importancia de fomentar prácticas de reciclaje y reutilización para reducir la contaminación y el impacto ambiental. La gestión de residuos plásticos es un componente clave de la sostenibilidad ambiental, que busca reducir la cantidad de desechos plásticos que terminan en vertederos o en el medio ambiente. Aquí hay algunas estrategias y enfoques comunes en la gestión de residuos plásticos:

**Reducción en la fuente:** Este enfoque se centra en reducir la cantidad de plástico utilizado en primer lugar, mediante la adopción de prácticas de diseño que minimicen el uso de envases y embalajes plásticos innecesarios. Esto puede incluir la implementación de políticas de reducción de residuos en las empresas y la promoción de alternativas sostenibles, como el uso de envases reutilizables y recargables.

**Reutilización:** La reutilización implica extender la vida útil de los productos plásticos existentes mediante su reparación, reacondicionamiento o reutilización para otros fines. Esto puede incluir programas de reutilización de envases y contenedores, así como la donación de productos plásticos en buen estado a organizaciones benéficas o programas de intercambio.

**Reciclaje:** El reciclaje es un proceso mediante el cual los plásticos usados se recolectan, clasifican, limpian y procesan para ser convertidos en nuevos productos plásticos o en otros materiales. Esto puede incluir la separación en origen de los residuos plásticos, la instalación de programas de reciclaje comunitario y la inversión en infraestructura de reciclaje, como plantas de reciclaje y centros de clasificación de residuos.

**Recuperación de energía:** Cuando el reciclaje no es posible, los residuos plásticos pueden ser utilizados como combustible para la generación de energía, mediante la incineración controlada o la conversión en combustibles sólidos o líquidos. Si bien esta opción puede ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, es importante asegurar que se implementen medidas para minimizar las emisiones y los impactos ambientales asociados con la combustión de plásticos.

**Educación y sensibilización:** La educación y la sensibilización pública son fundamentales para promover la gestión adecuada de los residuos plásticos y fomentar comportamientos sostenibles entre los consumidores. Esto puede incluir campañas de información sobre la importancia del reciclaje, la reducción de residuos y la correcta disposición de los desechos plásticos.

## **Marco Legal**

Se revisarán las leyes y regulaciones ambientales pertinentes que afecten la construcción de caminos vecinales, incluyendo normativas sobre gestión de residuos, protección de recursos naturales y evaluación de impacto ambiental. Se analizará cómo el uso de suelo cemento con adición de fibras puede cumplir con los requisitos legales y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Normativas de construcción vial:

Se examinarán las normas técnicas y especificaciones de construcción de viviendas que regulan la calidad y el diseño de los bloques, incluyendo requisitos relacionados con la resistencia estructural, durabilidad, seguridad vial y accesibilidad. Se identificarán los estándares que deben cumplir las mezclas de plástico reciclado. Estándares de calidad y certificación:

Se analizarán los estándares de calidad y certificación aplicables a los materiales de construcción, incluyendo plástico y las fibras de material reciclado. Se revisarán los procesos de evaluación y certificación de conformidad para garantizar que los materiales utilizados cumplan con los requisitos de calidad y seguridad establecidos por las autoridades competentes.

Se examinarán las normativas de seguridad laboral aplicables a la construcción de caminos, con énfasis en la manipulación y aplicación de materiales como el cemento y las fibras. Se identificarán las medidas de prevención de riesgos laborales y las prácticas seguras de trabajo que deben seguirse durante la ejecución de proyectos de suelo cemento con adición de fibras.

La constitución de la República del Ecuador (Ecuador, 2008), en los siguientes artículos nos habla del derecho que tienen todas las personas.

- Art. 30 y 31.- nos indica el derecho de contar con una vivienda de manera segura, así como el respeto a cualquier ideología que puede tener el ser humano.
- Art. 264. 7 y 281. 8. Nos habla sobre los implementos de salud, educación, los espacios públicos deportivos y el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica que debemos contar.
- Art. 350 y 385.- la educación superior será una formación académica superior con visión científica, tecnológica, humanista e impulsar la producción nacional que sea eficiente y productiva.

Según el Reglamento general a la ley orgánica de educación superior, Estado garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales (decreto ejecutivo 742, 2019):

- Artículo 26 establece que la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal
- Artículo 27 establece que la educación es el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente y a la democracia.
- Artículo 28 nos indica que la educación responderá al interés público, y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos.
- Artículo 5 y 13 del artículo 147, establecen que corresponde al presidente de la República dirigir la administración pública en forma desconcentrada y expedir los decretos necesarios para su organización (decreto ejecutivo 742, 2019).
- Artículo 344 es sobre el Régimen del Buen Vivir, determina que el sistema nacional de educación, así como acciones en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato, y estará articulado con el Sistema de Educación Superior.
- Artículo 350 señala que el Sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo.
- Artículo 351 el Sistema de Educación Superior estará articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del Sistema de Educación Superior Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Superior (decreto ejecutivo 742, 2019)



- Artículo 352 el Sistema de Educación Superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas; institutos superiores técnicos, tecnológicos y pedagógicos; y conservatorios superiores de música y artes, debidamente acreditados y evaluados.

## **METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **Enfoque de Investigación**

El enfoque de la investigación será mixto porque mezcla métodos cualitativos y cuantitativos mediante el uso de instrumentos como el experimento y la encuesta estructurada.

### **Tipo de Investigación**

La investigación será experimental, ya que se tomarán datos en la realidad mediante la medición de los procesos fabricación de los bloques de plástico reciclado y demás información que se requiera para realizar el estudio.

### **Métodos de Investigación**

#### ***Investigación Bibliográfica***

Para conseguir información acerca del tema se revisó diversas fuentes bibliográficas como: libros, revistas y otros documentos específicos a la presente investigación, y así justificar el diseño que se va a realizar. De esta manera en el presente trabajo, se sustentará en la recolección de la información referente a la infraestructura vial y la incidencia de esta en el desarrollo local.

#### ***Investigación Experimental.***

Es una investigación experimental porque se estudiará la construcción, el tiempo de elaboración de las paredes con estos materiales, las condiciones. Esta investigación se caracteriza por que descubre la forma en realizar la construcción de estas paredes comparando con otros materiales.

### **Técnicas de Recolección de Información**

- Experimentación
- Encuesta

## **Población**

“Un grupo o universo como conjunto de unidades de investigación se refiere a las personas, instituciones, documentos, hechos, etc. con los que se relaciona la investigación y para las cuales las conclusiones alcanzadas son válidas” (Ñaupas Paitán y otros, 2014). Para poder determinar si el análisis comparativo entre la forma tradicional y con uso de aditivos para producir bloques, para ello se determinará una muestra para someterla luego a interrogantes y entrevistas, bajo las siguientes condiciones:

N= Universo

p= Varianza de la población (0.25)

n-1= Corrección o margen de error

Z= Nivel de confianza (95% = 1.96)

E= Error muestral (4%)

m= Muestra

## **Muestra**

Las empresas que se dedican a la construcción de viviendas y que hacen mampostería en la Provincia del Guayas registro es de 29. En este sentido el tamaño de muestra se puede calcular en base a los siguientes conceptos y fórmulas: Población (N) 290 nivel de confianza 95% z= 1.96 probabilidad (p) 0.10 q= 0.90 error 5% Muestra 11.05, lo que da 11 Por lo que, la muestra obtenida es de 11, con un nivel de confianza de 1.96 y un margen de error del 5%. Se aplicará por tanto 10 preguntas para la recolección de información.

## Análisis e Interpretación de Resultados

**Pregunta 1** ¿Qué tan eficaz considera usted que es la utilización de materiales reciclados para la fabricación de mampostería?

**Tabla 2**

*Eficiencia de fabricación de mampostería*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Muy ineficaz	0	0%
b) Ineficaz	1	9%
c) Neutral	2	18%
d) Eficaz	5	45%
e) Muy eficaz	3	27%
Total	11	100%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 1**

*Eficiencia de fabricación de mampostería*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

## Análisis

Las personas entrevistadas indicaron en su mayoría que es eficiente que se utilice materiales reciclados en la construcción de mampostería por lo que es aceptable la aceptación general de la mejora de la eficiencia utilizando estos materiales.

**Pregunta 2:** ¿En términos de durabilidad como considera la utilización del PET?

**Tabla 3**  
*Durabilidad de material PET*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Mucho menor	1	9%
b) Menor	1	9%
c) Igual	2	18%
d) Mayor	4	36%
e) Mucho mayor	3	27%
Total	11	100%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 2**

*Durabilidad de material PET*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Análisis**

El mayor porcentaje de los encuestados señaló que el material reciclado tendría una durabilidad Mucho Mayor en comparación con los otros materiales por lo que lo hacen atractivo.

**Pregunta 3:** ¿En qué medida cree que la utilización de materiales de reciclado en la fabricación de mampostería contribuiría a reducir los costos totales de construcción?

