



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCION**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**PROTOTIPO DE BLOQUE ECO-SUSTENTABLE EN BASE DE  
ALMIDON, POLIETILENO TEREFALATO (PET), PAPEL  
RECICLADO Y MATERIAL TRADICIONAL PARA LA  
CONSTRUCCION**

**TUTOR:**

**MSc. ALEXIS WLADIMIR VALLE BENITEZ**

**AUTORES:**

**ALEX JHUBER ALVARADO GUTIEREZ**

**JOSUE ALFONSO TORRES TOAPANTA**

**GUAYAQUIL**

**2021**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible.	
<b>AUTOR/ES:</b> Alvarado Gutierrez Alex Jhuber Torres Toapanta Josue Alfonso	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Msc. Ing. Alexis Wladimir Valle Benítez
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Ingeniero Civil
<b>FACULTAD:</b> FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b> INGENIERIA CIVIL
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2021	<b>N. DE PAGS:</b> 110
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción.	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Prototipo, bloque, Almidón, Contaminación, Construcción.	
<b>RESUMEN:</b> Esta investigación se enfoca en la fabricación de un prototipo de bloque utilizando materiales reciclados, tales como el tereftalato de polietileno (PET), papel y almidón de yuca como un adherente natural, además de los materiales tradicionales que se emplean en el proceso de fabricación del bloque. Esto con el fin de incentivar una construcción innovadora y amigable con el medio ambiente, puesto que cada año se generan millones de toneladas de plástico. La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo o positivista, según este paradigma, se declara una metodología de investigación	

experimental, basada en los ensayos de laboratorio que reflejan si el prototipo de bloque cumple o supera las especificaciones que establece la normativa. De allí, que se pretenda demostrar que los materiales implementados pueden ser utilizados en el bloque, contribuyendo a reducir el impacto ambiental generado por mala disposición de los desechos no reciclados. Los resultados del ensayo a la compresión realizados a los bloques demostraron que la resistencia varía de acuerdo a la cantidad de PET usado, donde la mejor resistencia se obtuvo en la muestra 3. Entre las conclusiones destaca que: todos los bloques elaborados en este proyecto superan la resistencia de 1.4 Mpa, entran en la Categoría tipo C, con lo que según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 3066 pueden ser usados para mampostería no estructural tales como alivianamientos de losas. Con el uso del plástico y del papel mejoran la actividad del reciclaje, logrando reducir la contaminación al medio ambiente.

<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>  Alvarado Gutierrez Alex Jhuber  Torres Toapanta Josue Alfonso	<b>Teléfono:</b>  0981735637  0990337316	<b>E-mail:</b>  aalvaradog@ulvr.edu.ec  jtorresto@ulvr.edu.ec
--	--	---

<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<p>MSC. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción.</p> <p><b>Teléfono:</b> (04) 259 6500 <b>Ext.</b> 241</p> <p><b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p>
------------------------------------	--

## CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

PROTOTIPO DE BLOQUE EN BASE DE ALMIDON, POLIETILENO TEREFALATO (PET), PAPEL RECICLADO Y MATERIAL TRADICIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

### INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[www.vistazo.com](http://www.vistazo.com)

Fuente de Internet

<1%

2

[repositorio.ug.edu.ec](http://repositorio.ug.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

3

[www.pt-mexico.com](http://www.pt-mexico.com)

Fuente de Internet

<1%

4

[repository.unimilitar.edu.co](http://repository.unimilitar.edu.co)

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to ASOCIACION ESCOLAR HELVETIA

Trabajo del estudiante

<1%

6

[repositorio.flacsoandes.edu.ec](http://repositorio.flacsoandes.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

7

[seo.org](http://seo.org)

Fuente de Internet

<1%

[red.uao.edu.co](http://red.uao.edu.co)

Atentamente,



ING. ALEXIS WLADIMIR VALLE BENÍTEZ, MSIG  
PROFESOR TUTOR

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

Los estudiantes egresados **ALEX JHUBER ALVARADO GUTIERREZ Y JOSUE ALFONSO TORRES TOAPANTA** declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible, 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:

**ALEX JHUBER ALVARADO GUTIERREZ**

C.I. 0953313764

Firma:



**JOSUE ALFONSO TORRES TOAPANTA**

C.I. 1207345172

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación PROTOTIPO DE BLOQUE EN BASE DE ALMIDÓN, POLIETILENO TEREFTALATO (PET), PAPEL RECICLADO Y MATERIAL TRADICIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, designado 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: PROTOTIPO DE BLOQUE EN BASE DE ALMIDÓN, POLIETILENO TEREFTALATO (PET), PAPEL RECICLADO Y MATERIAL TRADICIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, presentado por los estudiantes ALEX JHUBER ALVARADO GUTIERREZ Y JOSUE ALFONSO TORRES TOAPANTA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Msc. Ing. Alexis Wladimir Valle Benítez

C.C. 0921620720

## **AGRADECIMIENTO**

En estas líneas quiero agradecer a Dios, el cual me ha dado la fuerza, persistencia cuando me he sentido decaído, luego a mis padres que han sido pilar fundamental en mi vida, apoyándome en cada etapa de mi educación y brindándome apoyo emocional, pero sobre todo gracias infinitas por el amor, y los valores que me han inculcado.

A mis compañeros de curso y amigos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y gratos momentos compartidos.

A mi compañero de tesis Josue Torres con quien tenemos grandes gratos recuerdos desde primer semestre de Universidad, pasando por miedos en algunas materias hasta momentos de risa y alegría que ante todo generan una satisfacción al saber lo que logramos.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, a todos los docentes que nos han brindado sus conocimientos y experiencias reales que ha sido de gran ayuda a nuestra nueva trayectoria profesional.

*Alex Alvarado Gutiérrez*

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por otorgarme salud, sabiduría y dedicación para completar mis estudios exitosamente, y también agradezco a mis padres, que han sido mi soporte y mi sustento a lo largo de la carrera, que en conjunto con sus consejos y conocimientos me formaron desde temprana edad. Y agradezco el apoyo incondicional de mis hermanos.

Agradezco el apoyo de mis compañeros y colegas de la carrera de ingeniería civil, que, con sus conocimientos, compartíamos anécdotas y experiencias en el campo laboral y estudiantil.

Agradezco la amistad que me brindo mi amigo y compañero de titulación, juntos logramos superar obstáculos y adversidades a lo largo de la carrera, así como también gozamos de experiencias y conocimientos inolvidables.

Finalmente quiero darle las gracias a la Universidad y sus docentes, que me impartieron valores y enseñanzas que me ayudaron a formarme como profesional

*Josue Torres Toapanta*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres por su esfuerzo para brindarme la educación. Este título es tanto mío como suyo.

*Alex Alvarado Gutiérrez*

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de Titulación, se lo dedico a Dios y a mis padres, que han guiado y educado a lo largo de mi vida.

*Josue Torres Toapanta*

## INDICE GENERAL

<b>CAPITULO I</b> .....	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Formulación del Problema .....	3
1.4 Sistematización Del Problema .....	3
1.5 Objetivos .....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Justificación.....	4
1.7 Delimitación del Problema.....	5
1.8 Hipótesis.....	5
1.8.1 Variable dependiente .....	5
1.8.2 Variable independiente .....	5
1.9 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	7
Marco teórico .....	7
2.1 Antecedentes .....	7
2.2. Marco teórico referencial .....	7
2.2.1. Referencia de tesis nacionales .....	7
2.2.2. Referencia de tesis internacionales.....	8
2.3. Marco conceptual .....	9
2.3.1 PET (tereftalato de polietileno) .....	9
2.3.1.1 Propiedades físicas y químicas del PET .....	9
2.3.1.2 Proceso para la fabricación y obtención del PET .....	10
2.3.1.3 Reciclaje del PET.....	11
2.3.1.4 Proceso de reciclado del PET .....	13

2.3.1.5 Reciclaje mecánico .....	13
2.3.1.6 Limpieza .....	13
2.3.1.7 Triturado .....	14
2.3.1.8 Lavado.....	15
2.3.1.9 Granceado.....	15
2.3.1.10 El PET y su relación con el medio ambiente.....	15
2.3.2 Papel .....	16
2.3.2.1 Origen del papel.....	18
2.3.2.2 Producción del papel.....	19
2.3.2.3 Proceso productivo del papel .....	19
2.3.2.4 Impacto medioambiental del papel .....	20
2.3.2.5 Características del papel .....	21
2.3.2.6 Tipos de papel .....	22
2.3.3. Almidón.....	23
2.3.3.1 Almidón de yuca en la construcción.....	25
2.3.4. Bloque.....	26
2.3.4.1. Generalidades .....	26
2.3.4.2 Características.....	27
2.3.4.3 Usos .....	28
2.3.4.4 Proceso de fabricación.....	28
2.3.4.5 Dimensiones .....	28
2.3.4.6 Ventajas .....	29
2.4 Marco legal.....	29
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>32</b>
Metodología de la investigación .....	32
3.1 Metodología .....	32
3.2 Tipo de investigación .....	32

3.3 Enfoque de la investigación .....	33
3.4 Técnica e instrumentos.....	34
3.4.1 Técnica.....	34
3.4.2 Instrumento.....	34
3.5 Proceso para la obtención del PET triturado .....	35
3.6 Proceso para la obtención del papel reciclado. ....	36
3.7 Proceso para la obtención del engrudo de almidón de yuca .....	37
3.8 Maquinarias para la elaboración del bloque .....	38
3.9 Ensayos de absorción y compresión del bloque sustentable. ....	39
3.10 Población.....	40
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>52</b>
4.1 Origen de la Propuesta .....	52
4.2 Detalle de la propuesta .....	52
4.2.1 Propuesta 1 .....	53
4.2.2 Propuesta 2 .....	55
4.2.3 Dosificación.....	60
4.2.4 Maquinarias para la elaboración del bloque .....	60
4.2.5 Moldeado y fabricación del bloque .....	61
4.2.6 Característica y evaluación de cada bloque en base a su dosificación. ....	64
4.2.7 Ensayo de resistencia a la compresión .....	69
4.2.8 Ensayo de absorción del bloque .....	72
4.2.9 Presupuesto.....	76
<b>Conclusiones .....</b>	<b>79</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>80</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>85</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Líneas de investigación.....	6
Tabla 2 Contenido de amilosa en los almidones más comunes .....	24
Tabla 3 Características de gránulos de almidón .....	25
Tabla 4 Bloque de Hormigón Conforme a su uso.....	26
Tabla 5 Bloque de hormigón conforme a su densidad.....	26
Tabla 7 Dimensiones de los bloques.....	29
Tabla 8 Procedimiento de obtención del PET triturado para la implementación en el bloque. .....	35
Tabla 9 Proceso para la obtención del papel triturado antes de ser implementado en el bloque .....	36
Tabla 10 Proceso para la obtención del engrudo de almidón de yuca antes de ser implementado en el bloque .....	37
Tabla 11 Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón .....	53
Tabla 12 Dosificaciones utilizadas para la elaboración del bloque .....	60
Tabla 13 Descripción de la muestra 1 .....	64
Tabla 14 Descripción de la muestra 2.....	65
Tabla 15 Descripción de la muestra 3.....	66
Tabla 16 Descripción de la muestra 4.....	67
Tabla 17 Descripción de la muestra 5.....	68
Tabla 18 Descripción de los resultados de la prueba de compresión .....	71
Tabla 19 Descripción de los resultados del ensayo de absorción. ....	74
Tabla 20 Descripción y precios de los materiales que componen el bloque ecológico.....	76
Tabla 21 Descripción de componentes de la Muestra 1. ....	76
Tabla 22 Descripción de componentes de la Muestra 2. ....	77
Tabla 23 Descripción de componentes de la Muestra 3. ....	77
Tabla 24 Descripción de componentes de la Muestra 4. ....	78
Tabla 25 Descripción de componentes de la Muestra 5. ....	78

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Botellas recicladas de PET.....	9
<b>Figura 2:</b> Proceso para la obtención del etilen glicol (EG).....	10
<b>Figura 3:</b> Proceso para la obtención del etilen glicol (EG).....	10
<b>Figura 4:</b> Representación simbólica del PET .....	11
<b>Figura 5:</b> Ecuador avanza en el camino del reciclaje .....	12
<b>Figura 6:</b> Proceso del reciclado del PET .....	13
<b>Figura 7:</b> Reciclado de PET.....	14
<b>Figura 8:</b> Triturador de PET .....	14
<b>Figura 9:</b> Granza reciclada de PET.....	15
<b>Figura 10:</b> Contaminación por Plástico .....	16
<b>Figura 11:</b> El proceso de reciclaje del papel.....	17
<b>Figura 12:</b> Papel del antiguo.....	18
<b>Figura 13:</b> Almidón .....	23
<b>Figura 14:</b> Mezcladora.....	38
<b>Figura 15:</b> Bloquera .....	38
<b>Figura 16:</b> Balanza digital.....	39
<b>Figura 17:</b> Horno .....	39
<b>Figura 18:</b> Prensa hidráulica.....	40
<b>Figura 19:</b> Permisos de construcción según provincias.....	41
<b>Figura 20:</b> cálculo de la muestra.....	41
<b>Figura 21:</b> Plástico en el océano .....	54
<b>Figura 22:</b> Papel manchado con tinta .....	55
<b>Figura 23:</b> Dimensiones del bloque .....	56
<b>Figura 24:</b> PET triturado.....	56
<b>Figura 25:</b> Papel triturado.....	57
<b>Figura 26:</b> Engrudo de almidón de yuca.....	57
<b>Figura 27:</b> Engrudo de almidón de yuca en galones.....	58
<b>Figura 28:</b> Cemento Portland Holcim.....	58
<b>Figura 29:</b> Arena, árido fino .....	59
<b>Figura 30:</b> Piedra pómez, chasqui.....	59
<b>Figura 31:</b> Dimensiones del bloque .....	61
<b>Figura 32:</b> Pesado del PET .....	61

<b>Figura 33:</b> Proceso de mezclado de los materiales .....	62
<b>Figura 34:</b> Maquina que moldea y compacta el bloque .....	62
<b>Figura 35:</b> Tablero con los bloques moldeados y compactados .....	63
<b>Figura 36:</b> Producto final .....	63
<b>Figura 37:</b> Muestra 1.....	64
<i>Figura 38:</i> Muestra 2.....	65
<b>Figura 39:</b> Muestra 3.....	66
<b>Figura 40:</b> Muestra 4.....	67
<b>Figura 41:</b> Muestra 5.....	68
<b>Figura 42:</b> Maquina de ensayo a la compresión .....	69
<b>Figura 43:</b> Bloque ubicado en la máquina de ensayo a la compresión.....	70
<b>Figura 44:</b> Bloque sometido a la compresión .....	70
<i>Figura 45:</i> Determinación del peso del bloque 1 .....	72
<b>Figura 46:</b> Saturación del bloque.....	73
<i>Figura 47:</i> secado del bloque al horno.....	74

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Actividad de reciclaje en la sociedad .....	42
<b>Gráfico 2:</b> Contaminación en el medio ambiente por la mala disposición del plástico (PET) .....	43
<b>Gráfico 3:</b> Contaminación en el medio ambiente por la mala disposición del papel.....	44
<b>Gráfico 4:</b> Materiales reciclados en la construcción.....	45
<b>Gráfico 5:</b> Aplicaciones del almidón de yuca.....	46
<b>Gráfico 6:</b> Fabricación de bloques de hormigón a partir del PET y Papel .....	47
<b>Gráfico 7:</b> Uso del bloque propuesto en la construcción .....	48
<b>Gráfico 8:</b> Uso del bloque propuesto en su vivienda .....	49
<b>Gráfico 9:</b> Reducción de índices de contaminación en el medio ambiente .....	50
<b>Gráfico 10:</b> Importancia de la innovación en nuevos materiales de la construcción.....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Modelo de encuesta Digital.....	88
Anexo 2.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 1.....	89
Anexo 3.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 2.....	90
Anexo 4.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 3.....	91
Anexo 5.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 4.....	92
Anexo 6.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 5.....	93

## INTRODUCCION

Cada año el consumo de plástico y papel aumenta considerablemente, y la contaminación que producen estos materiales nos incentivó a realizar este proyecto de investigación, cuyo propósito fundamental es lograr mitigar el impacto ambiental, beneficiando también al sector de la construcción.

Este proyecto de investigación se fundamenta en proporcionar un prototipo de bloque que pueda ser una alternativa ecológica para ser empleado en la construcción, ya que al poseer componentes reciclados tales como el papel y el plástico PET lo hace amigable con el medio ambiente.

Basados en el argumento anterior, se plantea la fabricación de un bloque, utilizando el plástico PET reciclado, siendo este material uno de los elementos más desechados y por ende es de los que más contaminación provoca, en conjunto implementaremos el papel reciclado, ya que este es otro material que se desperdicia excesivamente, además de la contaminación que genera al no ser reciclado. Por último, se emplea un aditivo natural como lo es el almidón de yuca, aprovechando sus propiedades adherentes en la fabricación del bloque. Cabe recalcar que a través de los ensayos de laboratorio, se obtendrá la dosificación óptima que cumpla con los parámetros normativo para la fabricación del bloque.

La necesidad de cuidar el medio ambiente es clara, es la tendencia a la cual los materiales deben estar ligados, que sean ecológicos y sustentables, para lo cual nuestra prioridad se basa en la elaboración de un prototipo de bloque implementando los materiales reciclables mencionados.

# CAPITULO I

## 1.1 Tema

Prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible.

## 1.2 Planteamiento del Problema

A lo largo de la historia en Ecuador, la implementación del sistema de construcción tradicional ha sido de gran importancia para el desarrollo del país. Sin embargo, al día de hoy este sistema se considera primitivo en comparación al método constructivo en países de primer mundo. (Lara, 2015).

El Arq. (Proaño, 2020) indica que desde el año 2008, Ecuador empezó a experimentar un proceso evolutivo en el desarrollo de las ciudades; en otros términos, se emprendió un proyecto urbanístico cuyo objetivo primordial es fomentar la preservación del patrimonio cultural, promoviendo espacios públicos donde existe seguridad, confort y aporta al desarrollo ecológico.

Sin embargo, en el país no se ha logrado desarrollar del todo esta metodología sostenible. En los últimos años, Ecuador ha presentado un incremento de costo en la construcción, logrando ser menos accesible para la sociedad. No solo accesibilidad económica, sino también el alto impacto ambiental producido por la construcción tradicional.

