



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

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

**TEMA**

**“FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE A PARTIR DE ARENA DE  
CAUCHO, PLÁSTICO PET Y VIDRIO RECICLADOS PARA EL SECTOR DE LA  
CONSTRUCCIÓN”**

**TUTOR**

**MGTR. MARIA EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN**

**AUTORES**

**GERARDO NICOLÁS FLORES OÑATE  
JÉSSICA LISSETTE TENESACA VILLACRÉS**

**GUAYAQUIL**

**2023**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción.	
<b>AUTORES/ES:</b> Gerardo Nicolás Flores Oñate Jessica Lissette Tenesaca Villacrés	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Mgtr. María Eugenia Dueñas Barberán
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Arquitecto
<b>FACULTAD:</b> FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b> Arquitectura
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2023	<b>N. DE PAGS:</b> 104 páginas
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Calentamiento global, materiales reciclables, bloque, arquitectura sostenible, construcción.	
<b>RESUMEN:</b> <p>Este proyecto de titulación se centra en la fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción. La falta de conocimientos acerca de la conservación y cuidados del medio ambiente, hacen que la humanidad no repare en los efectos nocivos que causa la contaminación ambiental en la salud, provocando desde las más leves hasta las más mortales enfermedades y todo a causa de actividades ocasionadas por el ser humano, como la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero o la explotación desmedida de los recursos naturales, trayendo como consecuencia el calentamiento global o cambio climático que va en aumento de la temperatura no sólo atmosférica sino de los mares y océanos.</p> <p>La falta de aprovechamiento en el área de la construcción de materiales reciclables, arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados, han causado un impacto ambiental negativo.</p>	

Por esta razón, la arquitectura sostenible ha impulsado una concientización del uso de materia prima y productos que aboguen por la preservación medioambiental. Los costos de los materiales de construcción cada vez se elevan más ocasionando, por tanto, el alza en el costo de las construcciones.

Conforme a lo expuesto anteriormente, el presente estudio tiene la finalidad de fabricar un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción. A partir de las pruebas de humedad, resistencia y ... se demostró que la muestra es la más adecuada para emplear en construcciones.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>
---	-----------------------------

**DIRECCIÓN URL (tesis en la web):**

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
---------------------	---	------------------------------------

<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>  Gerardo Nicolás Flores Oñate Jessica Lisset Tenesaca Villacrés	<b>Teléfono:</b>	<b>E-mail:</b>  <a href="mailto:gfloreson@ulvr.edu.ec">gfloreson@ulvr.edu.ec</a>  <a href="mailto:jtenesacav@ulvr.edu.ec">jtenesacav@ulvr.edu.ec</a>
--	------------------	--

<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Mgtr. Milton Andrade Laborde (Decano) <b>Teléfono:</b> 042596500 <b>Ext.</b> 241 <b>E-mail:</b> mandradel@ulvr.edu.ec Mgtr. Lissette Morales Robalino (Director de Carrera) <b>Teléfono:</b> 042596500 <b>Ext.</b> 209 <b>E-mail:</b> lmoralesr@ulvr.edu.ec
------------------------------------	--

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

---

## Turnitin Informe de Originalidad

- Procesado el: 24-oct.-2022 22:20 -05
- Identificador: 1934443286
- Número de palabras: 16956
- Entregado: 1

TESIS Por: Gerardo Flores Oñate

Jéssica Tenesaca Villacrés

---

Índice de similitud

2%



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA EUGENIA  
DUENAS BARBERAN**


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

Los estudiantes egresados **GERARDO NICOLÁS FLORES OÑATE** y **JÉSSICA LISSET TENESACA VILLACRÉS**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **“FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE A PARTIR DE ARENA DE CAUCHO, PLÁSTICO PET Y VIDRIO RECICLADOS PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN”**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma:   
GERARDO NICOLÁS FLORES OÑATE  
C.I. 092449394

Firma:   
JÉSSICA LISSET TENESACA VILLACRÉS  
C.I. 0930433503

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **“Fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción”**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado:

**“Fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción”**, presentado por los estudiantes GERARDO NICOLÁS FLORES OÑATE y JÉSSICA LISSET TENESACA VILLACRÉS, como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTOS encontrándose aptos para su sustentación.



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA EUGENIA  
DUENAS BARBERAN**

Firma: .....

Mgtr. María Eugenia Dueñas Barberán

C.I. 1303722365

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios, que ha sido siempre mi pilar fundamental para atravesar no solo este largo camino, sino todas y cada una de las vicisitudes de la vida. A mi madre, gracias por animarme siempre a seguir y no desmayar, por haber sido un pilar fundamental para hallar siempre las fuerzas y continuar. A aquellos compañeros de aula, que se volvieron grandes amigos a lo largo de estos 7 años y medio, que me apoyaron en cada proyecto y con quien comparto el día de hoy la alegría de ser grandes profesionales. A mis profesores que supieron compartir sus conocimientos en cada una de sus clases y con cada uno de sus proyectos. Un agradecimiento especial a mi tutora de tesis, que tuvo la paciencia y la predisposición para compartirnos todos sus conocimientos y nos permitió llevarla a buen término. A mi familia, gracias por siempre estar. Y finalmente pero no menos especial a mi novia, que fue un pilar fundamental en todas las etapas del proceso, y lo sigue siendo en todas las etapas de mi vida, animándome siempre a continuar sin importar las dificultades que existan.

## **DEDICATORIA**

Le dedico esta tesis y este logro en general a las 3 personas más especiales de mi vida, que, a pesar de no tenerlos cerca, son mi motor para superarme día a día, mis hijos: Julián, Jeremy y Geydan. A mi madre, que fue mi soporte siempre. A mi familia por siempre estar pendientes. Y a Vanessa, mi novia, que ha sido parte fundamental de todo mi proceso desde el inicio, empujándome siempre a seguir, a superarme día a día. Les dedico a ellos este logro y todos los venideros.

## **GERARDO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la oportunidad de vivir esta nueva etapa junto a las personas que amo profundamente. A mi tía Pilar porque sin su ayuda y confianza en mí, nada de esto podría haber sucedido. A mi mamá que ha estado conmigo incondicionalmente toda mi vida y más aún en este período de estudios, apoyándome en lo que necesité sin decirme que no ni una sola vez. A mi novio por estar a mi lado ayudándome a cumplir esta meta, por su paciencia, sus consejos, su entrega absoluta y por saber de primera mano lo que me ha costado llegar aquí. A mis amigos, que hoy son mi familia, Lorena, Ivonne, Mónica y Pablo, gracias por siempre estar y sacarme de apuros. A mi grupo de curso que hoy se han convertido en los mejores amigos que podría tener y con quienes espero realizar muchos proyectos más adelante. Agradezco especialmente a tres personas fundamentales en mi camino por la carrera de arquitectura, a la Mgtr. María Eugenia Dueñas, mi tutora, con quien pude compartir no solo en clases sino también en el proyecto de Investigación de mi Facultad del que fui parte en mis primeros años de estudio, guiándome en cada semestre. A la Mgtr. Susana Sotomayor quien despertó en mí el amor hacia la Historia de la Arquitectura con sus magníficas clases llenas de conocimiento y vivencias que hoy me impulsan a buscar mi maestría en esa rama y por último y no menos importante a la Mgtr. Jacqueline Luna, por brindarnos sus conocimientos de maneras creativas dejando notar su amor hacia lo que enseña, por confiar en mí y brindarme una oportunidad en el ámbito laboral.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi increíble Tía Pilar quien con su esfuerzo y dedicación que día a día se levantó para cumplir con su promesa de ayudarme a realizar mi sueño de ser una profesional. A mis papás que, aunque no pudieron culminar con sus estudios universitarios, anhelo que puedan tomar este triunfo como suyo ya que existo y soy lo que soy gracias a ellos. En especial al amor de mi vida, mi compañero en toda esta travesía con quien deseo cumplir más sueños juntos. Y a mis hijas amadas, que esta meta cumplida sea un ejemplo de superación e inspiración para que no se limiten nunca frente a lo que sueñan y desean.

**JESSICA**



## Bibliografía

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL.....	I
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....	ii
CONTACTO CON AUTOR/ES: .....	iii
Gerardo Nicolás Flores Oñate .....	iii
gfloreson@ulvr.edu.ec.....	iii
jtenesacav@ulvr.edu.ec.....	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	v
.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Formulación del Problema. ....	5
1.4 Sistematización de la investigación.....	5
1.5 Objetivos .....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.6 Justificación de la investigación. ....	5
1.7 Delimitación de la investigación.....	6
1.8 Hipótesis.....	7
1.9 Líneas de Investigación. ....	7
CAPITULO II .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Marco Teórico. ....	8
2.2. Marco Conceptual. ....	14
2.2.1 Bloque.....	14
2.2.2. Características de un bloque. ....	14
2.2.3 Tipos de bloques. ....	15
2.2.4 Tipos de bloques según su acabado. ....	16
2.2.5 Clasificación de los bloques según su uso. ....	16
2.2.6 Clasificación de los bloques según su densidad. ....	17

2.2.7 Elaboración de un bloque. ....	17
2.2.8 Medidas de un bloque. ....	19
2.2.9 Plástico. ....	20
2.2.10 Características del plástico. ....	21
2.2.11 Tipos de plástico. ....	21
2.2.12 Clasificación del plástico. ....	21
2.2.13 PET. ....	23
2.2.14 Vidrio. ....	26
2.2.15 Características del vidrio. ....	27
2.2.16 Tipos de vidrio según su composición. ....	28
2.2.17 Tipos de vidrio según el método de enfriamiento. ....	28
2.2.18 Propiedades físicas del vidrio. ....	29
2.2.19 Propiedades mecánicas, térmicas y ópticas. ....	29
2.2.20 Caucho. ....	30
2.2.21 Breve historia del caucho. ....	30
2.2.22 Características del caucho. ....	30
2.2.23 Tipos de caucho. ....	31
2.2.24 Propiedades físicas y químicas del caucho. ....	31
2.2.25 Reciclaje del PET. ....	32
2.2.26 Reciclaje del vidrio. ....	32
2.2.27 Reciclaje del caucho. ....	33
CAPÍTULO III .....	38
MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1. Metodología de la investigación. ....	38
3.2. Tipos de Investigación. ....	38
3.3. Enfoque de la Investigación. ....	38
3.4. Técnicas e instrumentos.....	39
3.4.1 Observación.....	39
3.4.2 Encuesta. ....	39
3.5. Población y Muestra.....	39
3.5.1 Población. ....	39
3.6 Procesamiento y análisis de resultados. ....	39
ENCUESTA DIRIGIDA A PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN.....	40
CAPITULO IV .....	50

LA PROPUESTA .....	50
4.1 Tema.....	50
4.2 Descripción de la propuesta. ....	50
4.3 Diagrama de flujo del proceso. ....	51
4.4 Materiales reciclados utilizados en el bloque.....	52
4.5 Recolección de materia prima .....	53
4.6 Dosificación de muestras. ....	61
4.7 Pruebas realizadas al bloque. ....	68
4.7.1 Prueba de Humedad. ....	68
4.7.2 Prueba de Compresión. ....	70
4.8 Detalle de costos. ....	73
4.9 Diseños empleando el prototipo de bloque. ....	74
CONCLUSIONES .....	79
RECOMENDACIONES.....	80
Bibliografía .....	81
ANEXOS .....	88
Anexo 1: .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Líneas de Investigación de la Facultad</i> .....	7
<i>Tabla 2: Propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques.</i> .....	16
<i>Tabla 3: Clasificación de los bloques según su densidad</i> .....	17
<i>Tabla 4: Medidas estándares de un bloque de hormigón</i> .....	19
<i>Tabla 5: Dimensiones de los bloques</i> .....	20
<i>Tabla 6: Clasificación del plástico.</i> .....	22
<i>Tabla 7: Propiedades físicas, térmicas y mecánicas del plástico PET.</i> .....	25
<i>Tabla 8: Propiedades mecánicas, térmicas y ópticas del vidrio.</i> .....	29
<i>Tabla 9: Propiedades físicas y químicas del caucho.</i> .....	31
<i>Tabla 10: Pregunta 1</i> .....	40
<i>Tabla 11: Pregunta 2</i> .....	41
<i>Tabla 12: Pregunta 3</i> .....	42
<i>Tabla 13: Pregunta 4</i> .....	43
<i>Tabla 14: Pregunta 5</i> .....	44
<i>Tabla 15: Pregunta 6</i> .....	45
<i>Tabla 16: Pregunta 7</i> .....	46
<i>Tabla 17: Pregunta 8</i> .....	47
<i>Tabla 18: Pregunta 9</i> .....	48
<i>Tabla 19: Pregunta 10</i> .....	49
<i>Tabla 20: Materiales reciclados utilizados en el bloque.</i> .....	52
<i>Tabla 21: Descripción Muestra 1.</i> .....	61
<i>Tabla 22: Descripción Muestra 2.</i> .....	62
<i>Tabla 23: Descripción Muestra 3.</i> .....	63
<i>Tabla 24: Descripción Muestra 4.</i> .....	64
<i>Tabla 25: Descripción Muestra 5</i> .....	65
<i>Tabla 26: Descripción Muestra 6.</i> .....	66
<i>Tabla 27: Descripción Muestra 7.</i> .....	67
<i>Tabla 28: Prueba de Resistencia.</i> .....	70
<i>Tabla 29: Informe de Resistencia a la compresión del bloque.</i> .....	72
<i>Tabla 30: Costos del bloque</i> .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Bloque de gafa.....</i>	15
<i>Figura 2: Bloque Multicámara.....</i>	15
<i>Figura 3: Bloque de carga.....</i>	16
<i>Figura 4: Gráfico pregunta 1.....</i>	40
<i>Figura 5: Gráfico pregunta 2.....</i>	41
<i>Figura 6: Gráfico pregunta 3.....</i>	42
<i>Figura 7: Gráfico pregunta 4.....</i>	43
<i>Figura 8: Gráfico pregunta 5.....</i>	44
<i>Figura 9: Gráfico de pregunta 6.....</i>	45
<i>Figura 10: Gráfico pregunta 7.....</i>	46
<i>Figura 11: Gráfico pregunta 8.....</i>	47
<i>Figura 12: Gráfico pregunta 9.....</i>	48
<i>Figura 13: Gráfico pregunta 10.....</i>	49
<i>Figura 14: Diagrama de flujo del proceso.....</i>	51
<i>Figura 15: Plástico PET triturado.....</i>	53
<i>Figura 16: Caucho reciclado.....</i>	53
<i>Figura 17: Vidrio reciclado.....</i>	54
<i>Figura 18: Materia prima.....</i>	54
<i>Figura 19: Vestimenta utilizada con el tratamiento del vidrio.....</i>	55
<i>Figura 20: Reducción del tamaño del vidrio.....</i>	55
<i>Figura 21: palas.....</i>	56
<i>Figura 22: sacos.....</i>	56
<i>Figura 23: Balanza.....</i>	57
<i>Figura 24: Carretilla.....</i>	57
<i>Figura 25: Balde.....</i>	58
<i>Figura 26: Bailejo.....</i>	58
<i>Figura 27: Bloquera.....</i>	59
<i>Figura 28: Bloque tipo B.....</i>	59
<i>Figura 29: Mezcla manual de los materiales.....</i>	59
<i>Figura 30: Colocación de la mezcla en la bloquera.....</i>	60
<i>Figura 31: Compactación de bloques.....</i>	60
<i>Figura 32: Desmolde de bloques.....</i>	61
<i>Figura 33: Traslado de bloques para secado.....</i>	61
<i>Figura 34: Muestra 1.....</i>	62
<i>Figura 35: Muestra 2.....</i>	63
<i>Figura 36: Muestra 3.....</i>	64
<i>Figura 37: Muestra 4.....</i>	65
<i>Figura 38: Muestra 5.....</i>	66
<i>Figura 39: Muestra 6.....</i>	67
<i>Figura 40: Muestra 7.....</i>	68
<i>Figura 41: Toma de peso del bloque para prueba de humedad.....</i>	68
<i>Figura 42: Sumersión de bloque por 24 horas.....</i>	69
<i>Figura 43: Proceso del peso por prueba de humedad.....</i>	69

<i>Figura 44: Peso del bloque correspondiente a la muestra después de 1 hora de secado</i> .....	69
<i>Figura 45: Prueba de Compresión</i> .....	71
<i>Figura 46: Diseño de fachada con nuevo prototipo</i> .....	74
<i>Figura 47: Diseño frontal de fachada de vivienda con el prototipo de bloque</i> .....	74
<i>Figura 48: Perspectiva de vivienda</i> .....	75
<i>Figura 49: Perspectiva de vivienda</i> .....	75
<i>Figura 50: Vista posterior de vivienda</i> .....	76
<i>Figura 51: Perspectiva interior de sala de vivienda</i> .....	76
<i>Figura 52: Perspectiva interior de sala, comedor y cocina de vivienda</i> .....	77
<i>Figura 53: Perspectiva interior de cocina de la vivienda</i> .....	77
<i>Figura 54: Perspectiva interior del dormitorio máster de la vivienda</i> .....	78
<i>Figura 55: Perspectiva interior del dormitorio de la vivienda</i> .....	78

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<i>Anexo 1: Encuesta realizada a Profesionales de la Construcción</i> .....	88
---	----

## INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de titulación se centra en la fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrios reciclados para el sector de la construcción. La falta de conocimientos acerca de la conservación y cuidados del medio ambiente, hacen que la humanidad no repare en los efectos nocivos que causa la contaminación ambiental en la salud, provocando desde las más leves hasta las más mortales enfermedades y todo a causa de actividades ocasionadas por el ser humano, como la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero o la explotación desmedida de los recursos naturales, trayendo como consecuencia el calentamiento global o cambio climático que va en aumento de la temperatura no sólo atmosférica sino de los mares y océanos. La falta de aprovechamiento en el área de la construcción de materiales reciclables, materiales reciclados como la arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados, han causado un impacto ambiental negativo. Por esta razón, la arquitectura sostenible ha impulsado una concientización del uso de materia prima y productos que aboguen por la preservación medioambiental.