**Tabla 4**

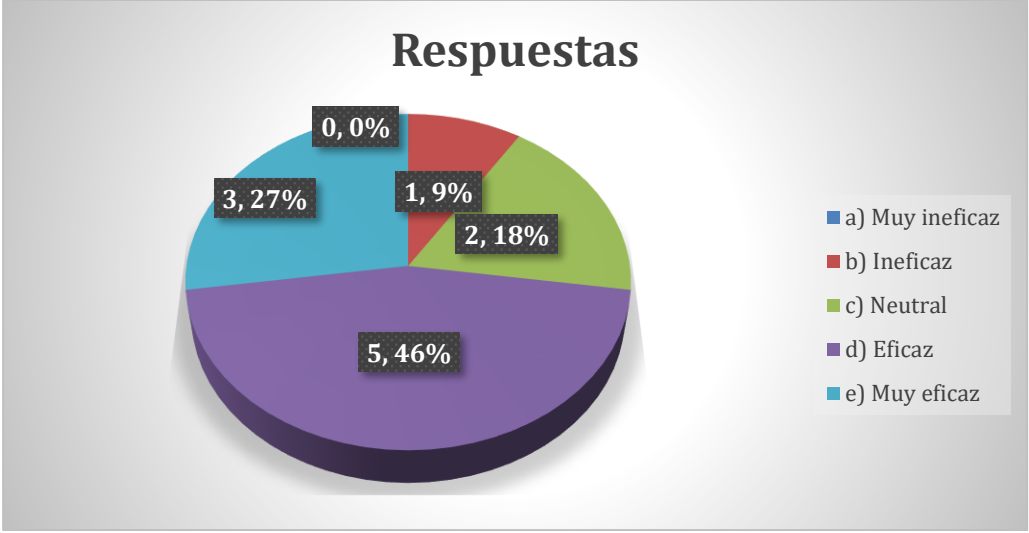
*Utilización de materiales reciclados*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) En gran medida	5	45%
b) En cierta medida	2	18%
c) Neutral	2	18%
d) En poca medida	1	9%
e) En muy poca medida	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 3**

*Utilización de materiales reciclados*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Análisis**

La mayoría de las personas que respondieron las preguntas creen que la utilización de materiales reciclados contribuiría a una reducción de costos "En gran medida". Por lo que es importante estudiar el uso de estos

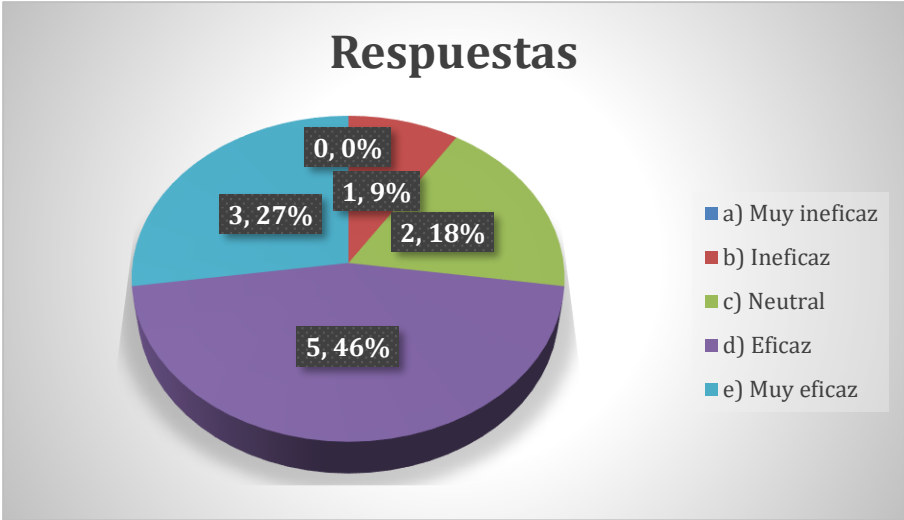
**Pregunta 4:** ¿Cuál es su percepción sobre la adaptabilidad y facilidad de implementación de la mejora de la eficiencia con materiales reciclados en la fabricación de mampostería?

**Tabla 5**  
*Adaptabilidad y facilidad de implementación de materiales reciclados*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Muy difícil de adaptar	1	9%
b) Difícil de adaptar	2	18%
c) Neutral	4	36%
d) Fácil de adaptar	3	27%
e) Muy fácil de adaptar	1	9%
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 4**  
*Adaptabilidad y facilidad de implementación de materiales reciclados*



Elaborado por: Cedeño, J (2023)

**Análisis**

Al analizar las respuestas podemos interpretar la resistencia de las personas a adaptarse ya que el porcentaje mayor respondieron "Muy fácil de adaptar", lo que indicaría una alta percepción de viabilidad, por lo que es importante estudiar esta aplicación de materiales reciclados.

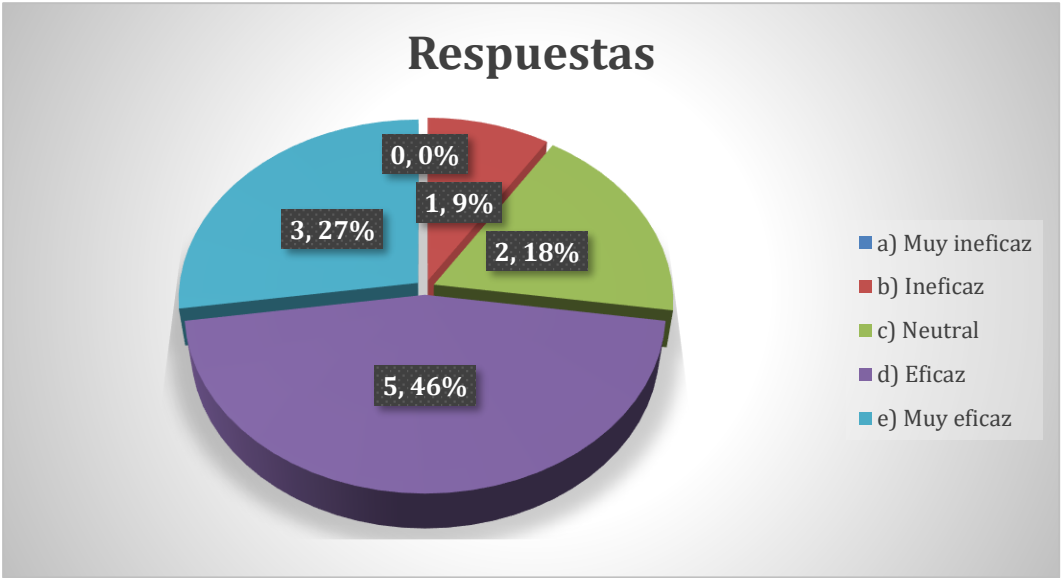
**Pregunta 5:** ¿Considera usted que el uso de materiales reciclados de plásticos influenciaría en la resistencia y calidad de la mampostería de la Provincia del Guayas?

**Tabla 6**  
*Impacto en la calidad y resistencia de materiales reciclados*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Muy negativamente	1	9%
b) Negativamente	2	18%
c) Neutral	2	18%
d) Positivamente	3	27%
e) Muy positivamente	3	27%
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 5**  
*Impacto en la calidad y resistencia de materiales reciclados*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Análisis**

De acuerdo con estos resultados que creen que la mejora de la explotación de materiales reciclados de plástico tendría un impacto Positivo o Muy positivo en la calidad y resistencia de la mampostería de edificaciones. Por lo que se justifica la investigación.



**Pregunta 6:** ¿Al aplicar nuevas formas de reciclado de materiales de plástico serían recibidos con adaptabilidad y facilidad por los constructores del Guayas?

**Tabla 7**

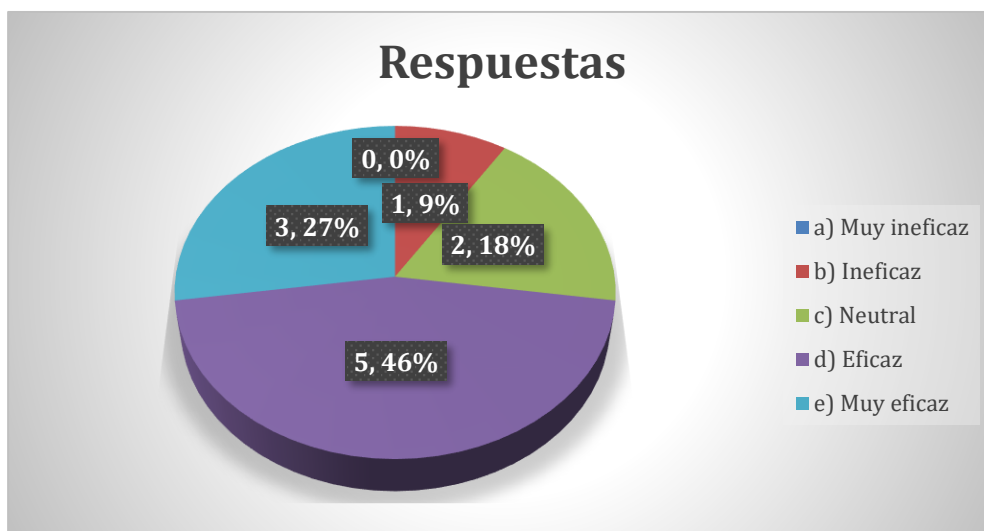
*Adaptabilidad de constructores del Guayas*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Muy difícil de adaptar	1	9%
b) Difícil de adaptar	2	18%
c) Neutral	4	36%
d) Fácil de adaptar	3	27%
e) Muy fácil de adaptar	1	9%
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 6**

*Adaptabilidad de Constructores del Guayas*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

## Análisis

Al analizar las respuestas podemos interpretar la resistencia de los constructores a adaptarse ya que el porcentaje mayor respondieron "Muy fácil de adaptar", lo que indicaría una alta percepción de viabilidad.