El plástico, un material con un amplio historial de aplicaciones y usos dentro del medio industrial. Una de las principales propiedades es su maleabilidad, por tanto, puede adquirir diversas formas, por efecto el plástico puede adquirir diversas aplicaciones. Sin embargo, la contaminación que se produce por este material está causando grandes daños dentro de nuestro ecosistema. Según (PNUMA, 2017) programa de la ONU para el Medio Ambiente, cada año se genera alrededor de 300 millones de toneladas de plástico, donde el mayor porcentaje de este componente se sitúa en ríos y mares, ocasionando peligro en la diversidad marina. Según el libro VI de calidad ambiental, en el artículo 27 se considera al plástico dentro de la categoría III, como un impacto medio.

Por otro lado, el papel también cuenta con un amplio historial de aplicaciones en nuestro medio, y no somos conscientes del alto impacto ambiental que genera el uso de este. Iniciando su proceso desde la tala de árboles, siguiendo un proceso de fabricación y concluyendo en el consumo, donde muchas veces llega a ser explotado. Según la información del (eltelegrafo, 2017) Solo el 40% de madera adquirida por la tala de árboles es para fin industrial en la

fabricación de papel, anualmente se pierden 10.000 millones de árboles alrededor del mundo para diferentes funciones, y en futuro no muy lejano las consecuencias serían cruciales.

Según se redacta en el Artículo 28 de la categoría IV del capítulo III del libro VI de calidad ambiental, dentro de esta categoría está toda obra, proyecto o actividades de alto impacto ambiental y todas esas deberán regularizarse mediante el SUIA y obtener una licencia ambiental. La industria papel está dentro de esta categoría, lo cual, al ser de categoría IV es un factor importante a tomar en cuenta ya que su contaminación e impacto al medio ambiente es alta y gran cantidad de papel no se llega a reciclar, provocando alteración y contaminación en diversas áreas que se detallarán más adelante en esta investigación.

Según (COMERCIO, 2017) en el Ecuador se generan alrededor de 4 millones de toneladas de basura al año, sin embargo, no todos estos desechos deberían terminan siendo utilizados para los rellenos sanitarios, dentro del millo de desechos que se generan anualmente, solo un 15% y un 25% son considerados para el reciclaje. El otro porciento se pierde en los desechos comunes cotidianos, los cuales no llegan a ser reciclados.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿De qué manera influirá la elaboración del bloque a base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional al desarrollo de la construcción sostenible?

### **1.4 Sistematización Del Problema**

- ¿Cuáles serían los potenciales impactos ambientales negativos que se producen en el medio ecosistema?
- ¿Cómo se aprovechará el uso de los materiales reciclados, para mitigar el impacto ambiental?
- ¿Cuál será la dosificación optima que se evidenciarán en la fabricación del bloque?

### **1.5 Objetivos**

#### **1.5.1 Objetivo General**

Elaborar un prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible.

#### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Identificar los potenciales impactos ambientales negativos que se producen por los desechos de plástico y papel en el ecosistema.

- Elaborar un modelo de bloque que aproveche el uso de los materiales reciclados para mitigar así el impacto ambiental.
- Establecer la dosificación óptima de la mezcla de hormigón, almidón, PET y papel reciclado para la elaboración del bloque.

### **1.6 Justificación**

Este trabajo de investigación consiste en la fabricación de un bloque ecológico a base de almidón, polietileno tereftalato (PET) y papel reciclado. Promoviendo el desarrollo de la construcción sostenible, cuyo propósito es lograr mitigar el impacto ambiental que se genera a través de los residuos y desechos sólidos no reutilizados; estos bloques podrán ser usados en construcciones de viviendas ya que su resistencia será igual o mayor al bloque tradicional, además ayudará a reducir el problema medioambiental que se genera por el mal uso de los residuos no reciclados de los materiales anteriormente mencionados.

El reciclaje por otro lado, es la actividad que ayuda a reducir el impacto ambiental, ayudando a darle un nuevo uso a los materiales; sin embargo, a pesar del alto reciclaje, el consumo de la materia prima es de alta demanda, dando origen la contaminación del ecosistema.

Por otro lado, a través de la implementación de un material orgánico, como lo es el almidón de yuca para la fabricación del bloque, se busca optimizar recursos, reducir la contaminación y el riesgo de impacto ambiental, e incentivar a futuros proyectos establecer el desarrollo la construcción sostenible como una medida de prevención y cuidado al medio ambiental en el país, basados en la normativa.

Con esta investigación buscamos que el bloque ecológico propuesto, aporta a una construcción sustentable, ya que es necesario elevar consciencia y saber la contribución que aporta el realizar este bloque ecológico en las edificaciones, promoviendo así al desarrollo responsable de país, ya que para ese lado debe inclinarse el planeta.

La investigación promueve la reutilización de materiales como el polietileno tereftalato (PET) y el papel, que es uno de los mayores contaminantes del agua y aire, y el PET el cual proviene del petróleo, es uno de los que más contamina, siendo este en gran medida reciclable. El estudio y elaboración del bloque propuesto se lo llevará a cabo mediante el uso de ensayos de laboratorio para así encontrar que cumpla con los estándares mínimo que exige la norma.

## 1.7 Delimitación del Problema

<b>Campo:</b>	Educación Superior, Pregrado.
<b>Área:</b>	Ingeniería Civil.
<b>Aspecto:</b>	Investigación experimental.
<b>Tema:</b>	prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible.
<b>Delimitación espacial:</b>	Guayaquil- Ecuador.
<b>Delimitación temporal:</b>	6 meses

## 1.8 Hipótesis

El Prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible, tendrá unas características optimas, de acuerdo a la normativa establecida, logrando reducir el impacto ambiental que se produce por la Contaminación de los materiales.

### 1.8.1 Variable dependiente

Prototipo de bloque.

### 1.8.2 Variable independiente

Almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible.

## 1.9 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

**Tabla 1**

*Líneas de investigación*

<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>		
<b>ULVR</b>	<b>FIC</b>	<b>Sublínea</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Materiales de construcción	Materiales innovadores en la construcción

*Fuente:* Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2020

## CAPITULO II

### Marco teórico

#### 2.1 Antecedentes

Los romanos fueron quienes utilizaron el mortero de cemento alrededor del año 200 a.C para unir pedazos de piedra usadas en la elaboración de sus construcciones. En el año 37 d.C al 41 d.C el cual gobernaba el emperador Romano Calígula, utilizaron elementos de hormigón prefabricados como un material primordial de construcción en la zona que actualmente se conoce como Nápoles, en Italia.

Los romanos desarrollaron mucha tecnología referente al concreto, la cual se perdió en el siglo quinto en la caída de su imperio. Pero fue en el año 1824 que Joseph Aspdin que fue pionero fabricante del cemento portland, la fabricó y lo patentó. En los Estados Unidos, en el año 1890 Harmon Sylvanus Palmer diseñó el primer bloque de concreto hueco. Y después de varias experimentaciones, Harmon patentó su diseño ya en el año 1900. El bloque que diseñó tenía las medidas de 20.3 cm por 25.4 cm por 76.2 cm y eran muy pesados que necesitaron ayuda de una grúa pequeña.

En el año de 1905, solo en los Estados Unidos, se enumeraba más de 1500 empresas que ya se dedicaban a la fabricación de Blocks de hormigón. Estos primeros Blocks se los realizaba a mano cuyo promedio de producción era de 10 piezas de bloques por hora. Hoy en día ya todo es automatizado, los procesos son muchísimo más rápidos en comparación a sus primeros inicios, actualmente se produce alrededor de 2000 piezas de bloque por hora. (Bloqueras.org, 2018)

#### 2.2. Marco teórico referencial

##### 2.2.1. Referencia de tesis nacionales

Según (Choez, 2019) autor de la tesis “Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social” autor Ecuatoriano, indica que para su proyecto se realizó diferentes análisis de dosificación para la obtención de pesos establecidos, para la elaboración del bloque propuesto a base de residuos de cerámica y mampostería general dentro de la construcción. En propósito de este proyecto es disminuir el impacto ambiental que es generado por la construcción, y a su vez se enfoca en la correcta elaboración de un bloque desde la selección de materiales hasta su disposición final.

Según (Correa Palaguachi, Cristhian Geovanny, 2020) autor de la tesis “Elaboración de un bloque, utilizando plástico y caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero, para

viviendas de interés social en La Troncal Provincia del Cañar” autor Ecuatoriano, a través de su proyecto de tesis, establece como objetivo el dar a conocer una alternativa diferente frente al impacto ambiental producido por la contaminación del plástico y los neumáticos, lo que a su vez genera problemas dentro de la calidad de vida para los ciudadanos de la Troncal, para su proyecto plantea la fabricación de un bloque utilizando fibras plásticas y fibras de caucho de neumáticos para que tienen como fin formar parte del agregado para el bloque propuesto.

### **2.2.2. Referencia de tesis internacionales**

Según (Miller y Herrera, 2018) autores colombianos, autores de proyecto de tesis titulado “Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda” los cuales nos indican en Colombia existe un problema con la escasez de viviendas y la alta contaminación, por lo tanto en el proyecto se propone un material de construcción para estas viviendas, siendo económico y de fácil manejo, a su vez ellos establecen un método alternativo dentro de la construcción tradicional que a su vez reduciría el impacto ambiental generado.

Según la investigación por ( Universidad Militar Nueva Granada, 2015) autora del artículo denominado “Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural” de Bogotá, Colombia, indica que los residuos industriales como sustitutos de agregados para la elaboración de bloques ecológicos de construcción, proporcionan la posibilidad de generar un amplio desarrollo ambiental, social y económico dentro de la industria de la ingeniería. Para esta investigación se fabricó bloques ecológicos de concreto mediante la aplicación de la cascarilla de arroz, ceniza de las cascarillas de arroz y ceniza volante, para unas cantidades de 10, 15 y 20% manteniendo la constante aplicación de los elementos tradicionales como agua y arena. Para el estudio se determinó la resistencia a compresión y estas se compararon frente a los bloques tradicionales dentro del mercado. Llegando a la conclusión de que es viable el uso de adiciones para la fabricación de estos bloques con el uso de la reutilización de los residuos.

## 2.3. Marco conceptual

### 2.3.1 PET (tereftalato de polietileno)

El PET, cuyas siglas originarias del inglés (*polyethylene terephthalate*) y traducido al español Tereftalato de polietileno, es un plástico conocido por ser empleado en su mayoría para los envases de bebidas, generalmente en botellas de aguas, y en los textiles. En los Estados Unidos y el Reino Unido, manufacturan este material bajo diferentes nombres o marcas, entre ellas la marca Mylar y Melinex. Para la obtención de este material se emplea una reacción química de policondensación entre etilenglicol y el ácido tereftalato. Ambos pertenecientes a los materiales sintéticos, más conocidos como poliésteres. (Ambientum, 2019)



**Figura 1:** Botellas recicladas de PET

*Fuente:* Alvarado & Torres (2021)

#### 2.3.1.1 Propiedades físicas y químicas del PET

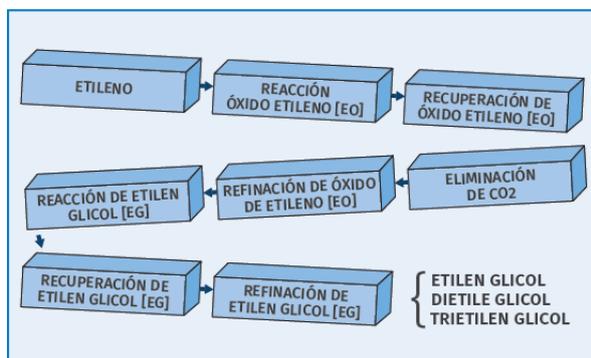
Según la aportación de (Antrax, 2015)

- Cristalinidad y transparencia, admitiendo colorantes
- Resistente a esfuerzos permanentes de erosión y deterioro
- Muy buen coeficiente de deslizamiento
- Resistencia favorable térmica y química
- Buena barrea a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera al O<sub>2</sub> y a la humedad

- Excelente compatibilidad con otros materiales para mejorar la calidad de barrera de los envases
- 100% reciclable
- Elevada rigidez y dureza

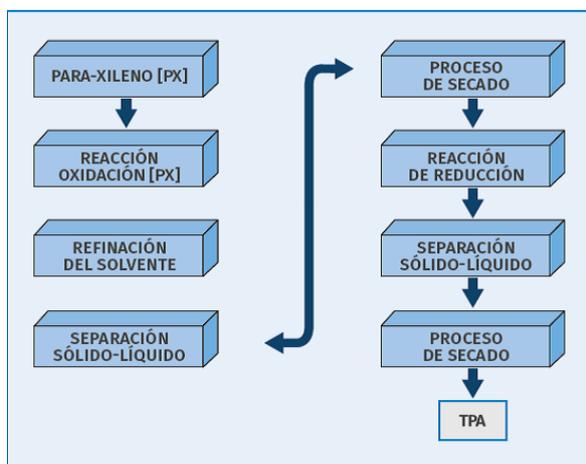
### 2.3.1.2 Proceso para la fabricación y obtención del PET

El proceso químico para la producción del PET conlleva dos etapas. La síntesis del monómero de poliéster y la reacción de Policondensación del monómero. La síntesis del monómero, se basa principalmente en dos reacciones, una de ellas es la Trans-esterificación entre el etilen glicol con simbología EG y el dimetil tereftalato con simbología DMT. Actualmente, este proceso químico ya no resulta factible emplear, debido a que ahora es posible obtener metanol como un subalterno. El otro método, y más empleado en el sector comercial, consiste en la Esterificación del ácido tereftalático con simbología TPA, en conjunto con el etilen glicon previamente mencionado. (Prieto, 2016)



**Figura 2:** Proceso para la obtención del etilen glicol (EG)

**Fuente:** *Plastics Technology MEXICO, 2016*



**Figura 3:** Proceso para la obtención del etilen glicol (EG)

**Fuente:** *Plastics Technology MEXICO, 2016*

### 2.3.1.3 Reciclaje del PET

El PET es un material con facilidades de transporte limpia y almacenamiento, y actualmente la fabricación del PET continúa creciendo gracias a los beneficios en rendimiento y costo. Este tipo de plástico es el que más porcentaje de reciclado tiene a nivel mundial, esta fase comprende desde la recolección y la separación del mismo, hasta los procesos empleados para su disposición final. Este material puede ser reciclado más de una vez. Las propiedades que posee son favorables para la elaboración de envases y botellas. Debido a su consumo masivo, se generan efectos negativos en el medio ambiente. Uno de los mayores problemas es el deficiente manejo que se le da al material, aumentando el índice de contaminación en el aire, agua y suelo y distorsionando los diferentes ecosistemas existentes a nivel mundial. Otros países como Colombia han logrado optar estrategias para reducir esos impactos negativos al medio ambiente a través de los residuos plásticos, entre el proceso que se empleó para el 2015 solo se logró recuperar un valor entre tres mil y tres mil quinientas toneladas de envases plásticos, lo cual solo representaba un valor del 26% del total de plásticos que se generaban en dicho País, lo cual se llegó a la conclusión de que no era suficiente para minimizar tal impacto ambiental. (Manchola, Bernal y Castro, 2018)

Mediante un informe por parte de la Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estableció que 27 países lograron generar 675 millones de toneladas de residuos en el sector urbanístico, para el 15 de mayo del 2020. De los cuales solo el 36% se recicla.



**Figura 4:** Representación simbólica del PET

**Fuente:** Gary Anderson 1970

En el Ecuador, El Ministerio del Ambiente (MAE), por medio del programa Nacional de Desecho Sólidos, mediante un sondeo a nivel nacional, en el 2012 se produjeron 1406 millones de botellas, de las cuales se logró recuperar 511 millones de los embotelladores y 624

millones de los centros de reciclaje logrando un total de 1136 millones de PET. A partir de la instauración del impuesto redimible en botellas plásticas que fue pactada el 9 de enero del 2012, la recolección creció exponencialmente, logrando recuperar para esa fecha hasta el 80% del material. (Ministerio de ambiente y agua, 2012).

Sin embargo, actualmente solo se logra reciclar menos del 10% de las aproximadas 11.200 toneladas que se producen a diario en el país. Ante esta fuerte realidad, un gran número de organización se encuentra impulsando iniciativas para incentivar y fortalecer el hábito del reciclaje en la sociedad. Entre estos grupos se encuentra la Asociación de industria de Bebidas No Alcohólicas del Ecuador (AIBE) que se encuentra llevando a cabo la campaña “123 a Reciclar”. Por ello es de suma importancia reciclar y separar los envases de PET, no solo con el objetivo de disminuir la cantidad de toneladas que se concluyen en los botaderos o centros de acopio, sino para solventar y contribuir a los recicladores en su oficio de elaborar nuevos envases a partir de los reciclados. (Vistazo, 2020). “Con el reciclaje se reduce la cantidad de basura que se acumula, minimizando el impacto que esta genera en el medio ambiente. Además, el material que deja de ser apilado en los botaderos se convierte en materia prima de nuevos procesos productivos, fortaleciendo la economía circular” explica Francisco Mena, presidente de la AIBE.



**Figura 5:** Ecuador avanza en el camino del reciclaje  
**Fuente:** Revista Vistazo, 2020

Según (Vazquez, 2016) el plástico es un material que se logra obtener de la recolección de los recursos naturales que se encuentran dentro del planeta. Donde la mayoría de plásticos producidos actualmente son elaborados mediante combustibles fósiles, tales como el petróleo o el gas natural, cuyo proceso es natural no renovable, a su vez contamos con otros tipos de plásticos como los biobasados, que contienen mayor cantidad de materia prima renovable, siendo posible que se regeneren a corto plazo.



**Figura 6:** Proceso del reciclado del PET  
**Fuente:** *ecologic, 2020*

#### 2.3.1.4 Proceso de reciclado del PET

Existen varios métodos para procesar el plástico PET cuando su vida útil concluye. Entre ellos se puede someter a un reciclado mecánico y o un reciclado energético donde su uso primordial es generar energía.

#### 2.3.1.5 Reciclaje mecánico

Este proceso físico consiste en la reutilización del PET luego de un post consumo. Este método consiste en la trituración, segregación, y desinfección de los envases plásticos. El producto final obtenido por este proceso lleva un nombre de escamas (flakes), y este es destinado para la elaboración de productos de inyección o extrusión.

#### 2.3.1.6 Limpieza

Se realiza una limpieza al material reciclado previamente, es importante eliminar cualquier sustancia, líquidos e impureza que modifiquen la calidad del producto final.



**Figura 7:** Reciclado de PET  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

### 2.3.1.7 Triturado

Mediante el proceso de triturado el PET pasa por un molino o triturador de plástico, donde por medio de las cuchillas de acero inoxidable se obtiene un tamaño de grano adecuado de plástico.