Los costos de los materiales de construcción cada vez se elevan más ocasionando, por tanto, el alza en el costo de las construcciones. Conforme lo expuesto anteriormente, el presente estudio tiene la finalidad de construir un prototipo de bloque a partir de materiales reciclados como la arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción. A partir de las pruebas de humedad, resistencia y demás pruebas físicas y mecánicas, se comprobó que la muestra es la más adecuada para emplearla en la construcciones.

En el **Primer Capítulo** aborda el tema, la problemática de estudio y los objetivos que delinear la propuesta.

En el **Segundo Capítulo** se desarrolla el marco teórico y referencial, en el que se exponen los antecedentes y las definiciones más relevantes en torno al tema sustentadas en tesis, ponencias y artículos científicos, nacionales e internacionales.

En el **Tercer Capítulo** se desarrollan la metodología, enfoque y técnicas de recolección de la información utilizadas en el estudio.

En el **Cuarto Capítulo** detalla el procedimiento realizado para el prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción y las pruebas de humedad, resistencia y realizadas.



# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### **1.1 Tema.**

“Fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción”

### **1.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad existen hábitos que pueden ayudar a mejorar y prevenir los efectos de la contaminación ambiental. Sin embargo, al hablar de reciclaje son pocos los países que han implantado en su cultura este saludable procedimiento. La ciudad de Guayaquil se presenta como la urbe más grande del Ecuador y está considerada como la capital comercial del país. A lo largo de los años Guayaquil ha pasado por graves escenarios relacionados a la contaminación ambiental derivados directamente de la falta de conciencia en función al reciclaje y clasificación de sus desechos.

Esta problemática afecta varios sectores, entre ellos la salud, la plusvalía de la ciudad, genera zonas de inseguridad por la insalubridad de ciertos sectores, y afecta también al sector de la construcción y la innovación para la generación de nuevos materiales, dado que existen desechos tales como el plástico PET, el vidrio y el caucho, que están siendo desaprovechados como materia prima. Al no tener en cuenta el reciclaje como una herramienta de cambio ambiental se está generando un retraso en la evolución de los beneficios que esta nos puede brindar. Por lo tanto, los procesos de investigación con respecto a esta problemática se ven limitados, lo que obliga a los productores e inversores a seguir apostando por procesos tradicionales para la creación y desarrollo de materiales de construcción que cada vez dejan un mayor impacto en la huella ambiental que se genera por la extracción y explotación de materia prima no reciclada.

Los procesos de reciclaje se clasifican en dos: El reciclaje de productos de materia orgánica y los productos de materia inorgánica. Esta problemática se enfoca en el reciclaje de productos de materia inorgánica, teniendo en cuenta que entre ellos se encuentran los ya

mencionados plástico PET, vidrio y caucho. De estos tres el que produce mayor residuo es el plástico dado que es un derivado del petróleo que ha extendido su uso en diferentes aplicaciones, tales como fundas, juguetes, recipientes, artículos para el hogar y una infinidad de usos a los que la industria ha atribuido sus beneficios. No obstante hay que tener en cuenta que según (Ecobidon Global Process, 2019) El plástico demora entre 100 y 1000 años en degradarse lo que significa que este es el tiempo de contaminación en el medio ambiente.

Por otro lado tenemos la acumulación del caucho derivado de neumáticos que según (ULTIMAHORACOL, 2021) tarda más de 1000 años en su degradación. Este material año tras año genera grandes acumulaciones que derivan en contaminantes con altos niveles de toxicidad y su prolongado estancamiento conlleva a que cada neumático se convierta en un recipiente captador de aguas lluvias de las cuales derivan algunos problemas de salud que afectan a la sociedad y las comunidades. Según (Diario El Universo, 2018) En el Ecuador anualmente se desechan 2'400.000 neumáticos. La gran mayoría de ellos terminan en carreteras, en las riberas de los ríos, mares, y esteros.

Uno de los contaminantes que tiene mayor tiempo de permanencia en la naturaleza es el vidrio. Este, según. Tarda entre 4000 y 5000 años para degradarse lo que supone un mayor tiempo de contaminación afectando cuerpos de agua, la flora y fauna, y el desarrollo de microclimas beneficiosos para el medio ambiente. Dado que este material es reflectivo al estar inmerso en zonas que pueden presentar altas temperaturas y que pueden estar rodeadas de materiales orgánicos inflamables como plantas, maleza seca y demás. Se acreditan muchos de los incendios forestales a la presencia de vidrios en las zonas afectadas siendo este uno de los primeros problemas que el vidrio puede generar por la falta de conciencia con respecto al reciclaje y clasificación de desechos inorgánicos.

Los materiales plásticos y derivados de cauchos, según (Roldán, 2019) generan un 30% de la contaminación en los mares. Esto supone un alto índice de riesgo para la conservación de la vida marina. La contaminación ambiental es un problema social que al día de hoy está dejando ver sus efectos en el calentamiento global y sus letales consecuencias para la humanidad, es por esto que se vuelve imperiosa la necesidad de concientización sobre el reciclaje que en este caso pueda favorecer al desarrollo de una nueva matriz productiva en la construcción.

### **1.3 Formulación del Problema.**

¿De qué manera incidirá en un bloque de construcción el caucho, el plástico PET y el vidrio reciclado?

### **1.4 Sistematización de la investigación.**

- ¿Cuáles serán las propiedades que aporten los materiales reciclados?
- ¿En qué proporciones se mezclarán los materiales reciclados con los tradicionales?
- ¿Qué características tendrá el nuevo material alternativo?
- ¿Cuál será el costo del nuevo material?

### **1.5 Objetivos**

#### **1.5.1 Objetivo General.**

- Fabricar un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción.

#### **1.5.2 Objetivos Específicos.**

- Determinar las propiedades del caucho, el plástico PET y el vidrio reciclado.
- Definir los moldes a utilizar.
- Escoger la dosificación precisa luego de la experimentación.

### **1.6 Justificación de la investigación.**

Todos los residuos que hoy se manejan dentro de los procesos de reciclaje participan en grandes iniciativas medio ambientales, que precisan incrementar las opciones de oferta de nuevos materiales de construcción sobre todo que sean amigables con el medio ambiente.

Se decidió trabajar en la elaboración de un prototipo de bloque a partir del plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado para conseguir una alternativa dentro del área de la construcción que pueda competir con los bloques tradicionales y que tal vez se consiga a un

menor costo por ser materiales de desecho los que participan en su transformación. A su vez, esto contribuiría al cuidado del medio ambiente al reciclarlos para darles una segunda oportunidad.

Al conseguir dar una nueva oportunidad a estos materiales reciclados se espera beneficiar a muchas personas que se involucren en el proceso de la elaboración dando nuevas oportunidades de trabajo si es que se logra un producto que compita con los que tradicionalmente están en el mercado. Desde hace algún tiempo se viene trabajando con esta clase de materiales, dentro de los cuales existe una variedad de desechos que pueden ser reciclados y que tienen propiedades que contribuyen en la elaboración de elementos alternativos que benefician el área de la construcción.

Este trabajo de investigación es de gran importancia debido a que en él participan materiales a los que se les va a dar una nueva oportunidad al reutilizarlos y descubrir cómo se comportan en una mezcla que se experimentará a partir de diferentes dosificaciones hasta obtener el material óptimo para validarlo con las diferentes pruebas que definirán sus características como nuevo elemento de construcción.

Se espera que, al trabajar con este tipo de materiales, se aporte, aunque sea en una mínima cantidad, a compensar los cambios provocados al medio ambiente por el resultado de los efectos de la actividad y a la intervención humana.

### **1.7 Delimitación de la investigación.**

<b>Campo:</b>	Educación Superior Pre Grado.
<b>Área:</b>	Arquitectura.
<b>Aspecto:</b>	Investigación Experimental, Descriptiva, Documental y Cuantitativa
<b>Tema:</b>	Fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción.
<b>Delimitación Espacial:</b>	Guayaquil
<b>Delimitación temporal:</b>	2021-2023

## 1.8 Hipótesis.

Al fabricar un prototipo de bloque a partir de plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado se logrará obtener un nuevo material alternativo con características propias para el sector de la construcción.

## 1.9 Líneas de Investigación.

*Tabla 1: Líneas de Investigación de la Facultad*

<b>Dominio</b>	<b>Línea Institucional</b>	<b>Líneas de Facultad</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energía renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción.

*Fuente: ULVR*

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco Teórico.**

Este capítulo constituye la fase esencial de este trabajo de investigación porque fundamentará el proyecto con el problema planteado a través de las exposiciones del conjunto de investigaciones, teorías, conceptos que servirán de base en este tema.

En la investigación española “Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica”, el autor decide hacer uso del caucho reciclado como un material de construcción ecológico al tratarlo como una lámina que es muy fácil moldear y conseguir representar una teja pizarra que aplique color de acuerdo a los requerimientos, pero sobre todo se recalca las propiedades acústicas y térmicas que presenta este material, así como el comportamiento impermeabilizante propio del caucho que se le suma como propiedad (Martín, 2015).

Una vez más la participación del caucho se demuestra en el proyecto de investigación “Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado”, en la que el autor hace uso del mismo en el diseño de una mezcla asfáltica en la que se aplica como un material componente, para un tipo de asfalto modificado resultando un diseño con mejores propiedades como la durabilidad, adherencia, resistencia al envejecimiento, a las deformaciones plásticas y a la fatiga comprobadas a través de pruebas de laboratorio entre dos tipos de mezclas: una convencional y una modificada (con incorporación de caucho reciclado) obteniendo como resultado una mezcla con propiedades elásticas y de mejor rigidez, cualidades excelentes ante las deformaciones asfálticas (Capcha, 2018).

La investigación “Análisis del comportamiento de hormigón con inclusión de vidrio reciclado en hormigones de resistencia normal” define analizar el comportamiento de hormigón con vidrio reciclado en hormigones de resistencia normal reemplazando porcentajes del 10 y 20% del peso de los agregados fino y grueso por vidrio y una muestra adicional donde se reemplazó arena y ripio por vidrio en 10% del peso, determinando a través de pruebas de laboratorio en diferentes tiempos la resistencia a la compresión, definiendo que, la mezcla que

contenía el vidrio al 10% como reemplazo la de menor alteración de la resistencia de la compresión y menor costo, corroborando que el vidrio no absorbe agua en una mezcla de hormigón (Guayanay & Morales, 2016).

En el caso de la investigación colombiana “Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda”, se utiliza el plástico PET reciclado en la fabricación de bloques como una opción de construcción de vivienda bajo costo, liviana, fácil de transportar que no necesita de obra calificada y que sea amigable con el ambiente ya que se lo utilizó como la materia prima el más importante en la elaboración, como respuesta al déficit de vivienda y a la contaminación ambiental en Colombia (Piñeros & Herrera, 2018).

El estudio cubano “Empleo del vidrio reciclado triturado en sustitución parcial del árido fino para elaborar hormigón con fines de sostenibilidad”, establece que el vidrio reciclado triturado se trabaja bajo las mismas normativas de ensayo y caracterización que el árido fino, determinando en su composición química que tiene un alto contenido de sílice y alúmina, así como también en el ensayo de impurezas orgánicas, debido a que éste puede contener restos de papel, pegamento y otros materiales. En los ensayos físicos que realizaron se definió que es un material procedente de las minas de arena por las características similares. Con la prueba de la abrasión se conoció la resistencia al desgaste de las partículas (Frómeta-Salas, Vidaud-Quintana, Font-Morales, & Negret-Ortiz, 2020).

Por estas razones, Tam, Soomro, y Jorge Evangelista (2021) realizaron una exhaustiva investigación sobre posibles aplicaciones del concreto con agregado grueso de concreto reciclado en viviendas. Dicho estudio, se ve limitado debido a que otros han informado que las características mecánicas de este material se ven afectadas en su resistencia, haciéndola menos atractiva la futuras investigaciones y aplicaciones. Además, otro factor que influye es que “la aceptabilidad del agregado reciclado se ve obstaculizada debido a la falta de confianza de los consumidores en el producto terminado hecho de material reciclado” (p. x). Bajo esta premisa, las autoras acotan que, aunque el agregado reciclado se está utilizando en cantidades sustanciales en la construcción de ingeniería civil, todavía es difícil superar las barreras que impiden el uso más amplio de agregado reciclado en la construcción.

Por otro lado, el proyecto de Farfán (2019) tuvo como finalidad cuantificar los valores en la variación de propiedades en los elementos de concreto prefabricado, reemplazando en forma parcial el agregado grueso por Plástico PET (Tereftalato de Polietileno) reciclado a partir de botellas descartables, en la metodología la elaboración de ladrillos de concreto con diseños de concreto derivados del concreto patrón con sustitución parcial de 10%, 20% y 30% de PET reciclado como suplente en peso del agregado grueso o confitillo, obtuvo como resultado en el alabeo un promedio de 1 mm para la proporción de 10%, de 0 mm en el 20% y 0.5 mm en la 30%, en absorción en el patrón de 10% un valor 6.29 %, patrón de 20% un valor de 8.06 %, en el patrón de 30% de 9.39 % y la resistencia a la compresión en el 10% un valor de 129.75 kg/cm<sup>2</sup>, en el 20% un valor 11.34 y 80.21 kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, el análisis técnico – económico de mezclas asfálticas en caliente con tereftalato de polietileno reciclado, realizado por Puente Ganz (2020) expone que el PET incide positivamente en el desempeño estructural y durabilidad, además de no variar significativamente el costo para la construcción de carreteras asfaltadas; bajo un contenido óptimo de 1 % de escamas PET en relación con el agregado fino.

En cuanto al reciclaje de caucho Peláez Arroyave, Velásquez Restrepo, & Giraldo Vásquez (2016) argumentan que es pertinente tener en cuenta que los artículos de material se fabrican mezclando elastómeros con aditivos orgánicos de bajo peso molecular, agentes vulcanizantes y cargas minerales en forma de partículas finas. Además, son sometidas a un proceso de vulcanización en el que se desarrolla una reacción química que forma una estructura entrecruzada altamente elástica; a este tipo de material se le denomina caucho virgen para diferenciarlo del caucho reciclado. La reacción de vulcanización es térmicamente irreversible, por lo cual el reciclaje de los cauchos debe realizarse por trituración mecánica, métodos químicos o recuperación energética, lo que implica grandes retos tecnológicos y logísticos para alcanzar tasas de recuperación de residuos compatibles con las necesidades actuales de mitigación de impacto ambiental.

Por su parte, Ramírez (2019) en su trabajo de investigación titulado “La transformación de placas prefabricadas en base a cemento-arena-malla de acero, para muros y tabiquerías en la construcción de viviendas económicas” concluyó que el grado de durabilidad conseguida en los



ensayos realizados menor o igual que el 0.5 % es óptimo, se ajusta a un material permeable y se conserva ileso ante cualquier evento natural o artificial, mayor a 0.5% es de un materias que absorbe líquidos sencillamente y se hinchan por completo donde llegan a debilitarse fácilmente y de los que están en menor a 0% son de material altamente inflamable y que pierden su forma inicial con pasar de los días, no resisten elevadas temperaturas menos cantidad de húmeda en ella se deforman o tienden a hincharse.