**Pregunta 7:** ¿Considera usted que la utilización de materiales reciclados de plástico mejoraría el comportamiento mecánico de estos productos de mampostería en las construcciones de la Provincia del Guayas?

**Tabla 8**

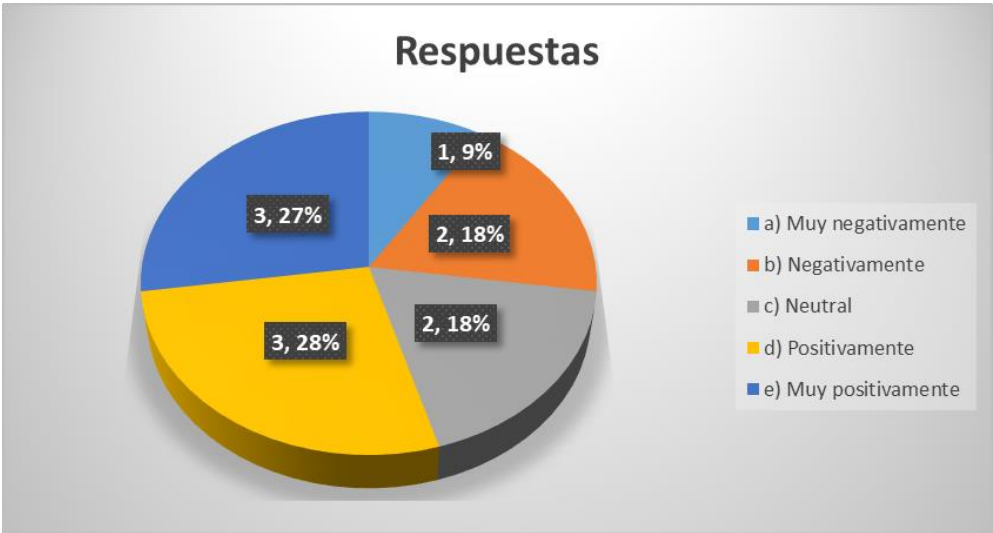
*Mejora de comportamiento mecánico de materiales reciclados de plástico*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Muy negativamente	1	9%
b) Negativamente	2	18%
c) Neutral	2	18%
d) Positivamente	3	27%
e) Muy positivamente	3	27%
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 7**

*Mejora del comportamiento mecánico de materiales reciclados de plástico*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Análisis**

De acuerdo con estos resultados que creen que la mejora el comportamiento mecánico de los materiales reciclados de plástico tendría un impacto Positivo o Muy positivo. Por lo que su utilización sería muy factible.

**Pregunta 8:** ¿Cree que la utilización de materiales reciclados de plástico en la fabricación de mampostería puede contribuir a mejorar la eficiencia en la construcción en paredes de la provincia del Guayas?

**Tabla 9**

*Mejora de eficiencia en la construcción de mampostería*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) En gran medida	5	45%
b) En cierta medida	2	18%
c) Neutral	2	18%
d) En poca medida	1	9%
e) En muy poca medida	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 8**

*Mejora en la eficiencia en la construcción de mampostería*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

## Análisis

La mayoría de las personas que respondieron las preguntas creen que la mejora de la eficiencia con materiales reciclados de plástico contribuiría a una reducción de costos "En gran medida". Por lo que es importante estudiar el uso de estos materiales.

**Pregunta 9:** ¿En términos de calidad consideraría utilizar la mampostería con materiales reciclados de plástico en construcciones de la Provincia?

**Tabla 10**

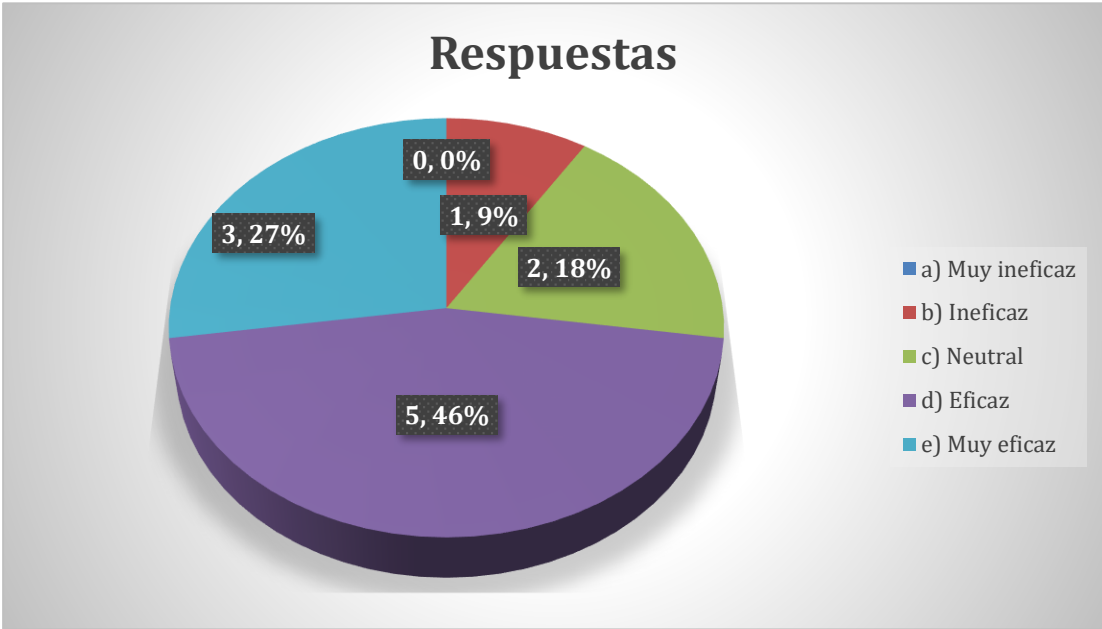
*Calidad de materiales utilizando reciclados de plástico*

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Mucho menor	1	9%
b) Menor	1	9%
c) Igual	2	18%
d) Mayor	4	36%
e) Mucho mayor	3	27%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 9**

*Calidad de materiales utilizando reciclados de plástico*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Análisis**

El mayor porcentaje de los encuestadas que los materiales utilizando reciclados de plástico cemento tendrían una calidad Mucho Mayor en comparación con los materiales de otros lugares por lo que estarían dispuestos a utilizarlos.

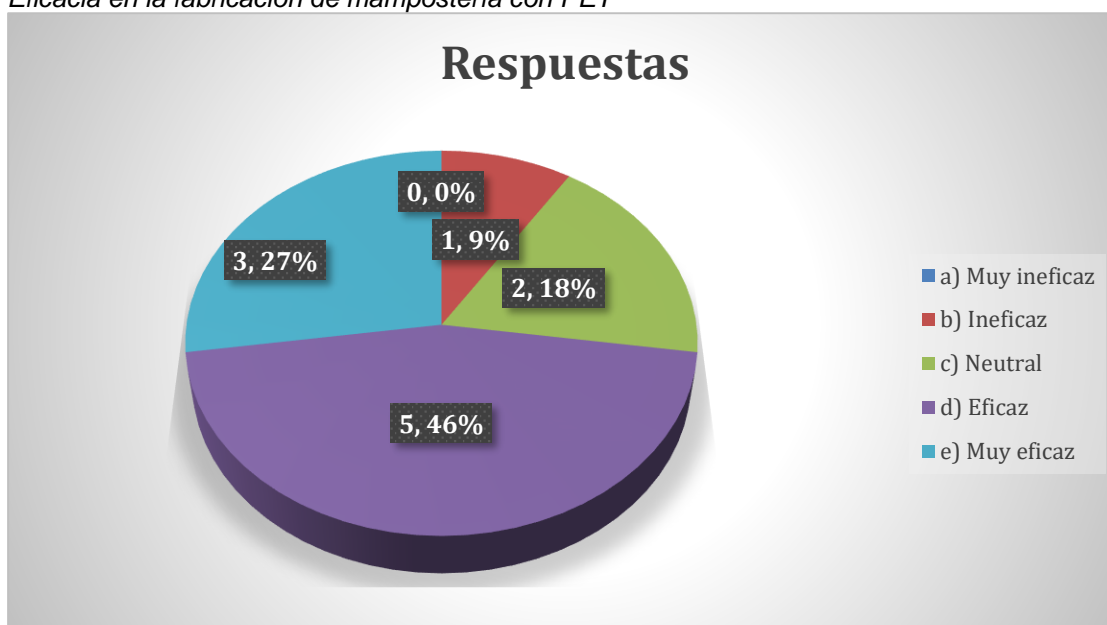
**Pregunta 10** ¿Qué tan eficaz considera usted que es la introducción de materiales utilizando reciclado de plástico en las construcciones de la provincia del Guayas?