**Figura 8:** Tritrador de PET  
**Fuente:** AOLS, 2020

### **2.3.1.8 Lavado**

Se elimina cualquier suciedad o impureza del material triturado mediante un lavado y aclarado y posteriormente centrifugado (secado del material triturado).

### **2.3.1.9 Granceado**

Este proceso consiste en la extrusión, donde el material es homogenizado por fundición y seguido se procede a moldear la masa fundida en forma de filamento. Tras el proceso de extrusión se procede a eliminar agentes contaminantes que se encuentran en los plásticos por medio de una hélice obteniendo como resultado la granza reciclada.



*Figura 9:* Granza reciclada de PET

*Fuente:* SoloStocks, 2021

### **2.3.1.10 El PET y su relación con el medio ambiente**

El plástico debido a su plasticidad y bajo costo de adquisición es uno de los materiales más producidos en todo el mundo. Según (Rotoplas, 2019) desde la invención del PET alrededor de los años setentas, se puede catalogar actualmente que el 90% de las cosas a nuestro alrededor están elaboradas con este material, por lo cual ha traído como resultado que se quede como basura cuyo, destino final son los mares o ríos.

Otro importante problema es que el PET tiene una vida útil muy corta, se usa el contenido y se desecha inmediatamente, el reciclaje no es suficiente, existe una sobre demanda en su fabricación, además debido a la gran resistencia que posee, tarda cientos de años en descomponerse y a medida que ocurre, varias sustancias tóxicas son liberadas en el agua y tierra, ocasionando daños en la flora y fauna. Cabe recalcar que el PET es un material que tampoco se puede quemar ya que al hacerlo se generan sustancias que contaminan el aire.

Según (Rojas, 2018) cada año se producen 300 millones de toneladas de plástico, en la cual un gran porcentaje culmina en mares y ríos, este es un problema mucho mayor que el cambio

climático. Existen islas de plástico cuyo tamaño son de continentes, según una proyección, se estima que para el año 2050 la cantidad de plástico habrá superado la cantidad de peces del mar. Cabe recalcar que incluso se han encontrado fibras de plástico en ambos polos del planeta. Un hecho impactante pero real es que es común encontrar plástico dentro de especies marinas, pero también en la sal de mar, miel, pan, cerveza y posiblemente en varias cosas que comemos. Según una publicación de National Geographic redactada por (Parker, 2018) menciona que el plástico que se encuentra en los océanos acaba con la vida de millones de animales marinos cada año, se estima que afecta alrededor de 700 especies de las cuales varias están en peligro de extinción



**Figura 10:** Contaminación por Plástico

**Fuente:** Expreso, 2021

### 2.3.2 Papel

El papel está formado por lamina proveniente de la pulpa celulosa, fibras vegetales molidas y suspendidas en agua, pasa por un proceso de blanqueamiento y endurecido, a la que se le suman sustancias como polipropileno o el polietileno dando características especiales. Por lo general para la fabricación de este material se ha empleado pulpa de madre debido al bajo costo, sin embargo, actualmente se continúa usando fibras textiles para papeles de una mejor calidad.

Según (Redes, 2018) el papel es un elemento que se encuentra localizado en todo el mundo siendo utilizado para un sinnúmero de aplicaciones, cada año se pierden alrededor de 150000 millones de árboles por la producción de este material, si se continua así, para 300 años se habrán perdido la totalidad de los árboles, a su vez La WWF (fondo mundial para la naturaleza) mediante cálculos establece que cada año desaparecen entre 74.000 y 93.000 km<sup>2</sup> de selvas en el mundo.

Por otro lado, la contaminación que se produce por la fabricación del papel tiene un gran impacto ambiental en nuestro medio, tales como el gasto de enormes cantidades de agua y energía, la emisión CO2 equivalente por cada kilo de papel producido, y el blanqueamiento del material que a su vez produce cloro, siendo muy peligroso para la salud de la población y para el medio ambiente.

Cuando la cantidad de consumo de papel disminuye, menos son los árboles talados para dicha producción, lo que genera grandes beneficios para la conservación del medio ambiente. Entre tantos beneficios, prevalecen el ahorro de agua y energía, la calidad del aire es más estable, se disminuye el riesgo de salud, se contribuye a preservación de la flora y fauna.



**Figura 11:** El proceso de reciclaje del papel  
**Fuente:** Sandra Roperro, 2020

Según (Bon, 2018), afirma que es muy difícil que un papel no pierda calidad siendo reciclado en varias ocasiones, haciendo que las fibras del papel vayan perdiendo resistencia y formando desgastes en el mismo. La asociación española de fabricantes de paste, papel y cartón nos indica que un papel puede llegar a ser reutilizado hasta 6 veces. En esos 6 procesos de reciclado la fibra de papel se logra afectar de cierto modo que ya no es capaz de volver a utilizarse, para ello se necesita de fibra virgen, la cual se obtiene de los árboles, y así continuar con un nuevo ciclo de reciclaje.

Adicionalmente, (Bon, 2018) también comparte que el reciclado pasa por un proceso meticuloso el cual consiste como primer orden en transformar el material en pulpa de celulosa, mediante diversos procesos físicos y químicos. Mediante la incorporación de medios mecánicos se obtiene la pasta o pulpa. Como segundo orden dentro del proceso es la mezcla de la pasta obtenida con aditivos y minerales para conseguir que el papel adquiera resistencia, blancura y menos porosidad entre otros factores. luego se parte con la fabricación del mismo terminando con un secado. Finalmente, el papel es transportado para su consumo.

### 2.3.2.1 Origen del papel

El origen del papel es diverso, generalmente proveniente de madera, paja, etc.... y de carácter vegetal. Para obtener el papel es básicamente primero triturar las fibras para luego disolverlas en agua; se obtiene una pasta la cual se la deja secar, esta se endurece para que obtenga consistencia.

Normalmente cuando se habla de papel, lo que se piensa es en árboles, pero en la historia del origen del papel, los árboles no fueron el comienzo. Hace más de 5000 años en Mesopotamia el material de escritura fueron tablillas finas de arcillas, pero tenían problemas, ya que solo podían escribir en ellas cuando la arcilla estaba suave. (historia-biografia, 2017)



**Figura 12:** Papel del antiguo

**Fuente:** (historia-biografia, 2017)

La palabra papel viene de Papyrus, el cual era el medio u soporte que usaban los egipcios para escribir, pero en sí en el año 105 d.C. China fue quien empezó con la fabricación y producción del papel, similar al que se usa actualmente. La técnica que usaban era un secreto que fue guardado por un largo periodo de tiempo, esta técnica consistía en confeccionar papel a base de bambú, arroz, seda, entre otros materiales.

No obstante, Japón también creó un tipo de papel llamado el washi nipón que fue declarado por la UNESCO como patrimonio Cultural inmaterial. El washi nipón es un papel más resistente que el chino, el cual no solamente sirve para la escritura, sino también para la fabricación de objetos de múltiples usos como paraguas japoneses, puertas, correderas. La elaboración de este material conlleva un arduo trabajo artesanal que engloba a las familias de artesanos.

En el siglo XIII, Francia e Italia obtuvieron molinos de papel cuyo origen fue de Arabia, estos molinos se convirtieron en un prestigio en producir papel. Desde este siglo comenzaron

a fabricarse papel en varios países de Europa, y así hasta que a finales de la edad media gran parte de la fabricación del papel ya se encontraba industrializada. (Bolsalea, 2020)

Empezaron a elaborarse enormes cuantías de papeles, hasta que en el siglo XV hubo un punto que cambio la historia del papel. Johannes Gutenberg creo la imprenta gracias a técnicas de impresión. En el año 1452, se inició la impresión de la “Biblia de 42 líneas” o también llamada “Biblia de Gutenberg” dando origen a un nuevo inicio, el de la era de la imprenta. (Laimprentacg, 2019)

### 2.3.2.2 Producción del papel

El proceso de la elaboración del papel pasa por varios aspectos. Este proceso es el que da origen a papel que se usa en la vida diaria, dentro del proceso de papel existen varios aspectos diferentes: utilizar recursos tecnológicos para optimizar el proceso, Profesionales certificados que gestionen el ciclo productivo del papel, y por último la calidad de la materia prima.

### 2.3.2.3 Proceso productivo del papel

Según (Makertan, 2015), los pasos para obtener el papel van desde que se obtiene la materia prima hasta que se blanquea y se empaqueta, lo cual se detalla en los siguientes pasos:

- **Obtención de madera.** – Se cortan los árboles y se eliminan todas las ramas, quedando únicamente el tronco.
- **Descortezar.** – Consiste en quitar todas las cortezas de los troncos quedando así la madera del tronco.
- **Molido de la Corteza (Obtención de fibra).** – Aquí se cortan los troncos en pedazos pequeños para que de esa manera se facilite la obtención una mayor proporción de fibras vegetales en las siguientes reacciones químicas.
- **Mezcla con H<sub>2</sub>O (Obtención de pasta).** – Aquí se realiza un tratamiento usando varios productos químicos, uno de esos es el sulfato de sodio. El objetivo de los químicos es eliminar las fibras innecesarias de la madera, una de esas es la lignina, quedando así la celulosa que es el responsable en la elaboración del papel.
- **Blanqueo de pasta.** – La pasta formada pasa por diversas etapas como el lavado, filtrado, secado y otros hasta que por último llega a la etapa de blanqueo. Aquí se elimina parte de la lignina la cual no fue sacada en la cocción.

- **Inclusión del CL y O3.** – Para la pasta moral se usa el púlper que es el recipiente que contiene hélices para agitar las hojas, también se puede usar despatilladores que son dos discos con púas. Cabe recalcar que en este proceso también se agita la fibra para que se mezcle con agua y seguido de eso se frota para que se deshilache
- **Colocación en mesa de entrada.** – Se coloca la pasta espesa sobre mallas metálicas desplazables, la pasta se irá secando y así el papel se va formando, el agua que libera es recogida para ser usada en otras etapas aprovechando su contenido de celulosa, lo cual ayuda a la elaboración de mayor papel.
- **Alisado del papel prensado.** – Aquí se le da el grosor al papel al pasar entre grandes rodillos. Después, viene el prensado en el que el papel se prensa en medio de dos rodillos para seguir extrayendo agua, luego pasa por más rodillos que se encargan de darle una textura óptima.
- **Secado.** – Aquí rodillos calientes realizan el secado en dos partes, otorgando calor al papel.
- **Tratamiento de la superficie.** – Luego del secado pasan por rodillos fríos que le otorgan brillo, que dependiendo del papel pasan previamente por varios procesos.
- **Acabados.** – Este paso no es obligatorio, aquí se mejora la imprimibilidad, el brillo, lisura.
- **Cortado el papel.** – Aquí el papel pasa por maquinarias que los va cortando en diferentes tamaños.
- **Empaquetado.** – Una vez cortado, el papel pasa a ser empaquetado, en el cual estará impresa la marca del fabricante.
- **Transporte.** – Se transporta a diferentes lugares para su comercialización.

#### 2.3.2.4 Impacto medioambiental del papel

Dada las circunstancias climáticas de hoy en día, el impacto que produce la industria del papel al medio ambiente es cada vez mayor, genera preocupación a los ciudadanos y empresas a nivel mundial. Esta problemática empieza desde la primera etapa que es cuando se obtiene la materia prima que es el árbol, además su propia fabricación y todos los procesos que intervienen son fuente de contaminación. Según (Puga, 2019) menciona que:

Los puntos más destacados de contaminación son los siguientes:

- La tala de árboles se produce en grandes cantidades, esto conlleva de manera directa a la deforestación, pero los efectos van mucho más allá, implica la pérdida de bosques,

ocasionando la destrucción de flora y fauna, incluso llegando a perder especies endémicas de sectores específicos.

- El proceso de la elaboración del papel involucra enormes cantidades de agua y energía. Esta industria utiliza más agua por cada tonelada que produce en comparación con otras industrias, lo cual es un hecho alarmante.
- Durante todo el proceso se generan gases nocivos para el planeta, se producen los efectos de invernadero lo cual produce una aceleración del cambio climático además de contaminar fuentes vitales de vida como son el aire y agua.
- Otra fuente de contaminación del aire y desperdicio de recursos es el transporte a gran escala que se utiliza para la distribución final.

El consumo de papel por habitante varía dependiendo el país, Los estadounidenses o japoneses gastan el aproximado de seis árboles de 12 metros, una cantidad bastante alta. Mientras que los belgas más de 8,5 árboles. Por otro lado, los habitantes de Rusia son los que menos gastan con 1,2 árboles por habitante. A pesar de eso si se tiene en cuenta los millones de seres humanos que hay en el mundo es alarmante.

Una pregunta intrigante es ¿Cómo es posible que aún existan árboles sobre la tierra? Según un estudio realizado por la Universidad de Yale, menciona que actualmente a los árboles les queda apenas un suspiro. En definitiva, cada año se talan 15000 millones de árboles y si esto no cambia, en aproximadamente 300 años no existirá árbol alguno. Cabe recalcar que el consumo de papel indica el desarrollo de que tiene la sociedad, por lo tanto, si sigue así, el futuro será “negro” (Isan, 2020)

### **2.3.2.5 Características del papel**

Según (Lasso, 2019) menciona que las características del papel varían dependiendo el tipo, las principales son:

- **Absorbencia.** – Es la capacidad que tiene el papel para absorber líquidos. Existen papeles artísticos los cuales absorben más agua que los que se usan para técnicas secas.
- **Acidez.** – Esto varía dependiendo el pH. Los papeles alcalinos tienen un pH mayor a 7, no poseen ácido, mientras que los papeles con ácido tienen un pH menor a 7.
- **Antifúngico.** – Poseen una resistencia alta al moho lo que ayuda al papel a protegerse de la humedad.
- **Blancura.** – Esta característica varía dependiendo el fabricante, la blancura se obtiene mediante la cloración.

- **Brillo.** - El brillo varía, normalmente están en los papeles mates o satinados y se mide en grados.
- **Carteo.** – Esta característica es la sensación que se tiene al tocar el papel y al agitarlo también.
- **Durabilidad.** – Es la capacidad que tiene el papel para soportar el uso para su función de destino.
- **Encolado.** – La encoladura es lo que sirve para unir las fibras del papel y para darle ciertas características. Esta determina si traspasa o no la tinta el reverso de la hoja.
- **Espesor** – Es el grosor que posee el papel, ésta se determina en micras.
- **Estabilidad dimensional** – Es la capacidad que tiene el papel a resistir el cambio de su forma original, esta puede darse por varios factores tales como: humedad, calor, esfuerzos.
- **Gramaje** – Corresponde al peso del papel.
- **Grano.** – Describe que tan rugoso es el papel en su superficie.
- **Opacidad.** – Determina la calidad del papel, ya que, al ser sometido a la luz, se observa su opacidad o de ser lo contrario, su transparencia.
- **Materia prima.** – Es una importante característica ya que esta trata de la calidad de las fibras usadas para fabricar el papel, las cual influirá en su aspecto, resiliencia, etc....
- **Orientación de las fibras.** – Todo papel tiene una línea de dirección de las fibras, está dirección varía de acuerdo al fabricante y no afecta en nada al producto final.
- **Permanencia.** – Tiene que ver con la conservación de sus propiedades.
- **Resiliencia.** – Capacidad que tiene el papel para regresar a su forma inicial.
- **Resistencia.** – Es la capacidad física que tiene el papel para soportar peso.
- **Rigidez.** – Es la capacidad que tiene el papel para aguantar esfuerzo y sin perder su forma.
- **Tamaño.** – Normalmente se miden en tamaño DIN A.

#### 2.3.2.6 Tipos de papel

- En el mercado existen diferentes tipos de papel, estos varían de acuerdo al use que se necesite. El papel ha ido evolucionando para irse adaptándose a las necesidades del mercado. Según la página (Cartabon, 2020) los principales tipos de papel son:
- **Papel repro.** – Son los más comercializados, tienen cantidades bajas de celulosas lo cual lo hacen ideales para la impresión.

- **Papel estucado.** – Este papel se caracteriza por poseer un nivel alto de rugosidad, lo cual le sirve para retener de manera más rápida la tinta, debido a esto las impresiones en este papel de mejor calidad, normalmente se usan para libros, folletos o revistas.
- **Papel sanitado.** – Este tipo de papel destaca por ser suave y mucho más brillante. Se usa como papel fotográfico.
- **Papel adhesivo.** – Se diferencia del resto ya que en una cara del papel es adhesivo mientras que en el otro es para la impresión.
- **Papel reciclado.** – Este papel proviene de restos de otros papeles, en el empaque debe estar indicado la cantidad de papel reciclado que se usó.
- **Papel vegetal.** – También llamado papel cebolla, es un tipo de papel el cual es translucido, ideal para proyectos de calco.
- **Papel para manualidades.** – Este tipo de papel contiene gran rugosidad, además de que están disponibles en muchos colores, ideal para realizar trabajos manuales.
- **Papel bio o ecológico.** – Para ser considerado bio el principal requisito es que la materia prima que se usa no debe ser de origen forestal y en su proceso de elaboración no se debe usar ningún elemento o sustancia contaminante.

### 2.3.3. Almidón

Según (Garofalo, 2018) nos indica que el almidón es una molécula polisacárido, estando formada por moléculas de glucosa, estas van ramificadas en cadenas, de los cuales se generan ramas secundarias. Las macromoléculas que forman el almidón se las conoce como amilosa y amilopectina, siendo ambos carbohidratos. La amilosa forma un 20-25% del almidón, esta es una molécula que cuenta con pocas ramificaciones. Junto a esta se encuentra ubicada la amilopectina, que forma el porcentaje sobrante del almidón.



*Figura 13:* Almidón

*Fuente:* Todo en polímeros, 2018

El almidón es posible de encontrarlo en el medio natural, siendo las plantas las que generan moléculas de glucosa mediante el proceso de la fotosíntesis, éstas luego se juntan y se componen como almidón en orgánulos. La mayoría de este producto comercial proviene de insumos como el maíz, trigo, la tapioca y generalmente el almidón de la papa también es considerado. Entre las propiedades del almidón varían dependiendo de la relación amilosa/amilopectina. esta relación es constante para cultivos conocidos como amiláceos, pero es variable dentro de las especies de plantas.