A través de su estudio, Chávez (2021) evaluó las propiedades mecánicas del bloque de concreto tipo P, y a su vez ayudó a reducir la contaminación ambiental haciendo uso del vidrio triturado al 5%, 10%, 15% y 20% en función del peso de la arena gruesa. Según los resultados conseguidos a partir de la adición de este material, se disminuyó en absorción 3.27%, 7.39%, 15.40% y 19.89%, mientras que en succión 11.77%, 22.36%, 27.09% y 36.50%; de igual forma la resistencia a la compresión simple a 28 días se elevó en 3.01%, 7.75%, 15.94% y 19.14%, la resistencia a la compresión axial en pilas se elevó en 6.66%, 13.38%, 29.11% y 35.16% y la compresión diagonal de muretes se elevó en 11.82%, 20.42%, 24.42% y 30.97%, respecto al modelo patrón. Finalmente se concluyó que el material incorporado reciclado sostuvo un impacto efectivo en las características mecánicas del bloque de concreto tipo P.

De acuerdo a lo manifestado en los reportes de la investigación realizada por Tamayo, Guzmán, López, y Sacari (2022), es posible utilizar el vidrio sodio-cálcico reciclado o vidrio común como un componente en la producción de ladrillos de arcilla cocida donde desempeña la función de reforzante cuando se mezclan 30 % de vidrio, 50 % de tierra de chacra y 20 % de greda calcinados a 900 °C. Con estos parámetros de fabricación se obtuvo la máxima resistencia a la compresión de 28 MPa, mientras que la resistencia fue de 17 MPa cuando la temperatura de cocción fue de 800 °C. Según la norma de Albañilería E-007, el producto sería catalogado como ladrillo de tipo V, con mejor resistencia a la compresión, todo esto se lo hizo a través del análisis granulométrico, porcentaje de humedad, límite de Atterberg, densidad, análisis mineralógico por Difracción de rayos X, porcentaje de contracción, absorción de agua, morfología por microscopía óptica y resistencia a la compresión.

El trabajo de investigación de Espinoza (2017) presenta los resultados obtenidos en el desarrollo de cementantes alternativos que significaron cambios sostenibles en la construcción

civil, tratados a través de diferentes dosificaciones de polvo de vidrio que fueron evaluados y estudiados en la resistencia a la compresión y tensión, además de tiempo de fragua y consistencia normal en morteros. Estas muestras de las mezclas compuestas de cemento y GP son apropiadas para muchas aplicaciones en obras de construcción civil que contribuirán con las mejoras en la producción de cemento hidráulico nacional.

La propuesta de investigación de Muñoz Giraldo y Castaño Campo (2015) hace referencia al uso del plástico PET reciclado como material desde una mezcla de concreto con el fin de utilizar las características de alta rigidez y dureza, de liviandad, de alta resistencia al desgaste, buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes, gran resistencia química y excelentes propiedades térmicas para aligerar estructuras de losas y así conseguir mejora en las propiedades de resistencia que estén de acuerdo con los parámetros de sismo-resistencia establecidos en la Norma Colombiana NSR-10.

Por su parte Pinedo (2019) argumenta que las mezclas de plásticos PET reciclados en adición con el cemento hacen que este adquiera diversas propiedades que se benefician según el tipo de construcción, una de ellas es la densidad de la masa ya que a mayor cantidad de plástico que se le agregue va a disminuir, por motivo a que el peso del plástico PET es menor. La densidad de la mezcla puede reducirse de un 5% a un 13%, no obstante, existe una característica a tener en cuenta, la cual indica que la disminución de densidad no es directamente proporcional al agregado del plástico. En conclusión, es importante llevar a cabo las principales características que se ejecutan en la construcción para no tener ningún tipo de inconveniente en la edificación.

El proyecto de Mora (2016) consideró la posibilidad de utilizar algunos elementos que hoy están en todo el mundo como el resultado de muchos envases de plástico PET, vidrio, tapas de bebidas refrescantes y otras en un nuevo concreto llamado ecológico, y su intención al momento de adicionarlos al concreto es para de esta manera reducir el uso de cemento, pero teniendo que obtener las mismas características y resistencias que debe de tener un concreto tradicional. Si se desarrollan más tecnologías de adherencia entre el plástico y el concreto es posible aumentar su resistencia debido a que este factor es uno de los relevantes al momento de la falla de este tipo de concreto, bien sea por tracción o compresión.

Por otro lado, la investigación de Palma (2017) permitió el análisis de diferentes tipos de viviendas de emergencia prefabricadas con materiales reciclados que contengan PET, sus estructuras son más sencillas en el armado y sus costos de producción son más bajos, sin embargo hay que recalcar que estas son creadas sólo para situaciones emergentes por cuanto la resistencia a las cargas no es la adecuada si se excediera la vivienda de inmediato colapsaría por lo que se recomendaría usar estos prototipos cuando se necesite dar alojamiento temporal.

Con base en la investigación de Angumba (2016) se determinó que la tecnología constructiva desarrollada del ladrillo utilizando plástico reciclado (PET); se consideró apropiada porque no demanda grandes gastos de energía, no da origen a desechos ni contaminación, es climáticamente admisible, segura frente a inclemencias de tiempo y peligros naturales, producto socialmente aceptable, usa materiales locales (abundantes, renovables, disponibles, de poco peso y fácil manipulación, durables y de calidad), prescinde de materiales o equipos de alto costo, demanda baja especialización, fácil aprendizaje, y tiene escasa incidencia sobre el medio.

Este proyecto propuso un diseño de viviendas a partir de materiales como neumáticos, arena, botellas de plástico, cementos, entre otros. Con la finalidad de beneficiar a las personas que carecen de presupuesto para adquirir una vivienda. La construcción utilizó materiales como hierro y acero los cuales, si generan un costo, pero son utilizados en menor proporción, esto se hizo con la intención de lograr en primera instancia una adaptación al terreno, temperatura y zona geográfica. Determinando si la estructura es capaz de soportar la carga de vigas y columnas de hierro, para finalmente poder ser habitada por familias (Liberio, 2018).

La reutilización de materiales reciclados ha tomado fuerza en las últimas décadas dando origen a nuevas mezclas que buscan contribuir al medio ambiente y a la construcción. A partir de la literatura revisada, se puede evidenciar que los profesionales del área de la construcción buscan crear materiales con propiedades únicas que permitan reemplazar elementos convencionales u ofrecer variabilidad de productos según la necesidad de los consumidores. Por lo tanto, la creación de estas materias primas que utilizan el plástico resulta viable ya que su mal manejo genera contaminación y su degradación puede tardar entre 100 a 1000 años.

## **2.2. Marco Conceptual.**

En esta sección recopila las definiciones que ayudarán a comprender la propuesta con mayor fundamento teórico y científico, además, permitirá ampliar el conocimiento sobre los materiales reciclados como el plástico de botellas PET, vidrio y caucho de llantas triturados que se van a utilizar en la presente investigación. Por otro lado, se exponen las características técnicas y el proceso de reciclaje de estos materiales

### **2.2.1 Bloque.**

Un bloque o unidad de mampostería es un ladrillo rectangular de gran tamaño fabricado a partir de hormigón que se utiliza para grandes construcciones, fines decorativos o fundidos de placas en edificios (Castro & Farfán, 2020). Pueden ser utilizados para diversas estructuras tales como paredes, zapatas, muros para vivienda, parapetos, cimientos, muros y lozas.

Según Garzón & Montaña (2014) un bloque es un “material prefabricado de construcción que esta previamente moldeado para la albañilería en sistemas de mampostería simple o estructural, compuestos por cemento, arena, agua, piedra partida y otros aditivos” (p. 14). Además, exponen que cuentan con un núcleo sólido y pueden tener dos o más orificios cuyo objetivo es reducir el peso y la resistencia.

### **2.2.2. Características de un bloque.**

Según Garzón & Montaña (2014) los bloques son fabricados con una o más cavidades huecas y sus costados pueden ser lisos o con diseño. Como principales características de este material, Cruz (2015) enlista las siguientes:

- Resistencia y estabilidad estructural altas.
- Alto aislamiento térmico y acústico.
- Alto aislamiento hidrófugo.
- Absorción de agua por capilaridad.
- Coeficiente de absorción menor que los ladrillos.
- Durabilidad.
- Fácil manipulación y rápida colocación.

- Pueden soportar cubiertas pesadas.
- Su unión requiere menos mortero.

Por otro lado, destaca que los principales datos técnicos de los bloques son la resistencia a la compresión, conductividad y resistencia térmica, reacción al fuego y densidad.

### 2.2.3 Tipos de bloques.

Bloqueras (s.f.) clasifica a los bloques de la siguiente manera:

- **Bloques de gafa:** Son utilizados con los huecos de manera horizontal para facilitar la visión y dar paso al aire. Representan el modelo más conocido.



*Figura 1: Bloque de gafa.  
Fuente: Bloqueras (s.f.)*

- **Bloque multicámara:** Este bloque se identifica por sus huecos internos compartimentados. Son utilizados cuando se requiere construir paredes de una sola hoja.



*Figura 2: Bloque Multicámara.  
Fuente: Bloqueras (s.f.)*

- **Bloque de carga:** Son macizos y se utilizan para la construcción de muros estructurales.



*Figura 3: Bloque de carga*  
*Fuente: Bloqueras (s.f.)*

#### 2.2.4 Tipos de bloques según su acabado.

Según su acabado, Bloqueras (s.f.) clasifica a los bloques de la siguiente manera:

- **Bloques para revestir:** Incluye a los bloques macizos y de columna.
- **Bloques para muros armados:** Incluye a los bloques tipo H y en U.
- **Bloques cara vista:** Incluye a los bloques lisos, Split, punta diamante y celosías.
- **Hidrobloc:** Corresponden a los bloques antihumedad multicámara.

#### 2.2.5 Clasificación de los bloques según su uso.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014) los bloques huecos de hormigón se clasifican, según su uso, en cinco clases como se detalla a continuación:

*Tabla 2: Propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques.*

Clase	Uso
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento

---

E Losas alivianadas de hormigón armado

---

*Fuente: NTE INEN 638 (2014)*

### **2.2.6 Clasificación de los bloques según su densidad.**

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014) los bloques huecos de hormigón se clasifican, según su densidad, en tres tipos como se detalla a continuación:

*Tabla 3: Clasificación de los bloques según su densidad*

<b>Tipo</b>	<b>Densidad del hormigón (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
Liviano	< 1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	> 2000

*Fuente: NTE INEN 638 (2014)*

### **2.2.7 Elaboración de un bloque.**

Los bloques de concreto pueden ser elaborados de diversas maneras, sin embargo, las modalidades más conocidas son la producción manual y la automatizada. En las siguientes líneas, se detallarán los pasos a seguir para la fabricación de bloques:

#### **a. Selección de materiales**

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014), se requiere elaborar los bloques con cemento Portland, arena, grava, piedra partida y pómez, granulados volcánicos, entre otros materiales inorgánicos. Además, el agua a utilizar debe ser potable y libre materia orgánica y nociva como ácidos, álcalis y sales.

#### **b. Dosificación de la mezcla.**

En esta etapa se debe contar con una báscula para pesar los materiales. De esta manera, la mezcla contará con las dosificaciones adecuadas que permitan obtener un bloque que cumpla las siguientes características detalladas por (Gamboa, 2005):

- Cohesión para ser desmoldado sin que se deformen.
- Máxima compactación y mínima absorción.
- Resistencia.
- Acabado superficial esperado.

#### **c. Proceso de elaboración de la mezcla**

Gamboa (2005) expone que, en la mezcladora, se coloca el agregado grueso y tres cuartas partes de agua. Durante treinta segundos se deben mezclar estos materiales y, posteriormente, adicionar el resto del agua y la arena.

#### **d. Moldeado**

Antes de verter la mezcla, es importante revisar si el molde está limpio y en buenas condiciones. Una vez realizado este paso, Gamboa (2005) detalla que se debe colocar la tolva alimentadora y llenarla. Agrega que, durante tres segundos, es importante aplicar la vibración al molde para evitar la segregación de los materiales.

Por otro lado, el autor señala que el molde tiene que llenarse hasta el ras, quitando el excedente de mezcla con una tabla. Además, destaca que es importante recubrirla con aceite quemado para evitar que el bloque se adhiera a ella. Finalmente, menciona que el molde debe voltearse de modo que la tabla quede abajo y permita que los martillos compactadores descendan antes de la aplicación de la vibración permitiendo que el bloque se compacte lo suficiente.

#### **e. Fraguado**

Luego de su fabricación, Gamboa (2005) señala que los bloques deben permanecer en un lugar donde estén protegidos del sol y el viento con el propósito que fragüen sin secarse entre 12 y 24 horas. Agrega que, a través de este proceso, llegarán a la resistencia suficiente para ser manipulados.

#### **f. Curado**

El curado de los bloques consiste en mantenerlos, durante los primeros siete días, en condiciones adecuadas de humedad y temperatura para desarrollar su resistencia y otras



propiedades. Conforme a lo planteado anteriormente, Gamboa (2005) menciona que una manera de curarlos es “recubrirlos con brines o mantas de algodón mojadas permanentemente, o con láminas de plástico que formen un ambiente hermético que evite la pérdida de humedad por evaporación” (p. 4).




#### g. **Transportación y almacenamiento**

Los bloques de concreto se transportan de manera individual o agrupada utilizando una carretilla especial para luego almacenarlos (Gamboa, 2005).

#### 2.2.8 Medidas de un bloque.

De acuerdo a las necesidades de cada obra se utilizan bloques con medidas determinadas. A continuación, se detallan las medidas estándares de los bloques de hormigón:

**Tabla 4: Medidas estándares de un bloque de hormigón**

Tipo de bloque	Medidas			Imagen
	Ancho (cm)	Alto (cm)	Largo (cm)	
Bloque de concreto	10	20	40	
Bloque de concreto	15	20	40	
Bloque de concreto	20	20	40	

Fuente: NTE INEN 638 (2014)

Por otro lado, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014) expone que, en los bloques tipo A y B, el espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, mientras que, en los C, D y E de 20 mm. Además, enfatiza que “la dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de la junta, dé una medida modular” (p. 3). Por consiguiente, los bloques deben tener las medidas que se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 5: Dimensiones de los bloques**

Tipo	Dimensiones nominales (cm)			Dimensiones efectivas (cm)		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A y B	40	20, 15, 10	20	39	19, 14, 09	19
C y D	40	10, 15, 20	20	39	09, 14, 19	19
E	40	10, 15, 20, 25	20	39	09, 14, 19, 24	20

*Fuente: NTE INEN 638 (2014)*

### 2.2.9 Plástico.

El plástico es un material modelable y con buena resistencia a los disolventes, ácidos y demás materiales corrosivos, elaborado a partir de gas natural o el petróleo crudo. Suasnavas (2017) establece que los plásticos son “materiales poliméricos derivados del petróleo, que se han utilizado ampliamente por presentar características como suavidad, ligereza y transparencia. Su consumo se ha extendido a nivel mundial generando serios problemas ecológicos” (p. 6). Conforme lo expuesto con anterioridad, Espinosa (s.f.) argumenta que este material se obtiene de manera artificial a partir de una transformación química de sustancias de origen orgánico. Además, está formado por moléculas de carbono y otros elementos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno o el azufre.

### 2.2.10 Características del plástico.

El plástico se caracteriza por ser un material fácilmente modelable a partir de pequeños esfuerzos o temperaturas relativamente bajas. (Bolaños, 2019) y Espinosa (s.f.) exponen que este material posee las siguientes características:

- Su principal característica es su plasticidad, es decir, son fáciles de fabricar y de dar forma.
- Los plásticos se distinguen de otras materias primas por la relación directa entre resistencia y calidad.
- Su mala conductividad eléctrica permite que sean utilizados como aislantes eléctricos.
- Tienen baja conductividad térmica.
- Su resistencia mecánica es alcanzable, es decir, aguanta los estiramientos, golpes, retorcimientos y presiones.
- Tienen una buena resistencia a los disolventes, ácidos y materiales corrosivos.
- Es un material ligero

### 2.2.11 Tipos de plástico.






Los plásticos se agrupan en tres tipos distintos, según Espinosa (s.f):



- **Termoplásticos:** Se ablandan al someterse a altas temperaturas, sin embargo, al enfriarse recuperan su dureza. La temperatura máxima a la que pueden someterse es 150 °C, menos el teflón. Son reciclables.
- **Termoestables:** Estos plásticos se endurecen a través del fraguado. Una vez completado este proceso, no pueden fundirse ni moldearse.
- **Elastómeros:** Pueden estirarse hasta 8 veces su longitud original. Recuperan su forma y tamaño cuando cesa la fuerza que los deformó.