**Tabla 11**  
Eficacia en la fabricación de mampostería con PET

Alternativa	Respuestas	Porcentaje
a) Muy ineficaz	0	0%
b) Ineficaz	1	9%
c) Neutral	2	18%
d) Eficaz	5	45%
e) Muy eficaz	3	27%
Toral	11	100%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 10**  
Eficacia en la fabricación de mampostería con PET



Elaborado por: Cedeño, (2024)

## Análisis

Las personas indicaron en su mayoría que sería eficaz que las introducciones en el mercado de estos materiales utilizando reciclados de materiales PET y que se realicen pruebas para su utilización.

## **Informe Técnico**

### **Introducción**

La investigación se llevó a cabo en varias etapas, que incluyeron la revisión de la literatura existente sobre el tema, la recolección de muestras de plástico reciclado y la realización de pruebas de laboratorio para evaluar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. Posteriormente, se desarrolló un proceso de fabricación de bloques que incorporaba agregados de plástico reciclado, y se realizaron pruebas de laboratorio y pruebas en campo para evaluar el rendimiento de los bloques en condiciones reales de construcción.

Se realizarán pruebas de resistencia mecánica, durabilidad y comportamiento ante cargas repetidas. Además, se realizarán estudios de costo-beneficio y análisis de ciclo de vida para evaluar la viabilidad económica y ambiental de la tecnología propuesta.

### **Desarrollo**

#### ***Elaboración del ladrillo prototipo***

Se analizó varias posibilidades para la obtención de la materia prima (PET), entre ellas adquirir la misma a las diferentes asociaciones de recicladores para transformarlas en la materia prima necesaria para el presente proyecto, pero debido a problemas de tiempo y logística se decidió adquirir el PET a través de MICROFIBRAS FIBERSTRAND. Las Microfibras FIBERSTRAND se utilizan para el control de grietas por contracción plástica y son ideales para aplicaciones en placas, elementos prefabricados, concreto lanzado, entre otros. Están disponibles en polipropileno y nylon.

Para este proyecto escogimos el aditivo FIBERSTRAND 150 – “Microfibra de polipropileno”, la cual fue suministrada por el proveedor PROMOPLAST, y proviene de la trituración de las botellas de PET.

## ***Proceso de la elaboración del ladrillo de plástico (PET)***

Para dar cumplimiento a los objetivos establecidos y el seguimiento de la línea base del cronograma se realizó el siguiente procedimiento para el diseño y ensayos. Al ser un estudio de tipo experimental que se desarrolló y analizó en el laboratorio, incluyendo el diseño de mezclas, utilizando los siguientes materiales; cemento, árido del sector y PET.

Una vez establecido de dónde procederá la materia prima PET y árido se determina los parámetros que se emplearán en la mezcla, (muestreo, ensayos del árido; determinación de materia orgánica, pesos específicos, pesos volumétricos, análisis granulométrico).

Debido a que en nuestro país no existe una normativa sobre este tipo de ladrillos de plástico, se creó un modelo con el que se realizaron los procesos de comparación para alcanzar estándares de calidad, es decir, se creó un ladrillo con arena común de libre venta en la ciudad de Bogotá, ya que se utilizaron los materiales existentes de la zona de influencia, por lo tanto, a este material se analizó para obtener el módulo de finura y densidad, con el que se elaboró un mortero con la dosificación correspondiente a 1:2.

La razón de por qué se toma esta dosificación se debe a que, en toda bibliografía consultada no existe una clara orientación para el establecimiento de determinada mezcla más aún se ha estandarizado a nivel de todo proyecto de investigación este tipo de dosificaciones, con la finalidad de investigar el comportamiento de los morteros y obtener una dosificación modelo con la cual se pueda comparar en este caso con los futuros ladrillos de plástico.

Una vez establecidas las dosificaciones de morteros con la cual se tenía como referencia, se procede con el armado de la formaleta en madera de pino de los moldes con unas dimensiones de 8cm (Ancho) x 8cm (Largo) x 8cm (Profundidad) formando las cavidades para la fundida de los cubos en concreto con los respectivos aditivos.

Con los resultados finales, arrojados con la dosificación 1:2 y según los ensayos

se encontró la DOSIFICACIÓN ÓPTIMA con la cual se elaboró el LADRILLO PATRÓN. A esta dosificación óptima se le adiciono porcentajes proporcionales al 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% de PET en sustitución de la arena del ladrillo patrón, el mismo que obtuvo un proceso de moldeado y prensado en moldes.

Una vez elaborados, se ensayaron en la prensa para conocer sus características (resistencia a la compresión y absorción) Posteriormente se recopilaron y analizaron los resultados para buscar las conclusiones finales.

### ***Cálculo granulométrico del pet (módulo de finura)***

El material obtenido producto tiene ciertas condiciones semejantes al árido fino, es por este criterio que en primera instancia se definió de forma empírica el tamaño adecuado. Posteriormente, la materia prima fue sometida a un análisis granulométrico en el laboratorio. El agregado fino deberá estar graduado entre los límites fino y grueso, para esta actividad se realizó un proceso de tamizado en el laboratorio.

**Tabla 12**  
*Graduación de agregado fino*

<b>TAMIZ #</b>	<b>ABERTURA</b>	<b>PESO RETEN.</b>	<b>P. RET. ACUM</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
	<b>mm</b>	<b>gr</b>	<b>gr</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>PASA</b>
<b>3/8"</b>	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>N.4</b>	4.75	0.58	0.58	0.92	99.08
<b>N.8</b>	2.38	25.71	26.29	41.73	58.27
<b>N.16</b>	1.19	31.51	57.80	91.75	8.25
<b>N.30</b>	0.59	4.27	62.07	98.52	1.48
<b>N.50</b>	0.30	0.47	62.78	99.27	0.73
<b>N.100</b>	0.15	0.24	62.78	99.65	0.35
<b>TOTAL</b>		63.00			

Elaborado por: Cedeño, (2024)



**Tabla 13**

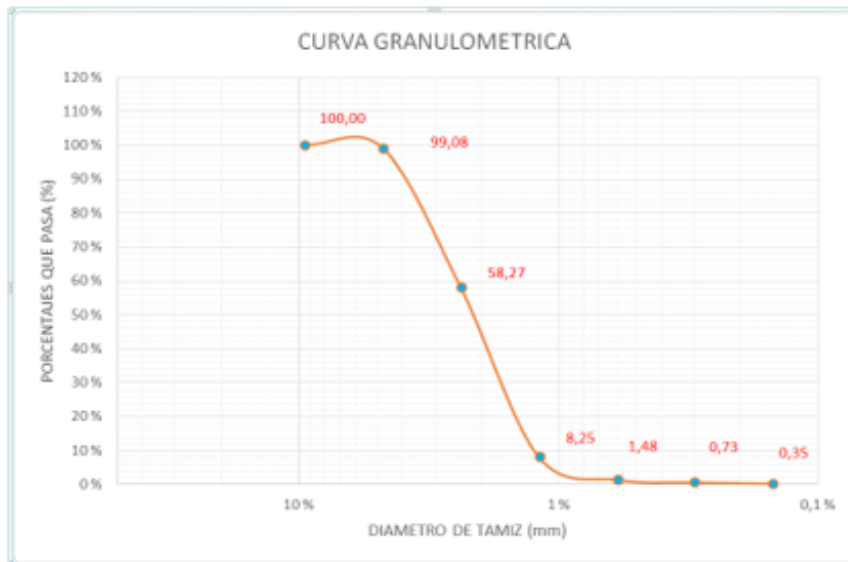
*Resultados de agregado fino*

<b>RESULTADOS</b>	
<b>DIAM. EFECTIVO</b>	D10= 1.23 mm
<b>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD</b>	CU= 2.01 mm
<b>COEFICIENTE DE CURVATURA</b>	CC= 0.95 mm
<b>MÓDULO DE FINURA</b>	MF= 4.32 mm

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 11**

*Árido fino (arena de río).*



Elaborado por: Cedeño, J (2024)

La arena se la considera como agregado fino, este material debe ser inerte y libre de impurezas orgánicas para que afecten en la resistencia del mortero en el caso de este estudio de ladrillo. El agregado fino deberá estar graduado entre los límites fino y grueso, tener granulometría adecuada (ASTM 33 o NTC 174).

### **Cálculo granulométrico de la arena (módulo de finura)**

A continuación, se muestra la granulometría realizada a la arena; dando un módulo de finura de 2,09 el cual está dentro del rango.