El almidón de yuca es fácilmente obtenido de las raíces del mismo, ya que posee bajos niveles de proteínas y grasas, y este se lo emplea principalmente en su estado nativo, aunque también su uso es frecuente de forma modificada, donde se emplean diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades físicas y químicas, los gránulos del almidón son de origen independiente a la fuente, planta o tejido del mismo. Conformado por dos polisacáridos. Como la amilosa y la amilopectina, ambos pertenecientes a los polímeros de glucosa. La amilosa es una molécula lineal y la amilopectina, una compuesta por ramificaciones. La funcionalidad del almidón, trabajando como estabilizadores o con propiedades visco elásticas varían su dependencia de la estructura proporcional de la amilosa y amilopectina compuestas en el almidón. (Pizarro, Sánchez, Ceballos, Morante y Dufour, 2016)

**Tabla 2**  
*Contenido de amilosa en los almidones más comunes*

<b>Tipo de almidón</b>	<b>% de amilosa</b>
Arroz	24 a 36
Trigo	17 a 29
Arroz	8 a 37
Papa	18 a 23
Yuca	16 a 19

**Fuente:** ADS almidones de sucre, 2015

**Elaborado por:** Alvarado & Torres (2020)

**Tabla 3*****Características de gránulos de almidón***

Almidón	Tipo	Morfología	Diámetro (µm)	Contenido de amilosa (%)	Temperatura de gelatinización (°C)	Temperatura de gelificación (°C)	Propiedades de cocción
Maíz	Cereal	Redondo poligonal	5-30	25	62-72	80	Gel opaco
Maíz ceroso	Cereal	Redondo poligonal	5-30	<1	63-72	74	Claro cohesivo
Yuca	Raíz	Ovalado truncado	4-35	17	62-73	63	Claro cohesivo tendencia a gelificar
Papa	Tubérculo	Ovalado esférico	5-100	20	59-68	64	Claro cohesivo tendencia a gelificar
Trigo	Cereal	Redondo lenticular	1-45	25	58-64	77	Gel opaco
Arroz	Cereal	Esférico poligonal	3-8	19	68-78	81	Gel opaco
Sago	Tronco	Ovalado truncado	15-65	26	69-74	74	Gel opaco

*Fuente:* Almidones modificados, 2016

El almidón generalmente se caracteriza por su solubilidad, la capacidad de retención de líquidos como el agua (H<sub>2</sub>O), la capacidad de hinchamiento, la retrogradación, entre las propiedades físicas como la pasta tal como la viscosidad, consistencia, estabilidad como gel, su claridad y la resistencia al corte.

Conforme (Garofalo, 2018), hace referencia que a partir de la estructura molecular del almidón podemos obtener una gran variedad de compuestos industriales. Mediante la modificación de separación y corte de las moléculas de amilosa y amilopectina, pueden lograr la obtención de carbohidratos de tamaños reducidos y con propiedades diferentes, las cuales se pueden aprovechar para procesos industriales. Entre sus usos, es común dentro de las industrias papeleras, siendo un elemento clave para fortalecer el producto final. Otra función que adopta es para dar rigidez a las prendas de vestir tras un planchado, y como materia prima se lo utiliza para generar biocombustibles y bioplásticos, comúnmente llamados dentro del mercado como economía verde.

### **2.3.3.1 Almidón de yuca en la construcción**

Según una investigación realizada por (Ferrández, Ferrández, Andreu, & García, 2019) mencionan que el almidón también se usa con fines industriales: como aditivo del cemento para así lograr una mejora en el tiempo del curado, en la fabricación del papel, en los enlucidos de yeso, en la restauración de edificios antiguos como aditivos de la cal.

El uso de aditivos orgánicos ha sido bastante usado en hormigón y mortero de cemento ya que les proporciona propiedades específicas durante la etapa de construcción. Estos aditivos

además son retardantes del fraguado, mejoran el tiempo de trabajabilidad y alteran la hidratación del cemento. Cabe destacar que el almidón también se lo ha estudiado para aligerar el hormigón ya que así proporciona una baja conductividad térmica y acústica.

#### 2.3.4. Bloque

Es un elemento prefabricado modular, el cual contiene varias cavidades huecas y en la parte externa puede ser lisa o con diseños, es utilizado en la construcción de muros y paredes, generalmente hecho de cemento portland, grava, arena, agua.

Los bloques de hormigón se clasifican conforme a su densidad y a su uso en:

- a) Conforme a su uso:

**Tabla 4**

*Bloque de Hormigón Conforme a su uso*

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos en losas

*Fuente:* (Norma NTE INEN 3066, 2016)

- b) Conforme a la densidad de los bloques de hormigón:

**Tabla 5**

*Bloque de hormigón conforme a su densidad.*

Tipo	Densidad del hormigón (kg/m <sup>3</sup> )
Liviano	< 1 680
Mediano	1 680 a 2 000
Normal	> 2 000

*Fuente:* (Norma NTE INEN 3066, 2016)

##### 2.3.4.1. Generalidades

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066, se denomina bloque hueco de hormigón cuando el área neta de la superficie de carga sea menos del 75%, por otro lado, en el bloque sólido de hormigón debe ser mayor o igual al 75%.

El bloque clase A, que es de uso de mampostería estructural diseñado bajo el concepto de pared portante; puede ser usado en mampostería no estructural en caso de que el bloque este expuesto (total o parcialmente) a la intemperie.

El bloque no estructural no tiene que soportar más carga el peso propio de la misma, además no debe ser usado si va a estar expuesto a la intemperie, a no ser que se lo proteja.

#### 2.3.4.2 Características

Las características que destacan del bloque son su durabilidad, su resistencia o su capacidad para renovarse, Según (Prefabricados Jara, 2020) estas son las características más comunes, pero hay más.

- **Longevidad.** – El bloque posee una increíble durabilidad en el transcurso del tiempo, un ejemplo de esto son las construcciones romanas, los cuales usaban un tipo de hormigón lo cual a ayudado a soportar el paso de 2000 años sin caerse, además de soportar los diversos factores climáticos
- **Gran resistencia.** – Posee cualidades mecánicas inclusive debajo del agua. La compactación que posee es lo que le otorga una gran resistencia. Cabe recalcar que se lo puede reforzar más con hormigón armado reforzando con mallas internas de acero o con mallas.
- **Sostenible.** - Su composición está hecho de agua, cemento y arena o cualquier árido, estos ingredientes no afectan al medio ambiente, además son abundantes en la naturaleza.
- **Eficiencia y ahorro energético.** – Gracias a su inercia térmica, ayuda a mantener de manera estable la temperatura del interior de una habitación, además de ser aislante acústico.
- **Bajo costo.** – Debido a que los materiales se encuentran en la naturaleza, hace que su precio sea accesible.
- **Modernidad.** – Es posible darle formas y agregarles colores, lo cual se usa de modo decorativo.
- **Fiabilidad.** – No transmite ningún tipo de toxico al exterior y además lo hace fiable también su aguante y resistencia.

#### 2.3.4.3 Usos

Los bloques cuentan con bastante durabilidad y gran resistencia a la compresión, normalmente se los usa en la construcción de edificaciones, para realizar muros de contención, estructurales, divisorios, cerramientos y además se lo usa para las fachadas para viviendas.

El acabado que poseen los bloques favorece el aprovechar las texturas y colores autóctonos, lo cual sirve de gran atractivo en los diferentes medios de construcción donde se usen. Además, el uso de los bloques ayuda a gestionar mejor los recursos dentro de una obra y mitigar el residuo de materiales. (Construyored, 2017)

Cabe recalcar que por la característica portante que posee, pueden ser usado en mamposterías reforzadas con su respectiva armadura distribuida, de tal manera que se eliminen estructuras habituales como vigas y columnas. (Concretec, 2016)

#### 2.3.4.4 Proceso de fabricación

Según (OREFEBRE, 2018), menciona que el proceso de la fabricación del papel se divide en 4 grandes fases que son:

- 1) **Mezcla:** Se mezcla las cantidades ideales de grava, arena, agua y cemento portland.
- 2) **Modelado:** Se procede a colocar la mezcla ya compactada en los moldes, para así definir la forma exterior e interior del bloque.
- 3) **Curado:** Esta se realiza en hornos de vapor, el objetivo es para endurecer el bloque.
- 4) **Cubicado:** Después del curado los bloques una vez secos se los almacena de manera apilada.

#### 2.3.4.5 Dimensiones

Las dimensiones de los bloques están establecidas como: longitud, altura y espesor, la cual se detallan de 3 maneras: las dimensiones reales son aquellas que se toman en el momento de evaluar la calidad; las dimensiones estándar son las que establece el fabricante, y las dimensiones nominales corresponde al largo, altura y ancho de la junta correspondiente.

Según la norma NTE INEN 638, el espesor que deben tener las paredes de los bloques es mínimo 25mm, para los bloques tipo A y B; y para los bloques de tipo C, D y E deben ser como mínimo 20mm.

La dimensión real que debe tener un bloque, debe ser que, sumada al espesor de la junta, de un resultado/medida modular.

Los bloques deberán tener de largo, ancho y alto según lo que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6**

***Dimensiones de los bloques***

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES			DIMENSIONES REALES		
	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

**Fuente:** (NTE INEN 638, 2014)

Se pueden fabricar bloques de hormigón de dimensiones diferentes indicadas en la tabla 5, siempre y cuando haya convenio entre el fabricante y el comprador.

**2.3.4.6 Ventajas**

- A. Requiere poca mezcla para pegar los bloques.
- B. Resistentes y de gran durabilidad.
- C. En presencia de fuego los bloques mantienen sus características estructurales.
- D. Son buenos aislantes térmicos y acústicos
- E. Son fáciles de instalar
- F. Buena resistencia a la compresión

**2.4 Marco legal**

El marco legal a considerar en esta tesis son las siguientes:

**Norma ambiental:**

- LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL, TITULO 4, CAPITULO 3, ARTICULO 28: categoría de impacto ambiental del papel
- LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL, TITULO 4, CAPITULO 3, ARTICULO 27: categoría de impacto ambiental del plástico

**Bloque:**

- NORMA NTE INEN 638: bloques huecos de hormigón. Clasificación y condiciones generales.
- NORMA NTE INEN 643: bloques huecos de hormigón. Requisitos.
- NORMA NTE INEN 3066: bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.
- NORMA NTE INEN 1806: cemento para mampostería. requisitos.
- NORMA NTE INEN 873: arena normalizada. requisitos.

**Cemento:**

- NORMA NTE INEN 198: cemento, determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros.
- NORMA NTE INEN 152 2012: cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806: cemento para mampostería.
- NORMA NTE INEN 153 2012: cemento, muestreo y ensayo.

**Arena:**

- NORMA NTE INEN 873: arena normalizada. requisitos.

**Agua:**

- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.
- NORMA NTE INEN 1108 agua potable. requisitos.
- NORMA NTE INEN 2169:2013 agua. calidad del agua. muestreo. manejo y conservación de muestras.
- NORMA NTE INEN-ISO 7887:2013 calidad de agua – examen y determinación de color.

**Mampostería:**

- NORMA NTE INEN 2518.2010 mortero para unidad de mampostería requisitos.
- NORMA NTE INEN 2536:2010 áridos para uso en morteros para mampostería requisitos.

- NORMA NTE INEN 2619:2012 bloques huecos de hormigón para mampostería refrentado para ensayo y compresión.
- NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.
- NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.
- NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.

## **CAPITULO III**

### **Metodología de la investigación**

#### **3.1 Metodología**

En el libro de metodología de investigación, los autores Hernández, Fernández y Baptista establecen que para el ámbito cuantitativo la búsqueda de datos es un conjunto de sucesos consecutivos ordenados, en los cuales no es posible omitir los pasos, sin embargo, es permitido reestablecer cierto paso o fase dentro de la investigación. Este proceso nace a partir de una idea que se plantea, donde una vez procesada, se infieren los objetivos e interrogantes para el desarrollo de la investigación. Las hipótesis surgen de las interrogantes, y por medio de ella se concreta las variables; los datos que se obtienen en la investigación se comparan mediante métodos numéricos o estadísticos y por medio de ellos se responden con resultados a las hipótesis planteadas.

#### **3.2 Tipo de investigación**

Los autores Fernández, Hernández y Baptista, plantean la investigación experimental en función a las dos direcciones establecidas, una general y otra particular; desde el punto de vista general hace referencia a “elegir o llevar a cabo una acción” donde se analizarán los debidos efectos. Para ello mediante el uso del término “experimentar” buscamos elaborar un prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible. Donde se optó por emplear tales materiales mencionados, que son agentes contaminantes y posibles de encontrar en nuestro medio. Por otro lado, el almidón siendo un producto orgánico formaría parte dentro de los materiales implementados en el bloque, teniendo como fin su aplicación dentro de la construcción tradicional y moderna. se realizarán las debidas pruebas, como el ensayo de resistencia a la compresión y absorción del bloque. La finalidad de este concebimiento experimental es lograr reducir el porcentaje que es generado por la contaminación del plástico y el papel, implementado dichos materiales como elementos primordiales que conformen el bloque proyectado.

En la presentación del capítulo primero, se define el alcance que presenta esta investigación, y se logra concretar una hipótesis para el cual se debe demostrar si se cumple o no se cumple lo estipulado. dicho alcance se desarrollará mediante la recolección de datos obtenido en el laboratorio mediante los ensayos establecidos.

Según menciona Hernández, Fernández, y Baptista, el diseño está orientado a la elaboración de la investigación, estableciendo un soporte para medir las variables, presentadas

en las características elaborativas y constructivas del prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible, logrando estudiar y cuantificar los resultados obtenidos en el proceso.

En términos definitivos la recolección de datos e información tienen un enfoque cuantitativo, ya que para la obtención de los mismos se recurre a estudios de laboratorio de acuerdo a la muestra del bloque correspondiente, donde se analizarán los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión y absorción del bloque, dando lugar a establecer un dato numérico o porcentual que abalice la implementación del bloque en la construcción.

### **3.3 Enfoque de la investigación**

Para la propuesta investigación el enfoque es cuantitativo o positivista, debido a que implementará la recolección de datos y tomas numéricas entre las cuales tenemos parámetros como la resistencia máxima de resistencia a la compresión y capacidad porcentual de absorción que tendrá cada muestra del bloque propuesto de acuerdo su dosificación respectiva. Para ello también se establecerán cantidades y proporciones de cada material.

Según establece Hernández, Fernández, y Baptista en su libro de metodología de la investigación. La investigación cuantitativa corresponde a un proceso de manera secuencial donde no existe la posibilidad de saltar o evadir pasos, y estos deben llevar un orden riguroso, sin embargo, también establece que si es posible reestablecer alguna etapa del proceso.

Se parte de una idea primordial y esta una vez se logra delimitar, se deriva en los objetivos e interrogantes de la investigación.

De las preguntas o interrogantes se generan las hipótesis y logran determinar las variables con su respectivo contexto, se analizan los resultados obtenidos y extrae la información pertinente para la elaboración de las conclusiones.

### **3.4 Técnica e instrumentos**

#### **3.4.1 Técnica**

Las técnicas que se han utilizado para la elaboración del proyecto de investigación fueron los ensayos de resistencia a la compresión y absorción del bloque propuesto en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible, y la técnica de la encuesta, donde se establecieron un grupo de preguntas dirigidas al sector de la construcción, con el fin de identificar variantes, opiniones y soluciones frente a la problemática presente en la investigación, como lo es la contaminación en el medio ambiente, además del aprovechamiento de estos desechos, como el PET y el papel, para la fabricación del bloque propuesto. El debido respaldo de las preguntas desarrolladas será presentado el campo de los anexos.

- Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39
- Ensayo de absorción INEN 642
- Encuestas

#### **3.4.2 Instrumento**

Los instrumentos empleados para la elaboración del proyecto de investigación fueron:

- Prensa Hidráulica (Versa Tester 30-M)
- Formatos de laboratorio realizados por Autores del Proyecto.
- Fichas de resultados.
- Equipos empleados en el laboratorio RUFILIN

### 3.5 Proceso para la obtención del PET triturado

Tabla 7

*Procedimiento de obtención del PET triturado para la implementación en el bloque.*

Proceso	Fotografía
<p>Se recolecto cierta cantidad de botellas plásticas transparentes (PET)</p>	 A photograph showing two men wearing face masks standing next to several large bags filled with collected PET bottles. One bag is yellow and another is white with a logo. A silver car is partially visible in the background.
<p>El plástico pasa por un proceso de reciclado donde se debe clasificar el material de otros plásticos, se remueven etiquetas y tapas, y se elimina cualquier agente o residuo dentro del envase.</p>	 A close-up photograph showing a hand holding a green PET bottle over a yellow bag. The bag is filled with various plastic waste, including clear plastic bottles and other debris.
<p>Finalmente, el PET pasa por un proceso de triturado a través de una cuchilla mecánica (trituradora). Cabe recalcar que el diámetro del agregado de PET triturado va a variar dependiendo de la hoja de cuchilla.</p>	 A photograph showing workers in a factory setting operating a mechanical shredder. One worker is wearing a blue shirt and yellow earplugs, and another is wearing a grey shirt. They are surrounded by large bags of plastic waste and the machinery used for shredding.

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

### 3.6 Proceso para la obtención del papel reciclado.

Tabla 8

Proceso para la obtención del papel triturado antes de ser implementado en el bloque

Proceso	Fotografía
<p>Para la fabricación del bloque, se recolecto cierta cantidad de papel reciclado entre libros, documentos, hojas de impresión, etc.</p>	
<p>Se lo dejo remojando durante un periodo de 7 días, previo a ser utilizado para la fabricación del bloque.</p>	
<p>Concluido los siete días de reposo del papel remojado, previo a la fabricación del bloque, se procede a triturar el material manualmente hasta lograr obtener trocitos de papel y luego ser empleado en la mezcla de mortero en conjunto con los otros materiales implementados en el bloque.</p>	

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)

### 3.7 Proceso para la obtención del engrudo de almidón de yuca

Tabla 9

Proceso para la obtención del engrudo de almidón de yuca antes de ser implementado en el bloque

Proceso	Fotografía
<p>La obtención de la harina de almidón de yuca es un producto comercial y es posible encontrarla en mercados y centros de abastecimiento alimenticios.</p>	
<p>Se procedió disolver 1 libra de harina de almidón de yuca en un litro de agua a temperatura ambiente</p>	
<p>Luego se vierte el contenido disuelto en una olla con 9 litros de agua hirviendo a 100 grados centígrados, se revuelve el contenido durante 5 minutos, y finalmente se obtiene el engrudo listo para ser empleado en la fabricación del bloque.</p>	

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)

### 3.8 Maquinarias para la elaboración del bloque

Para la fabricación del bloque se emplearon dos tipos de maquinarias.