### 2.2.12 Clasificación del plástico.

Según Bolaños (2019), la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, propuso siete categorías para clasificar a los plásticos:

Tabla 6: Clasificación del plástico.

Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	<b>Tereftalato de polietileno</b>	Envases de gaseosa, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos farmacéuticos, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	<b>Polietileno de alta densidad</b>	Envases de leche, detergente, shampoo, balde, bolsas, tanques de agua, etc.
	PVC	<b>Policloruro de vinilo</b>	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, material de uso médico, etc.
	PEBD (LDPE)	<b>Polietileno de baja densidad</b>	Bolsas para basura.
	PP	<b>Polipropileno</b>	Envases de alimentos, materiales para la industria automotriz, bolsas de uso agrícola, tuberías de agua caliente, pañales, etc.

	<b>PS</b>	<b>Poliestireno</b>	Envases de alimentos congelados, juguetes, rellenos, etc.
	<b>Otros</b>	<b>Resinas epoxídicas</b>	Adhesivos e industria plástica, industria de la madera y la carpintería, elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

*Fuente: Bolaños (2019)*

### 2.2.13 PET.

El tereftalato de polietileno (PET) es un polímero lineal, de comportamiento termoplástico y con alta cristalinidad que se obtiene del petróleo y pertenece a los materiales sintéticos conocidos como poliésteres (Zarate Reyes, 2019). El PET “se encuentra constituido de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire” (Mariano, 2011). Este material que se caracteriza por su ligereza, resistencia a las caídas y compresión, transparencia y brillo es transformado a través de procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

Según (Bartolomé, 2018) el proceso de obtención del PET consiste en el enlace de moléculas de petróleo y gas a través de largas cadenas para convertirse en plástico en forma de gránulos. Las presentaciones más comunes del PET son las botellas de aceite, agua, jugo, gaseosas, shampoo y detergentes; envases de productos cosméticos y medicamentos y fibras de poliéster utilizadas en la fabricación de ropa.

Como material de construcción, Garzón & Montañó (2013) establecen que el PET es un plástico que “se caracteriza por su alta resistencia química, térmica, tenacidad, forma fibras

fuerres y flexibles, muy buen coeficiente de deslizamiento, cristalización, poca absorción de agua”.

#### **a. Breve historia del PET**

El uso del PET puso de manifiesto que es posible reemplazar productos tradicionales para crear alternativas innovadoras que puedan reducir el impacto ambiental causado por la contaminación.

El tereftalato de polietileno (PET) fue patentado en 1941 como polímero para la fabricación de fibras por los científicos británicos J. R. Whinfield y J. T. Dickson. Su creación, surge debido a la necesidad apremiante de sustituir al algodón en la industria textil durante la Segunda Guerra Mundial. Desde 1946 empezó a utilizarse como fibra y, hasta ahora, continúa siendo relevante en esta área. Por otro lado, en 1952 se empezó a utilizar para envasar alimentos, mientras que a mediados de los años 60 fue empleado como película para empaquetar. Sin embargo, a partir de 1976 su principal aplicación fue en la producción y fabricación de envases rígidos para bebidas como el agua mineral y los refrescos carbonatados. Asimismo, desde el año 2000 se ha utilizado para el envasado de cerveza. Hoy en día, las resinas de esta materia prima son las más utilizadas para la fabricación de botellas (Lara, 2012).

#### **b. Características del PET**

Gaggino, Arguello & Berretta (2007) destacan que las principales características del tereftalato de polietileno (PET) son “la resistencia a la humedad e intemperie, facilidad para clavar, aserrar y buena adherencia de revoques (aplanados), así como un costo de producción similar al tabique tradicional”.

Por otro lado, según Lara (2012) el PET también puede tener las siguientes características:

- Impide la liberación de oxígeno.
- Es translúcido y permite agregarle colorantes para refractar la luz.
- No es tóxico, por lo tanto, puede estar en contacto con los alimentos y químicos.
- Es altamente rígido y duro, por lo tanto, es resistente al desgaste.
- Tiene excelentes propiedades térmicas.

- Es liviano, impermeable y 100% reciclable.
- Tiene una superficie barnizable.
- Gracias a su alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad es idóneo para la fabricación de fibras.

### c. Propiedades físicas, mecánicas y químicas del PET

Angumba Aguilar (2016) argumenta que el PET puede ser utilizado como un material de construcción alternativo debido a las siguientes características:

- Resistencia al desgaste
- Aislamiento térmico y eléctrico
- Resistencia a los ácidos y disolventes
- Buenas propiedades químicas
- Buen coeficiente de aislamiento

Garzón & Montaña (2014) y Echeverría (2017) enlista como principales propiedades físicas, térmicas y químicas del PET las siguientes:

**Tabla 7: Propiedades físicas, térmicas y mecánicas del plástico PET.**

<b>Propiedades físicas</b>		
<b>Propiedad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1.34 – 1.39
Resistencia a la tracción	kg/cm <sup>2</sup>	825
Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup>	1450
Alargamiento a la rotura	%	15
Módulo de elasticidad	kg/cm <sup>2</sup>	28550
Absorción de la humedad	%	0.25
Resistencia a la tensión	MPa	59 - 72
Resistencia al impacto	J/mm	0.01 – 0.04
Dureza	-	Rockwell M94 – M101
Resistencia a la compresión	MPa	76 - 128
<b>Propiedades térmicas</b>		
Temperatura de fusión	°C	244 - 254
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	°C	170
Temperatura de ablandamiento de Vicat	°C	175

Dilatación térmica	10 – 4 °C	15.2 - 24
Resistencia al calor	°C	80 - 120
Resistencia dieléctrica	v/mm	13780 – 15750
<b>Propiedades químicas</b>		
Absorción de agua	%	0.02
Velocidad de combustión	mm/min	Lenta y se inflama con mediana dificultad
Propagación de llama	-	Mantiene la llama
Comportamiento al quemado	-	Goteo
Efecto luz del sol	-	Decoloración ligera
Resistencia a ácidos débiles	-	Buena
Calidad de mecanizado	-	Excelente

*Fuente: Garzón & Montaña (2013) y Echeverría (2017)*

#### **2.2.14 Vidrio.**

Según la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (s.f.) citado por Rubio & Toscano (2017), el vidrio es un “producto inorgánico de fusión, el cual se ha enfriado hasta un estado rígido, pero sin sufrir cristalización”. Los componentes de este material son la sílice, el óxido de sodio, el óxido de calcio y el óxido de aluminio.

Por otro lado, Catalán (2013) expone que el vidrio es “un material de apariencia dura, frágil y generalmente transparente, aunque se comporta como un sólido, es un fluido de muy alta viscosidad” (p. 17).

##### **a. Breve historia del vidrio**

Desde sus orígenes, el vidrio ha cumplido una función de utilidad y decorativa. Los restos más antiguos de este material corresponden al año 5.000 a.C y han sido hallados en Asia Menor, Mesopotamia y del Antiguo Egipto. Las primeras piezas modeladas de este material datan del 2.100 a.C., sin embargo, fueron los egipcios quienes comenzaron a soplar el vidrio utilizando una caña vidriera. Posteriormente, los romanos afinaron esta técnica utilizando óxidos metálicos como colorantes. En la Edad Media el vidrio era utilizado por la nobleza, puesto que se convirtió en un objeto decorativo de lujo. Luego, en el siglo XVII Sir Kenelm Digby, miembro de la Corte británica, crea la primera botella de vidrio. En 1790, Nicolás Appert envasó los alimentos en envases de vidrio para conservar los alimentos de los soldados de Napoleón. Finalmente, a



principios de 1900, la primera máquina para la producción en serie de envases de vidrio es creada (Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio, s.f.).

### **b. Fabricación del vidrio**

El vidrio se fabrica a partir de la sílice de la arena y otros compuestos como el carbonato de sodio y la caliza, elementos que se funden en un horno a temperaturas muy elevadas. A continuación, se detallarán los pasos a seguir para la fabricación de este material conforme lo expuesto por Félix & Sánchez (2020):

### **c. Selección de materiales**

En el proceso de fabricación del vidrio se utilizan, principalmente, caliza, hidróxido de sodio y otros componentes.

### **d. Proceso de elaboración del vidrio**

Una vez recibidas las materias primas se procede a molerlas para luego llevarlas a través de fajas transportadoras hacia el horno. Posteriormente, se funden a temperaturas elevadas que oscilan entre los 1400° C a 1600 °C, obteniendo como resultado una pasta vítrea que se vierte a una piscina de estaño. Finalmente, el vidrio se corta y transporta.

## **2.2.15 Características del vidrio.**

Según Rubio & Toscano (2017), el vidrio tiene un color verdoso, aunque si se le agregan colorantes puede adoptar otras tonalidades. Sin embargo, al mezclarse con decolorantes se hace translúcido. Por otro lado, agregan que este material tiene una resistencia a la compresión de 1000MPa, mientras que la resistencia a la tensión puede llegar a los 70.000 N/cm<sup>2</sup>.

Por su parte, Ramos (2021) expone que el vidrio tiene las siguientes características:

- Es un material sólido y duro.
- Tiene una estructura desordenada y amorfa.
- Es sumamente frágil.
- Es un material inerte y biológicamente inactivo
- El 100% reciclable.

### 2.2.16 Tipos de vidrio según su composición.

El vidrio se divide en dos grandes grupos: los comerciales, que se producen a gran escala, y los especiales, fabricados para cumplir fines específicos. Ambrosio (1982) y Félix & Sánchez (2020) los clasifica de la siguiente manera:

- **Vidrio sodocálcico:** Este tipo de vidrio es utilizado para fabricar botellas, cristalerías, ampollitas, vidrios laminados y para ventanas en el sector de la construcción y automotriz. Es el vidrio más común, pues es abundante y económico. Además, es fácil de derretir, es resistente al calor y tiene durabilidad química.
- **Vidrio al plomo:** Se lo conoce como cristal al plomo y se obtiene como resultado de la combinación del óxido de potasio con óxido de plomo. Este tipo de vidrio tiene un alto índice de refracción, por lo que es utilizado para proteger a los trabajadores en las instalaciones nucleares.
- **Vidrio de sílice, plomo y álcali:** Tiene un alto índice de refracción y dispersión. Se utiliza en la elaboración de vasijas, objetos de arte y en la industria óptica
- **Vidrio de borosilicato:** Destaca su resistencia a los choques térmicos y ataques químicos. Se utiliza en la fabricación de utensilios para cocina, aparatos de laboratorio y equipos para procesos químicos.
- **Vidrio de aluminio silicatado:** Por su alto punto de fusión es utilizado para termómetros y para material especial de laboratorio.
- **Vidrio de sílice:** Se usa poco, puesto que es muy costoso derretirlo y formarlo. Es utilizado en la fabricación de vidrio fibroso, piezas de laboratorio, filtros de transmisión ultravioleta y ventanas ópticas.

### 2.2.17 Tipos de vidrio según el método de enfriamiento.

Según Félix & Sánchez (2020) se clasifican de la siguiente manera:

- **Vidrio templado:** Este vidrio es calentado de manera progresiva hasta que alcanza una temperatura entre 575 °C y 635°C. Luego de alcanzar el punto de ablandamiento, se enfría rápidamente con aire. Tiene una resistencia de 2 a 5 veces mayor que el

vidrio crudo. Cuando se rompe, forma cuadrículas pequeñas. Es utilizado en ventanas de autos, casas y oficinas.

- **Vidrio crudo:** Su enfriamiento es gradual, reduciendo la tensión superficial. Cuando se rompe, forma filos punzantes extremadamente peligrosos. Es utilizado para fabricar botellas y recipientes.

### 2.2.18 Propiedades físicas del vidrio.

Chóez & Torres (2020) enlistan como principales propiedades físicas del vidrio las siguientes:

**Color:** La tonalidad original del vidrio es verde, sin embargo, puede decolorarse o adoptar diversos colores al incorporar elementos como el óxido de cobalto, azul óxido férrico, verde azulado óxido de turanio, etc. en el proceso de fusión. En la industria alimenticia y farmacéutica los envases son elaborados con tonalidades oscuras para preservar el contenido.

- **Textura:** Generalmente, cuenta con una superficie lisa y brillante, sin embargo, puede adoptar una rugosa y si no se completa el proceso de cocción.
- **Peso:** El vidrio tiene un peso específico de 2.5 kg/m<sup>2</sup> por cada mm de espesor.

### 2.2.19 Propiedades mecánicas, térmicas y ópticas.

Chóez & Torres (2020) enlistan como principales propiedades mecánicas, térmicas y ópticas:

*Tabla 8: Propiedades mecánicas, térmicas y ópticas del vidrio.*

<b>Propiedades mecánicas</b>		
<b>Propiedad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Densidad	kg/cm <sup>3</sup>	2500
Dureza	Hk	470
Módulo de Young	kg/cm <sup>2</sup>	720000
Resistencia a la compresión	MPa	800 - 100
Resistencia a la tracción	kg/cm <sup>2</sup>	300 - 700
Resistencia a la flexión	MPa	45
<b>Propiedades térmicas</b>		
Rango de transformación	°C	520 - 550
Temperatura para su emblandecimiento	°C	600
Calor específico	J/g/K	0.8
Conductividad térmica	W/m/K	0.8
Expansión termal	K-1	9.10 - 6

Propiedades ópticas		
Índice de refracción	N	1.52

Fuente: Chóez & Torres (2022)

### 2.2.20 Caucho.

El árbol *hevea brasiliensis*, originario del Amazonas, es aquel del que se extrae el látex, material del que proviene el caucho natural. El caucho consiste en una mixtura de hidrocarburos, proteínas y azúcares vegetales que se solidifica y transparenta a una temperatura de  $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Es frágil y opaco de  $0\text{ a }10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se hace blando y flexible sobre los  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; por encima, de los  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  se vuelve un plástico pegajoso y a temperaturas superiores de  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  se descompone. El caucho también puede ser sintético, que viene de hidrocarburos insaturados (Moyano & Páez, 2019).

### 2.2.21 Breve historia del caucho.

Tras la conquista de América, los conquistadores evidenciaron que los indígenas utilizaban el caucho para crear pelotas de juegos. Este material era extraído de un árbol conocido como *Hevea*, el cual contenía un látex. Posteriormente, en 1770, el químico inglés Joseph Priestley descubrió que el caucho podía ser empleado en la elaboración de borradores. Luego, en 1839, Charles Goodyear, descubrió que la durabilidad del caucho podía mejorarse si se mezclaba con azufre, descubriendo, de esta manera, el proceso de vulcanización. No fue hasta 1887 cuando el escocés John Dunlop creó los neumáticos. A lo largo de los años, el caucho ha sido objeto de un sinnúmero de pruebas debido a su alta resistencia, elasticidad y durabilidad, convirtiéndose en un material muy exitoso en la industria hasta el día de hoy (Alvarado & Rivera, 2022).

### 2.2.22 Características del caucho.

Según Castro & Farfán (2020) las principales características del caucho son las siguientes:

- Es incoloro y en estado natural blanco.
- Es termoplástico.
- Es impermeable.
- Resistente a los agentes químicos.
- Se retrae rápidamente.

- No es adhesivo.
- Tiene mucha resistencia a la abrasión.
- Es insoluble en solventes orgánicos.

### 2.2.23 Tipos de caucho.

Según (Martínez & Martillo, 2020) el caucho se divide en dos tipos:

- **Caucho natural:** Se obtiene a partir de las emulsiones lechosas del árbol *Hevea brasiliensis*. Luego de que el látex se extrae, se somete a un tratamiento químico que da como resultado el caucho.
- **Caucho sintético:** El caucho se produce de manera artificial mediante elastómeros que se obtienen del procesamiento de hidrocarburos. Soporta deformaciones elásticas logrando regresar a su forma natural.