**Tabla 14**

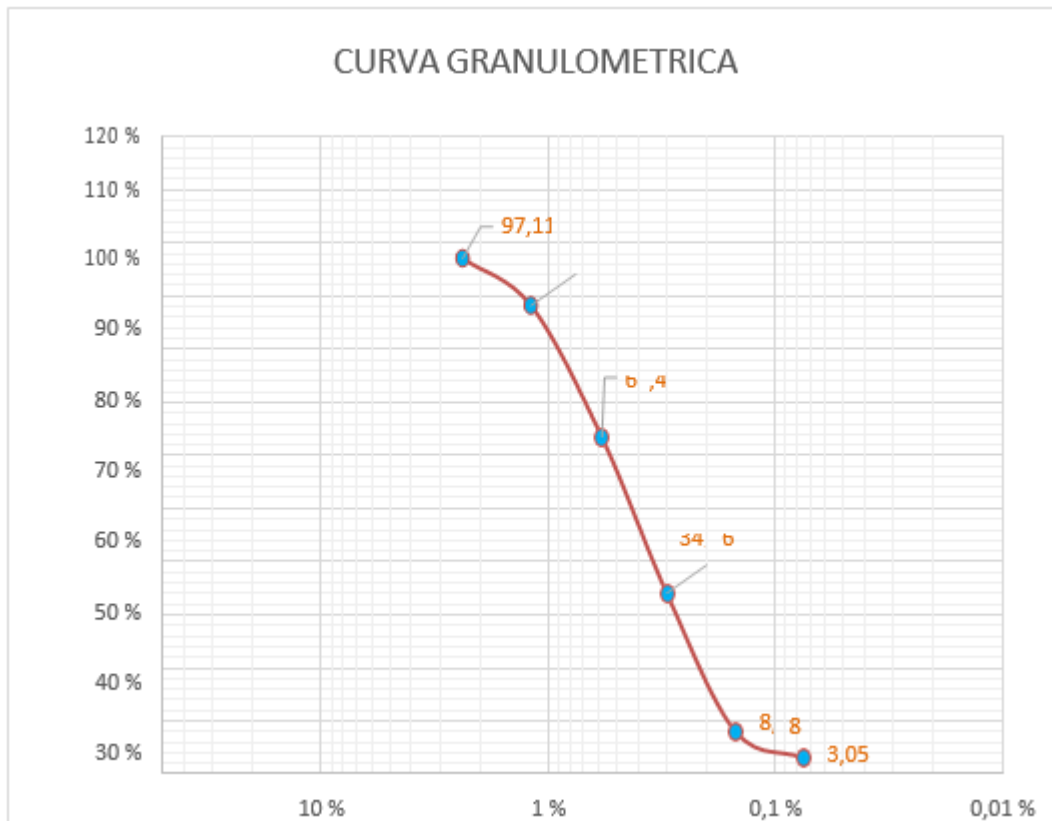
*Rango del grano de arena*

TAMIZ #	ABERTURA	PESO RETEN.	PESO TE. ACUM.	%	%
	mm	gr	gr	RETENIDO	PASA
<b>N.8</b>	2.38	13.04	13.04	2.89	97.11
<b>N.16</b>	1.19	40.20	53.24	11.78	88.22
<b>N.30</b>	0.58	11.80	165.04	36.53	63.47
<b>N.50</b>	0.30	132.90	297.94	65.94	34.06
<b>N.100</b>	0.15	117.40	415.35	91.92	8.08
<b>N.200</b>	0.08	22.70	438.04	96.95	3.05

Elaborado por: Cedeño, (2024)

**Gráfico 12**

*Curva granulométrica*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

## **Cemento**

El cemento es el material que sirve para adherir o conglomerar las partículas de los agregados, logrando la unión de los materiales pétreos que forman una masa consistente, resistente y compacta. El tipo de cemento más utilizado en la ciudad de Bogotá como aglomerante para la preparación del mortero es el cemento portland tipo

I. Para la elaboración del ladrillo se ha utilizado el Cemento Portland Puzolánico Tipo IP. La calidad del cemento portland deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C150. El cemento que se utilice en la elaboración del ladrillo debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 4026 y la NTC 121 (ASTM 150), entre otros.

### ***Diseño De Morteros***

Para la elaboración del ladrillo patrón, en primera instancia se procedió con el diseño de morteros tomado en cuenta que los materiales utilizados son elaborados y extraídos de la región central de nuestro País, para este diseño, se utilizó una relación de agregado de arena, cemento y agua con relación 1:2, donde según la norma NTC 4205, corresponde a una resistencia específica de 45 Kg/Cm<sup>2</sup> con un porcentaje de Resistencia de 30% a los 7 días de fallado en laboratorio, resistencia específica de 53 Kg/Cm<sup>2</sup> con un porcentaje de Resistencia de 35% a los 14 días de fallado en laboratorio y resistencia específica de 58 Kg/Cm<sup>2</sup> con un porcentaje de Resistencia de 38% a los 21 días de fallado en laboratorio.

Para la elaboración de estos morteros que sirvieron como base para la confección de las probetas cúbicas, se utilizaron moldes de 8cm (Ancho) x 8cm (Largo) x 8cm (Profundidad), con los materiales establecidos; arena analizada en laboratorio y cemento HOLCIM. El procedimiento para obtener la dosificación está de acuerdo con los siguientes pasos:

- Se calcula la cantidad de mortero que ingresara en los moldes en madera.
- De la cantidad de arena necesaria se establece los porcentajes para la dosificación 1:2
- La cantidad de agua se la estableció en el 48% de la cantidad de cemento.

**Tabla 15***Dosificación del mortero*

<b>MORTERO 1/2</b>	
<b>MATERIAL</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Arena amarilla de peña.	50%
Cemento Holcim	50%
Agua	24%

Elaborado por: Cedeño, (2024)

***Dosificaciones Con Agregados De Pet (Tereftalato De Polietileno)***

Las probetas utilizadas para la elaboración de las mezclas corresponden a cubos de 8cm (Ancho) x 8cm (Largo) x 8cm (Profundidad), se utilizó la arena analizada en laboratorio, cemento Holcim, y agregado de PET, donde se buscó la cantidad exacta de cada una de las mezclas establecidas según los porcentajes que corresponden a un 10%, 20%, 25%, 30%, 35%,40%, 50%, 60%, 70% y 80% de PET en sustitución de la arena del ladrillo patrón.

Cada dosificación según sus porcentajes se vertió en probetas con la finalidad de obtener dos cubos por cada una de ellas; el proceso de relleno se lo hizo por tres capas de 2.7 cm de espesor aproximadamente y cada una se compactaron con un pisón normalizado a razón de ocho golpes en un sentido y ocho golpes en otro sentido y posteriormente la superficie externa fue alisada con una paleta apropiada para el proceso

Una vez cumplidos 5 días desde el día de la fundida, se procedió con el desencofrado de las muestras para ser llevadas a laboratorio y someterlas a resistencia de compresión de cilindros de concreto, donde se determinó entre otros parámetros su resistencia a la compresión, previo a este proceso se requirió tomar el peso y medir todas y cada una de las muestras para tener los datos suficientes para posteriormente realizarla tabulación y cálculos.

**Gráfico 13**

*Ensayo de laboratorio, tabulación y cálculos*

PR OB ET A	EN SA Y O LA B O R A T O R I O	PESO	LARGO (L)	ANCHO (D)	L/D	FACT OR D E C O R R	CAR GA	CAR GA	AREA	FEC HA F U N D I D O	F EC H A F A L L A D O	D I A S D E F A L L A D O	RESIST EN C I A	RESIST EN C I A ESPEC IF I C A	% RESIST EN C I A R E A L	% RESIST EN C I A T E O R I C A
		KGF	M M ,	M M ,			KN	KGF	C M 2				KG/C M 2	KG/C M 2	%	%
1	Relacion 1/2	1,070	80,2	80,2	1,00	0,87	29,45	3003,02	64,32	10/10/2018	16/10/2018	7	46,69	45	31,13%	30%
2	Relacion 1/2	1,080	80,1	79,9	1,00	0,87	28,90	2946,933	64,00	10/10/2018	16/10/2018	7	46,05	45	30,70%	30%
3	Agregado de PET 10%	1,040	79,9	79,9	1,00	0,87	28,45	2901,047	63,84	10/10/2018	16/10/2018	7	45,44	45	30,29%	30%
4	Agregado de PET 20%	0,950	79,9	80,0	1,00	0,87	28,32	2887,79	63,92	10/10/2018	16/10/2018	7	45,18	45	30,12%	30%
5	Agregado de PET 25%	0,914	80,0	79,9	1,00	0,87	28,22	2877,593	63,92	10/10/2018	16/10/2018	7	45,02	45	30,01%	30%
6	Agregado de PET 30%	0,860	79,9	79,8	1,00	0,87	27,90	2844,963	63,76	10/10/2018	16/10/2018	7	44,62	45	29,75%	30%
7	Agregado de PET 35%	0,812	80,1	80,0	1,00	0,87	27,10	2763,387	64,08	10/10/2018	16/10/2018	7	43,12	45	28,75%	30%
8	Agregado de PET 40%	0,789	80,2	80,1	1,00	0,87	25,40	2590,038	64,24	10/10/2018	16/10/2018	7	40,32	45	26,88%	30%
9	Agregado de PET 50%	0,658	80,0	80,1	1,00	0,87	24,12	2459,516	64,08	10/10/2018	16/10/2018	7	38,38	45	25,59%	30%
10	Agregado de PET 60%	0,623	79,9	80,2	1,00	0,87	21,10	2151,567	64,08	10/10/2018	16/10/2018	7	33,58	45	22,38%	30%
11	Agregado de PET 70%	0,605	80,1	80,0	1,00	0,87	17,32	1766,12	64,08	10/10/2018	16/10/2018	7	27,56	45	18,37%	30%
12	Agregado de PET 80%	0,588	80,2	79,9	1,00	0,87	14,56	1484,683	64,08	10/10/2018	16/10/2018	7	23,17	45	15,45%	30%
-																
-																