**Mezcladora.** - Se vierten los materiales para la elaboración del bloque, esta cuenta con un enorme brazo giratorio que permite mezclar todos los componentes



*Figura 14:* Mezcladora

*Fuente:* Alvarado & Torres (2021)

**Bloquera.** - El material previamente mezclado pasa por un sistema de conducto ascendente, la cual su función es lograr compactar la mezcla en los moldes, dando como resultado el bloque a base de almidón, PET, papel reciclado y material tradicional.



*Figura 15:* Bloquera

*Fuente:* Alvarado & Torres (2021)

### 3.9 Ensayos de absorción y compresión del bloque sustentable.

Estos ensayos se proceden para determinar la capacidad de absorción de agua que adquiere el bloque propuesto, y determinar la resistencia máxima que soportara cada muestra elaborada con los materiales presentado dentro de la investigación.

#### 3.9.1 Instrumentos

**Balanza digital.** – utilizado para la obtención del peso seco y húmedo de los bloques.



*Figura 16: Balanza digital*  
*Elaborado por:* Alvarado & Torres (2021)

**Horno.** – Utilizado para secar las muestras de bloques a una temperatura de 100-115°C durante un periodo de 24 horas.



*Figura 17: Horno*  
*Elaborado por:* Alvarado & Torres (2021)

**Prensa hidráulica.** – Utilizado para determinar la resistencia máxima de cada muestra de bloque.



**Figura 18:** Prensa hidráulica  
*Elaborado por:* Alvarado & Torres (2021)

### 3.10 Población

En el libro metodología de la investigación los autores, Hernández, Fernández y Baptista establecen que para el enfoque cuantitativo se busca generalizar los datos que se obtienen en un entorno o grupo (muestra) a un sector o comunidad más grande (población). Dentro de la investigación propuesta.

Según la encuesta de edificaciones de la INEC, menciona que hasta años anteriores al 2018, los principales resultados de la ENED, se publicaron para la variable “permisos de construcción”. Por lo tanto, se consideró como población al grupo de profesionales dedicados a la construcción y al público en general, donde el bloque cumple un papel de gran importancia entre los materiales más destacados en una edificación. Para ello se analizaron los permisos de construcción del 2017 en la provincia del Guayas. En el siguiente gráfico estadístico, se muestra un número promedio de los permisos de construcción generados en el país, donde varían según la provincia. Se consideró el valor de 8979 permisos de construcción.

## Distribución de permisos de construcción por provincias

En el 2017, de los 33.717 permisos de construcción registrados, la mayor parte (26,6%) se concentró en la provincia del Guayas.



**Figura 19:** Permisos de construcción según provincias

**Elaborado por:** Instituto nacional de estadísticas y censos. Encuestas de edificaciones 2017

### 3.11 Muestra

De acuerdo al libro Metodología de la investigación por los autores Hernández, Fernández Y Baptista, se menciona que el campo de Muestra corresponde a la población establecida para el estudio, en otros términos, se refiere a un sistema de pieza que se integran dentro de un grupo establecido a lo que se llama población. Para definir la muestra se toma en consideración el valor de 8979 permisos de construcción que corresponde a la provincia del Guayas.

DATOS	
NIVEL DE CONFIANZA 90%	
1.65	
2.7225	
TOTAL DE PERSONAL	
N=	8979
P=	0.5
Q=	0.5
ERROR (e)=	5%
TAMAÑO MUESTRA	
264	

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 PQ}{(N-1)e^2 + Z_{\alpha/2}^2 PQ}$$

$$Z_{\alpha/2}^2 = 1.96$$

$$e^2 = 0.0025$$

Nivel_conf	Valor Z
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

**Figura 20:** cálculo de la muestra

**Elaborado por:** Alvarado & Torres (2021)

### 3.11.1 Análisis de resultados.

#### 3.11.1.1 Datos estadísticos obtenidos por las encuestas

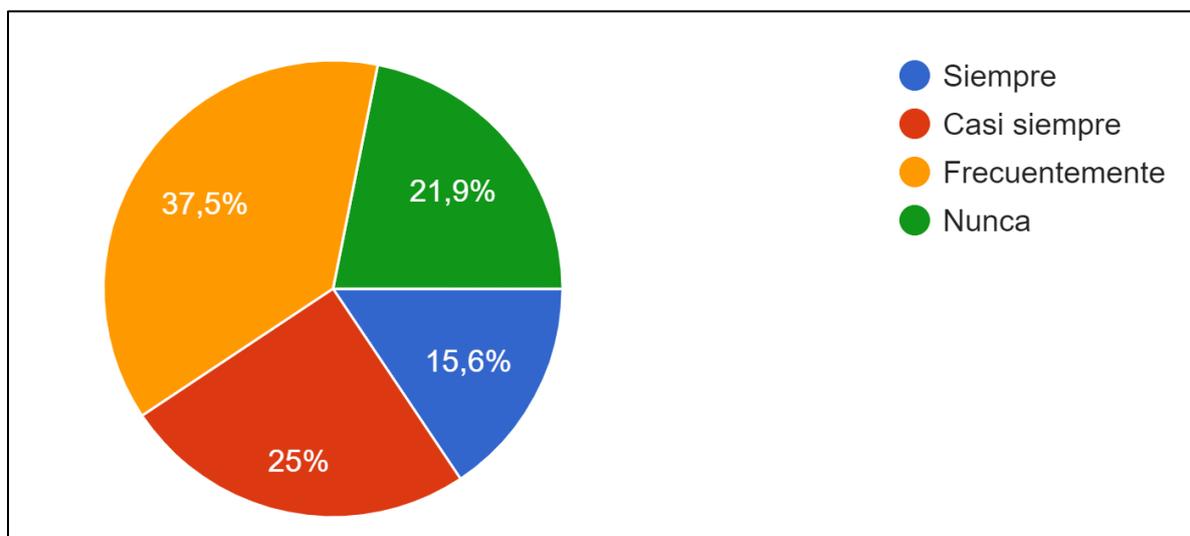
**Pregunta 1: ¿Practica usted la actividad de reciclar el plástico o el papel en su medio?**

*Tabla 10*

*Actividad de reciclaje en la sociedad.*

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	41	15.6%
Casi siempre	66	25%
Frecuentemente	99	37.5%
Nunca	58	21.9%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 1:** Actividad de reciclaje en la sociedad

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

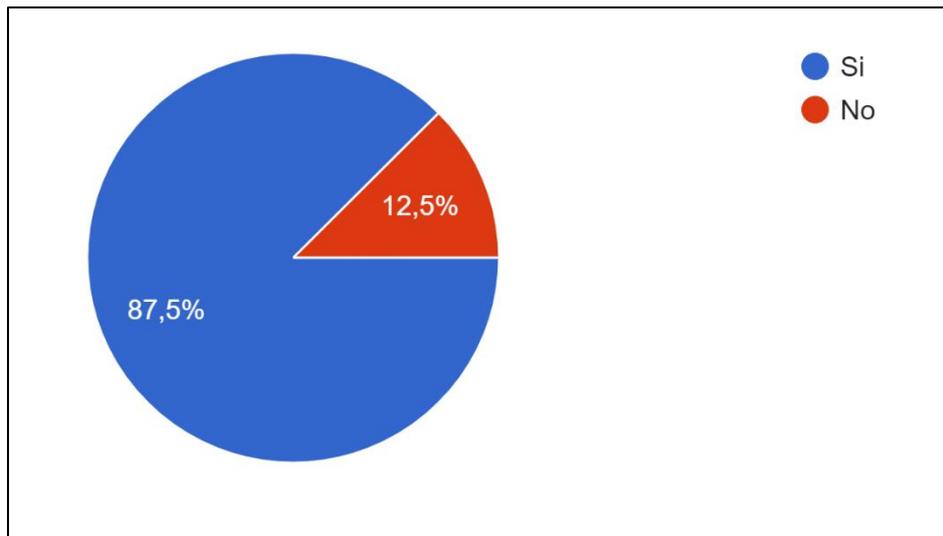
**Pregunta 2: ¿Conoce usted sobre la contaminación que se produce en el medio ambiente por la mala disposición final del Plástico (PET)?**

**Tabla 11**

**Contaminación en el medio ambiente por la mala disposición del plástico (PET)**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	231	87.5%
No	33	12.5%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 2: Contaminación en el medio ambiente por la mala disposición del plástico (PET)**

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

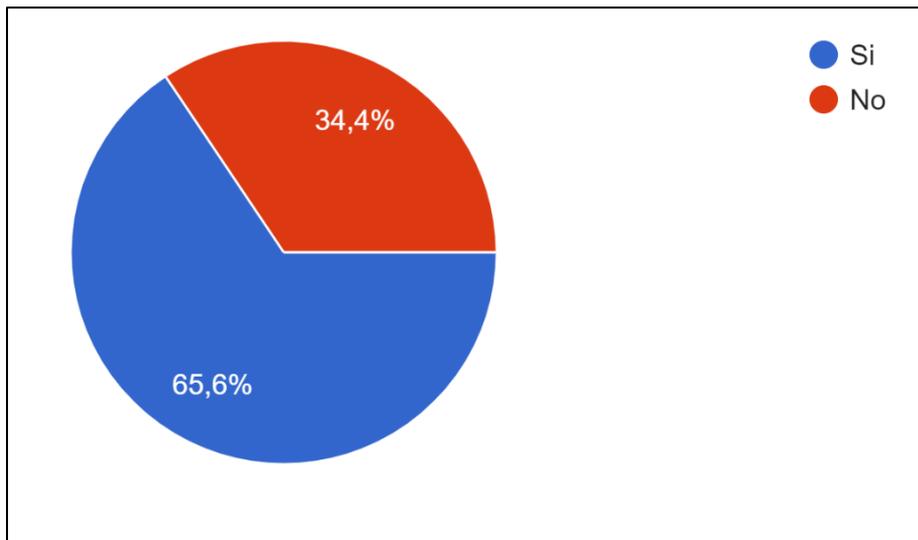
**Pregunta 3: ¿Conoce usted sobre la contaminación que se produce en el medio ambiente por la mala disposición final del papel?**

**Tabla 12**

**Contaminación en el medio ambiente por la mala disposición del papel**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	173	65.6%
No	91	34.4%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 3:** Contaminación en el medio ambiente por la mala disposición del papel

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

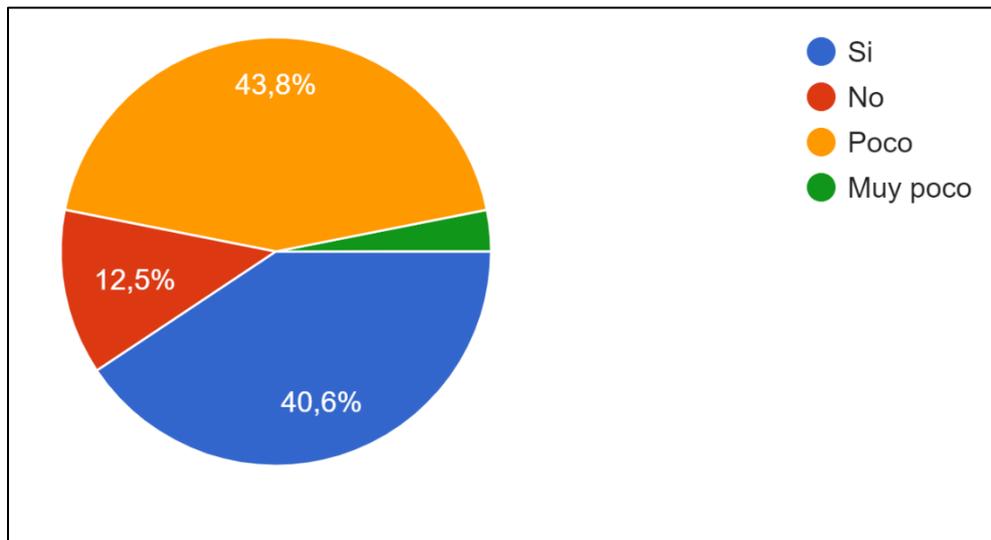
**Pregunta 4: ¿Se encuentra usted informado de la aplicación de algún material reciclado en la construcción?**

**Tabla 13**

**Materiales reciclados en la construcción**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	107	40.6%
No	33	12.5%
Poco	116	43.8%
Muy poco	8	3.1%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 4: Materiales reciclados en la construcción**

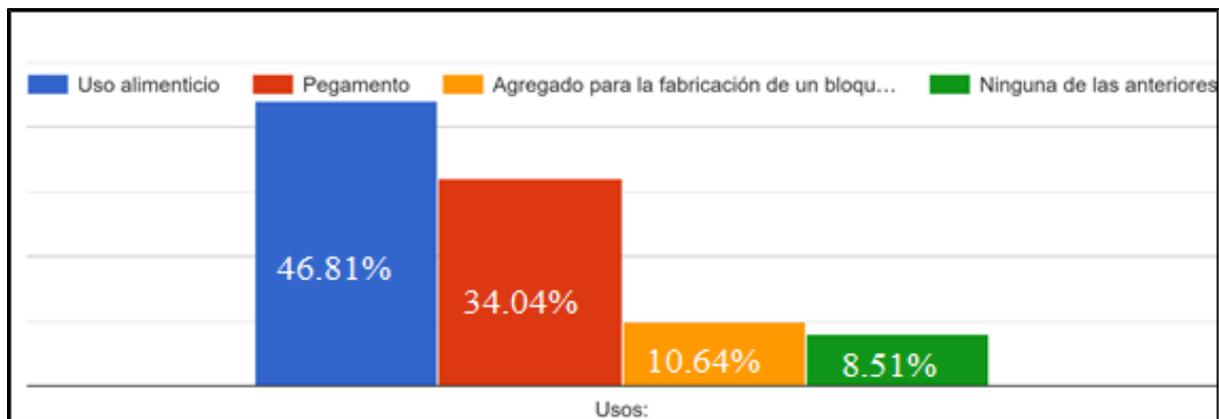
*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

**Pregunta 5: ¿Cuál de las siguientes aplicaciones conoce usted sobre el almidón de Yuca?**

**Tabla 14**  
**Aplicaciones del almidón de Yuca**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Uso alimenticio	124	46.81%
Pegamento	90	34.04%
Agregado para la fabricación de un bloque de hormigón	28	10.64%
Ninguna de las anteriores	22	8.51%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 5:** Aplicaciones del almidón de yuca  
*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

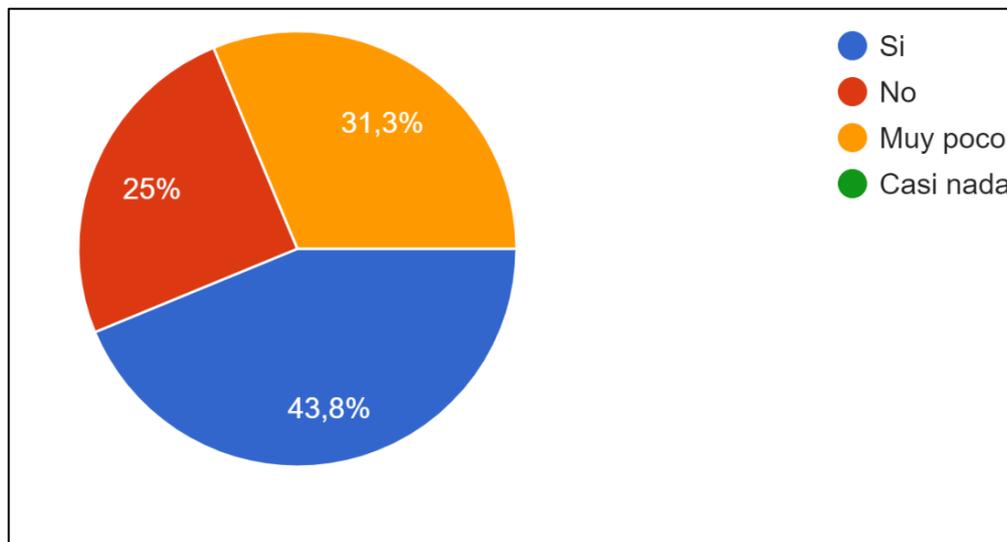
**Pregunta 6: ¿Es de su conocimiento el saber que se puede fabricar bloques de hormigón a partir de materiales reciclados como el PET y el Papel?**

**Tabla 15**

**Fabricación de bloques de hormigón a partir del PET y Papel**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	116	43.8%
No	66	25%
Muy poco	83	31.3%
Casi nada	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 6: Fabricación de bloques de hormigón a partir del PET y Papel**

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

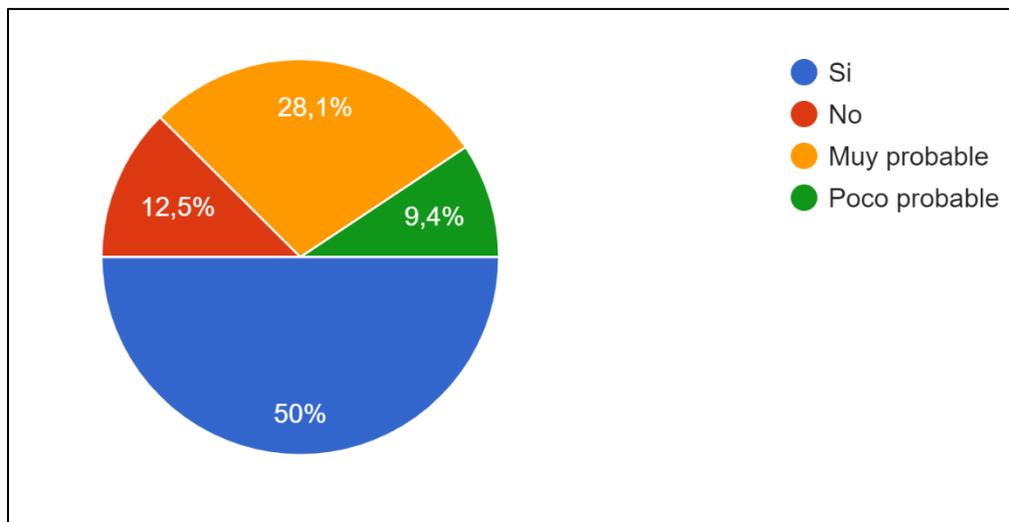
**Pregunta 7: ¿Cree usted que un bloque de hormigón fabricado con materiales como el PET, papel, y almidón de yuca, podría ser empleado en la construcción?**

**Tabla 16**

**Uso del bloque propuesto en la construcción**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	132	50%
No	33	12.5%
Muy probable	74	28.1%
Poco probable	25	9.4%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 7: Uso del bloque propuesto en la construcción**