### 2.2.24 Propiedades físicas y químicas del caucho.

El caucho se caracteriza por ser un material “alto en elasticidad, resistente térmicamente y eléctricamente” (Moyano & Páez, 2019). A continuación, Castro & Farfán (2020) detallan las propiedades físicas y químicas del caucho:

*Tabla 9: Propiedades físicas y químicas del caucho.*

Propiedades físicas		
Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0.40 – 0.50
Peso específico	-	1.15 – 1.27
Humedad	%	< 0.75
Punto de combustión	°C	300 - 450
Forma	Sólidos en forma de granulados y polvo.	
Propiedades químicas		
Extracto cetónico	%	5.00 - 22.00
Contenido en cenizas	%	7.00 – 11.00
Contenido en polímeros NR/S	%	70/30 – 60/40
Contenido de negro de humo	%	26.00 – 38.00
Contenido de caucho natural	%	10.00 – 35.00

Contenido en hidrocarburo de caucho	%	57.00 – 58.00
Azufre	%	1.0 – 7.0
pH	25°C	8.12 – 8.20
Solubilidad	Insoluble en agua, parcialmente soluble en acetona.	

Fuente: Castro & Farfán (2020)

### 2.2.25 Reciclaje del PET.

Se denomina PET al tereftalato de polietileno reciclado. Según (Paz, 2016), es posible reciclar este material a partir de tres procesos que se detallan a continuación:

- **Reciclado mecánico:** El PET es molido en escamas, luego se lava y se seca para introducirlo en una máquina extrusora con el fin de moldearlo.
- **Reciclado químico:** Este proceso es utilizado cuando el plástico se encuentra muy degradado. Durante el reciclado químico del PET se aplica calor y catalizadores al plástico, con el fin de que regrese a su estado básico. De esta manera, es posible obtener moléculas cortas para la producción de otros tipos de tereftalato de polietileno.
- **Reciclado energético:** En este proceso el plástico es incinerado y empleado como fuente de energía con un combustible energético.

### 2.2.26 Reciclaje del vidrio.

Según Andrés (2021), “el vidrio es un material que independientemente de la cantidad de veces que se recicle, mantiene el 100% de las propiedades iniciales”. Antes de darle otra vida útil, pasa por una serie de fases que se detallan a continuación:

- **Almacenaje del vidrio en los contenedores:** El vidrio se deposita en los contenedores correspondientes.
- **Recogida selectiva y transporte del vidrio:** Los camiones cargan el vidrio que se ha depositado en los contenedores para trasladarlos a una planta de tratamiento.
- **Limpieza:** Una vez depositado el vidrio en las cintas, se procede a limpiarlos para eliminar impurezas y retirar tapas y restos de plástico o metal.

- **Triturado del vidrio:** Una vez seleccionado, se tritura el vidrio. En este proceso no se necesita usar agua.

- **Eliminación de restos y obtención del calcín:** Una vez triturado el vidrio, pasa por máquinas con lectores ópticos que limpian impurezas y eliminan restos opacos de otros materiales, obteniendo como resultado el calcín.

### **2.2.27 Reciclaje del caucho.**

“La generación de residuos de caucho se ha convertido en una preocupación global por su impacto negativo en el medio ambiente y en la salud humana” (Peláez Arroyave, Velásquez Restrepo & Giraldo Vásquez, 2017). Conforme a lo mencionado anteriormente, Abraham, Cherian, Elbi, Pothen, & Thomas (2011) y Adhikari, De, & Maiti, S. (2000) exponen que, para reducir el impacto ambiental, el caucho puede ser reaprovechado a partir de procesos mecánicos, criomecánicos, termo-mecánicos, químico-mecánicos (como es el caso del proceso criogénico de Trelleborg, desvulcanización o hinchamiento en benceno), químicos (a partir de reactivos orgánicos e inorgánicos), térmicos, biotecnológicos, entre otros. Previo a cualquiera de estos tratamientos, es necesario triturar el caucho hasta que quede reducido a gránulos regulares, de esta manera, será posible que los aditivos reaccionen de manera adecuada y puedan separarse las fibras de acero, textiles o metales que contenga el caucho.

## **2.3 Marco Legal**

- **Constitución de la República del Ecuador 2008**
- **Título II**
- **Derechos, Sección segunda, Ambiente sano**

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

- **Sección sexta, Hábitat y vivienda**

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

- **Capítulo Séptimo, Derechos de la naturaleza**

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

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

- **Título VII**
- **Régimen del Buen Vivir**
- **Capítulo segundo, Biodiversidad y recursos naturales**
- **Sección primera, Naturaleza y ambiente.**

**Artículo 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.



- **Ley de Gestión Ambiental, Codificación**

- **Título I**

- **Ámbitos y Principios de la Gestión Ambiental**

**Artículo 2.-** La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

- **Título II**

- **Del Régimen Institucional de la Gestión Ambiental**

- **Capítulo I**

- **Del desarrollo sustentable**

**Artículo 7.-** La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el Presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano. Las políticas y el Plan mencionado formaran parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo. El Plan Ambiental Ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental y será preparado por el Ministerio del ramo. Para la preparación de las políticas y el plan a los que se refiere el inciso anterior, el Presidente de la República contará, como órgano asesor con un Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable, que se constituirá conforme las normas del Reglamento de esta Ley y en el que deberán participar obligatoriamente, representantes de la sociedad civil y de los sectores productivos.

- **Título V**

- **De la información y vigilancia ambiental**

**Artículo 39.-** Las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales, control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente, establecerán con participación social, programas de monitoreo del estado ambiental en las áreas de su competencia; esos datos serán remitidos al Ministerio del ramo para su sistematización; tal información será pública.

- **Instructivo para la gestión integral de neumáticos usados**
- **Acuerdo Ministerial 98**
- **Oficio 598 de 30 septiembre 2015**
- **Estado: Vigente**

**Artículo 5.-** Definiciones. - Las siguientes definiciones son aplicables en el ámbito del presente Acuerdo.

**Reciclaje.** - Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de desechos, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas tales como proceso de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

**Recolección.** - Acción de acopiar, recoger los neumáticos usados al equipo destinado a transportarlo a las instalaciones de almacenamiento, eliminación, o a los istios de disposición final.

**Reúso.** - Utilización de neumáticos usados o de materiales presentes en ellos, en su forma original o previa preparación, como materia prima en un proceso de producción.

**Sistemas de eliminación.** - Abarcan tanto las operaciones que dan como resultado la eliminación final del neumático usado, como las que dan lugar a la recuperación, el reciclaje, la regeneración y reutilización.

- **Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD (Última modificación 2019)**
- **Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización**
- **Título I**
- **Principios generales**

**Artículo 4.-** Fines de los gobiernos autónomos descentralizados. - Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados:

d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable;

f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos y la garantía de su derecho a la vivienda en el ámbito de sus respectivas competencias.

- **Normas técnicas ecuatorianas para la fabricación de bloques**

Se hace referencia del procedimiento correcto para la fabricación de bloques tradicionales cumplimiento los estándares de calidad vigentes en el Ecuador.

- NTE INEN 872 (Áridos para hormigón. Requisitos).
- NTE INEN 696-1 (Análisis granulométrico en los áridos fino y grueso)
- NTE INEN 857 (Determinación de la densidad, densidad relativa y absorción del árido grueso).
- NTE INEN 855 (Determinación de las impurezas orgánicas en el árido fino)
- NTE INEN 856 (Determinación de la densidad, densidad relativa y absorción del árido fino).
- NTE INEN 152 (Cemento Portland. Requisitos)
- NTE INEN 156 (Densidad del cemento).
- NTE INEN 3066 (Bloques de Hormigón. Requisitos y Métodos de ensayo).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### **3.1. Metodología de la investigación.**

Este proyecto de investigación está orientado a desarrollar un material de construcción que reutilizará desechos o residuos inorgánicos para elaborar un material alternativo que aportará en el sector de la construcción y también contribuirá en parte con el medio ambiente. A través de una metodología deductiva, se extraerán las soluciones, formas y procesos para contribuir una solución a la interrogante planteada, además irá de lo general a lo más específico.

#### **3.2. Tipos de Investigación.**

Este trabajo de investigación se regirá de acuerdo a los siguientes tipos de investigación:

Investigación **Experimental**, debido a que se verificará la información y se realizan repeticiones de los experimentos para verificación de las hipótesis. De esta manera, se podrá conocer de forma específica cómo será desarrollado el presente estudio y se observarán los efectos o reacciones que se producen a partir del desarrollo de la propuesta.

Investigación **Descriptiva** debido a que se especificarán las particularidades de una situación a partir de la formulación de una idea de carácter vinculada y consolidada. Además, se especificarán las cualidades o tipologías más relevantes del fenómeno de estudio que se somete a análisis.

Investigación **Documental** puesto que recopilarán y referenciará la literatura extraída a partir de libros, artículos, revistas y documentos de bibliotecas electrónicas que servirán de bases teóricas para desarrollar el presente estudio.

#### **3.3. Enfoque de la Investigación.**

El enfoque que utilizará el presente trabajo de investigación será el cuantitativo. La metodología cuantitativa se basa en recoger y difundir datos numéricos entre grupos seleccionados. Con base en lo expuesto anteriormente, el estudio será fundamentado en mediciones objetivas, análisis estadísticos e instrumentos con preguntas dirigidas a resolver el fenómeno de estudio. Se trabajará con una muestra aleatoria estratificada puesto que se escogerán participantes de diversos estratos para ejecutar la investigación.

### **3.4. Técnicas e instrumentos.**

#### **3.4.1 Observación.**

Se centra en la recolección de datos libre de sesgos y permite al investigador obtener la información necesaria relacionada con el fenómeno a estudiar.

#### **3.4.2 Encuesta.**

La encuesta es una técnica utilizada en la investigación cuantitativa que se caracteriza por una serie de procedimientos estandarizados a través de los cuales se recogen datos sobre el objeto de estudio que, posteriormente, se procesan y analizan. El instrumento aplicado en la presente investigación sigue los criterios de Likert, método de medición que evalúa la opinión y actitud de la muestra a estudiar.

### **3.5. Población y Muestra.**

#### **3.5.1 Población.**

En un estudio la población corresponde al conjunto de personas que tienen similares características comunes y que son observables por el investigador. En el caso de la presente investigación, la población estará conformada por los profesionales del sector de la construcción de la ciudad de Guayaquil.

#### **3.5.2 Muestra**

La muestra corresponde al estrato de la población que se selecciona para recopilar la información, en este caso, se tomará una muestra aleatoria para la aplicación de la encuesta, puesto que se escogerán participantes de diversos estratos para ejecutar la investigación. La muestra del presente estudio es de 100 profesionales de la construcción de la ciudad de Guayaquil.

### **3.6 Procesamiento y análisis de resultados.**

Después de haber realizado las encuestas a los 100 profesionales de la construcción de la ciudad de Guayaquil (Anexo 1), se procedió a realizar en análisis de resultados con su respectiva tabulación.

## ENCUESTA DIRIGIDA A PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN

1.- ¿Qué tan de acuerdo está en utilizar en sus construcciones, ampliaciones y remodelaciones bloques de hormigón?

Tabla 10: Pregunta 1

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	100	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

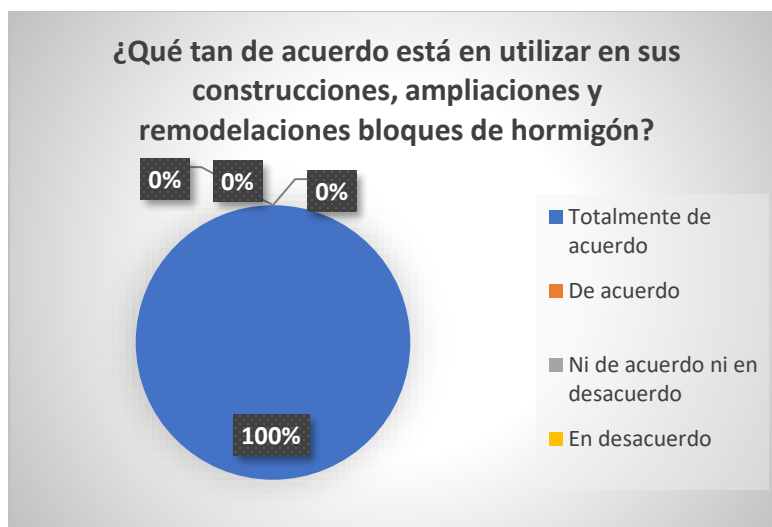


Figura 4: Gráfico pregunta 1  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

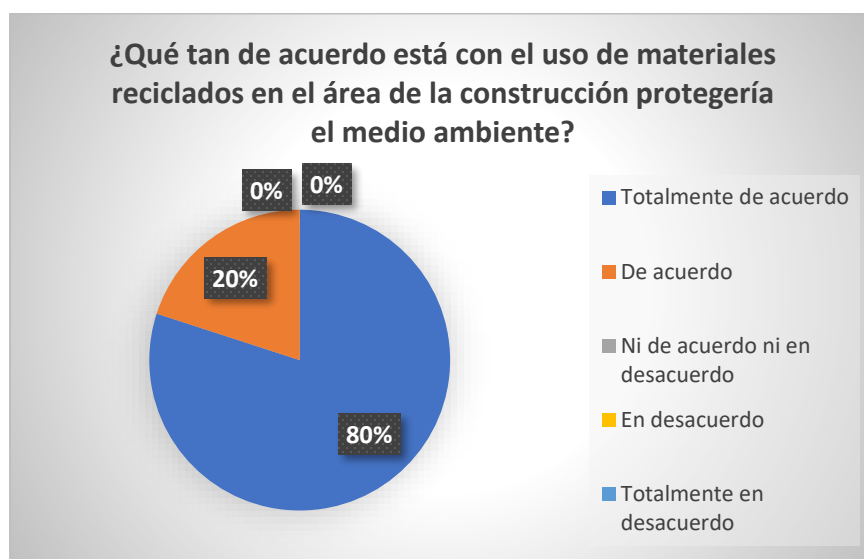
**Análisis:** El 100% de los entrevistados utilizan en sus construcciones, ampliaciones y remodelaciones bloques de hormigón.

**2.- ¿Qué tan de acuerdo está con el uso de materiales reciclados en el área de la construcción protegería el medio ambiente?**

*Tabla 11: Pregunta 2*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Totalmente de acuerdo	80	80%
De acuerdo	20	20%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



**Figura 5: Gráfico pregunta 2.**  
*Elaborado por:* Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

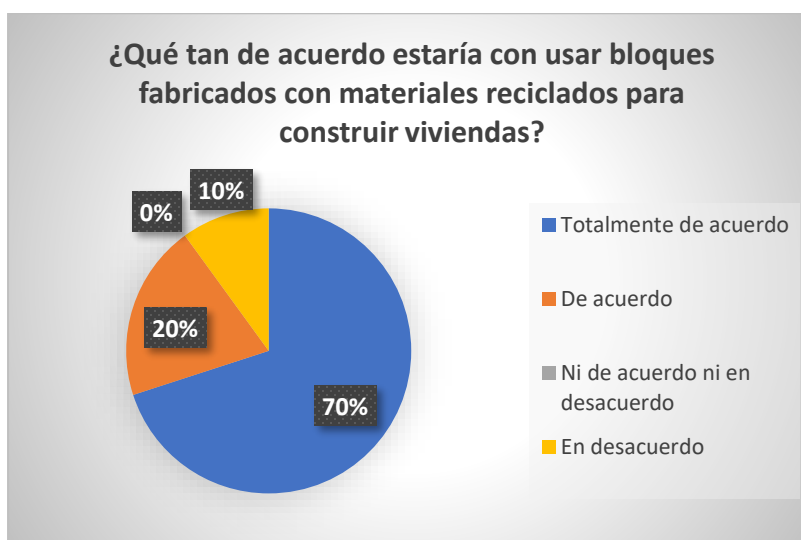
**Análisis:** Del 100% de los encuestados en esta pregunta el 80% expresa que está totalmente de acuerdo que al usar materiales reciclados en el área de la construcción protegería el medio ambiente, mientras que el 20% está de acuerdo.

### 3.- ¿Qué tan de acuerdo estaría con usar bloques fabricados con materiales reciclados para construir viviendas?

*Tabla 12: Pregunta 3*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	70	70%
De acuerdo	20	20%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	10	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



*Figura 6: Gráfico pregunta 3.*  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

**Análisis:** El 70% de los encuestados está totalmente de acuerdo en usar bloque fabricados con materiales reciclados para construir viviendas, mientras que 20% está de acuerdo y el 10% en desacuerdo.