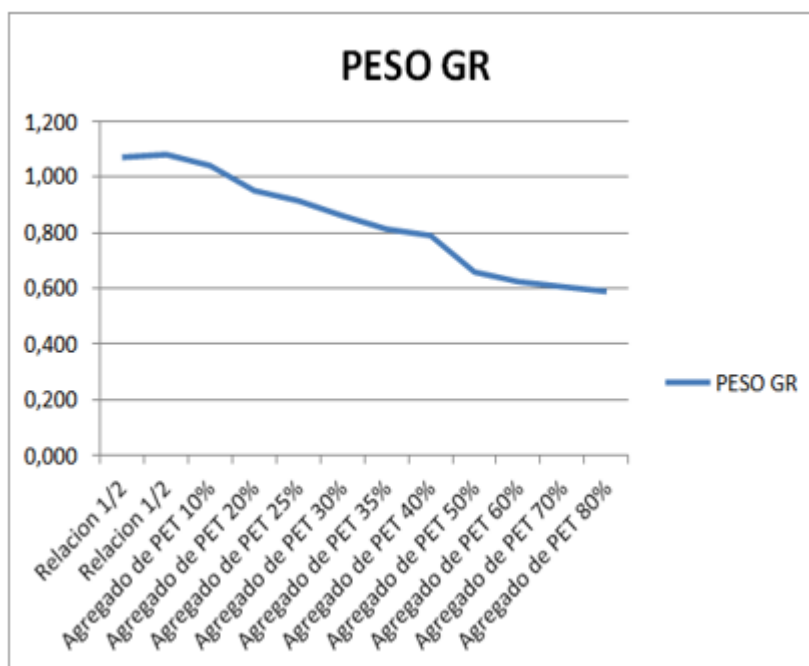
Elaborado por: Cedeño, (2024)

De acuerdo con los objetivos planteados en cuanto al diseño de mezclas con agregados de PET, análisis de los resultados de laboratorio y el costo por unidad de un bloque con agregados de polímeros de PET, encontramos dentro de este documento dos procesos los cuales conllevan por una parte a un desarrollo de tipo investigativo y por otra un orden de tipo experimental.

Una vez realizadas la toma de muestras con los diferentes porcentajes de agregados de plástico reciclado y llevadas estas muestras para ser analizadas en laboratorio, encontramos que de los datos obtenidos podemos deducir:

- La forma, textura, medidas y peso de los ladrillos presentan excelentes condiciones, debido a que su aspecto, presentación y forma.
- Son de textura lisa, obtenidos durante el proceso de fundida y posterior curado, lo cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, principalmente porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete, que en la actualidad representa un rubro muy elevado en los costos finales de una edificación, por lo tanto, se generarían ahorros económicos, reduciendo considerablemente los presupuestos en las diferentes obras tanto públicas como privadas.
- En cuanto a su peso, se encuentra una característica muy importante la cual destacar ya que el mismo es considerablemente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y arena), si observamos en la tabulación de las tablas (anexo 1) se evidencia que, al aumentar los agregados en porcentaje de PET, se reduce considerablemente el peso de las muestras, porque el mismo tiene un peso promedio de 0.784 gr y su par el ladrillo convencional, tiene 1.075 gr en promedio.

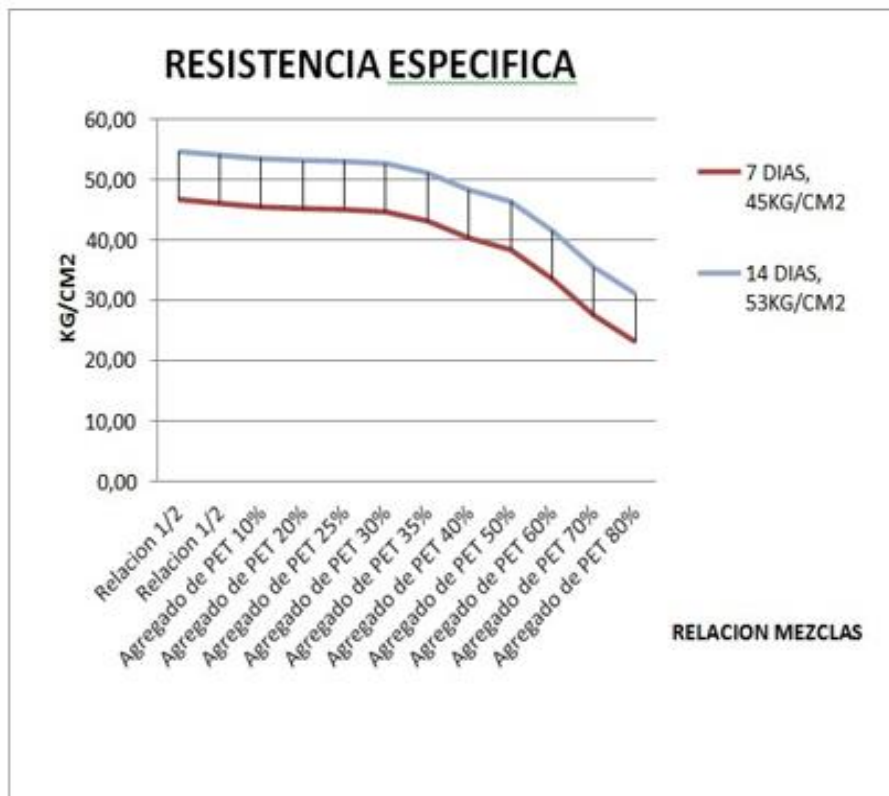
**Gráfico 14**  
*Peso en gramos del agregado PET*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

Si bien es cierto que se debe cumplir con una resistencia específica de acuerdo con lo que dicta la norma y una vez verificados los resultados de laboratorio, se evidencia que los agregados de PET, con porcentaje al 10%, 20% y 25%, cumplen con la resistencia específica requerida. Los porcentajes de PET al 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% se encuentran por debajo de la resistencia, por lo cual son descartadas estas muestras.

**Gráfico 15**  
*Resistencia específica del agregado PET*



Elaborado por: Cedeño, (2024)

Según los datos obtenidos, se deduce que la mezcla con agregado de PET al 25%, cuenta con el estándar requerido en cuanto a resistencia específica a los 7 días y 14 días de fallado, adicional se encuentra una diferencia significativa en cuanto al peso en relación con el ladrillo convencional, de lo anterior se podría decir que representa una significativa reducción de carga muerta a todas las edificaciones que se construirían con este nuevo material alternativo y ecológico. Se debe destacar que para el análisis anterior se toma en cuenta los pesos de todos los ladrillos, independientemente de su dosificación y medidas, lo cual significa una variedad distinta de tamaños y pesos, pero de igual manera ocurre con los ladrillos convencionales, ya que al ser fábricas diferentes presentan serias irregularidades en cuanto a su peso y medidas.





**Gráfico 17**  
Características de compactación

CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS USANDO ESFUERZO MODIFICADO (56.000 <del>lb/ft<sup>2</sup></del> (2.700 kN/m <sup>2</sup> ))									
ASTM D 1557									
<b>PROYECTO:</b>	Suelo cemento con adición de fibra de plástico y fibra de cáscara de mani en caminos vecinales					<b>CALICATA:</b>	1		
<b>UBICACIÓN:</b>						<b>MUESTRA:</b>	1		
<b>FECHA TOMA:</b>	8-Jun-22					<b>PROFUND (m):</b>			
						<b>FECHA ENSAYO:</b>	9-Jun-22		
<b>1. Norma y ensayo:</b>	<del>Unión</del> A					<b>2. Datos del molde:</b>			
Golpe/capa:	25					Diámetro:	10.16 <del>cm</del>		
No. De capas:	5					Volumen:	932 <del>cm<sup>3</sup></del>		
Material pasa el tamiz:	# 4					Peso:	3,080 <del>gr</del>		
Peso del martillo:	4.5 <del>kg</del>		<b>3. Descripción/SUCS:</b>			Arcilla limosa negra			
Altura de caída:	45.7 <del>cm</del>					CH			
<b>4. Datos para la curva:</b>									
Punto No.	1	2	3	4	5				
Peso <del>unión</del>	4,523	4,687	4,722	4,897					
Peso suelo	1,443	1,607	1,642	1,617					
Densidad húmeda	1,548	1,724	1,761	1,734					
<b>6. Contenidos de agua:</b>									
P. Suelo hum <del>unión</del>	99.94	99.94	96.63	96.63	92.22	92.22	98.34	98.34	
P. Suelo <del>unión</del>	87.81	87.81	83.21	83.21	78.35	78.35	82.56	82.56	
P. Cápsula	17.44	17.44	17.33	17.33	17.14	17.14	17.83	17.83	
w (%)	17.24	17.24	20.37	20.37	22.66	22.66	24.38	24.38	
w <del>unión</del> (%)	17.24		20.37		22.66		24.38		
Peso <del>unión</del> Seco	1,320	1,432	1,436	1,436					
<b>8. Resultados:</b>						Peso unitario seco =	1,442		kg/m <sup>3</sup>
						Contenido de agua óptimo =	21.6		%
<b>Curva de Compactación</b>									
<b>Emite:</b>					<b>Aprueba:</b>				
	Laboratorista					Ing. Gonzalo Velasco Cerezo			