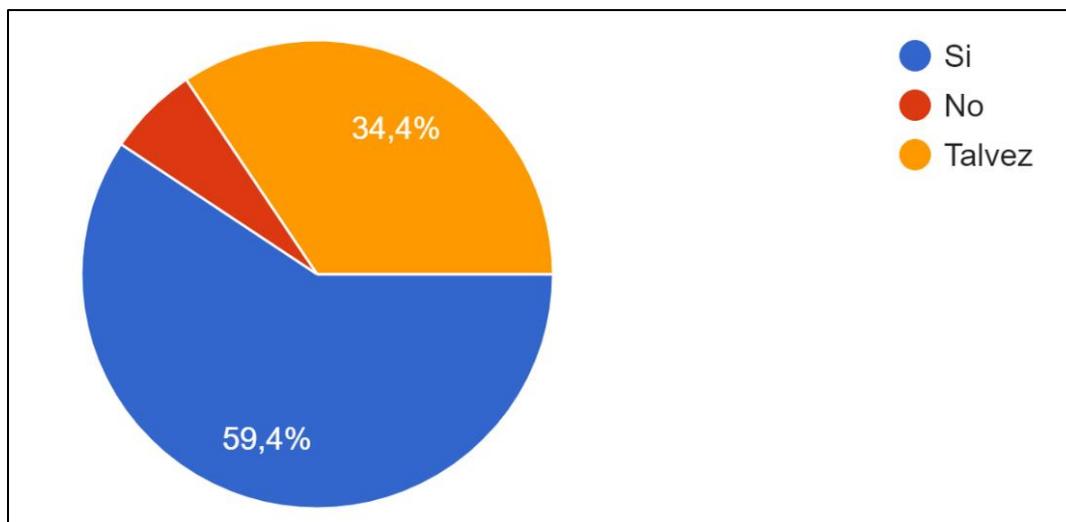
*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

**Pregunta 8: ¿Estaría usted dispuesto a utilizar el bloque propuesto para la edificación de su vivienda**

**Tabla 17**  
**Uso del bloque propuesto en su vivienda**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	157	59.4%
No	91	34.4%
Talvez	16	6.2%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 8:** Uso del bloque propuesto en su vivienda  
*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

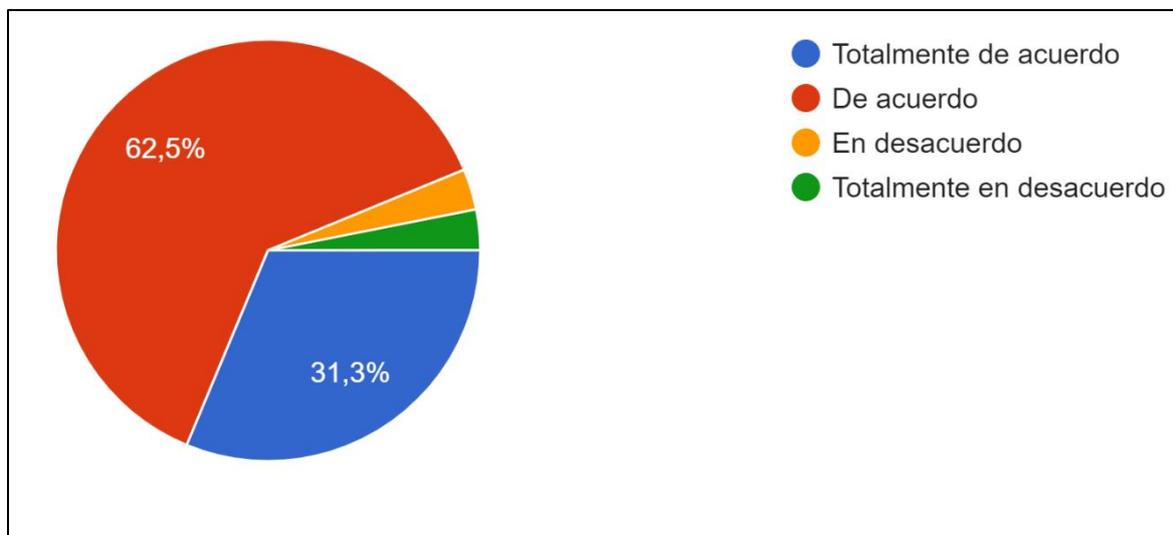
**Pregunta 9 ¿Considera usted que la aplicación del bloque propuesto reducirá los índices de contaminación en nuestro medio?**

**Tabla 18**

**Reducción de índices de contaminación en el medio ambiente**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	83	31.3%
De acuerdo	165	62.5%
En desacuerdo	8	3.1%
Totalmente en desacuerdo	8	3.1%
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 9:** Reducción de índices de contaminación en el medio ambiente

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

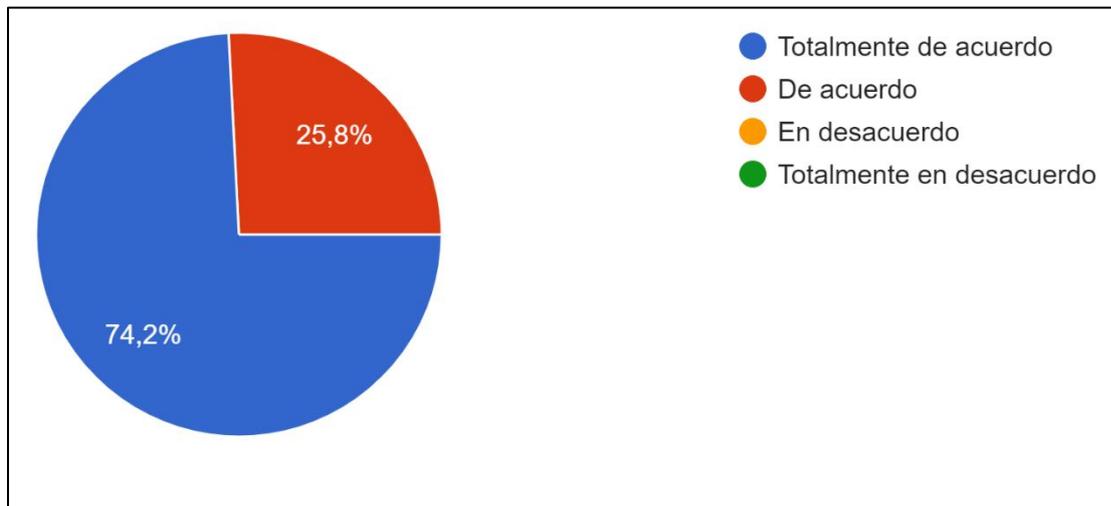
**Pregunta 10 ¿Considera usted importante que las futuras generaciones innoven nuevos materiales de construcción con el objetivo de disminuir el impacto ambiental?**

**Tabla 19**

**Importancia de la innovación en nuevos materiales de la construcción**

DESCRIPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	196	74.2%
De acuerdo	68	25.8%
En desacuerdo	0	0
Totalmente en desacuerdo	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*



**Gráfico 10:** Importancia de la innovación en nuevos materiales de la construcción

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

## CAPITULO IV

### 4.1 Origen de la Propuesta

En el desarrollo de la propuesta se plantea inicialmente

- Desarrollar un prototipo de bloque en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para el desarrollo de la construcción sostenible.
- Determinar cuáles son los potenciales impactos ambientales negativos que se producen por los desechos de plástico y papel en el ecosistema.
- Plantear cual será la dosificación óptima de la mezcla de hormigón, almidón, PET y papel reciclado para la elaboración del bloque.

### 4.2 Detalle de la propuesta

En el Ecuador la fabricación de bloques artesanales e industriales de hormigón, es un proceso que ha sido desarrollado a lo largo del tiempo hasta el día de hoy, siendo este un elemento cuya función prevalece en la construcción. Sin embargo, para la elaboración del bloque se busca optimizar recursos y materiales que integran al mismo.

Se consideró plantear la fabricación de un prototipo de bloque elaborado a partir de materiales reciclados como lo es el PET y el papel. Además, un agregado natural obtenido de la yuca que es el almidón y materiales tradicionales para la elaboración de bloques de hormigón.

Dentro de la propuesta se buscará obtener resultados de calidad que cumplan los parámetros de los ensayos de absorción de agua y de compresión del bloque, de acuerdo a la norma vigente para la fabricación de bloques de hormigón. (NTE INEN 3066, 2016).

Dentro del procedimiento de fabricación, se realizará un bloque con dimensiones de 39 cm de longitud, 19 cm de altura y con un espesor de 9 cm. Para ello se emplearán diferentes dosificaciones, donde las cantidades de materiales como el cemento, arena, piedra chasqui, papel y PET variarán de acuerdo a su dosificación, una vez culminado el proceso de fabricación se continuará a ensayar cada bloque en base a la dosificación empleada.

Para llevar a cabo del proyecto de investigación tipo experimental, se desarrollaron los ensayos en el laboratorio “ING. DR. ARNOLDO RUFFILLI” de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Donde, se realizó los ensayos de resistencia a la compresión de bloque de concreto y el de absorción de agua. Ensayos establecidos en la normativa. (Norma NTE INEN 3066, 2016)

Actualmente en la Norma INEN 3066 se detalla un cuadro con los tipos de bloques con su respectiva resistencia mínima a la compresión simple:

**Tabla 20**

**Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón**

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
* 1 MPa = 10,2 kg/cm <sup>2</sup>			

Fuente: (NTE INEN 3066, 2016)

#### 4.2.1 Propuesta 1

**Impactos ambientales negativos que se producen por los desechos de plástico y papel en el ecosistema.**

Con respecto al objetivo 1, en el cual se menciona el identificar los potenciales impactos ambientales negativos que se producen por los desechos de plástico y papel en el ecosistema, la propuesta para cumplir ese objetivo es la elaboración de un prototipo de un bloque usando los materiales ya mencionados para así minimizar los impactos negativos.

---

#### IMPACTOS NEGATIVOS DEL PLASTICO

- Muerte de aves, reptiles y mamíferos marinos debido a la ingesta de plástico hasta el punto que provocar que sus sistemas digestivos queden atrofiados (**Leeson, 2016**)
  - Al año se producen más de 100 toneladas de plástico, de las cuales 13 millones acaban en los océanos, por lo tanto, además acaban en cualquier parte del planeta (**Rolleat, 2020**)
  - El plástico en contacto con la tierra produce liberación de sustancias tóxicas que dañan las propiedades de la tierra haciéndola no apto para cultivo, además con la probabilidad de que acaben filtrando el subsuelo afectando las aguas subterráneas (**Rolleat, 2020**)
  - Según Investigadores de CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) han encontrado que en mayoría de especies de aves marinas contienen plástico en sus intestinos, se proyecta que para el 2050 el 99% de las aves marinas poseerán plástico en sus intestinos debido a la ingesta directa.
-

- Debido a la gran demanda del plástico, el reciclaje no es suficiente y los vertederos tampoco son una solución, ya que hoy en día los depósitos de basura no poseen el espacio para un aislamiento total, por lo cual genera que sea una fuente permanente de toxinas y lixiviados, lo cual produce una severa contaminación en acuíferos y provocando erosión siendo este complicado de contrarrestar. **(travesiapirenaica, 2019)**
- Sólo en el año 2019 la producción e incineración del plástico produjo más de 850 millones de toneladas métricas de gases de efecto invernadero **(ciel.org, 2019)**
- Los micro plásticos que son originados debido a la rotura de trozos grandes de plástico con el lapso de tiempo, o haberse hecho manualmente o hechos directamente de fábrica producen que organismos pequeños consuman estos y que se transfieran a lo largo de la cadena alimentaria hasta llegar a nuestros platos. **(Greenpeace, 2021)**
- Hoy en día se conocen 5 grandes islas de basuras en los océanos alrededor del planeta y como están en movimiento, van contaminando las costas y mares. **(travesiapirenaica, 2019)**
- El plástico desechado en el medio ambiente afecta la capacidad natural de los océanos para absorber y retener dióxido de carbono. **(ciel.org, 2019)**
- El PET y el polietileno de alta densidad provienen del petróleo, lo cual gasta un recurso natural no renovable, y al ser un combustible fósil liberan gases de efecto de invernadero. Además, en su proceso de elaboración consume gran cantidad de energía conocido como polimerización **(thefoodtech, 2018)**
- Para obtener la materia prima para fabricar el plástico se usan más de 170 sustancias tóxicas ocasionando impactos negativos en la salud humana, tales como cáncer, deterioro del sistema inmune, afectación reproductiva, entre otros. **(ciel.org, 2019)**



**Figura 21:** Plástico en el océano

**Fuente:** (Reddy, 2020)

---

## IMPACTOS NEGATIVOS DEL PAPEL

- El papel contiene cloro ya que es lo que le da el color blanco, el papel al ser desechado, este compuesto químico se desprende del papel provocando contaminación en el medio ambiente.
- El papel desechado usado en impresiones al no pasa por un proceso para volver a ser usado al estar en contacto con el agua, se desprende la tinta el cual es altamente toxico, provocando contaminación del agua.
- La mala disposición final del papel, genera en nuestro medio un aumento considerable del volumen de los desechos, generando emisiones contaminantes.  
(Odrioliza, 2021)



*Figura 22:* Papel manchado con tinta

*Fuente:* Google, 2020

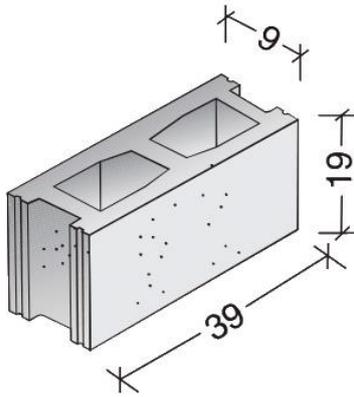
### 4.2.2 Propuesta 2

Con respecto al objetivo 2 para mitigar el impacto ambiental del PET y del papel se propone elaborar un modelo de bloque que aproveche el uso de los materiales reciclados.

#### 4.2.2.1 Proceso para la elaboración del prototipo de bloque

##### 4.2.2.1.1 Dimensiones

Para el desarrollo de proyecto de titulación, se optó por la elaboración de un bloque hueco de hormigón con dimensiones de 39 cm de longitud, 19 cm de altura y 9 cm de espesor.



**Figura 23:** Dimensiones del bloque  
**Fuente:** Juan Rocas, S.A, 2021

#### 4.2.2.1.2 Materiales

##### 4.2.2.1.2.3 PET triturado

El PET es un elemento perteneciente a la familia de los plásticos, este material es utilizado para la fabricación de botellas y envases transparentes. Para la obtención del PET triturado, el plástico debe pasar por un proceso de reciclado.



**Figura 24:** PET triturado  
**Fuente:** Google, 2021

##### 4.2.2.1.2.4 Papel reciclado triturado

El papel es un material que se lo encuentra a diario en nuestro medio, siendo utilizado en revistas, periódicos, cuadernos, libros, etc. Este material tiene una gran variedad de utilidades. sin embargo, la contaminación que produce el mismo, genera alto impacto ambiental. para contrarrestar este efecto negativo se procede a reciclar el papel que se desecha en casas, oficinas, escuelas etc. Este material por lo general se lo recolecta y transporta a una industria dedicada al reciclaje del mismo, donde pasa por diversas etapas hasta llegar a ser reutilizado.



**Figura 25:** Papel triturado

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### **4.2.2.1.2.5 Engrudo de almidón de yuca**

La yuca es un vegetal de cultivo originario de Brasil y presente en otras zonas tropicales como lo es nuestro país Ecuador. El almidón de yuca en harina es un polvo fino que se obtiene a partir de la pulpa de raíz molida. Por sus consistencias se utiliza como sustituto de la harina de trigo tradicional. Para la obtención del engrudo de almidón de yuca se realizó el proceso necesario, el cual sería empleado en la mezcla de mortero para la fabricación del bloque.



**Figura 26:** Engrudo de almidón de yuca

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)



**Figura 27:** Engrudo de almidón de yuca en galones  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### 4.2.2.4.2.6 Material tradicional

Para la elaboración del bloque se emplearon materiales tradiciones normalmente utilizados, como el cemento portland, arena, piedra pómez (chasqui) y agua, en conjunto con los materiales antes mencionados y obtenidos previamente.

Para la obtención de un correcto diseño de hormigón empleado en la elaboración del bloque, se consideró la normativa y materiales que establece INEN 638 “Bloques huecos de hormigón. Definición, clasificación y condiciones generales”.

#### 4.2.2.4.2.6.1 Cemento Portland

El cemento a ser utilizado en la mezcla de hormigón debe cumplir las normativas INEN 152 “Cemento Portland requisitos” y la INEN 1 548 la cual fue reemplazada por la INEN 15



**Figura 28:** Cemento Portland Holcim  
**Fuente:** Google, 2021

#### **4.2.2.4.2.6.2 Arena (árido fino)**

Los áridos empleados para la elaboración del bloque propuesto deben regirse a la normativa INEN 872 “Áridos para hormigón. Requisitos”.



*Figura 29:* Arena, árido fino

*Fuente:* Google, 2021

#### **4.2.2.4.2.6.3 Piedra pómez, chasqui (árido grueso)**

Los áridos empleados para la elaboración del bloque propuesto deben regirse a la normativa INEN 872 “Áridos para hormigón. Requisitos”.



*Figura 30:* Piedra pómez, chasqui

*Fuente:* Google, 2021

#### **4.2.2.4.2.6.4 Agua**

Según lo establece la normativa INEN 638 “Bloques huecos de hormigón. Definición, clasificación y condiciones generales”, el agua que se utilizara para la elaboración del bloque deber ser dulce, libre de impurezas y ácidos. (agua potable)

### 4.2.3 Dosificación

Es de gran importancia establecer una dosificación por medio de la cual se pueda identificar la cantidad de material que se emplea en cada muestra, previamente a realizar los ensayos del bloque. Algunas fábricas de bloques a nivel nacional producen de 35 a 40 bloques por saco de cemento, cuando en regla, es favorable elaborar 27 bloques por saco de cemento usando el material tradicional previamente mencionado en una dosificación 1:5:2 (cemento, arena y piedra).

En nuestro proyecto de titulación se realizaron 5 dosificaciones diferentes donde se busca optimizar recursos y aumentar o igualar la producción del bloque tradicional sin reducir los parámetros que establece la normativa para la fabricación del mismo.

**Tabla 21**  
**Dosificaciones utilizadas para la elaboración del bloque**

Muestra	Almidón hervido (lts)	Plástico pet (kg)	Arena (kg)	Piedra pómez, chasqui (kg)	Cemento (kg)	Papel remojado (kg)	Bloques totales
1	5	2.25	20	27	13.1	5	12
2	5	3	20	16	13.1	4	10
3	7	5	16.5	16	7.5	1.5	12
4	5.5	2.5	11.5	7.5	7	2.75	8
5	5	2.25	16.7	13	10.5	1.5	8

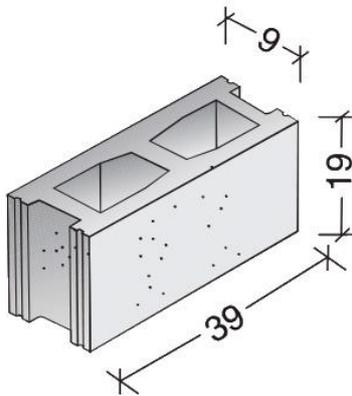
Fuente: Alvarado & Torres (2021)

### 4.2.4 Maquinarias para la elaboración del bloque

Se utilizaron de tipos de maquinarias, donde en la mezcladora, se vierten los materiales para la elaboración del bloque, esta cuenta con un enorme brazo giratorio que permite mezclar todos los componentes. Luego esa mezcla va dirigida a la bloquera por un sistema de conducto ascendente, la cual su función es lograr compactar la mezcla en los moldes, dando como resultado el bloque a base de almidón, PET, papel reciclado y material tradicional.

#### 4.2.5 Moldeado y fabricación del bloque

El tipo de bloque a elaborar es de tipo “C” con dimensiones respectivas de 0.39m x 0.19m x 0.09m



**Figura 31:** Dimensiones del bloque

**Fuente:** Juan Roces, S.A, 2021

La mezcla con los materiales será moldeada con moldes metálicos que se encuentran en el interior de la máquina, una vez culminado el proceso de elaboración del bloque, este se lo deja fraguar durante un periodo de 3 a 4 días. Sin embargo, para realizar el ensayo de compresión se debe cumplir lo que establece la normativa INEN 638, donde propone que la prueba debe realizarse a los 7, 14 y 21 días después de la fabricación del bloque. Logrando así determinar cuáles muestras cumplen con las normas anteriormente mencionadas.

Antes de proceder con la mezcla se procedió a pesar cada material para así poder hacer varias muestras con diferentes dosificaciones.



**Figura 32:** Pesado del PET

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

En la siguiente imagen se aprecia la mezcladora con los materiales que darán origen al bloque propuesto, en función de la dosificación establecida.



**Figura 33:** Proceso de mezclado de los materiales  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

En la siguiente imagen se muestra la máquina encargada de moldear y compactar de acuerdo a la mezcla obtenida de cada bloque para así tener el producto final.



**Figura 34:** Máquina que moldea y compacta el bloque  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

A continuación, se observa los bloques luego de pasar por el proceso de compactación y retirados de la máquina.



**Figura 35:** Tablero con los bloques moldeados y compactados

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

Finalmente, en la siguiente imagen se observa el producto final de los bloques obtenidos de diferentes dosificaciones, una vez desmoldado se lo pone a fraguar. Habiendo transcurrido el tiempo establecido se trasladan al laboratorio para realizar los ensayos respectivos.



**Figura 36:** Producto final

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### 4.2.6 Característica y evaluación de cada bloque en base a su dosificación.

Debido a las diferentes cantidades de materiales empleada en cada dosificación provocó que cada muestra de bloque se comporte de manera diferente.

En la muestra 1 se observó un bloque con pocas grietas, buena adherencia de PET, papel y los demás elementos que conforman el bloque. En la muestra 2 se observó un bloque de apariencia homogénea con muy buena adherencia. En la muestra 3 se observa que el pet empleado en esa dosificación sobresale en los costados del bloque, dándole un aspecto quebradizo, lo cual no ocurría en las anteriores muestras anteriores. En la muestra 4 se observa mayor cantidad de PET, dando origen a imperfecciones estéticas. Finalmente, en la muestra 5 se aprecia un bloque de buena consistencia y homogéneo.

#### Muestra 1

El bloque sustentable de esta muestra está constituido por:

**Tabla 22**

**Descripción de la muestra 1**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Almidón hervido	5 lt
Plástico PET	2.25 kg
Arena	20 kg
Piedra chasqui	27 kg
Cemento	13.1 kg
Papel	5 kg

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

#### Evaluación del bloque sustentable

Los bloques de esta muestra fueron elaborados con PET, papel, almidón y materiales tradicionales, posee 7.25 kg de material reciclado.



**Figura 37:** Muestra 1

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

## Muestra 2

El bloque sustentable de esta muestra está constituido por:

**Tabla 23**

*Descripción de la muestra 2*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Almidón hervido	5 lt
Plástico PET	3 kg
Arena	20 kg
Piedra chasqui	16 kg
Cemento	13 kg
Papel	4 kg

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

### **Evaluación del bloque sustentable**

Los bloques de esta muestra fueron elaborados con PET, papel, almidón y materiales tradicionales, posee 7 kg de material reciclado, aquí se redujo la cantidad de piedra pómez (chasqui) y se aumentó el PET.



**Figura 38:** Muestra 2

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

### Muestra 3

El bloque sustentable de esta muestra está constituido por:

**Tabla 24**  
*Descripción de la muestra 3*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Almidón hervido	7 lt
Plástico PET	5 kg
Arena	16.5 kg
Piedra chasqui	16 kg
Cemento	7.5 kg
Papel	1.5 kg

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

### Evaluación del bloque sustentable

Los bloques de esta muestra fueron elaborados con PET, papel, almidón y materiales tradicionales, posee 6.5 kg de material reciclado, a comparación con la muestra 2, aquí se mantuvo la cantidad de piedra chasqui y se puso más PET.



**Figura 39:** Muestra 3

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### **Muestra 4**

El bloque sustentable de esta muestra está constituido por:

**Tabla 25**

**Descripción de la muestra 4**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Almidón hervido	5.5 lt
Plástico PET	2.5 kg
Arena	11.5 kg
Piedra chasqui	7.5 kg
Cemento	7 kg
Papel	2.75 kg

**Elaborado por:** Alvarado & Torres (2021)

#### **Evaluación del bloque sustentable**

Los bloques de esta muestra fueron elaborados con PET, papel, almidón y materiales tradicionales, posee 5.25 kg de material reciclado, a comparación con la muestra 3, aquí se redujo la cantidad de arena y piedra pómez (chasqui), se redujo el PET a la mitad y se aumentó una leve cantidad de papel.



**Figura 40:** Muestra 4

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

## Muestra 5

El bloque sustentable de esta muestra está constituido por:

**Tabla 26**

### **Descripción de la muestra 5**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Almidón hervido	5 lt
Plástico PET	2.25 kg
Arena	16.7 kg
Piedra chasqui	13 kg
Cemento	10.5 kg
Papel	1.5 kg

**Elaborado por:** Alvarado & Torres (2021)

### **Evaluación del bloque sustentable**

Los bloques de esta muestra fueron elaborados con PET, papel, almidón y materiales tradicionales, posee 3.75 kg de material reciclado, a comparación con la muestra 4, aquí se disminuyó la cantidad de arena, piedra pómez (chasqui) y cemento, además se redujo a 1.5 kg el papel.



**Figura 41:** Muestra 5

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### 4.2.7 Ensayo de resistencia a la compresión

La prueba de resistencia a la compresión tiene como fin determinar la resistencia máxima que soportará el bloque frente una carga de rotura. en este caso se realizaron 5 roturas, un bloque por cada dosificación.

En la siguiente imagen se observa la maquina en la cual se va a poner a prueba la resistencia de cada bloque, además, previo a realizar los ensayos, primero se calibra la máquina, esto permite que haya firmeza al momento de ejercer presión al bloque.



**Figura 42:** Maquina de ensayo a la compresión

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

En la siguiente imagen se observa el bloque ya colocado en la máquina de ensayo a la compresión, donde se le añade arena tanto en la parte superior e inferior del bloque, esto con el fin de que quede nivelado y rellene espacios vacíos que puedan existir al momento de recibir la presión y contrapeso.



**Figura 43:** Bloque ubicado en la máquina de ensayo a la compresión  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

A continuación, en la siguiente imagen se aprecia la carga máxima de resistencia que el bloque logró soportar debido a que justo en la mitad del mismo se presenta una falla vertical de rotura.



**Figura 44:** Bloque sometido a la compresión  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### 4.2.7.1 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión

**Tabla 27**

*Descripción de los resultados de la prueba de compresión*

BLOQUE No.	FECHA		EDAD DIAS	CARGA MAXIMA Kg.	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA MPA	
	TOMA	ROTURA					
1	5/2/2021	19/2/2021	14	2128	8.51	0.83	OK
	5/2/2021	26/2/2021	21	4000	16.00	1.57	
	5/2/2021	5/3/2021	28	4400	17.60	<b>1.73</b>	
2	5/2/2021	19/2/2021	14	2908	11.63	1.14	OK
	5/2/2021	26/2/2021	21	4550	18.20	1.78	
	5/2/2021	5/3/2021	28	4950	19.80	<b>1.94</b>	
3	5/2/2021	19/2/2021	14	3158	12.63	1.24	OK
	5/2/2021	26/2/2021	21	3090	12.36	1.21	
	5/2/2021	5/3/2021	28	5022	20.09	<b>1.97</b>	
4	5/2/2021	19/2/2021	14	2358	9.43	0.92	OK
	5/2/2021	26/2/2021	21	4125	16.50	1.62	
	5/2/2021	5/3/2021	28	4412	17.65	<b>1.73</b>	
5	5/2/2021	19/2/2021	14	2788	11.15	1.09	OK
	5/2/2021	26/2/2021	21	4490	17.96	1.76	
	5/2/2021	5/3/2021	28	4505	18.02	<b>1.77</b>	

**Elaborado por:** Alvarado & Torres (2021)

Para el desarrollo del ensayo de resistencia a la compresión, se tomaron en cuenta las 5 muestras previamente elaboradas. De acuerdo a su dosificación respectiva, se evaluó la resistencia máxima que soportaría cada bloque, para ello eso establecieron fechas de rotura a los 14, 21 y 28 días.

La (Norma NTE INEN 3066, 2016) establece la resistencia mínima a la compresión que deben cumplir los bloques de acuerdo a su tipo y función.

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
* 1 MPa = 10,2 kg/cm <sup>2</sup>			

**Figura 45** Resistencia mínima a la compresión

**Fuente:** (Norma NTE INEN 3066, 2016)

De acuerdo a los resultados obtenidos previamente en el ensayo de resistencia a la compresión dentro de los 14, 21 y 28 días. Los bloques con sus respectivas dosificaciones superan la resistencia mínima establecida en la normativa INEN 3066 para los bloques de clase C, tenido un valor promedio de 1.82 Mpa entre todas las muestras evaluadas, donde la muestra 3 alcanza la resistencia mayor con un valor de 1.93 Mpa.

#### **4.2.8 Ensayo de absorción del bloque**

Para realizar el ensayo de absorción, la norma INEN 3066 anexo D establece los parámetros y generalidades que se deben acatar en el procedimiento. Para el ensayo se deben cumplir con los siguientes equipos y aparatos.

Balanza, con una exactitud de  $\pm 1$  g de la masa de la muestra más pequeña ensayada.

Alambre, de acero galvanizado de al menos 1mm de diámetro.

Malla metálica, formada por varillas de al menos 9.5 mm de diámetro.

Preparación, preservación de la muestra y unidades ensayadas.

Para el ensayo de cada muestra de bloque se deben hacer en unidades enteras.

##### **4.2.8.1 Procedimiento del ensayo**

###### **4.2.8.1.1 Determinación del peso**

Es necesario determinar el peso de cada muestra de bloque en una balanza y registrar este valor, previamente a realizar el ensayo de absorción.



**Figura 46:** Determinación del peso del bloque 1

**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

#### 4.2.8.1.2 Saturación del bloque

El bloque debe ser sumergido en agua a una temperatura ambiente de 16 °C y 27 °C, durante un periodo de tiempo de 24 a 28 horas. Luego se determina la masa del bloque sumergido, siendo este suspendido por un alambre y se registra este valor obtenido como  $M^1$  (masa de saturación del bloque).



**Figura 47:** Saturación del bloque  
**Fuente:** Alvarado & Torres (2021)

Una vez culminado el tiempo de saturación establecido de 24 a 28 horas, se retira los bloques y se los deja escurrir durante un tiempo de 60 segundos sobre una malla metálica, y se procede a retirar cualquier excedente de agua en la superficie con un paño húmedo, se determina la masa, y se registra el valor del peso obtenido. Este proceso se debe repetir cada 24 horas, hasta lograr una diferencia de la masa inferior a 0.2%. finalmente, este resultado se registra como  $M^2$  (masa de la muestra saturada).

#### 4.2.8.1.3 Secado del bloque

Después de haber determinado el valor de la masa del bloque saturado, se procede a secar cada muestra en un horno ventilado, entre una temperatura de 100 °C y 115 °C. de igual forma se deben pesar las muestras de bloque cada 24 horas, hasta lograr obtener una diferencia de la masa inferior de 0.2%. este valor se registra como  $M^d$  (masa de la muestra seca al horno).



*Figura 50:* secado del bloque al horno

*Fuente:* Alvarado & Torres (2021)

#### 4.2.8.2 Resultados obtenidos del ensayo de absorción

*Tabla 28*

*Descripción de los resultados del ensayo de absorción.*

ENSAYO DE ABSORCION					
BLOQUE NO.	Masa de muestra saturada ( $M^2$ ) gr	Masa de muestra secada al horno ( $M^d$ ) gr	$M^2 - M^d$		Porcentaje de absorcion %
1	6350	5400	950		18
2	6300	5400	900		17
3	6200	5350	850		16
4	6150	5250	900		17
5	6100	5150	950		18

*Elaborado por:* Alvarado & Torres (2021)

#### **4.2.8.3 Calculo para el porcentaje de absorción**

Porcentaje de absorción =  $\frac{A-D}{D} \times 100$

D

#### **4.2.8.4 Comentario del ensayo de absorción**

Se puede apreciar que el plástico tiene un rol muy importante en el bloque, el cual influye en los resultados de absorción, a medida que aumenta la cantidad de plástico, el porcentaje de absorción disminuye haciendo el bloque más ligero, como es el caso del bloque 3 que es el que tiene más plástico y cuyo porcentaje de absorción fue 16, esto sucede ya que el volumen del plástico dentro del bloque pesa poco por ende la absorción es mínima.

#### 4.2.9 Presupuesto

El costo varía dependiendo de la forma en que se adquiere los elementos. El bloque con las mismas medidas tiene un precio alrededor de 0.40 ctvs. de dólar.

**Tabla 29**

*Descripción y precios de los materiales que componen el bloque ecológico.*

Descripción del Contenido	Unidad	Precio
Arena	Kg	0.06
Piedra chasqui	Kg	0.09
Cemento	Kg	0.15
Almidón hervido	Lt	0.069
PET Triturado	Kg	0.08
Papel reciclado(remojado)	Kg	0.05

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

#### 4.2.9.1 Presupuesto de la muestra 1

La muestra 1 posee una cantidad de 7.25 kg de material reciclado

**Tabla 30**

*Descripción de componentes de la Muestra 1.*

Descripción del Contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Arena	20 kg.	\$ 1.20
Piedra chasqui	27 kg.	\$ 2.43
Cemento	13.1 kg.	\$ 1.97
Almidón hervido	5 lt	\$ 0.35
PET Triturado	2.25 kg.	\$ 0.18
Papel reciclado	5 kg.	\$ 0.25
Total de bloques realizados		12

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

#### 4.2.9.2 Presupuesto de la muestra 2

La muestra 2 posee una cantidad de 7 kg de material reciclado, a diferencia de la muestra 1, aquí se redujo la cantidad de piedra chasqui, pero manteniendo la misma cantidad de arena.

**Tabla 31**  
*Descripción de componentes de la Muestra 2.*

<b>Descripción del Contenido</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo de la prueba</b>
Arena	20 kg.	\$ 1.20
Piedra chasqui	16 kg.	\$ 1.44
Cemento	13.1 kg.	\$ 1.97
Almidón hervido	5 lt	\$ 0.35
PET Triturado	3 kg.	\$ 0.24
Papel reciclado	4 kg.	\$ 0.20
Total de bloques realizados		10

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

#### 4.2.9.3 Presupuesto de la muestra 3

La muestra 3 posee una cantidad de 6.5 kg de material reciclado, a diferencia de la muestra 2, aquí se aumentó la cantidad de plástico PET y se redujo la cantidad de cemento.

**Tabla 32**  
*Descripción de componentes de la Muestra 3.*

<b>Descripción del Contenido</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo de la prueba</b>
Arena	16.5 kg.	\$ 0.99
Piedra chasqui	16 kg.	\$ 1.44
Cemento	7.5 kg.	\$ 1.13
Almidón hervido	7 lt.	\$ 0.48
PET Triturado	5 kg.	\$ 0.40
Papel reciclado	1.5 kg.	\$ 0.08
Total de bloques realizados		12

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

#### 4.2.9.4 Presupuesto de la muestra 4

La muestra 4 posee una cantidad de 5.25 kg de material reciclado, a diferencia de la muestra 3, aquí se optó por disminuir la cantidad de arena, PET, piedra chasqui y un poquito de cemento, pero se aumentó papel.

**Tabla 33**  
*Descripción de componentes de la Muestra 4.*

Descripción del Contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Arena	11.5 kg.	\$ 0.69
Piedra chasqui	7.5 kg.	\$ 0.68
Cemento	7 kg.	\$ 1.05
Almidón hervido	5.5lt.	\$ 0.38
PET Triturado	2.5 kg.	\$ 0.20
Papel reciclado	2.75 kg.	\$ 0.14
Total de bloques realizados		8

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

#### Presupuesto de la muestra 5

La muestra 5 posee una cantidad de 3.75 kg de material reciclado, a diferencia de la muestra 4, aquí se optó por aumentar la cantidad de arena, piedra chasqui y cemento.