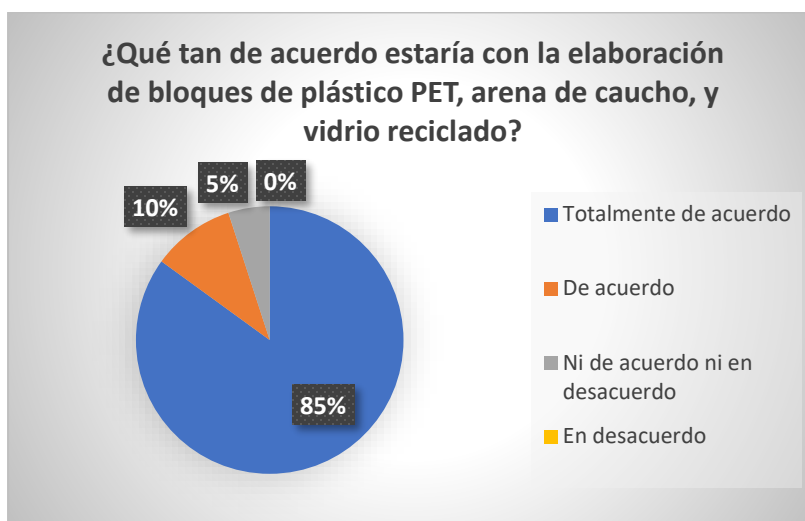


**4.- ¿Qué tan de acuerdo estaría con la elaboración de bloques de plástico PET, arena de caucho, y vidrio reciclado?**

**Tabla 13: Pregunta 4**

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	85	85%
De acuerdo	10	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	5%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



**Figura 7: Gráfico pregunta 4.**  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

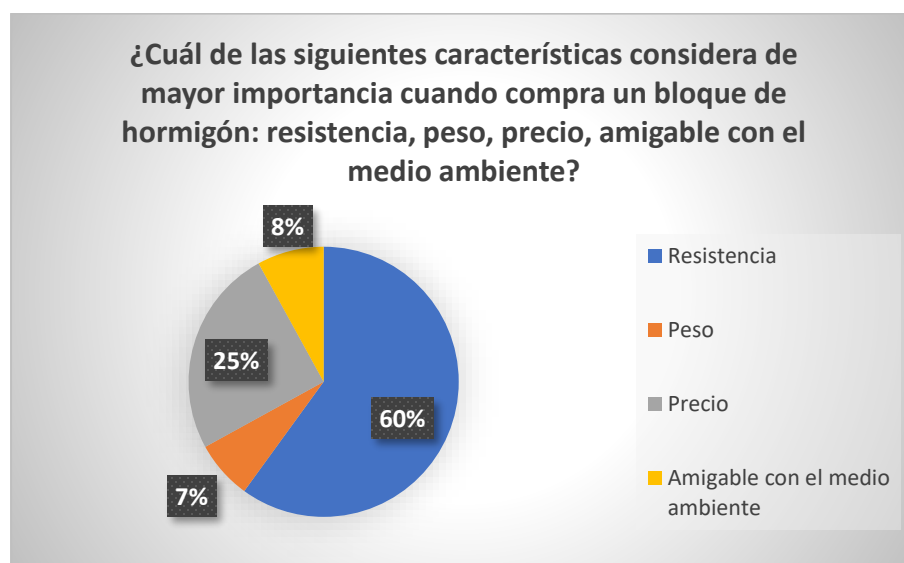
**Análisis:** El 85% de los encuestados totalmente está de acuerdo que se podría fabricar bloques con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado, mientras que el 10% está de acuerdo y el 5% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo.

**5.- ¿Cuál de las siguientes características considera de mayor importancia cuando compra un bloque de hormigón: resistencia, peso, precio, ¿amigable con el medio ambiente?**

*Tabla 14: Pregunta 5*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Resistencia	60	60%
Peso	7	7%
Precio	25	25%
Amigable con el medio ambiente	8	8%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



*Figura 8: Gráfico pregunta 5.*  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

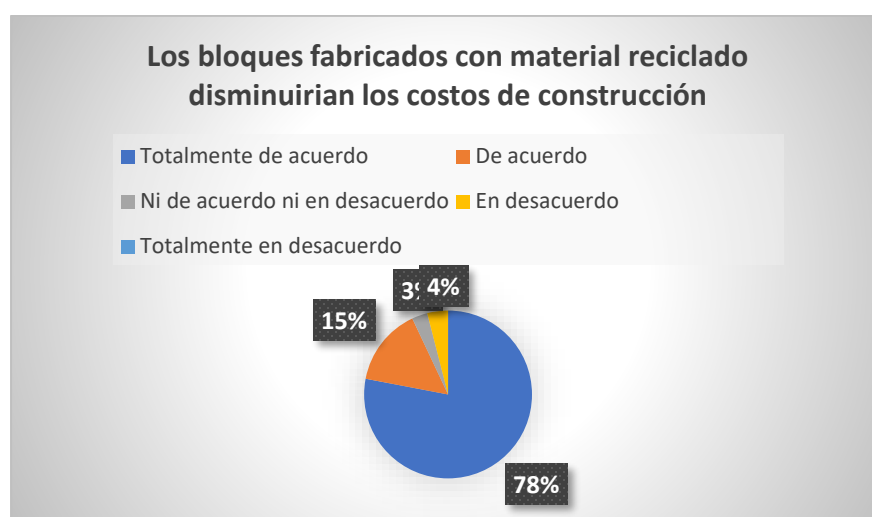
**Análisis:** Los encuestados mencionan que ellos consideran de mayor importancia al comprar un bloque el 60% por su resistencia, el 25% por su precio, el 8% por ser amigable con el medio ambiente, el 7% por su peso.

**6.- ¿Cree que los bloques fabricados con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado disminuirían los costos de construcción?**

*Tabla 15: Pregunta 6*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	78	78%
De acuerdo	15	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	3%
En desacuerdo	4	4%
Totalmente en desacuerdo		
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



*Figura 9: Gráfico de pregunta 6.  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

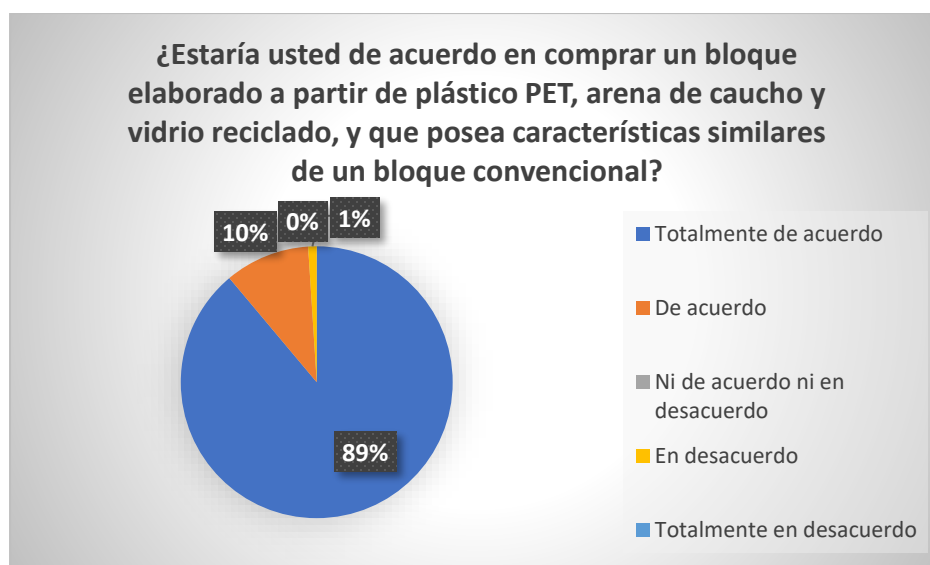
**Análisis:** El 78% de los encuestados están totalmente de acuerdo que estos tipos de bloques disminuirán los costos de construcción, también el 15% están de acuerdo, el 3% no están de acuerdo ni en desacuerdo mientras que el 4% está en desacuerdo.

**7.- ¿Estaría usted de acuerdo en comprar un bloque elaborado a partir de plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado, y que posea características similares de un bloque convencional?**

**Tabla 16: Pregunta 7**

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	89	89%
De acuerdo	10	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	1	1%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



**Figura 10: Gráfico pregunta 7.**

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

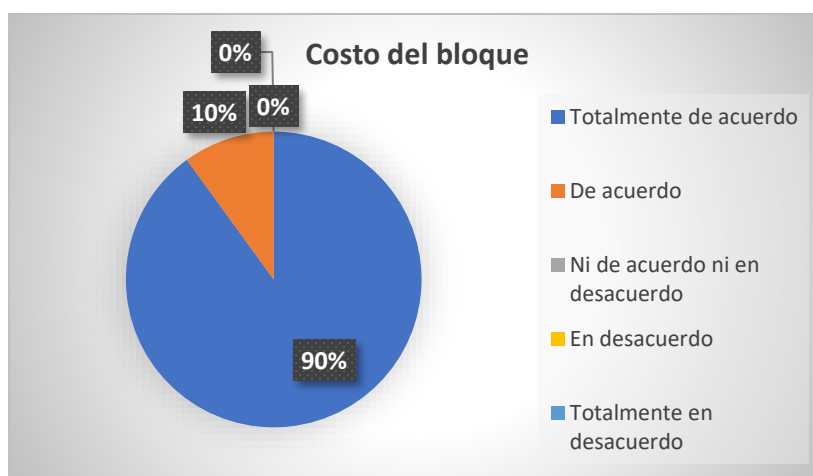
**Análisis:** El 89% de los 100 encuestados está totalmente de acuerdo en comprar un bloque que tenga como componente plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado con tal que posea características similares de un bloque convencional, el 10% está de acuerdo, mientras que el 1% en desacuerdo.

**8.- ¿Qué tan de acuerdo estaría en pagar US\$0,37 por el bloque fabricado con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado?**

*Tabla 17: Pregunta 8*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	90	90%
De acuerdo	10	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



*Figura 11: Gráfico pregunta 8.*

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

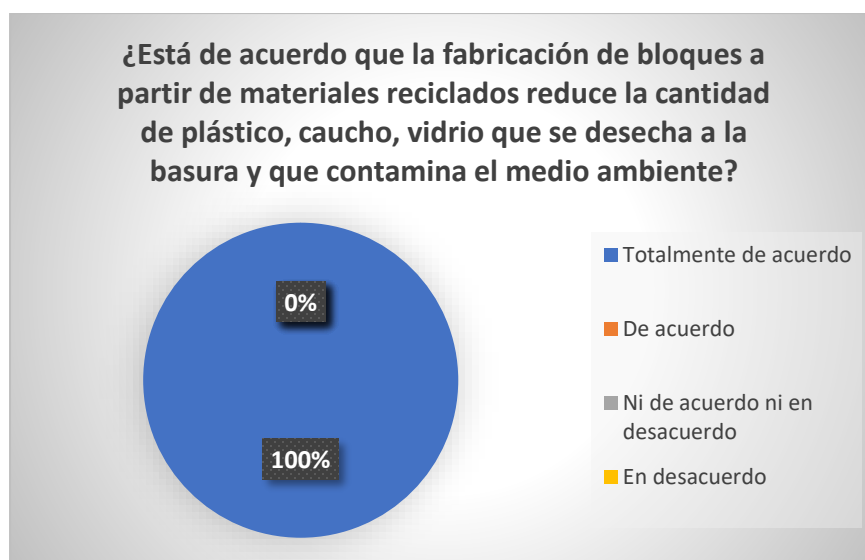
**Análisis:** El 90% de los encuestados está totalmente de acuerdo en pagar por el bloque fabricado con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado US\$0,37 al igual que el 10% están de acuerdo en este precio.

**9.- ¿Está de acuerdo que la fabricación de bloques a partir de materiales reciclados reduce la cantidad de plástico, caucho, vidrio que se desecha a la basura y que contamina el medio ambiente?**

*Tabla 18: Pregunta 9*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	100	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



*Figura 12: Gráfico pregunta 9.*  
 Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

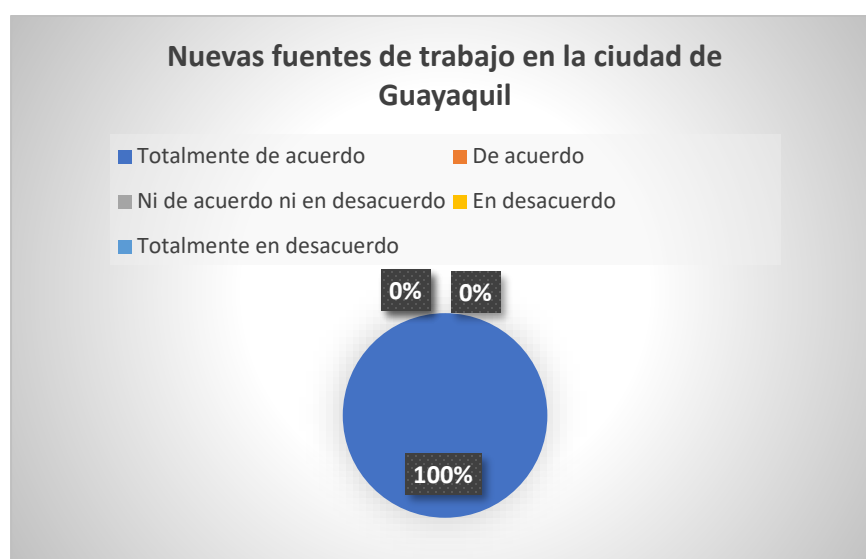
**Análisis:** El 100% de los encuestados está de acuerdo que, con la fabricación de los bloques, se estaría reduciendo la cantidad de plástico, caucho y vidrio que se desecha a la basura contaminando el medio ambiente.

**10.- ¿Qué tan de acuerdo está con que, con la fabricación de bloques a partir de material reciclado, se están abriendo nuevas fuentes de trabajado en la ciudad de Guayaquil?**

*Tabla 19: Pregunta 10*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	100	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)



*Figura 13: Gráfico pregunta 10.*  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

**Análisis:** El 100% de los encuestados están totalmente de acuerdo que con la fabricación de estos bloques estarían abriendo nuevas fuentes de trabajo para la ciudad de Guayaquil.

## **CAPITULO IV**

### **LA PROPUESTA**

#### **4.1 Tema.**

“Diseño de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción”.

#### **4.2 Descripción de la propuesta.**

En el presente proyecto de investigación se decidió fabricar un bloque con materiales reciclables a fin de que llegue al mercado una mezcla diferente de componentes que al ser reutilizados generen un bajo costo, se brinde una nueva oportunidad materiales desechados y se consiga un prototipo para el sector de la construcción que a su vez contribuya en una ayuda al medio ambiente.