Elaborado por: Cedeño, (2024)

### Gráfico 18

Peso unitario en agregado triturado

GONZALO VELASCO INGENIERO CIVIL		PESO UNITARIO EN AGREGADO TRITURADO		
NORMA ASTM C 29				
<b>Proyecto:</b>	Suelo cemento con adición de fibra de plástico y fibra de cascara de maní en caminos vecinales		<b>Muestra:</b>	cemento
			<b>Ensayado:</b>	
<b>Para:</b>	tema de tesis		<b>Calculado:</b>	G.V.
<b>Fecha:</b>	10 de junio del 2022		<b>Informe N°</b>	
<b>Descripción:</b>	Cemento			
V: volumen del recipiente, ver tabla		2,795		cm <sup>3</sup>
T: masa del recipiente		1,867		g
<u>M<sub>sr</sub></u> : masa agregado suelto + recipiente		8,251		g
<u>M<sub>cr</sub></u> : <u>masa agregado</u> compactado + recipiente		9,390		g
M <sub>s</sub> : masa agregado suelto <u>M<sub>sr</sub></u> - T		6,384		g
M <sub>c</sub> : <u>masa agregado</u> compactado <u>M<sub>cr</sub></u> - T		7,523		g
<b>Peso unitario suelto</b>		<b>2,284</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Peso unitario compactado</b>		<b>2,692</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>
			Tamaño máximo nominal	Capacidad del recipiente
			mm (plg)	pie <sup>3</sup> (lt)
			<= a 12.5 (1/2)	1/10 (2.8)
			25.0 (1)	1/3 (9.3)
			37.5 (1 1/2)	1/2 (14.0)
			75.0 (3)	1 (28.0)
Laboratorista				

Elaborado por: Cedeño, (2024)

### Conclusiones del Informe

Los resultados de la investigación demostraron que la reutilización del plástico reciclado en la fabricación de bloques para la construcción de viviendas es técnicamente factible y puede proporcionar beneficios significativos en términos de reducción de residuos y conservación de recursos naturales. Se encontraron que los

bloques fabricados con agregados de plástico reciclado presentaban propiedades mecánicas y durabilidad similares a los bloques convencionales fabricados con agregados de arena y grava. Además, se observará una reducción en el consumo de energía y las emisiones de carbono asociadas con la fabricación de bloques, debido a la sustitución parcial de materiales vírgenes por plástico reciclado.

## CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo la investigación y análisis exhaustivos sobre el uso de suelo cemento con adición de fibras de plástico y fibras de cáscara de maní en caminos vecinales, se han obtenido varias conclusiones importantes que resumen los hallazgos y resultados de la tesis:

**Mejora en las propiedades mecánicas:** Se ha demostrado que la adición de fibras de plástico y fibras de cáscara de maní al suelo cemento mejora significativamente sus propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión, la flexión y la tracción. Estas mejoras hacen que el suelo cemento reforzado sea más resistente y duradero, lo que contribuye a una mayor vida útil de los caminos vecinales.

**Aumento de la durabilidad:** La inclusión de fibras en el suelo cemento también ha mostrado ser efectiva para aumentar la durabilidad del pavimento. Se observó una reducción significativa en la formación de grietas y la erosión superficial, lo que indica una mayor resistencia a los efectos del tráfico vehicular y las condiciones climáticas adversas.

**Impacto ambiental positivo:** El uso de fibras de plástico reciclado y fibras de cáscara de maní en el suelo cemento no solo mejora las propiedades del material, sino que también tiene un impacto ambiental positivo al reutilizar materiales de desecho y reducir la cantidad de residuos generados. Esto contribuye a la sostenibilidad y al manejo responsable de los recursos naturales.

**Viabilidad económica:** Aunque la tecnología de suelo cemento con adición de fibras puede implicar costos iniciales ligeramente más altos debido a la adquisición de materiales adicionales, se ha demostrado que ofrece una excelente relación costo-beneficio a largo plazo. La reducción en los costos de mantenimiento y reparación compensa los costos iniciales, haciendo que esta solución sea económicamente viable para la mejora de caminos vecinales.

Recomendaciones para la implementación: Con base en los hallazgos de la investigación, se han formulado varias recomendaciones para la implementación efectiva de suelo cemento con adición de fibras en proyectos de caminos vecinales. Estas recomendaciones incluyen pautas para la selección de materiales, diseño de mezclas, métodos de construcción y prácticas de mantenimiento para garantizar el éxito a largo plazo de los proyectos.

En resumen, la investigación ha demostrado que el suelo cemento con adición de fibras de plástico y fibras de cáscara de maní es una solución efectiva y sostenible para mejorar la calidad y durabilidad de los caminos vecinales. Esta tecnología ofrece beneficios significativos en términos de resistencia, durabilidad, sostenibilidad ambiental y viabilidad económica, y tiene el potencial de ser ampliamente adoptada en proyectos de infraestructura vial en áreas rurales.

## RECOMENDACIONES

Basado en los hallazgos y conclusiones de la investigación sobre la reutilización del plástico reciclado en agregados para la elaboración de bloques, aplicados en la construcción de viviendas, se pueden formular las siguientes recomendaciones: Investigación continua: Se recomienda continuar investigando y desarrollando tecnologías y prácticas innovadoras para la reutilización del plástico reciclado en la construcción de viviendas. Esto incluye investigaciones sobre nuevas técnicas de reciclaje, mejoras en la calidad del plástico reciclado y optimización de procesos de fabricación.

Mejora de la calidad del plástico reciclado: Se sugiere trabajar en la mejora de la calidad y consistencia del plástico reciclado utilizado como agregado en la fabricación de bloques. Esto puede implicar la implementación de mejores prácticas de selección, clasificación y procesamiento de residuos plásticos para obtener un material reciclado más homogéneo y de mayor calidad.

Desarrollo de estándares y certificaciones: Es importante desarrollar estándares y certificaciones de calidad para los bloques fabricados con agregados de plástico reciclado. Estas normativas garantizarían la calidad, durabilidad y seguridad de los bloques y promoverían su aceptación en la industria de la construcción.

Es importante fomentar la colaboración entre los sectores público, privado y académico para impulsar la investigación, la innovación y el desarrollo de soluciones sostenibles en la construcción. La colaboración entre diferentes actores puede facilitar el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias, y promover la implementación efectiva de prácticas sostenibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angumba Aguilar, P. J. (2016, jul). Ladrillos Elaborados con Plásticos Reciclados (PET), para Mampostería no Portante. [*Tesis Maestría*]. Cuenca: Universidad de Cuenca. Retrieved dic, 2023 from <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25297/1/tesis.pdf>
- Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2022, mar 02). *ONU programa para el medio Ambiente*. Retrieved mar, 2024 from Resolución aprobada por la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39917/End%20plastic%20pollution%20Towards%20an%20international%20legally%20binding%20instrument%20%20%28Spanish%20Version%29-%20K2200736.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ASTM International Helping our world work better. (2010). *Especificación Normalizada para Agregados para Concreto C 33/C 33M – 08*. From Normas de construcción y formación ASTM: <https://es.scribd.com/document/713141714/ASTM-C33-C33m-08-Especificacion-Normalizada-Para-Agregados-Para-Concreto>
- ASTM International Helping our world work better. (2017). *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials - ASTM E96/E96M-22*. From Normas de construcción y formación ASTM: <https://es.scribd.com/document/337297846/ASTM-E96>
- ASTM International Helping our world work better. (2020). *Ceniza volante de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón Designación C618 –19*. From Normas de construcción y formación ASTM: <https://es.scribd.com/document/464922860/Astm-c618-19-Spanish>
- ASTM International Helping our world work better. (s.f). *Standard Terminology Relating To Plastics Designación D883-22*. From Normas de construcción y formación ASTM: <https://es.scribd.com/document/643474089/Standard-Terminology-Relating-to-Plastics-pdf>
- Caballero Meza, B., & Florez Lengua, O. (2017). Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilén - Tereftalato (PET) como alternativa



- sostenible para la construcción. [Tesis], 87. Cartagena: Universidad de Cartagene. Retrieved dic, 2023 from <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstreams/ccb9cd04-c4bd-40bb-93a4-43a141c2b110/download>
- Cabo Laguna, M. (2011, jun). Ladrillo Ecológico como Material Sostenible para la Construcción. [Tesis], 121. Universidad Pública de Navarra. Retrieved dic, 2023 from <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf>
- Castells [ed], X. E. (2009). *Reciclaje de residuos Industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora* (2 ed.). Días Santos.
- Centro Experimental de la Vivienda Económica [CEVE]. (s.f). *Líneas de Investigación*. Retrieved dic, 2023 from CONICET: <https://www.ceve.org.ar/investigacion.php>
- Delgado Zorraquino, L. (2014). Urbanismo y arquitectura ecológicos: los territorios de la ecología humana. *Boletín CF+S(35)*, 67-97. Retrieved dic, 2023 from [https://polired.upm.es/index.php/boletin\\_cfs/article/view/2140](https://polired.upm.es/index.php/boletin_cfs/article/view/2140)
- ECODES tiempo de actuar. (2024). *Factores Medioambientales*. Retrieved mar, 2024 from Contaminación por plásticos. Uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI: <https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/salud-y-medioambiente/observatorio-de-salud-y-medioambiente/contaminacion-por-plasticos-uno-de-los-mayores-desafios-ambientales-del-siglo-xxi>
- Farbiarz Farbiarz, J., Campos García, A., Arango Tobón, J. H., & Cardona A, O. D. (2004, jun). *Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales - Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS*. Retrieved dic, 2023 from Academia: [https://www.academia.edu/31146078/GU%C3%8DA\\_DE\\_PATOLOG%C3%8DAS\\_CONSTRUCTIVAS\\_ESTRUCTURALES\\_Y\\_NO\\_ESTRUCTURALES\\_Asociaci%C3%B3n\\_Colombiana\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_S%C3%ADsmica\\_AIS](https://www.academia.edu/31146078/GU%C3%8DA_DE_PATOLOG%C3%8DAS_CONSTRUCTIVAS_ESTRUCTURALES_Y_NO_ESTRUCTURALES_Asociaci%C3%B3n_Colombiana_de_Ingenier%C3%ADa_S%C3%ADsmica_AIS)
- Gaggino, R., Arguello, R., & Berretta, H. (2007). *Aplicación de Material Plástico Reciclado en Elementos Constructivos a Base de Cenebto*. Retrieved dic, 2023 from SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/548709280/Aplicacion-de-material-plastico-reciclado-en-elementos-constructivos-a-base-de-cemento>

- Hoyos Cordova, C., & Lopez Portocarrero, M. N. (2020, jul). Elaboración de bloques de concreto usando plástico como nuevo material en su composición: Una revisión. [Tesis], 13. Lima: Universidad Peruana Unión. Retrieved mar, 2024 from [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/20.500.12840/3210/1/Chardin\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/20.500.12840/3210/1/Chardin_Trabajo_Bachiller_2020.pdf)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2009). *Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos - Norma Técnica NTC 4205*. Retrieved jul, 2018 from ICONTEC: <http://www.cytarcillasyprefabricados.com/wp-content/uploads/2017/02/NTC-4205-Unidades-de-mamposteria-de-arcilla-ladrillos-y-bloques-ceramicos.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2009, nov 18). *Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos. Parte 2: Mampostería no Estructural - Norma Técnica NTC 4205-2*. From Scribd: <https://es.scribd.com/document/487562574/NTC-4205-2>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2013). *Etiquetas ambientales tipo 1. Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla - Norma Técnica NTC-6033*. Retrieved jul, 2018 from ICONTEC: [https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/NTC\\_6033\\_-\\_Etiquetas\\_Ambientales\\_Tipo\\_I.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_6033_-_Etiquetas_Ambientales_Tipo_I.pdf)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2017). *Ingeniería Civil y Arquitectura. Unidades (Bloques y Ladrillos) de Concreto, para Mampostería No Estructural Interior y Chapas de Concreto - Norma Técnica NTC 4076*. Retrieved jul, 2018 from ICONTEC: <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%207%20NTC-4076.pdf?sequence=8>
- IV Simposio de Materiales Poliméricos. (2018, Sep). Polímeros Compuestos y Nanocompuestos. *Revista Informador Técnico*, 82(2), 45. Retrieved mar, 2024 from [https://www.researchgate.net/publication/355437520\\_Elaboracion\\_de\\_bloques\\_de\\_concreto\\_con\\_agregados\\_plasticos\\_reciclados](https://www.researchgate.net/publication/355437520_Elaboracion_de_bloques_de_concreto_con_agregados_plasticos_reciclados)
- Kottas, D. (2013). *Plástico. Arquitectura y Construcción*. Links Structure.

- Mercante, I., Ojeda, J., Alejandrino, C., & Chini, J. (2017). Revisión Bibliográfica: Hormigón con Agregados de Plástico Reciclado. *Memorias del VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos*, (pp. 136-141). Santander. Retrieved dic, 2023 from [https://www.researchgate.net/publication/326426428\\_Revision\\_bibliografica\\_Hormigon\\_con\\_agregados\\_de\\_plastico\\_reciclados](https://www.researchgate.net/publication/326426428_Revision_bibliografica_Hormigon_con_agregados_de_plastico_reciclados)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Sector plásticos: principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Guías ambientales*. Retrieved dic, 2023 from <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/sector-plasticos-principales-procesos-basicos-de-transformacion-de-la-industria-plastica-y-manejo-aprovechamiento-y-disposicion-de-residuos-plasticos-post-consumo-guias-ambientales/#>
- Moreira Rodríguez, K. M., & Pérez Quipuzcoa, P. F. (2020). Importancia de incorporar conceptos ambientales en el proceso de construcción de obras civiles: una revisión de la literatura científica. *[Trabajo de Investigación]*, 29. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Retrieved nov, 2023 from <https://hdl.handle.net/11537/24337>
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4 ed.). Bogotá, Colombia: de la U.
- Ojeda, J. P., & Mercante, I. T. (2021). Reciclaje de Residuos Plásticos para la producción de Agregados Livianos. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 37, 489-499. <https://doi.org/https://doi.org/10.20937/RICA.54081>
- Pacheco Flórez, C. A., & Severiche Cruz, J. G. (2015). Plan de Negocios para la Producción Comercialización de Ladrillos Ecológicos - Ecoladrillo. *[Tesis]*, 121. Bucaramanga Santander: Universidad de Santander. Retrieved jul, 2023 from [https://udes.edu.co/images/carreras/tecnologicos/gestion\\_industrial/documentos/plan\\_de\\_negocios\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_ladrillos.pdf](https://udes.edu.co/images/carreras/tecnologicos/gestion_industrial/documentos/plan_de_negocios_para_la_produccion_de_ladrillos.pdf)
- Pérez Morales, E. M. (2021). Impacto Socioeconómico y la Gestión de los Residuos Sólidos en el Distrito de Moche, Trujillo - 2021. *[Tesis Posgrado]*. Trujillo:

- Universidad Cesar Vallejo. From  
<https://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/articulos/articulo39.pdf>
- QuimiNet Información y Negocios segundo a segundo. (2005, nov). *Todo lo que quería saber del PET*. Retrieved nov 08, 2010 from QuimiNet:  
[www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-delpet-2806.htm](http://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-delpet-2806.htm).
- Ramirez, T. (2023, jun 29). *SEREDECOM*. Retrieved mar, 2024 from Los Impactos ambientales y sociales de la gestión de residuos:  
<https://www.recolecciondebasuraseredecom.com.mx/los-impactos-ambientales-y-sociales-de-la-gestion-de-residuos>
- Sanchez Soloaga, I., Oshiro, A., & Positieri, M. (2014). Uso del plástico reciclado en el hormigón. Una alternativa para reducir la huella ecológica. *Revista de la construcción*, 13(3), 19-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2014000300003>
- Sornoza-Tituano, J. A., Zambrano-Sacón, R. W., Caballero-Giler, B. I., & Veliz-Párraga, J. F. (2022). Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador: una revisión. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 1072-1097. Retrieved mar, 2024 from  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8483010.pdf>
- Taafe, J., O'Sullivan, S., Ekhlashur Rahman, M., & Pakrashi, V. (2014). Caracterización experimental de ecoladrillos de botellas de tereftalato de polietileno (PET). *Materiales y Diseño (1980-2015)*, 60, 50-56.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.045>
- Tomás Franco, J. (2011, nov 09). *La primera casa de botellas de África*. From arch daily: <https://www.archdaily.cl/cl/02-118196/la-primera-casa-de-botellas-de-africa>
- Yepes González, A. M., & Bedoya Montoya, C. M. (2023). La construcción sostenible en el ámbito de la educación superior en Medellín, Colombia. El caso de la construcción con tierra. *Revista de Arquitectura*, 25(2), 10-22.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.14718/revarq.2023.25.4603>