**Tabla 34**  
*Descripción de componentes de la Muestra 5.*

Descripción del Contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Arena	16.7 kg.	\$ 1.00
Piedra chasqui	13 kg.	\$ 1.17
Cemento	10.5 kg.	\$ 1.58
Almidón hervido	5lt.	\$ 0.35
PET Triturado	2.25 kg.	\$ 0.18
Papel reciclado	1.5 kg.	\$ 0.08
Total de bloques realizados		8

*Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)*

## Conclusiones

- Los resultados del ensayo a la compresión realizados a los boques demostraron que la resistencia varía de acuerdo a la cantidad de los materiales que se emplearon. La mejor resistencia se obtuvo en la muestra 3.
- Todos los bloques elaborados en este proyecto de investigación superan la resistencia de 1.4 Mpa, entran en la Categoría tipo C, con lo que según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 3066 pueden ser usados para mampostería no estructural tales como alivianamientos de losas.
- El material plástico PET tiene un alto tiempo de degradación entre 200 a 300 años, lo cual garantiza que la construcción sea de larga vida.
- Con el uso del plástico y del papel mejoran la actividad del reciclaje, logrando reducir la contaminación al medio ambiente, conservando la salud y vida de los animales.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda que para futuras investigaciones se experimente con la dosificación óptima, tomando como referencia las dosificaciones usadas en el presente trabajo de investigación para así pulir y establecer una mejor versión del bloque.
- Se recomienda que, al realizar este tipo de bloque, se debería considerar licuar el papel remojado para así obtener pulpa de papel, logrando optimizar el tiempo, además de una posible mejora en sus propiedades mecánicas.
- Se recomienda que el plástico tritura PET sus hojuelas sean lo más pequeñas posibles, ya que así se evita que pedazos sobresalgan del bloque, además ayuda a una mejor adherencia y consistencia.

## Bibliografía

- Universidad Militar Nueva Granada. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencias e Ingeniería Neogranadina*, 99-116.
- Ambientum. (2019, Octubre 21). Retrieved from Ambientum.com:  
<https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/reciclaje-de-pet.asp#>
- Antrax, I. (2015, Mayo 10). *slideshare*. Retrieved from  
[https://es.slideshare.net/ivan\\_antrax/propiedades-y-caracteristicas-del-pet](https://es.slideshare.net/ivan_antrax/propiedades-y-caracteristicas-del-pet)
- Bloqueras.org. (2018). *Bloqueras.org*. Retrieved from <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>
- Bolsalea. (2020, Febrero 10). Retrieved from <https://www.bolsalea.com/blog/2011/09/el-origen-del-papel-3/>
- Bon, M. (2018, noviembre 09). *digitalpapel.com*. Retrieved from <https://blog.digitalpapel.com/usos-papel-reciclado/>
- Cartabon. (2020, Enero 21). Retrieved from <https://www.cartabon.com/blog/p-que-tipos-de-papel-existen-y-para-que-se-utiliza-cada-uno>
- Choez, R. (2019). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Retrieved from <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2913/1/T-ULVR-2625.pdf>
- ciel.org. (2019, Mayo). *ciel.org*. Retrieved from <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>
- ciel.org. (2019, Marzo). *ciel.org*. Retrieved from <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/03/Plastic-Health-Spanish.pdf>
- COMERCIO, E. (2017, abril 28). *Ecuador tiene un déficit en reciclar basura*. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-deficit-reciclar-basura-contaminacion.html>
- Concretec. (2016, Septiembre 15). Retrieved from  
[https://www.concretec.com.bo/fichas/bloques\\_hormigon.pdf](https://www.concretec.com.bo/fichas/bloques_hormigon.pdf)
- Construyored. (2017, Diciembre 04). Retrieved from <https://construyored.com/noticias/1834-ya-sabes-para-que-sirve-un-bloque-de-concreto>
- Correa Palaguachi, Cristhian Geovanny. (2020). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Retrieved from <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3780>
- eltelegrafo. (2017, abril 19). 10.000 millones de árboles desaparecen anualmente. pp.  
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/10-000-millones-de-arboles-desaparecen-anualmente>.
- Ensinck, M. G. (2020, Marzo 2). *Comunicación sostenible*. Retrieved from  
<https://www.comunicacionsostenible.co/site/plasticos-del-problema-a-la-solucion/>
- Ferrández, G., Ferrández, V., Andreu, R., & García, O. (2019, Mayo 22). *Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Retrieved from  
[http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2071.%20XIV%20Congreso%20Nacional%](http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2071.%20XIV%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas%202019.pdf)

20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Ingenieri%CC%81a%20Horti%CC%81cola/Estudio%20de%20los%20usos%20del%20almido%CC%81n%20en%20la%20construccio%CC%81n.pdf

- Garofalo, X. (2018). *azsalud*. Retrieved from <https://azsalud.com/nutricion/almidon#:~:text=El%20almid%C3%B3n%20es%20una%20mol%C3%A9cula%20polisac%C3%A1rida%20ramificada.&text=Una%20de%20las%20caracter%C3%ADsticas%20de,aumentar%20la%20temperatura%20de%20esta>.
- Greenpeace. (2021). *greenpeace.org*. Retrieved from <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/>
- historia-biografia*. (2017, Febrero 11). Retrieved from <https://historia-biografia.com/historia-del-papel/>
- INEC. (2016). *INEC instituto nacional de estadística y censos*. Retrieved from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/normas-tecnicas/>
- Isan, A. (2020, Junio 2). Retrieved from <https://www.ecologiaverde.com/cual-es-el-impacto-ambiental-del-consumo-de-papel-447.html>
- Isan, A. (2020, Junio 2). Retrieved from <https://www.ecologiaverde.com/cual-es-el-impacto-ambiental-del-consumo-de-papel-447.html>
- Laimprentacg*. (2019, Mayo 17). Retrieved from <https://www.laimprentacg.com/quien-invento-la-imprenta/>
- Lara, M. L. (2015, septiembre). *ResearchGate*.
- Lasso, S. (2019, Noviembre 01). Retrieved from <https://www.aboutespanol.com/caracteristicas-del-papel-180062 menciona que las>
- Leeson, C. (Director). (2016). *Plastic Ocean* [Motion Picture].
- Makertan*. (2015, Octubre 14). Retrieved from <https://laprestampa.com/el-proceso-grafico/materiales-productos-y-soportes/fabricacion-del-papel/>
- Manchola, Bernal y Castro. (2018). Investigación Formativa en Ingeniería segunda edición. In P. E. Serna, *Investigación Formativa en Ingeniería segunda edición* (p. 85). Medellín: IAI (Editorial Instituto Antioqueño de Investigación).
- Miller y Herrera. (2018, diciembre 15). *Universidad Católica de Colombia*. Retrieved from <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22382/1/TESIS%20BLOQUE%20PET.pdf>
- Ministerio de ambiente y agua. (2012). *ambiente.gob.ec*. Retrieved from <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-incremento-la-recoleccion-de-botellas-pet-en-2012/>
- Norma NTE INEN 3066. (2016). *BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO*. Quito. Retrieved from [https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3066.pdf)
- NTE INEN 3066. (2016, noviembre). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Retrieved from [https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3066.pdf)
- NTE INEN 638. (2014). *BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES*. Quito.

- Odrioniza, V. (2021). *administracion.usmp*. Retrieved from <http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp-content/uploads/2013/08/Impactos-de-la-producción-de-Papel-GREENPEACE.pdf>
- OREFEBRE, G. G. (2018, Septiembre 21). *www.homify.com.mx*. Retrieved from [https://www.homify.com.mx/libros\\_de\\_ideas/5910673/bloques-de-cemento-para-construir-casa-ideas-y-ventajas](https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5910673/bloques-de-cemento-para-construir-casa-ideas-y-ventajas)
- Parker, L. (2018, Junio 05). *National Geographic*. Retrieved from [https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico\\_12712/13](https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico_12712/13)
- Pere, C. (2016). *investigacion y ciencia* . Retrieved from <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136>
- Pizarro, Sánchez, Ceballos, Morante y Dufour. (2016). Diversificación de los Almidones de Yuca y sus Posibles Usos en la Industria Alimentaria. *revista Politécnica vol. 37 núm. 2*. Retrieved from [http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/637](http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/637)
- PNUMA. (2017, mayo 12). *Noticias ONU*. Retrieved from <https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771v>
- Prefabricados Jara. (2020, Mayo 19). Retrieved from <https://www.prefabricadosjara.com/las-8-caracteristicas-clave-del-hormigon/>
- Prieto, M. A. (2016, Octubre 3). *Plastics technology mexico*. Retrieved from <https://www.pt-mexico.com/articulos/detr-s-de-la-produccion-del-pet>
- Proaño, J. (2020, diciembre 15). *El Oficial*. Retrieved from <https://eloficial.ec/ecuador-y-sus-avances-en-la-construccion-sostenible/>
- Puga, L. (2019, Noviembre 21). Retrieved from [https://unayta.es/impacto-ambiental-del-papel/#Situacion\\_actual\\_del\\_consumo\\_de\\_papel](https://unayta.es/impacto-ambiental-del-papel/#Situacion_actual_del_consumo_de_papel)
- Puga, L. (2019, Noviembre 21). Retrieved from <https://unayta.es/impacto-ambiental-del-papel/>
- Reddy, S. (2020, Octubre 2). *pewtrusts.org*. Retrieved from <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/articles/2020/10/02/solving-ocean-plastic-pollution-wont-be-easy-but-we-have-no-choice>
- Redes, L. (2018, Febrero 05). Retrieved from <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/el-impacto-medioambiental-del-papel>
- Redes, L. (2018, mayo sabado). *gestion de residuos* . Retrieved from <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/el-impacto-medioambiental-del-papel#:~:text=Pero%20además%2C%20la%20fabricación%20de,tiene%20un%20gran%20impacto%20medioambiental%3A&text=Es%20una%20de%20las%20mayores,por%20cada%20kilo%20de%20papel.>
- Rojas, K. (2018, Febrero 23). *El financiero Cr*. Retrieved from <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/la-contaminacion-por-plastico/YTJWOX5OENA6ZAIQ3GOK6UTKJM/story/>

- Rolleat. (2020, Junio 23). *Rolleat.com*. Retrieved from <https://rolleat.com/es/impacto-ambiental-del-plastico/>
- Rotoplas. (2019, Agosto 28). *fan del agua*. Retrieved from <https://fandelagua.com/que-es-el-pet-y-sus-consecuencias-en-el-medio-ambiente/>
- thefoodtech. (2018, Noviembre 1). *thefoodtech.com*. Retrieved from <https://thefoodtech.com/historico/impactos-ambientales-de-los-plasticos-frente-a-los-metales/>
- travesiapirenaica. (2019, Marzo 15). *travesiapirenaica.com*. Retrieved from <https://travesiapirenaica.com/problema-plastico-en-el-medio-ambiente/>
- Vazquez, A. (2016, mayo). *anipac*. Retrieved from <http://www.anipac.com/origendelosplasticos.pdf>
- Vistazo. (2020, Mayo 15). *vistazo*. Retrieved from <https://www.vistazo.com/seccion/vida-moderna/ambiente/ecuador-avanza-en-el-camino-de-la-cultura-del-reciclaje>

## Anexos

### Anexo 1.- Modelo de encuesta digital

	<b>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL</b>	
	<b>ENCUESTA DIRIGIDA A EMPRESAS Y PROFESIONALES EN EL AREA DE LA CONSTRUCCION Y AL PUBLICO EN GENERAL</b>	
	Fecha:	
	Medio:	Digital
TEMA DE INVESTIGACION: PROTOTIPO DE BLOQUE EN BASE DE ALMIDON, POLIETILENO TEREFTALATO (PET), PAPEL RECICLADO Y MATERIAL TRADICIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE		

#### Pregunta 1.

¿Practica usted la actividad de reciclar el plástico o el papel en su medio?

- Siempre
- Casi siempre
- Frecuentemente
- Nunca

#### Pregunta 2

¿Conoce usted sobre la contaminación que se produce en el medio ambiente por la mala disposición final del Plástico (PET)?

- Si
- No

#### Pregunta 3

¿Conoce usted sobre la contaminación que se produce en el medio ambiente por la mala disposición final del papel?

- Si
- No

**Pregunta 4**

**¿Se encuentra usted informado de la aplicación de algún material reciclado en la construcción?**

- Si
- No
- Poco
- Muy poco

**Pregunta. 5**

**¿Cuál de las siguientes aplicaciones conoce usted sobre el almidón de Yuca?**

- Uso alimenticio
- Pegamento
- Agregado para la fabricación de un bloque de hormigón
- Ninguna de las anteriores

**Pregunta 6**

**¿Es de su conocimiento el saber que se puede fabricar bloques de hormigón a partir de materiales reciclados como el PET y el Papel?**

- Si
- No
- Poco
- Casi nada

**Pregunta 7**

**¿Cree usted que un bloque de hormigón fabricado con materiales como el PET, papel, y almidón de yuca, podría ser empleado en la construcción?**

- Si
- No
- Muy probable
- Poco probable

**Pregunta 8**

**¿Estaría usted dispuesto a utilizar el bloque propuesto para la edificación de su vivienda?**

- Si
- No
- Talvez

**Pregunta 9**

**¿Considera usted que la aplicación del bloque propuesto reducirá los índices de contaminación en nuestro medio?**

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

**Pregunta 10**

**¿Considera usted importante que las futuras generaciones innoven nuevos materiales de construcción con el objetivo de disminuir el impacto ambiental?**

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

## Anexo 2.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 1

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
<b>PROYECTO:</b> Elaboración de un bloque utilizando Plastico PET, papel reciclado, almidón y material tradicional					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>Rubro:</b> Bloque 1				<b>Unidad:</b>	U
<b>Detalle:</b> Dosificacion					
				<b>Rendimiento:</b>	0.0067
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
Herramienta menor 5%					0.0012127
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1	0.0067	0.01
SUBTOTAL M					0.0288837
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
Peon	1.00	3.62	3.62	0.0067	0.02
SUBTOTAL N					0.02
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Costo</b>	
Cemento	kg	1.09	0.15	0.16	
arena	kg	1.67	0.06	0.10	
Piedra chasqui	kg	2.25	0.09	0.20	
Plastico PET	kg	0.19	0.08	0.02	
Almidon hervido	lt	0.42	0.069	0.03	
Papel	kg	0.42	0.05	0.02	
SUBTOTAL O					0.53
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	
SUBTOTAL P					
	<b>Total de Costos Directos (M+N+O+P)</b>				0.58
	<b>Costos Indirectos 10%</b>				0.058
	<b>Costo total del Rubro</b>				0.64
	<b>Valor Ofertado</b>				0.64

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)

### Anexo 3.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 2

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
PROYECTO: Elaboración de un bloque utilizando Plastico PET, papel reciclado, almidón y material tradicional					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>Rubro:</b> Bloque 2				<b>Unidad:</b>	U
<b>Detalle:</b> Dosificacion					
				<b>Rendimiento:</b>	0.0067
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%					0.0012127
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
SUBTOTAL M					0.029
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peon	1.00	3.62	3.62	0.0067	0.02
SUBTOTAL N					0.02
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Costo	
Cemento	kg	1.31	0.15	0.20	
arena	kg	2	0.06	0.12	
Piedra chasqui	kg	1.6	0.09	0.14	
Plastico PET	kg	0.3	0.08	0.02	
Almidon hervido	lt	0.5	0.069	0.03	
Papel	kg	0.4	0.05	0.02	
SUBTOTAL O					0.54
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					
<b>Total de Costos Directos (M+N+O+P)</b>					<b>0.59</b>
<b>Costos Indirectos 10%</b>					<b>0.059</b>
<b>Costo total del Rubro</b>					<b>0.65</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0.65</b>

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)

#### Anexo 4.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 3

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
PROYECTO: Elaboración de un bloque utilizando Plastico PET, papel reciclado, almidón y material tradicional					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>Rubro:</b> Bloque 3				<b>Unidad:</b>	U
<b>Detalle:</b> Dosificacion					
				<b>Rendimiento:</b>	0.0067
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%					0.0012127
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1	0.0067	0.01
SUBTOTAL M					0.0288837
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peon	1.00	3.62	3.62	0.0067	0.02
SUBTOTAL N					0.02
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Costo	
Cemento	kg	0.63	0.15	0.09	
arena	kg	1.38	0.06	0.08	
Piedra chasqui	kg	1.33	0.09	0.12	
Plastico PET	kg	0.42	0.08	0.03	
Almidon hervido	lt	0.58	0.069	0.04	
Papel	kg	0.13	0.05	0.01	
SUBTOTAL O					0.38
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					
<b>Total de Costos Directos (M+N+O+P)</b>					<b>0.43</b>
<b>Costos Indirectos 10%</b>					<b>0.043</b>
<b>Costo total del Rubro</b>					<b>0.47</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0.47</b>

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)

## Anexo 5.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 4

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
PROYECTO: Elaboración de un bloque utilizando Plastico PET, papel reciclado, almidón y material tradicional					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>Rubro:</b> Bloque 4				<b>Unidad:</b>	U
<b>Detalle:</b> Dosificacion					
				<b>Rendimiento:</b>	0.0067
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%					0.0012127
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1	0.0067	0.01
SUBTOTAL M					0.0288837
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peon	1.00	3.62	3.62	0.0067	0.02
SUBTOTAL N					0.02
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Costo	
Cemento	kg	0.875	0.15	0.13	
arena	kg	1.4375	0.06	0.09	
Piedra chasqui	kg	0.9375	0.09	0.08	
Plastico PET	kg	0.3125	0.08	0.03	
Almidon hervido	lt	0.6875	0.069	0.05	
Papel	kg	0.34375	0.05	0.02	
SUBTOTAL O					0.39
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					
<b>Total de Costos Directos (M+N+O+P)</b>					<b>0.44</b>
<b>Costos Indirectos 10%</b>					<b>0.044</b>
<b>Costo total del Rubro</b>					<b>0.49</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0.49</b>

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)

## Anexo 6.- Análisis de precios Unitarios de la muestra 5

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
PROYECTO: Elaboración de un bloque utilizando Plastico PET, papel reciclado, almidón y material tradicional					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>Rubro:</b> Bloque 5				<b>Unidad:</b>	U
<b>Detalle:</b> Dosificacion					
				<b>Rendimiento:</b>	0.0067
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%					0.0012127
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1	0.0067	0.01
SUBTOTAL M					0.0288837
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peon	1.00	3.62	3.62	0.0067	0.02
SUBTOTAL N					0.02
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Costo	
Cemento	kg	1.3125	0.15	0.20	
arena	kg	2.0875	0.06	0.13	
Piedra chasqui	kg	1.625	0.09	0.15	
Plastico PET	kg	0.28125	0.08	0.02	
Almidon hervido	lt	0.625	0.069	0.04	
Papel	kg	0.1875	0.05	0.01	
SUBTOTAL O					0.54
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					
<b>Total de Costos Directos (M+N+O+P)</b>					<b>0.60</b>
<b>Costos Indirectos 10%</b>					<b>0.060</b>
<b>Costo total del Rubro</b>					<b>0.66</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0.66</b>

Elaborado por: Alvarado & Torres (2021)