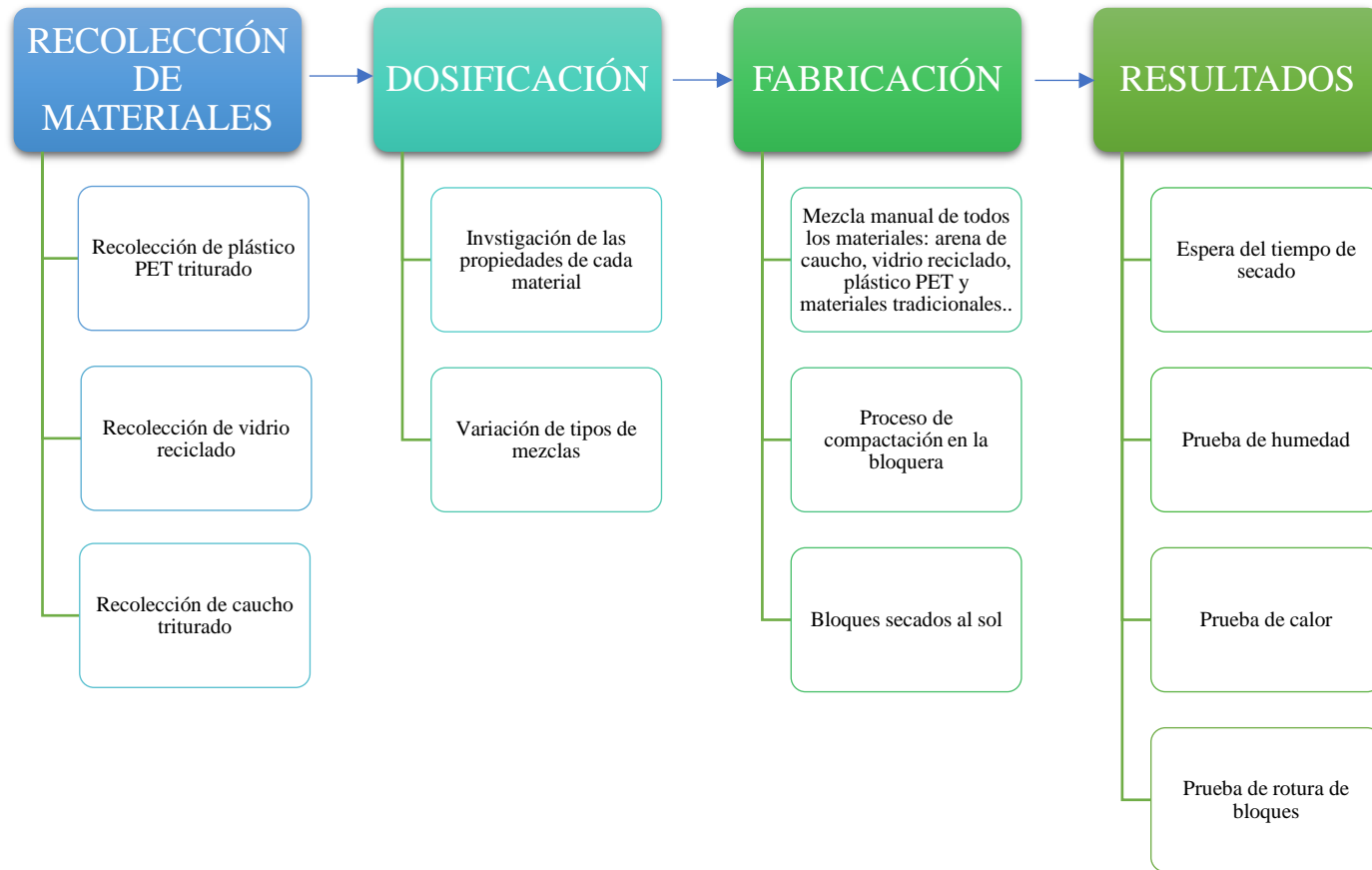
Para la elaboración de este bloque se utilizó arena de caucho, que implica pasar dicho material por un proceso de doble triturado para su reutilización, además, se adicionó plástico PET, que es un elemento muy común en la creación de materiales ecológicos y vidrio reciclado a fin de utilizar en el proceso más materiales que puedan ser reciclados para dar vida a un material dándole así un nuevo valor a elementos contaminantes que anteriormente se desechaban por no encontrarles otro uso.

Actualmente la arquitectura está buscando soluciones para problemas habitacionales, proponiendo el uso de materiales eco-amigables con el medio ambiente, abriéndole paso a diversos productos derivados del reciclaje con similares características y propiedades que los tradicionales. Por esta razón surge la propuesta de la elaboración de un bloque que tiene como objetivo la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, reutilizar de materiales contaminantes como neumáticos, vidrio y plástico, convertidos en arena de caucho, PET, vidrio reciclado; combinados con materiales tradicionalmente como el cemento, arena, agua, cascajo; dando como resultado un producto más barato y calificado para la construcción.



### 4.3 Diagrama de flujo del proceso.

A continuación, se detallará el proceso de elaboración del bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclado para el sector de la construcción.



**Figura 14: Diagrama de flujo del proceso.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

#### 4.4 Materiales reciclados utilizados en el bloque

*Tabla 20: Materiales reciclados utilizados en el bloque.*

<b>Materia Prima</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Equipos</b>	<b>Obtención de los componentes para la mezcla</b>	<b>Observaciones</b>
Arena de caucho	Pala			
	Balde			
	Sacos		Obtenido en fábrica.	Granulometría 2 mm – 6 mm
	Balanza			
	Mascarilla			
Plástico PET	Pala			
	Balde			
	Sacos		Obtenido en fábrica.	Sacos de 50 kg
	Balanza			
	Mascarilla			
Vidrio	Guantes			
	Gafas de protección			
	Combo			Utilización de combo para disminuir el tamaño del vidrio.
	Sacos		Reciclaje de vidrio.	
	Pala			
	Balanza			
	Mascarilla			

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

## 4.5 Recolección de materia prima

- **Plástico PET**

El plástico PET se obtiene a partir de botellas de aceite, agua, jugo, gaseosas, etiquetas, shampoo y detergentes; envases de productos cosméticos y medicamentos y fibras de poliéster utilizadas en la fabricación de ropa. Es así que se recolectaron, lavaron y secaron estos envases para entregarlos a una compañía ubicada en Durán para triturarlos.



*Figura 15: Plástico PET triturado*  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Arena de Caucho**

Tras la recolección de neumáticos, se procedió a triturar el caucho. Este material es un compuesto de gránulos y polvo de caucho vulcanizado procedente de la trituración mecánica a temperatura ambiental, de neumáticos fuera de uso, el cual no es considerado tóxico, ni explosivo, ni presenta riesgo alguno en la manipulación del mismo. La granulometría que se usará para el bloque que se propone es de 2mm-6mm.



*Figura 16: Caucho reciclado*  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Vidrio Reciclado**

El vidrio fue regalado por un arquitecto conocido por el equipo investigador, debido a que en la construcción en la que se encontraba supervisando, este material iba a ser desechado.



**Figura 17: Vidrio reciclado**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Agregados a las materias prima para la mezcla del bloque**

Para la elaboración del prototipo de bloque a partir de material reciclado para el sector de la construcción de viviendas, se utilizaron materiales tradicionales como el cemento, agua, arena y chasqui o cascajo. También se añadió, en mayores cantidades, arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclado, elementos principales para su elaboración.



**Figura 18: Materia prima**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Tratamiento del vidrio**

Debido a que el tamaño del vidrio reciclado era más grande del requerido, se lo cortó en varios pedazos y, posteriormente, se procedió a guardarlos en sacos. Para disminuir el tamaño de este material y poder utilizarlo en la mezcla, se usó un combo. Con el propósito de prevenir accidentes, se utilizaron gafas de protección, casco, botas y mascarillas.



*Figura 19: Vestimenta utilizada con el tratamiento del vidrio.  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*



*Figura 20: Reducción del tamaño del vidrio.  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Herramientas necesarias para la elaboración del bloque**

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

**Palas:** necesarias en la recolección y mezcla del plástico PET, arena de caucho, vidrio reciclado, cemento, agua, arena y cascajo o chasqui.



*Figura 21: palas.*

*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

**Sacos:** para almacenar los materiales reciclados.



*Figura 22: sacos.*

*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

**Balanza:** utilizada para determinar el gramaje de los materiales a usar en cada una de las pruebas.



**Figura 23: Balanza**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

**Carretilla:** usada para la transportación de los bloques.



**Figura 24: Carretilla.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

**Balde:** utilizado para receptor la medida exacta de agua necesaria en la elaboración de los bloques.



*Figura 25: Balde.*

*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

**Espátula:** herramienta utilizada para emparejar o nivelar la mezcla en la bloquera.



*Figura 26: Bailejo*

*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Maquinarias para la elaboración del bloque**

En la elaboración de los bloques con materiales reciclados como el plástico PET, arena de caucho, vidrio reciclado, se utilizaron las siguientes maquinarias:

**Bloquera:** Esta maquinaria se encarga de compactar el material mezclado en la forma y tamaño establecidos.

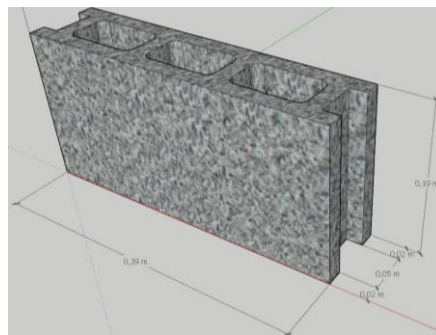




**Figura 27: Bloquera**  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

- **Moldeado y fabricación del bloque**

El bloque a elaborar es el tipo B, cuyas dimensiones son: 0.39m x 0.19 m x 0.09 m.



**Figura 28: Bloque tipo B**  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

Una vez dosificada la cantidad de los materiales reciclados a utilizar en la elaboración del bloque, se procedió a mezclarlos manualmente junto con el cemento, arena y cascajo o chasqui. Posteriormente, se añadió agua. De esta manera, se logró homogeneidad en mezcla.



**Figura 29: Mezcla manual de los materiales**  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

Una vez que la mezcla estuvo lista, se llenaron los moldes en la bloquera tomando en cuenta que no quede ningún espacio vacío y que esté nivelado. En este procedimiento se usaron una pala y una espátula.



*Figura 30: Colocación de la mezcla en la bloquera .  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

Luego de verificar que todo esté lleno se bajó la palanca de la bloquera para la debida compactación de los bloques.



*Figura 31: Compactación de bloques  
Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

Como último paso se desmoldaron los bloques y luego se los retiró con la ayuda de una carretilla para ubicarlos en un lugar donde puedan terminar su proceso de secado.



**Figura 32: Desmolde de bloques**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*



**Figura 33: Traslado de bloques para secado.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

#### 4.6 Dosificación de muestras.

A continuación, se detallan las descripciones y evaluaciones de cada muestra del bloque elaborado a partir de plástico PET, vidrio reciclado y arena de caucho.

- **Muestra 1**

En la primera muestra el bloque se constituyó por:

**Tabla 21: Descripción Muestra 1.**

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	5.2 kg
Plástico PET	5.2 kg
Vidrio	5.2 kg
Cemento	3 kg
Chasqui	5.9 kg
Agua	1 galón

**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**

En esta primera muestra se llegó al punto de fallo, debido a que se incorporó demasiado material reciclado y se sustituyó la arena comúnmente usada para la fabricación de bloque por la arena de caucho. El bloque no fraguó, mostrando un tono oscuro en su composición revelando así la saturación del agua en el elemento.



**Figura 34: Muestra 1.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Muestra 2**

En la segunda muestra el bloque se constituyó por:

**Tabla 22: Descripción Muestra 2.**

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	4 kg
Plástico PET	4 kg
Vidrio	4 kg
Cemento	3 kg
Chasqui	5.5 kg
Arena	5 kg
Agua	1 galón

**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**

En la segunda muestra se agregó la arena, así como también se hizo una variación en la cantidad para ver los resultados obtenidos donde se apreció que el bloque, esta vez, pudo fraguar, pero se notó que no se podía manipularlo sin protección debido a que el vidrio estaba muy expuesto.



**Figura 35: Muestra 2.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Muestra 3**

En la tercera muestra el bloque se constituyó por:

**Tabla 23: Descripción Muestra 3.**

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	3 kg
Plástico PET	3 kg
Vidrio	3 kg
Cemento	2.5 kg
Chasqui	10 kg
Arena	5 kg
Agua	1 galón

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

Se continuó bajando la cantidad del material de reciclaje para obtener una muestra que pueda compactarse y mezclarse fácilmente con los demás elementos y evitar lesiones al manipularlo, pero se notó que la muestra no obtenía el resultado que deseado.



**Figura 36: Muestra 3.**  
**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**

- **Muestra 4**

En la cuarta muestra el bloque se constituyó por:

*Tabla 24: Descripción Muestra 4.*

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	5 kg
Plástico PET	5 kg
Vidrio	5 kg
Cemento	3.5 kg
Chasqui	5.5 kg
Arena	8 kg
Agua	1 galón 2 litros

**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**

Esta vez se notó que la mezcla del material obtuvo el resultado deseado, permitiendo la manipulación del bloque, fraguando correctamente y obteniendo un aspecto muy similar al de un bloque normal.



**Figura 37: Muestra 4.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

- **Muestra 5.**

En la quinta muestra el bloque se constituyó por:

**Tabla 25: Descripción Muestra 5**

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	4.5 kg
Plástico PET	4.5 kg
Vidrio	4.5 kg
Cemento	3 kg
Chasqui	4 kg
Arena	5 kg
Agua	1 galón

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

Se hizo un cambio en la fórmula, bajando la cantidad de arena y materiales de reciclaje para observar si se obtenía el mismo resultado con menos cantidad de elementos. Si bien se obtuvo un resultado similar, en las pruebas de resistencia esta muestra no llegó al resultado esperado.



**Figura 38: Muestra 5.**  
**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

- **Muestra 6**

En la sexta muestra el bloque se constituyó por:

**Tabla 26: Descripción Muestra 6.**

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	4.5 kg
Plástico PET	4.5 kg
Vidrio	4.5 kg
Cemento	4 kg
Chasqui	5 kg
Arena	4 kg
Agua	3 litros

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

Para esta muestra se aumentó las cantidades de cemento, arena y chasqui obteniendo una mezcla que se compactó rápido, pero al dejarla secar se agrietó por falta de agua al momento de su preparación.





**Figura 39: Muestra 6.**  
**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

- **Muestra 7**

En la séptima muestra el bloque se constituyó por:

**Tabla 27: Descripción Muestra 7.**

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>
Arena de caucho	5.1 kg
Plástico PET	5.1 kg
Vidrio	5.1 kg
Cemento	4 kg
Chasqui	4.9 kg
Arena	5.5 kg
Agua	1 galón 2 litros

**Elaborado por:** Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

Esta muestra se realizó con una fórmula similar a una de las anteriores que ya había cumplido con todas las expectativas, esperando abaratar aún más en costos, al reducir arena, chasqui y cemento, pero no se logró el resultado esperando en la prueba de resistencia.



**Figura 40: Muestra 7.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*

#### **4.7 Pruebas realizadas al bloque.**

##### **4.7.1 Prueba de Humedad.**

Según la normativa INEN, la prueba de humedad consiste en sumergir los bloques en agua a cierta temperatura por el lapso de veinticuatro a cuarenta y ocho horas. Luego de eso, se calcula un valor de la masa del bloque estando en completa sumersión y otro peso al sacarlos y dejar secar. Se pudo constatar que el peso del bloque seco, correspondiente a la cuarta muestra, fue de 5 kg. Luego de cumplidas las veinticuatro horas introducido en el agua, obtuvo un peso de 8 kg. Y en el último procedimiento de la prueba de pesarlo pasada una hora, su resultado fue de 6 kg.



**Figura 41: Toma de peso del bloque para prueba de humedad.**  
*Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)*



**Figura 42: Sumersión de bloque por 24 horas.**  
**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**



**Figura 43: Proceso del peso por prueba de humedad.**  
**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**



**Figura 44: Peso del bloque correspondiente a la muestra después de 1 hora de secado.**

**Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)**

#### 4.7.2 Prueba de Compresión.

Previo a detallar el proceso de la prueba de compresión realizada al bloque elaborado a partir de materiales reciclados como plástico PET, vidrio reciclado y arena de caucho, se detallarán los requisitos que los bloques huecos deben cumplir de acuerdo con la normativa NTE INEN-3066 (2016):

*Tabla 28: Prueba de Resistencia.*

<b>Tipo de bloque</b>	<b>Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días (Norma INEN 640)</b>
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

**Fuente:** NTE INEN-3066 (2016)




Se realizó esta prueba para conocer, con exactitud, cuándo las muestras de cada bloque pasan a su etapa de deformación y así determinar cuál de ellos servirá como material constructivo según los parámetros de las normas INEN 3066. Según el informe realizado por GEOCON, este procedimiento implica someter el prototipo de bloque a una fuerza de tracción axial que crece lenta y gradualmente hasta su rotura.

Al finalizar el proceso, se pudo evidenciar que el primer bloque no fraguó haciendo imposible determinar la resistencia requerida para su rotura y los restantes arrojaron resultados diferentes con un comportamiento aproximado de bloques tipo D con una resistencia de 2.5MPa, dejando la muestra cuatro como la que cumplió la carga de rotura que lo clasifica como bloque de tipo B, cuya aplicación lo caracteriza como bloque de mampostería no estructural.



*Figura 45: Prueba de Compresión*  
*Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*

Tabla 29: Informe de Resistencia a la compresión del bloque.

 <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN</b>																
<b>(NORMA INEN 640)</b>																
Consultoría en Geotecnia																
Cliente: Gerardo																
Fiscalización: -																
Obra: Tesis																
Localización: -																
Fecha: 10 de Diciembre de 2021																
Informe # 40345																
Número	Procedencia	COLOR	FECHA DE RECEPCIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE ROTURA	L (cm)	b (cm)	h (cm)	AREA Bruta (cm <sup>2</sup> )	AREA Neta (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	PESO (Kg)	RESISTENCIA Bruta Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA Neta Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA MPa (Bruta)	RESISTENCIA MPa (Neta)	ESTRUCTURA
B1	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	-	-	0,00	0,00	0,0	0,0	Bloques de Hormigon 9cm NO FRAGUÓ
B2	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	5,25	4761	1,53	2,74	0,1	0,3	Bloques de Hormigon 9cm
B3	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	19,60	5087	5,70	10,23	0,6	1,0	Bloques de Hormigon 9cm
B4	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	79,60	5741	23,13	41,53	2,3	4,1	Bloques de Hormigon 9cm
B5	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	45,60	5152	13,25	23,79	1,3	2,3	Bloques de Hormigon 9cm
B6	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	42,60	5269	12,38	22,23	1,2	2,2	Bloques de Hormigon 9cm
B7	Ciente	Gris	07/12/2021	10/12/2021	39,00	18,20	9,00	351,00	195,48	47,90	5602	13,92	24,99	1,4	2,5	Bloques de Hormigon 9cm
 																
Ing. Sylvia Vásquez Gerente General																

Elaborado por: Flores, G. y Tenesaca, J. (2022)

#### 4.8 Detalle de costos.

Después de haber realizado las respectivas pruebas y determinar que el bloque más óptimo para diseño es el que pertenece a la muestra 4, se procedió a realizar el análisis de precios unitarios con los valores correspondientes a cada rubro según la dosificación utilizada para este caso:

*Tabla 30: Costos del bloque*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>RUBRO: BLOQUE</b>					
<b>DOSIFICACIÓN</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=(A*B)	RENDIMIENTO (R)	PRECIO (C*R)
Herramienta menor 5% M/O	1	3,13	3,13	0,0029	0,009
Bloquera	1	3,13	3,13	0,0029	0,009
<b>SUBTOTAL (1)</b>					<b>0,018</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=(A*B)	RENDIMIENTO (R)	PRECIO (C*R)
Peón	2	2,66	5,32	0,0067	0,036
<b>SUBTOTAL (2)</b>					<b>0,036</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
Cemento	Kg	3,5	\$ 0,16	\$ 0,56	
Vidrio Reciclado	Kg	5	\$ 0,10	\$ 0,50	
Plastico PET	Kg	5	\$ 0,18	\$ 0,90	
Arena de Caucho	Kg	5	\$ 0,18	\$ 0,90	
Chasqui	Kg	5,5	\$ 0,03	\$ 0,18	
Agua	Litro	6	\$ 0,02	\$ 0,12	
Arena	Kg	8	\$ 0,02	\$ 0,16	
<b>SUBTOTAL (3)</b>				<b>\$ 3,33</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>\$ 3,38</b>	
<b>UNIDADES DE BLOQUES PRODUCIDAS</b>				<b>9</b>	
<b>COSTO UNITARIO POR BLOQUE</b>				<b>\$ 0,38</b>	

*Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*

#### 4.9 Diseños empleando el prototipo de bloque.

A continuación, se presentan los diseños del interior y exterior de una vivienda utilizando el prototipo del a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados:



*Figura 46: Diseño de fachada con nuevo prototipo  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*



*Figura 47: Diseño frontal de fachada de vivienda con el prototipo de bloque.  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*





*Figura 48: Perspectiva de vivienda*  
*Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*



*Figura 49: Perspectiva de vivienda.*  
*Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*



***Figura 50: Vista posterior de vivienda.  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)***



***Figura 51: Perspectiva interior de sala de vivienda.  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)***



*Figura 52: Perspectiva interior de sala, comedor y cocina de vivienda.  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*



*Figura 53: Perspectiva interior de cocina de la vivienda  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*



*Figura 54: Perspectiva interior del dormitorio máster de la vivienda.  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*



*Figura 55: Perspectiva interior del dormitorio de la vivienda.  
Elaborado por: Flores & Tenesaca (2022)*

## CONCLUSIONES

Con la fabricación del bloque elaborado con plástico PET, arena de caucho, vidrio reciclado y materiales tradicionales se obtuvo un material de igual calidad que los habituales utilizando componentes producto del reciclaje con el fin de descontaminar el medio ambiente.

Al investigar las propiedades del plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado elementos necesarios para la fabricación del bloque se determina que no son elementos contaminantes y de larga duración que pueden ser utilizados en la construcción.

Se realizaron varias pruebas con diferentes dosificaciones de materiales, siendo la muestra 4 la que obtuvo mejor resultado.

Los resultados de la resistencia a la compresión de bloques huecos de hormigón, demostraron que la muestra B4 obtuvo la mejor Resistencia bruta KgIcm<sup>2</sup> (41,53), Resistencia MPa Bruta (2,3), Resistencia MPa Neta (4,1).

El costo del bloque es de US\$0,38 centavos de dólar mientras que en mercado el precio unitario es de US\$0,64

## **RECOMENDACIONES**

Los profesionales del sector de la construcción, deberían estar consciente del cuidado del medio ambiente y utilizar en sus proyectos arquitectónicos materiales reciclados que permitan disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Comprometer a los docentes universitarios a motivar a los estudiantes a realizar investigaciones utilizando materiales de desecho.

Para futuras investigaciones se recomienda realizarlas a partir de las dosificaciones del bloque número 4 del presente estudio realizado con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado y materiales tradicionales.

El bloque elaborado con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado se recomienda que sea utilizado en las construcciones de viviendas por su bajo costo, durabilidad y de proporciones similares al fabricado según las normas INEN nacionales.

## **Bibliografía**

Abraham, E., Cherian, B., Elbi, P., Pothen, L., Thomas, S. (2011). Recent Advances in the Recycling of Rubber Waste. *Transworld Research Network*, 47-100.

Adhikari, B., De, D. y Maiti, S. (2000). Reclamation and Recycling of Waste Rubber. *Progress in Polymer Science*, (25) 7, 909-948. [https://doi.org/10.1016/s0079-6700\(00\)00020-4](https://doi.org/10.1016/s0079-6700(00)00020-4)

Alvarado, A., & Rivera, C. (2022). Elaboración de tejas con residuos de neumáticos y PET reciclados para viviendas en Guayaquil. *Elaboración de tejas con residuos de neumáticos y PET reciclados para viviendas en Guayaquil*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4990>

American Society for Testing Materials (ASTM). (2018). Especificación normalizada de agregados para concreto. *ASTM*, C33-03.

Andrés, T. (2021). *Descubre cuál es el proceso de reciclaje del vidrio*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/descubre-cual-es-el-proceso-de-reciclaje-del-vidrio/>

Angumba, P. (2016). Ladrillos reciclados con plástico PET reciclado para mampostería no portante. [*Tesis de Masterado*]. Univesidad de Cuenca. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25297>

Arias, F. (2016). *El proyeto de investigacion: introduccion a la metodologia cientifica*. Caracas: EPISTEME.

Asociacion Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio. (s.f.). *Asociacion Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio*. Retrieved from Asociacion Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio: <http://www.anfevi.com/el-envase-de-vidrio/historia/#:~:text=Los%20restos%20de%20vidrio%20m%C3%A1s,empleaba%20la%20t%C3%A9cnica%20del%20moldeado>.

Bartolomé, M. (2018). *Construcción low cost. Reciclado de botellas Pet para su aplicación en el campo de la construcción y las instalaciones*. Univesidad de Valladolid. Obtenido de: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/32148>

- Bolaños, J. J. (2019). *Reciclado de Plástico PET*. Universidad Católica San Pablo.  
Obtenido de:  
[http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS\\_ZE\\_A\\_JUA\\_PET.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS_ZE_A_JUA_PET.pdf)
- Bloqueras. (s.f.). *Bloques de Concreto*. <https://bloqueras.org/bloques-concreto/#:~:text=Las%20medidas%20o%20dimensiones%20de,15x20x40%20cm%20y%2020x20x40%20cm>.
- Capcha, K. (2018). *Dieño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado*. [Tesis de Pregrado]. Universidad César Vallejo. Obtenido de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/36367>
- Castro, K., & Farfán, I. (2020). *Elaboración de eco-bloques a base de caucho triturado y aserrín para viviendas de interés social*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Obtenido de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3729>
- Catalán, C. (2013). *Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30*. Universidad Austral de Chile. Obtenido de:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfic357e/doc/bmfic357e.pdf>
- Chávez, B. (2021). *Evaluación de las propiedades mecánicas en bloques de concreto tipo P incorporando vidrio triturado*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8922>
- Chóez, B. y Torres, C. (2020). *Elaboración de un prototipo de panel decorativo de hormigón con vidrio pulverizado y tubos de cartón reciclado para viviendas de interés social* [Tesis de Grado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte].  
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2773>
- Cruz, J. (8 de julio de 2015). *Bloques de hormigón -Blocks de Construcción* [Diapositiva de PowerPoint].  
SlideShare. <https://es.slideshare.net/IngJoseLuisCruzM/bloques-de-hormign-blocks-de-construccin>
- Echeverría, E. (2017). *Ladrillos de Concreto con Plástico PET reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1501>



- Espinosa, A. (s.f.). Los plásticos [en línea]. Recuperado de:  
<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgoysiv/files/2014/03/3o-ESO-apuntes-de-PLaSTICOS.pdf>
- Espinoza, E. (2017, junio). *Estudio de vidrio reciclado como componenre para la Elaboración de cementos terciarios*. Obtenido de:  
[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7283/Estudio\\_vidrio\\_reciclado\\_c](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7283/Estudio_vidrio_reciclado_c)
- Espinoza, E. (2017). Estudio de Vidrio Reciclado como componente para la Elaboración de Cementos Terciarios. [Tesis de Pregrado]. Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/2238/7283>
- Farfán, J. (2019). Uso de caucho reciclado y tereftalato de polietileno (PET), para la elaboración de ladrillos ecológicos a nivel artesanal en el distrito de Chorrillos. [Tesis de Pregrado]. Universidad César Vallejo. Obtenido de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/42438>
- Féliz, J., & Sánchez, Y. (2020). *Influencia del vidrio crudo molido reciclado como agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo de concreto para muros portantes*. Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de:  
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7335>
- Frómata-Salas, Z., Vidaud-Quintana, I., Font-Morales, E., & Negret-Ortiz, D. (2020). Empleo del vidrio reciclado triturado en sustitución parcial del áridofino para elaborar hormigón con fines de sostenibilidad. *Ciencia en su PC*, 1(4), 64-81. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/journal/1813/181366194006/html/>
- Gaggino, R., Arguello, R., y Berretta, H. (2007). IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. *Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento* (pp. 906-915). Córdoba, Argentina: Centro Experimental de la Vivienda Económica.
- Gamboa, O. (2005). Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm<sup>2</sup>, caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1468\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf)

- Garzón, J., & Montaña, A. (2014). *Propuesta de un material para la construcción a partir de cemento y el reciclaje de PET*. Universidad Minuto de Dios. Obtenido de:  
[https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/3453/1/TPED\\_GarzonAmayaJulian\\_2014.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/3453/1/TPED_GarzonAmayaJulian_2014.pdf)
- González, M. (2015). Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/10251/55735>.
- Guayanay, C., & Morales, A. (2016). Análisis del comportamiento de hormigón con inclusión de vidrio reciclado en hormigones de resistencia normal. [Tesis de Pregrado]. Universidad Central del Ecuador. Obtenido de:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7398>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales* (NTE INEN 638). [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_638.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_638.pdf)
- Lara, M. (2012). *Estrategia de comunicación de mercadeo con énfasis en la plataforma digital -redes sociales y geolocalización- para Coca-Cola Zero*. Universidad de Costa Rica. Obtenido de:  
<https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/15405/Documento%20Final%20Proyecto%20Graduaci%C3%B3n%20MBA-%20MLARA%202012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Liberio, O. (2018). *Estudio de eco materiales para su aplicación en el diseño de espacios*. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28539>
- López, N. (2016). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cereté – Córdoba. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf>
- Mariano, L. (3 de junio de 2011). *Materiales plásticos, características, usos, fabricación, procesos de transformación y reciclado: Tecnología de los plásticos*. Obtenido de:  
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/poliestireno.html>

- Martín, A. (2015). Aplicación del caucho reciclado como solución. [*Tesis de Pregrado*]. Universitat Politècnica de València. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/10251/55735>
- Martínez, J., & Martillo, J. (2020). *Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Obtenido de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3998>.
- Mora, W. (2016). Concreto Ecológico a partir del material PET, vidrio y tapas de bebidas refrescantes y alcohólicas. [*Tesis de Pregrado*]. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57722>
- Moyano, I., & Páez, E. (2019). Producción de tejas de caucho y PEBD reciclados. Universidad Nacional de Cuyo. Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/13043>
- Muñoz Giraldo, A., & Castaño Campo, M. (2015). Análisis del concreto con tereftalato de polietileno (PET) como aditivo para aligerar elementos estructurales. Universidad Libre. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/10901/17122>
- Palma, J. (2017). *Diseño de viviendas de emergencia, económicas y ecológicas usando materiales reciclados*. Obtenido de: <http://es.scribd.com/doc/104729728/PaperJackieli#scribd>
- Paz, M. (2016). Reciclado de PET a partir de botellas. Universidad Nacional de Córdoba. Obtenido de: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5567/PAZ%2C%20MARIA%20-%20PI%20Reciclado%20de%20PET%20a%20partir%20de%20botellas%20post%20consumo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peláez Arroyave, G., Velásquez Restrepo, S., & Giraldo Vásquez, D. (2016). Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 27-50. doi: <https://doi.org/10.18359/rcin.2143>
- Pinedo, J. (2019). Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018. [*Tesis de Pregrado*]. Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11458/3458>

- Piñeros, M., & Herrera, R. (2018). Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. [Tesis de Pregrado]. Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/10983/22382>
- Puente Ganz, J. (2020). Análisis técnico – económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas. [Tesis de Pregrado]. Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1856>
- Ramírez, I. (2019). Elaboración de placas prefabricadas en base a cemento-arena-malla de acero, para muros y tabiquerías en la construcción de viviendas económicas, Moyobamba 2017. [Tesis de Pregrado]. Universidad César Vallejo. Retrieved from Universidad César Vallejo: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/19182>
- Rubio, M., & Toscano, L. (2017). Diseño de bloques de alivianamiento con vidrio triturado, reciclado. Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11860>
- Silvestre. (2015). Análisis del concreto con tereftalato de polietileno (PET). Obtenido de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17122/AN%C3%81LISIS%20DEL%20CONCRETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suasnavas, D. (2017). Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13224>
- Tam, V., Soomro, M., & Jorge Evangelista, A. (2021). A review of recycled aggregate concrete applications (2000-2017). *Construction and Building*, 172, 272-292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.240>
- Tamayo, R., Guzmán, R., López, A., & Sacari, E. (2022). Efecto reforzante del vidrio reciclado en la elaboración de ladrillos artesanales. *Informe Científico Tecnológico*, 12(1), 111-116. Obtenido de <https://revistas.ipen.gob.pe/ict/article/view/74>
- ULVR. (n.d.). Líneas de Investigación de la Facultad.

Zarate Reyes, A. (2019). *Reformulación de un producto resino a partir del reciclado de polietileno-tereftalato*. Tecnológico de Estudios Superiores Chimalhuacán.

Obtenido de:

<https://acervodigitaleducativo.edugem.gob.mx/handle/acervodigitaledu/62737>

## ANEXOS

### *Anexo 1: Encuesta realizada a Profesionales de la Construcción*



**1.- ¿Qué tal de acuerdo está en utilizar en sus construcciones, ampliaciones y remodelaciones bloques de hormigón?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**2.- ¿Qué tan de acuerdo está con el uso de materiales reciclados en el área de la construcción protegería el medio ambiente?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**3.- ¿Qué tan de acuerdo estaría con usar bloques fabricados con materiales reciclados para construir viviendas?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**4.- ¿Qué tan de acuerdo estaría con la elaboración de bloques de plástico PET, arena de caucho, y vidrio reciclado?**

- Totalmente de acuerdo

- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**5.- ¿Cuál de las siguientes características considera de mayor importancia cuando compra un bloque de hormigón: resistencia, peso, precio, amigable con el medio ambiente?**

**6.- ¿Cree que los bloques fabricados con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado disminuirían los costos de construcción?**

**7.- ¿Estaría usted de acuerdo en comprar un bloque elaborado a partir de plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado, y que posea características similares de un bloque convencional?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**8.- ¿Qué tan de acuerdo estaría en pagar US\$0,37 por el bloque fabricado con plástico PET, arena de caucho y vidrio reciclado?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**9.- ¿Está de acuerdo que la fabricación de bloques a partir de materiales reciclados reduce la cantidad de plástico, caucho, vidrio que se desecha a la basura y que contamina el medio ambiente?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**10.- ¿Qué tan de acuerdo está con que, con la fabricación de bloques a partir de material reciclado, se están abriendo nuevas fuentes de trabajado en la ciudad de Guayaquil?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo