



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

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

**TEMA:**

**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**

**TUTOR:**

**ING. MAX DARÍO ALMEIDA FRANCO, MSc**

**AUTOR:**

**CRISTHIAN GEOVANNY CORREA PALAGUACHI**

**GUAYAQUIL**

**2020**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> 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	
<b>AUTOR:</b> Correa Palaguachi Cristhian Geovanny	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Ing. Almeida Franco Max Darío, MSc
<b>INSTITUCIÓN:</b> <b>Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil</b>	<b>Grado obtenido:</b> Arquitecto
<b>FACULTAD:</b> INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b> ARQUITECTURA
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2020	<b>N. DE PAGS:</b> 95
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Reciclaje, Bloque , Medio ambiente, Plástico	
<b>RESUMEN:</b> El presente trabajo se realizó con el objetivo de mostrar una nueva alternativa de mitigación al impacto ambiental que el plástico y los neumáticos fuera de uso provocan al medio ambiente y merman la calidad de vida de los ciudadanos del cantón la Troncal; lo que se propone es la utilización de plástico y fibras de caucho de neumáticos usados en la fabricación de bloques de mampostería que cumplan con la resistencia necesaria para su utilización, innovando la industria de la construcción. El trabajo es de carácter teórico, experimental, contiene revisión bibliográfica, la cual ha permitido desarrollar la tecnología utilizada. El trabajo de campo, corresponde a la construcción de los bloques y de laboratorio ya que es allí donde se midió su resistencia. Se utilizaron	

fichas de campo y de laboratorio que facilitaron la recopilación y procesamiento de la información. El trabajo se realizó en la Troncal Provincia del Cañar, con materiales que se pueden obtener fácilmente. Llegando a constatar una diferencia significativa de valores entre ambas mamposterías, evidenciando que, el bloque reciclado con caucho y plástico reciclado podría generar un ahorro económico al público en general, y de manera adicional contribuye a la preservación del medio por la disminución en la contaminación ambiental.

**N. DE REGISTRO (en base de datos):**

**N. DE CLASIFICACIÓN:**

**DIRECCIÓN URL (tesis en la web):**

**ADJUNTO PDF:**

**SI**

**NO**

**CONTACTO CON AUTOR:**

Correa Palaguachi Cristhian  
Geovanny

**Teléfono:**

0959775436

**E-mail:**

**ccorreap@ulvr.edu.ec**

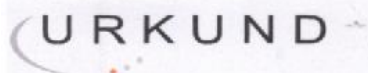
**CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:**

Mba. Ing. Alex Salvatierra Espinoza, Decano

**Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 Decanato**

**E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec**

## Certificado De Similitudes



### Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Correa Noviembre 2019.docx (D60633095)  
Submitted: 12/9/2019 4:30:00 PM  
Submitted By: malmeidaf@ulvr.edu.ec  
Significance: 4 %

#### Sources included in the report:

TESIS RAÚL(CAPITULO 2, 3 y 4) ULTIMO.docx (D47985064)  
Tesis José Pin.docx (D52052802)  
TESIS REVISIÓN FINAL - para URKUND.docx (D41076628)  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Caucho>

#### Instances where selected sources appear:

15

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "A. Alcides Ferrero". The signature is written over a horizontal line.


## **Declaración De Autoría Y Cesión De Derechos Patrimoniales**

El estudiante egresado CRISTHIAN GEOVANNY CORREA PALAGUACHI, declaro (amos) bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/as suscritos/as 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 nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar “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



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

CRISTHIAN GEOVANNY CORREA PALAGUACHI

C.I. 0302554563

## **Certificación De Aceptación Del Tutor**

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación “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”, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “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”, presentado el estudiante **CRISTHIAN GEOVANNY CORREA PALAGUACHI** como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación

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



ING. MAX DARÍO ALMEIDA FRANCO, MSc

C.I. 0906706981

## **Agradecimiento**

En primer lugar agradezco a Dios por siempre haberme guiado en este largo camino estudiantil que ha tenido buenos momentos y otros un poco complicados, encaminándome así hasta llegar al final feliz en mi meta propuesta. En segundo lugar está toda mi familia, a mis padres Luis Correa y Mirian Palaguachi, mis hermanos Milton y Marco Correa., mis abuelos, tíos, primos y amigos; por haberme brindado siempre su apoyo y sus consejos con los cuales no estaría en el lugar que me encuentro hoy. Por último a cada uno de mis profesores quienes son la razón principal de todos mis conocimientos obtenidos en todos estos años, gracias por toda su paciencia al transmitirnos de la mejor forma sus enseñanzas, también un agradecimiento a esta noble institución que me supo abrir las puertas para poder prepararme y así en un futuro convertirme en un hombre de bien y a mi director de tesis MSc., Ing. Max Almeida, quien me ayudado con sus conocimientos y apoyo en todo este tiempo.

**Cristhian Geovanny Correa Palaguachi.**

## **Dedicatoria**

Todo lo que estoy a punto de alcanzar se lo dedico primeramente a Dios por haberme permitido llegar a donde me encuentro y poder cumplir una meta importante en mi vida. A mi familia en especial a mis padres Luis Correa y Mirian Palaguachi, gracias por siempre haber estado ahí con su apoyo y amor incondicional en los buenos y malos momentos a lo largo de estos años, gracias por sus valiosos consejos y todos los valores que me han inculcado a mí y a mis hermanos han sido fundamentales para ser la persona que hoy soy, gracias mama y papa por darme este valioso regalo que me va a servir para toda la vida. A mis hermanos Milton y Marco, mis abuelitos, tíos, primos, gracias también por todo su apoyo lo cual ha sido muy importante para mí en todo este tiempo. Por ultimo a todos mis amigos de aula que en todos estos años he tenido el agrado de conocer gracias a todos por brindarme siempre su confianza, apoyo y amistad.

**Cristhian Geovanny Correa Palaguachi.**



## Índice General

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	II
CERTIFICADO DE SIMILITUDES .....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
Abstract .....	XVIII
INTRODUCCIÓN .....	1
Capítulo 1 .....	3
Diseño de la investigación .....	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Formulación del Problema .....	4
1.4 Sistematización del Problema .....	4
1.5 Objetivos de la Investigación .....	4
1.5.1 Objetivo General. ....	4

1.5.2 Objetivos específicos. ....	4
1.6 Justificación de la Investigación .....	5
1.7 Delimitación de la Investigación.....	5
1.8 Hipótesis.....	5
1.9 Línea de Investigación Institucional .....	5
Capítulo 2.....	6
Marco teórico .....	6
2.1 Antecedentes de la Investigación .....	6
2.2 Marco Teórico Referencial .....	10
2.2.1 Bloques.....	10
2.2.1.1 Clasificación de los bloques de acuerdo a su uso. ....	12
2.2.1.2 Dimensiones de un bloque. ....	12
2.2.1.3 Absorción bloque. ....	13
2.2.1.4 Contenido de humedad.....	13
2.2.2 Cemento .....	14
2.2.3 Arena.....	14
2.2.3.1 Arena normalizada. ....	14
2.2.4 Agregados Bloque.....	16
2.2.5 Agua .....	17
2.2.5.1 Clasificación Agua. ....	17
2.2.5.1.1 Agua Mineral. ....	17

2.2.5.1.2 Agua mineral natural. ....	17
2.2.5.1.3 Agua natural. ....	17
2.2.5.1.4 Agua Potable. ....	17
2.2.6 Reciclaje .....	18
2.2.7 Plástico PET .....	18
2.2.7.1 Experimentación de materiales. ....	19
2.2.7.2 Procedimientos. ....	19
2.2.8 Clasificación de los Plásticos Aptos para Reciclar .....	20
2.2.8.1 PET (polietileno tereftalato). ....	20
2.2.8.2 HDPE (polietileno de alta densidad). ....	21
2.2.8.3 PVC (cloruro de polivinilo). ....	22
2.2.8.4 LDPE (polietileno de baja densidad). ....	22
2.2.8.5 PP (polipropileno). ....	23
2.2.8.6 PS (poliestireno). ....	23
2.2.8.7 Otros plásticos. ....	24
2.2.9 Estudio del Plástico Polietileno Tereftalato PET y sus Características .....	24
2.2.9.1 El PET para reciclarlo se lo puede obtener de: .....	25
2.2.9.2 Entre las características más importantes que presenta el PET, se encuentran: ...	25
2.2.9.3 El Polietileno tereftalato cuya materia prima se la encuentra en los siguientes productos: .....	25
2.2.10 El Caucho. ....	28

2.2.11 Neumáticos.....	29
2.2.11.1 Reciclaje de neumáticos. ....	30
2.2.11.2 Posibles usos para neumáticos enteros.....	30
2.2.11.3 Posibles usos para neumáticos triturados.....	31
2.2.12 Ensayos de laboratorios para el bloque.....	32
2.2.12.1 Absorción. ....	32
2.2.12.2 Resistencia a la compresión. ....	32
2.3 Marco Conceptual .....	32
2.4 Marco Legal .....	34
Capítulo 3.....	37
Metodología de la investigación .....	37
3.1 Tipo de Investigación.....	37
3.2 Enfoque .....	37
3.2 Técnicas.....	38
3.3 Instrumento .....	38
3.4 Procedimiento de Recolección de Datos.....	39
3.5 Universo .....	39
3.6 Muestra.....	39
3.7 Validez y Confiabilidad .....	40
3.8 Confiabilidad.....	40
Capítulo 4.....	41

Propuesta .....	41
4.1 Propuesta .....	41
4.2 Proceso para la Elaboración de Bloques .....	43
4.2.1 Bloques para mampostería. ....	43
4.2.2 Partes del bloque. ....	43
4.2.3 Medidas para la elaboración del bloque. ....	44
4.2.4 Materias primas para la elaboración del bloque. ....	44
4.2.5 Fibras de caucho de neumáticos reciclados. ....	47
4.3 Trituración Mecánica .....	48
4.4 Técnica de la Dosificación .....	48
4.5. Descripción del Proceso de Elaboración del Bloque en el Laboratorio .....	48
4.5.1 Dimensión del bloque. ....	48
4.5.2 Material para la elaboración del bloque. ....	48
4.5.2.1 Dosificaciones utilizadas para la elaboración de cada bloque, con la cantidad de material por bloque. ....	52
4.6 Ensayos realizados a los bloques .....	57
4.6.1 Ensayo de absorción.....	57
4.6.2 Saturación.....	58
4.6.3 Secado .....	58
4.6.4 Absorción .....	59
4.6.5 Ensayo de compresión.....	59

4.6.6 Resultados obtenidos de la prueba de compresión.....	62
4.7 Cálculo del Precio del Bloque Utilizando la Hoja de Análisis de Precio Unitario para Cada Bloque Elaborado (6 Bloques).....	64
Conclusiones .....	71
Recomendaciones.....	73
Bibliografía .....	74

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Clasificación De Los Bloques De Acuerdo A Su Uso .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2. Gradación Arena Normalizada .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3 Datos Técnicos Del Plástico Pet .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 4 Resistencia Del Pet A Distintas Sustancias Químicas.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 5 Clasificación De Los Bloques Huecos De Hormigón Y Resistencia Mínima A La Compresión.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 6 Los Tipos De Resistencia Mínima A La Compresión Simple .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 7. Dosificaciones Y Cantidades De Materiales Por Bloque.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 8. Porcentaje De Absorción.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 9.Prueba De Compresión. ....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 10. Resistencia A La Compresión.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 11 Hoja De Análisis De Precio Unitario Bloque 1 .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 12 Hoja De Análisis De Precio Unitario Bloque 2 .....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 13 Hoja De Análisis De Precio Unitario Bloque 3 .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 14 Hoja De Análisis De Precio Unitario Bloque 4 .....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 15 Hoja De Análisis De Precio Unitario Bloque 5 .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 16 Hoja De Análisis De Precio Unitario Bloque 6 .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 17. Dosificaciones Y Cantidades De Material Por Bloque .....</i>	<i>70</i>

## Índice de Figuras

<i>Figura 1 Plástico Pet</i> .....	21
<i>Figura 2 Plástico Hdpe De Alta Densidad</i> .....	21
<i>Figura 3 Plástico Pvc</i> .....	22
<i>Figura 4 Plástico Lpe</i> .....	22
<i>Figura 5 Plástico Pp</i> .....	23
<i>Figura 6 Plástico Ps</i> .....	23
<i>Figura 7 Otros Plásticos</i> .....	24
<i>Figura 8 Envases Elaborados Con Plástico Pet</i> .....	25
<i>Figura 9 Partes De Un Bloque</i> .....	44
<i>Figura 10 Cemento Portland</i> .....	45
<i>Figura 11 Arena Fina</i> .....	45
<i>Figura 12 Plástico Triturado Pet</i> .....	46
<i>Figura 13 Fibra De Caucho Reciclado</i> .....	47
<i>Figura 14 Neumático Usado Para Ser Reciclado</i> .....	49
<i>Figura 15 Plástico Usado Para Ser Reciclado</i> .....	49
<i>Figura 16 Cisquillo De Piedra Chispa</i> .....	50
<i>Figura 17 Fibra De Caucho Proveniente De Neumático</i> .....	50
<i>Figura 18 Plástico Reciclado Pet</i> .....	51
<i>Figura 19 Materiales Cemento, Arena, Plástico, Fibra De Caucho</i> .....	51
<i>Figura 20. Materiales En El Laboratorio</i> .....	52



<i>Figura 21. Material Mezclado In Situ .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 22. Mezcla De Hormigón Para Eboración De Bloques .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 23molde Metálico Para El Bloque.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 24 Vertido De Hormigón En Mlde Para Bloque .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 25 Vertido De Hormigón En El Molde .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 26. Mezcla Dentro De Molde Metálico .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 27 Bloque Fraguado .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 28 Presentación De Bloques Terminados.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 29 Bloque En Laboratorio Arnaldo Ruffili.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 30 Bloque Listo Para El Ensayo De Compresión.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 31 Bloque Recibiendo Carga.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 32 El Ensayo Da Como Carga Máxima 4000kg.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 33 El Ensayo Da Como Carga Máxima 4200 Kg.....</i>	<i>62</i>

## **Resumen**

El presente proyecto de titulación, se realizó con el objetivo de mostrar una nueva alternativa de mitigación al impacto ambiental que el plástico y los neumáticos fuera de uso provocan al medio ambiente y merman la calidad de vida de los ciudadanos del cantón la Troncal; lo que se propone es la utilización de plástico y fibras de caucho de neumáticos usados en la fabricación de bloques de mampostería que cumplan con la resistencia necesaria para su utilización, innovando la industria de la construcción (Palaguachi, 2019).

La investigación es de carácter teórico, experimental, contiene revisión bibliográfica, la cual ha permitido desarrollar la tecnología utilizada. El trabajo de campo, corresponde a la construcción de los bloques y de laboratorio ya que es allí donde se midió su resistencia. Se utilizaron fichas de campo y de laboratorio que facilitaron la recopilación y procesamiento de la información. La investigación se realizó en la Troncal Provincia del Cañar, con materiales que se pueden obtener fácilmente.

Llegando a constatar una diferencia significativa de valores entre ambas mamposterías, evidenciando que, el bloque reciclado con caucho y plástico reciclado podría generar un ahorro económico al público en general, y de manera adicional contribuye a la preservación del medio por la disminución en la contaminación ambiental.

## **Abstract**

This titling project was carried out with the objective of showing a new alternative for mitigating the environmental impact that plastic and tires that are not in use cause to the environment and reduce the quality of life of the citizens of Canton la Troncal; What is proposed is the use of plastic and rubber fibers of tires used in the manufacture of masonry blocks that meet the resistance necessary for their use, innovating the construction industry (Palaguachi, 2019).

The research is theoretical, experimental, contains a literature review, which has allowed the development of the technology used. The field work corresponds to the construction of the blocks and laboratory since it is there where their resistance was measured. Field and laboratory records were used that facilitated the collection and processing of information. The investigation was carried out in La Troncal Province of Cañar, with materials that can be easily obtained.

Reaching a significant difference in values between both masonry, showing that the recycled block with rubber and recycled plastic could generate economic savings to the general public, and additionally contributes to the preservation of the environment by the decrease in environmental pollution.

## Introducción

Uno de los problemas ambientales difíciles de solucionar, ha sido desaparecer los materiales no degradables que afectan directamente al equilibrio ecológico, tanto en lo que respecta a la difícil tarea de desaparecerlos como en la demanda cada vez mayor de materias primas. De forma particular para este estudio se hace mención a los cientos de neumáticos fuera de uso, que se acumulan año tras año y que crecen considerablemente con relación a la demanda de vehículos que se venden tanto en el país como en el cantón la Troncal Provincia del Cañar.

A pesar de que los neumáticos representan un bajo porcentaje del total de los residuos urbanos, ameritan un abordaje especial por sus características, tamaño e impacto ambiental que estos producen, en especial en el cantón la Troncal donde a pesar de que se ha iniciado un tratamiento a los desechos, aún no se ha encontrado una propuesta de reciclaje de los neumáticos que se encuentran apilados en el relleno sanitario (Palaguachi, 2019).

Debido a esta problemática ambiental y considerando que una de las oportunidades más prometedoras en la industria de la construcción radica en la innovación de materiales y procesos de construcción, se ha tomado la iniciativa de fabricar bloques de mampostería, utilizando plástico y fibras de caucho de neumáticos reciclados, con la finalidad de mitigar el impacto ambiental, que estos producen provocando impactos negativos en la naturaleza y el ambiente.

Con la finalidad de determinar la factibilidad del presente estudio, el primer capítulo se inició con el planteamiento del problema, haciéndose necesario encontrar alternativas de control y reciclaje del plástico y de los neumáticos usados, se dan a conocer los objetivos y se identifican las variables.

En el capítulo dos, se muestran datos bibliográficos y conceptuales como fundamentación teórica, que asegura los antecedentes de la investigación. En el capítulo tres, se presenta la metodología de la investigación en cada etapa. Como son de campo y de laboratorio, identificando las variables, tipo de muestra e identificación de la hipótesis.

En el capítulo cuatro, se procesaron los datos obtenidos durante la observación, experimentación y análisis, para su posterior interpretación en referencia a otras investigaciones parecidas y así demostrar o comprobar la hipótesis planteada, se establecen las conclusiones y recomendaciones, considerando los parámetros de resistencia, peso y costo del bloque, lo que define la factibilidad de la investigación. se muestra la propuesta de fabricación

de bloques de mampostería incorporando plástico y fibras de caucho de neumáticos fuera de uso, como una alternativa viable de mitigación del impacto ambiental en el cantón la Troncal (Palaguachi, 2019).

El presente proyecto de titulación, incluye un nuevo tipo de bloque con materiales reciclados de plástico y caucho para viviendas de interés social, cuyos materiales se obtendrán de los residuos de plástico y caucho, en la ciudad de la Troncal, los cuales serían seleccionados, extraído y sacados de los centros de acopio, para luego ser transportados al lugar donde se realizará el proceso de fabricación, incluyéndolo en la mezcla tradicional (agregado, cemento y agua) con la que se fabricaría el bloque.

# Capítulo 1

## Diseño De La Investigación

### 1.1 Tema

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.

### 1.2 Planteamiento del Problema

El ambiente se enfoca como la relación entre el patrimonio natural que oferta los recursos naturales y los procesos ecológicos requeridos para generar bienes y servicios ambientales en función de las necesidades económicas, sociales y culturales de la población con las demandas de los sectores sociales y económicos para cubrir las necesidades y desarrollo socioeconómico, en función de mejorar la calidad de vida de la población (Castro & Cajas, 2008).

La investigación en Gestión Ambiental, tiene el propósito de profundizar en el estudio de los problemas ecológicos-ambientales desde la investigación, en relación con los criterios de un desarrollo equitativo y a escala humana, en armonía con los principios de conservación, protección y uso racional de los recursos naturales.

La Gestión Ambiental comprende las acciones que se generan en el proceso de interacción entre la naturaleza, recursos, intervenida por sectores económicos y sociales en función del desarrollo y calidad de vida de la población.

En la mayoría de los países del Mundo, los desechos de material plástico y caucho es un problema para el medio ambiente el cual está creando una contaminación dañina para los habitantes, por lo tanto, es necesario el reciclado de los residuos de plásticos y caucho en la industria de la construcción, la demanda de botella plástica de polietileno con densidad baja y alta, las llantas de caucho están causando perjuicio (Castro & Cajas, 2008).

La contaminación sigue creciendo a gran escala en algunas ciudades ríos y mares, siendo la de mayor afectación los sectores urbanos y rurales con una desintegración excesiva en la zona céntrica, los ríos están siendo contaminado por estos tipos de desperdicios, que cada año va en aumentos principalmente los desechos plásticos, caucho, viéndose afectada la flora y la fauna.

Debido a esta situación se hace necesario la búsqueda de la reutilización de residuos plásticos y cauchos para su utilización en materiales de construcción que aporten a mejorar

condiciones o sistemas constructivos, optimizar costos, y ayuden a la conservación del medio ambiente.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿De qué manera influye la utilización de plástico y caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero para la elaboración de un bloque, en viviendas de interés social?

### **1.4 Sistematización del Problema**

¿De qué manera se puede utilizar el plástico y caucho en la elaboración de un bloque?

¿Cómo sería el comportamiento del bloque utilizando el plástico y caucho como agregado en la mezcla de mortero?

¿Cuál sería la dosificación de materiales en la elaboración de un bloque, utilizando plástico, caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero para la resistencia?

¿Cómo influye económicamente la elaboración de un bloque, utilizando plástico, caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero, para viviendas de interés social?

### **1.5 Objetivos de la Investigación**

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

Elaborar un bloque, utilizando plástico y caucho reciclado como agregado secundario en la mezcla de mortero, en viviendas de interés social.

#### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Diseñar la forma y dimensiones del bloque, utilizando plástico y caucho reciclado.
- Experimentar la dosificación de los materiales del bloque, utilizando plástico y caucho reciclado.
- Comprobar la resistencia del bloque elaborado con plástico y caucho reciclado por medio de los ensayos de laboratorio.
- Calcular los precios del bloque a elaborar y compararlos con los del mercado tradicional para la construcción.

## **1.6 Justificación de la Investigación**

El reciclaje existe desde hace tiempo, pero hasta la década de los setenta no aparecieron los puntos de recogida de desechos para reciclaje, hasta finales de la década de los ochenta no empezó la recogida de desechos a domicilio. El proceso de reciclaje actual es crucial para hacer frente al creciente volumen de residuos que producimos, pero los investigadores han buscado soluciones alternativas para el plástico y caucho (Civil, 2016).

El propósito de este proyecto es transformar basura plástica y caucho en un sistema constructivo alternativo para viviendas de interés social, y otras edificaciones. Una materia prima económica y accesible en cualquier lugar del mundo.

Con este proyecto se aporta a la calidad de vida en la población, ayudando al medio ambiente con el moderno diseño de vivienda ecológica con bloque fabricado con plástico y caucho. También se brindará el conocimiento pleno de este sistema, aportando en el desarrollo de las industrias de la construcción. Con el propósito de impulsar una moderna utilización de plástico caucho reciclado.

## **1.7 Delimitación de la Investigación**

Campo: Educación Superior Pregrado

Área: Arquitectura

Aspecto: Investigación Descriptiva de campo, documental, exploratoria, experimental.

Tema: Elaboración de un bloque, utilizando plástico y caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero, para viviendas de interés social

Delimitación Especial: La Troncal Cañar - Ecuador

Delimitación temporal: 6 meses

## **1.8 Hipótesis**

Con la elaboración de un bloque a partir de plástico PET y Caucho reciclado se obtendrá una alternativa para vivienda de interés social.

## **1.9. Línea de Investigación Institucional**

Línea 3: Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.



## Capítulo 2

### Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

Muchos recursos renovables y no renovables que son utilizados como materia prima para la producción de bienes y servicios son extraídos de la Tierra, gran parte de estos recursos son empleados en la fabricación de materiales de construcción. Esto a lo largo de los años ha generado una afectación en la corteza terrestre y por ende al medio ambiente, en este sentido es fundamental mantener la flora y la fauna de manera estable ya que sin ello los seres humanos no podrían respirar, beber agua o comer. Los árboles y plantas absorben dióxido de carbono del medio ambiente, por lo que son necesarios en la naturaleza sobre todo porque disminuyen el impacto ambiental producido por el calentamiento global (Mariuxi Margarita Vera Briones G. M., 2016).

A través de la historia se ha evidenciado la necesidad de buscar materiales alternativos que generen condiciones óptimas para el diseño y construcción de obras civiles. En la actualidad los materiales convencionales presentan características de durabilidad, resistencia, trabajabilidad y costos elevados, mientras que el PET y el caucho reciclado comparten las mismas propiedades, pero su costo es inferior y de fácil acceso.

En la actualidad las elaboraciones de los bloques convencionales ya están normados y estandarizados por las industrias del medio que las fabrican, y así se emplean en la construcción de paredes, muros de contención (Mariuxi Margarita Vera Briones G. M., 2016)

En la actualidad no existe normativa nacional para la elaboración de bloques utilizando materiales reciclados, solo existen normas que avalan la fabricación del bloque con los materiales tradicionales. Existen proyectos similares aplicados con nueva tecnología que están siendo desarrolladas en el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE); Argentina.

En la ciudad de Córdoba se aplica la fabricación de bloques y placas utilizando procesos sencillos que no requiere maquinaria costosa, para la fabricación del bloque que utilizará un procedimiento similar al del hormigón común, y agregando adicionalmente materiales reciclados como la cerámica y mampostería, con la finalidad de esperar una resistencia mayor de bloque en comparación con los que se encuentran en el mercado.

Esta investigación proporcionará una idea más clara acerca del proyecto “Elaboración de un bloque, utilizando plástico y caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero, para viviendas de interés social en la Ciudad de la Troncal Provincia del Cañar”, en el cual se encontrarán los conceptos básicos, complementarios y específicos que ayudarán a la interpretación del mismo. El beneficio económico de productos reciclables.

Lo citado por (Mariuxi Margarita Vera Briones G. M., 2016) dice que la actividad recicladora en los últimos tiempos se ha venido desarrollando con mayor énfasis, de tal manera que en la actualidad existen comunidades dedicadas al sostenimiento del ecosistema ayudando a descontaminar el medio ambiente con la recolección de residuos sólidos. En este sentido, el objetivo del presente estudio es analizar la actividad recicladora en el cantón la Troncal, que permita reconocer los costos y beneficios de la actividad objeto de análisis, el Director del departamento del medio ambiente del GAD refleja que es débil aun la participación en las actividades de reciclaje, tanto para las personas que se encargan de recolectar residuos en la calle como para las personas que reciben los desechos, concluyendo en que el reciclaje genera doble beneficio, uno en sentido social proveyendo ingresos a las familias dedicadas al reciclaje y otro en torno ambiental reduciendo los residuos sólidos contaminantes en el cantón.

El tema citado anteriormente por (Mariuxi Margarita Vera Briones G. M., 2016), tiene relación con el proyecto de investigación que se está desarrollando, la actividad que realizan las recicladoras en el Cantón la Troncal, es más la idea fue desarrollada en la ciudad de Guayaquil y la cual se compartió en varias ciudades del país. La recolección de los residuos de plástico y caucho en la ciudad de Guayaquil es una tarea que en estos últimos años ha tomado una gran importancia.

Existen centros de acopio de estos materiales, gracias a este lugar de acopio el cual está autorizado se puede extraer los materiales para la elaboración del bloque con productos de residuos reciclados de plástico y caucho, gracias a esta iniciativa esta actividad beneficia económicamente a muchas personas y sería el sostenimiento de algunas familias, las cuales se dedican a recolectar, seleccionar y vender estos materiales y así obtienen un beneficio económico y esto además ayuda a reducir los residuos que contaminan a la ciudad.

La Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de plástico y caucho como reemplazo del agregado pétreo convencional. (Alejandro Vásquez Hernández, 2015) Arango Ingeniería y ciencia, ISSN-e 1794-9165, Vol. 11, N°. 21, 2015.

En otras palabras, lo citado por (Alejandro Vásquez Hernández, 2015), trata de una alternativa que contribuye a dar un paso hacia el ciclo continuo Reciclaje-Fabricación-Uso, a partir de contemplar la posibilidad de entender los residuos como materia prima de procesos, disminuyendo a su vez la extracción de materiales. Para ello se propone la fabricación de bloques con residuos a partir de la utilización de los desechos resultantes del caucho y plástico como agregado, sustituyendo la totalidad del agregado tradicionalmente utilizado y cumpliendo con las especificaciones físicas y mecánicas establecidas por las normas técnicas.

La investigación realizada por (Alejandro Vásquez Hernández, 2015), trata de una alternativa que se le puede dar a los residuos de materiales provenientes de residuos de caucho y plástico, la cual es muy buena, para el caso de la investigación que se está desarrollando también se puede aplicar, porque en esencia lo que el proyecto pretende tener es el mismo alcance de usar los productos residuos provenientes de la construcción y usarlos para elaborar nuevos elementos que servirían en el área de la construcción en el ciclo continuo de Reciclaje-Fabricación-Uso.

Gracias a este ciclo se podría optimizar de mejor manera las materias primas que se utilizan en el proceso tradicional para la elaboración de los bloques convencionales.

Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla. Para (Pozo, 2012). La investigación desarrollada es utilizar gránulos de plástico reciclado como agregado en la mezcla de morteros en sustitución de una fracción de áridos o agregados naturales. Se reduce la densidad del mortero con el consiguiente aumento del aislamiento térmico y al mismo tiempo se da un nuevo uso al PET reciclado. La investigación estudia diferentes dosificaciones y determina las características mecánicas y térmicas de cada una de ellas.

Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto reciclado usando neumáticos triturados como reemplazo del 10% y 30 % del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural. Para (Peñaloza, 2015) En este trabajo se busca determinar la viabilidad de usar un material de origen reciclado como agregado de reemplazo con porcentajes del 10% y 30% respecto al volumen de arena en una mezcla para concreto con fines de uso estructural, el material seleccionado es el caucho, proveniente de llantas de automóviles desechadas, que por su grado de envejecimiento no pueden ser reutilizadas convirtiéndose en un problema que afecta de manera directa el medio ambiente.

Debido a que existe una grave ausencia para el control y disposición final de estos residuos; la manera que se ha implementado para aprovechar estas llantas es moliéndolas y triturándolas convirtiéndolas en granulado de caucho reciclado conocido sus siglas como GCR, el cual es separado de los demás elementos que componen la estructura de una llanta.

Desde el campo de la ingeniería civil se ha encontrado la manera de aprovechar estos desechos, inicialmente en la elaboración de mezclas asfálticas que aprovechan las cualidades del caucho para obtener mayor durabilidad, sin embargo, el concreto estructural requiere otro tipo de cualidades; como se sabe la resistencia del concreto sometido a grandes esfuerzos de compresión es aportada en gran parte por la calidad y composición de los agregados (plástico, 2017).

Al reemplazar un porcentaje del volumen del agregado fino y realizar las pruebas de resistencia a la compresión se determina en este trabajo, la comparación directa con una mezcla convencional elaborada bajo las mismas condiciones que la mezcla experimental que han utilizado el agregado de sustitución, para establecer así la viabilidad de usar el material reciclado y proponer nuevos estudios en base a los resultados. Las mezclas se diseñaron inicialmente para adquirir una resistencia de 21 MPa y encontrar cuál de los dos tipos de mezclas satisfacían la resistencia para las que fueron diseñadas en comparación con la mezcla convencional (plástico, 2017).

Ladrillos con adicción de PET (Tereftalato de polietileno). Para (Morales, 2017): Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro RAÚL OMAR DI MARCO MORALES: Universidad de Santander. Campus Universitario Lagos del Cacique, Bucaramanga, Colombia. HUGO ALBERTO LEÓN TÉLLEZ: Universidad de Santander. Campus Universitario Lagos del Cacique, Bucaramanga, Colombia. RESUMEN Actualmente el Socorro no es ajeno a la actual preocupación por la preservación del medio ambiente y la deficiente disposición los residuos sólidos producidos por los sectores productivos señalados como los principales responsables del deterioro ambiental, viéndose el Municipio sujeto a críticas por los problemas que generan estos y en especial por la contaminación de las fuentes hídricas.

Este proyecto pretendió diseñar y elaborar bloques de ladrillo con adición de PET, utilizando material reciclado provenientes de residuos sólidos generados en los mismos núcleos rurales, donde se efectuó la adecuación del ambiente de experimentación piloto y se valoraron los

residuos sólidos generados en los núcleos rurales estudiados (botellas y demás residuos plásticos), materiales requeridos como insumo para la fabricación de ladrillos; se quiso desarrollar una alternativa de reutilización y aprovechamiento de envases plásticos, con el fin de hacer posible la implementación de un producto nuevo resistente con material reciclado, haciendo posible que las comunidades puedan convivir en un futuro no muy lejano en armonía con la naturaleza.

El objetivo de la investigación fue la de evaluar las propiedades de resistencia y absorción del ladrillo macizo tipo tolete adicionándole fibras plásticas reciclables e industriales (polietileno tereftalato–PET), las cuales vienen a reemplazar al material granular. Para evaluar estas muestras se compararon porcentajes del 20% de adición de PET hasta un 40%, con respecto a una muestra patrón (0% de PET) (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

Después de la investigación y con los resultados obtenidos tras la ejecución del proyecto se puede dar certeza que la adición de fibras como PET reciclado, mejora la manejabilidad del mortero fresco para la fabricación de ladrillos, mejora su absorción pero teniendo como comparación la muestra patrón no se obtuvo resultados favorables para los análisis de resistencia, ya que todos los porcentajes con adición de PET (en forma de cascarilla) demostraron un desempeño negativo con respecto al patrón.

## **2.2 Marco Teórico Referencial**

### **2.2.1 Bloques.**

Los bloques son utilizados en la elaboración de paredes como muros de mampostería, es decir, soporta a otros elementos estructurales del edificio (columnas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad.

Según el INEN (servicio ecuatoriano de normalización), La fabricación de bloques de concreto depende del tipo de equipo de producción y de los procesos de curado, almacenamiento y despacho. Los equipos deben ser los adecuados en tamaño, tecnología y costos para el medio que se va a suministrar o el proyecto que se va a construir. Adicionalmente se debe cuidar lo siguiente (ACI318S-14, 2015):

- Los agregados deben ser de buena calidad, limpios, y con la granulometría correcta según el espesor de las paredes y tabiques de los bloques y la resistencia y la textura esperadas.
- Los otros materiales también se deben escoger con cuidado como los cementos, aditivos, agregados, lo mismo que la forma de mezclarlos y su relación entre costo y efectividad.
- La dosificación de los materiales y del agua se debe hacer según las características esperadas para el bloque.
- Los agregados se introducen en una mezcladora, en las cantidades calculadas (en peso), y en una secuencia correcta. Allí se le agrega el agua y el cemento, en las cantidades calculadas.
- Los aditivos se adicionan en forma líquida en la mezcladora o mezclados con agua, en ambos casos, reemplazando parte de ésta.
- Los pigmentos se adicionan en polvo, gránulos o suspensión, directamente a la mezcladora.
- Según el tipo de bloque que se vaya a producir varía el proceso de mezclado en secuencia y duración, hasta obtener el concreto deseado, homogéneo en composición y color.
- La mezcla pasa a una máquina vibro compresora, que moldea las unidades con vibración y compresión, usando moldes precisos.
- Las unidades salen de la máquina sobre placas de acero, que se llevan a una cámara de curado, donde se colocan en estanterías y se les aplica humedad por micro aspersión de agua durante 24 horas.
- Las unidades, que salen secas de las cámaras, se acomodan sobre estibas conformando cubos, los cuales se forran con láminas de plástico “estirable” para poder manejarlas más eficientemente.
- Los bloques se almacenan, y se continúa su curado hasta que las unidades alcancen la resistencia adecuada.

### 2.2.1.1 Clasificación de los bloques de acuerdo a su uso.

Tabla 1 Clasificación de los bloques de acuerdo a su uso

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento.
	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento.
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Fuente:(Castro & Cajas, 2008)

Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos y determinados según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639(actual 3066).

La resistencia a la compresión está especificada para ser alcanzada a los 28 días de producidos los bloques; pero se pueden pegar en el muro a edades menores cuando se tenga un registro sobre la evolución de la resistencia de bloques de iguales características, y éste indique que alcanzarán dicha resistencia, lo que no exime de la verificación directa de la calidad de los bloques.

### 2.2.1.2 Dimensiones de un bloque.

Si las dimensiones (medidas) de los bloques son variables, se altera el espesor de los muros y del mortero de pega, y se modifican sus características estructurales y constructivas (apariencia final del muro, niveles de enrase, alineación de juntas, acabados adicionales, etc.). Para evitar esto, el sistema de bloques de concreto es rigurosamente modular y, por su proceso de fabricación, las medidas son muy precisas y constantes; pero deben estar dentro de ciertos límites (Centero & Rodríguez, 2018).

Las dimensiones de los bloques están definidas como: espesor, altura y longitud y se expresan de tres maneras: las dimensiones reales son las que se toman directamente sobre la unidad en el momento de evaluar su calidad; las dimensiones estándar son las designadas por el fabricante en su catálogo (dimensiones de producción), y las dimensiones nominales son las dimensiones estándar más el espesor de una junta de pega, o sea 1 cm. Por ejemplo, un bloque de dimensiones nominales (espesor, altura, longitud) 10 x 20 x 40, tiene unas dimensiones estándar de 9 x 19 x 39, pero sus dimensiones reales podrán ser 9,1 x 18,9 x 39,2, todas las medidas dadas en centímetros.

#### ***2.2.1.3 Absorción bloque.***

La absorción es la propiedad del concreto del bloque para absorber agua hasta saturarse. Está relacionada con su permeabilidad o sea la posibilidad de que haya paso de agua a través de sus paredes. Los límites de la absorción varían con el tipo de concreto del bloque (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

Es importante tener la menor absorción posible en el bloque, pues mientras mayor sea, más agua succionará del mortero de pega y de inyección, y se puede reducir la hidratación del cemento en la superficie que los une, perdiendo adherencia y originando fisuras. Por el contrario, bloques totalmente impermeables evitan el intercambio de humedad y la creación de una superficie de adherencia, resultado en uniones de baja resistencia, con fisuras permeables al agua.

Una absorción baja reduce la entrada de agua y de contaminantes en el bloque, mejorando su durabilidad. Como la absorción es inversamente proporcional a resistencia a la compresión, por lo general es mayor para las unidades de menor resistencia (Centero & Rodríguez, 2018).

#### ***2.2.1.4 Contenido de humedad.***

El contenido de humedad no es una propiedad del concreto del bloque sino un nivel de presencia de humedad dentro de su masa, intermedia entre saturación y estado seco al horno. Se determina mediante el ensayo correspondiente descrito en la NTE INEN 639, Mientras menos humedad tengan los bloques en el momento de pegarlos en el muro, y permanezca así, menos riesgo habrá de que aparezcan fisuras en los muros (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).



## **2.2.2 Cemento**

El cemento Portland debe su nombre a la semejanza, en color y calidad, con la piedra de Portland, una caliza obtenida de una cantera en Dorset, Inglaterra. Este cemento empezó a ser desarrollado por Joseph Aspin, en 1824, (aplicaciones, 2017). El cemento portland es un ligantes hidráulico inorgánico, polifásico artificial, que se obtiene a partir de un producto intermedio denominado Clinker, el cual se produce mediante la cocción a , aproximadamente, 1480 °C, generalmente en hornos rotatorios, de una mezcla en proporciones preestablecidas de carbonato de calcio (caliza) y de un aluminosilicatos (arcillas o margas) u otros materiales de una composición global similar y con la reactividad suficiente, previamente molidos y homogeneizados. Durante el proceso de cocción se produce una fusión parcial y una recombinación de los componentes de las materias primas dando lugar a nódulos de Clinker de 5-50 mm. De diámetro, que esencialmente consisten en silicatos de calcio hidráulicos. Posteriormente el Clinker mezclado con un 5 % de yeso (sulfato de calcio deshidrato) se somete a un proceso de molienda del cual resulta el cemento portland.

El cemento portland debe cumplir con los respectivos requisitos químicos establecidos en la norma de ensayo aplicable que se basan prácticamente para que tengan una moderada resistencia y que no desarrolle una expansión superior al 0,020% a los 14 días. Se debe realizar un ensayo de calor de hidratación a los 7 días, utilizando la NTE INEN199, por lo menos una vez cada seis meses. Tal ensayo no debe ser usado para aceptación o rechazo del cemento, pero los resultados deben ser reportados con propósitos de información

Se empleará Cemento Portland tipo I, bajo la Norma INEN 152 (ASTM C-150) o tipo 1P, 1PM, P bajo la Norma INEN 490 (ASTM 595) mientras el proyecto no defina uno específico.

Tipo I: Para ser utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

## **2.2.3 Arena**

### ***2.2.3.1 Arena normalizada.***

Arena de sílice, compuesta en su mayoría de granos de cuarzo casi puro, redondeados naturalmente.

La arena normalizada debe cumplir los requisitos de la siguiente tabla, en lo que respecta a la gradación, a la fuente de arena, y a la ausencia de características indeseables que incorporen aire (ACI318S-14, 2015).

Tabla 2. Gradación arena normalizada

<b>Características</b>	<b>Arena 20 – 30</b>	<b>Arena Gradada</b>
<b>Gradación, porcentaje pasante del tamiz:</b>		
1,18 mm (No. 16)	100	100
850 $\mu\text{m}$ (No. 20)	85 a 100	
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	0 a 5	96 a 100
425 $\mu\text{m}$ (No. 40)		65 a 75
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)		20 a 30
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)		0 a 4
Diferencia en el contenido de aire en morteros elaborados con arena lavada y sin lavar, % máx. de aire a	2,0	1,5 b
Fuente de arena	Ottawa, IL o LeSuer, MN	Ottawa, IL

a. Esta determinación es necesaria cuando se sospecha la contaminación de la arena.

b. La resistencia a la compresión en morteros según NTE INEN 488 (arena normalizada gradada), fabricados cuando se usa el cemento especificado en NTE INEN 152, NTE INEN 490 y NTE INEN 2380, puede reducirse aproximadamente un 4 % por cada porcentaje de aire en el cubo compactado. Sin embargo, pueden ser necesarias hasta tres amasadas con arena lavada y tres

amasadas de arena sin lavar, para detectar una diferencia del 7 % en la resistencia entre morteros elaborados con arena lavada y otros sin lavar.

Fuente:(ACI318S-14, 2015)

#### **2.2.4 Agregados Bloque**

Los agregados son un componente importante de los bloques, consisten en el 85 al 90 % de la unidad; deben tener la posibilidad de aglutinarse por medio del cemento hidráulico para formar un cuerpo sólido, por lo que es muy importante su limpieza y durabilidad.

La limpieza implica que estén libres de arcillas, tierra negra, sedimentos y otros materiales orgánicos como raíces, cortezas, astillas de madera, hojas y otros materiales nocivos. La durabilidad implica que tengan partículas suaves o deleznales que se desintegren en el proceso de fabricación o al estar expuestas a las condiciones climáticas (lluvia, mojado, secado.)

El tamaño de los agregados juega un papel muy importante en la dosificación de la mezcla y se determina pesando una muestra de agregado seco que se hace pasar a través de una serie de tamices. La proporción en que se encuentran los granos de distintos tamaños, expresados en tanto por ciento, constituye la composición de la granulometría de la muestra (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

Dicha proporción hace referencia a la cantidad de agua en los agregados como es del 1 hasta el 10 o 12 % en arenas normales, y hasta más del 30 % en arenas pómez. Si se proporciona por masa (peso) deben pesarse mayores cantidades de material para compensar el agua.

Para la cantidad de finos y gruesos que debe llevar una mezcla es importante especificar los límites de gradación y el tamaño del agregado. La gradación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, trabajabilidad, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

El módulo de finura es un índice numérico, proporcional al tamaño promedio de las partículas de un agregado dado; mientras más grueso es el agregado, mayor es el módulo de finura, y mientras más fino, menor es dicho módulo. Este se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándares números: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6" y dividiendo la suma para 100.

El rango del módulo de finura de la arena es de 2.3 a 3.1. Si el módulo de finura de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina; y si el modulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana. Y si el modulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa.

Al considerar el módulo de finura y la gráfica de límites, se puede realizar el proporcionamiento de agregados tanto por volumen como por masa. Debe indicarse que el parámetro es útil para evaluar el consumo de pasta de cemento que se pueda emplear en morteros o concretos, porque dependiendo del tamaño de las arenas se requerirá más o menos pasta para rodear las partículas. Fuente: (Civil, 2016)

Los agregados que se utilicen en la elaboración de los bloques de hormigón deben cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm.

## **2.2.5 Agua**

### ***2.2.5.1 Clasificación Agua.***

Según las normas INEN (servicio ecuatoriano de normalización) vigentes el agua se ha clasificado de la siguiente manera:

#### *2.2.5.1.1 Agua Mineral.*

Agua que contiene más sustancias minerales que el agua potable normal.

#### *2.2.5.1.2 Agua mineral natural.*

Es el agua obtenida directamente de fuentes naturales, que se caracteriza por el contenido en sales minerales, presencia de oligoelementos, recogidas en condiciones que garanticen su pureza bacteriológica original, envasadas en la fuente en condiciones higiénicas sanitarias.

#### *2.2.5.1.3 Agua natural.*

Es aquella proveniente de fuentes naturales, tales como ríos, lagos, manantiales y otros.

#### *2.2.5.1.4 Agua Potable.*

Aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano, para lo cual debe cumplir con los requisitos que establece el Reglamento y las Normas internacionales.

### **2.2.6 Reciclaje**

El reciclaje transforma materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos. La recopilación de desperdicios, plástico, neumáticos, etc. son reutilizables y de allí a que, llevarlos a una instalación o puesto de recogida, sea el primer paso para una serie de pasos generadores de una gran cantidad de recursos financieros, ambientales y cómo no de beneficios sociales. Algunos de estos beneficios se acumulan tanto a nivel local como a nivel nacional (Helene & Pereira, 2003).

Ante esta problemática, en muchos países y universidades, se han desarrollado investigaciones científicas tecnológicas acerca de cómo aprovechar estos residuos (Helene & Pereira, 2003), ya que existe una verdadera preocupación por la contaminación que se produce en la zona urbana.

Llevando la búsqueda de posibles soluciones para el material de desecho, es así que el reciclaje de residuos, provenientes de la actividad de las fábricas tales como: plástico y neumáticos, se ha vuelto una práctica indispensable en la preservación de recursos naturales y en la reducción del impacto ambiental.

### **2.2.7 Plástico PET**

El polietileno tereftalato (PET) es un poliéster de condensación producido por una reacción entre un di-ácido y un di-alcohol. Las principales materias primas para la producción de PET son el di-metil tereftalato (DMT), ácido tereftálico (TPA) y etilén glicol (EG). El PET es un polímero de alta producción con diversas aplicaciones. La naturaleza semi-cristalina de este poliéster permite obtener una gran variedad de propiedades tanto físicas como mecánicas que se ajustan muy bien a la fabricación de fibras, películas, botellas y diferentes partes moldeadas (plástico, 2017).

Estas partes son convertidas en productos finales tales como prendas de ropa, alfombras, empaques y bienes industriales. La mayoría de las propiedades físicas y mecánicas del PET mejoran si el peso molecular aumenta. El peso molecular requerido depende del uso final del poliéster. Por ello, las resinas de PET (especialmente las de grado alimenticio) se someten a una poli-condensación en estado sólido con el fin de aumentar su peso molecular.

El PET es conocido por ser un material termoplástico higroscópico que absorbe la humedad con facilidad. Por lo tanto, las condiciones óptimas de secado antes del procesamiento son

cruciales. El contenido de humedad en el polímero promueve la degradación durante el procesamiento y conlleva a la reducción del peso molecular, que a su vez afecta las propiedades del producto final (plástico, 2017).

#### ***2.2.7.1 Experimentación de materiales.***

La compañía Leading Synthetics. Suministró los gránulos de tres grados diferentes de PET:

- PET 100% virgen (BK3180)
- PET 100% reciclado grado alimenticio
- PET 100% reciclado grado fibra (plástico, 2017).

#### ***2.2.7.2 Procedimientos.***

Las mezclas de PET virgen y PET reciclado grado alimenticio se prepararon con las siguientes tasas en peso:

- 90% PET virgen 10% PET reciclado
- 80% PET virgen 20% PET reciclado
- 70% PET virgen 30% PET reciclado
- 50% PET virgen 50% PET reciclado (plástico, 2017).

Todos los diferentes grados de PET se secaron en un horno al vacío a una temperatura de 170° C durante 4 horas. Los materiales secados se introdujeron en bolsas de aluminio selladas para prevenir su exposición a la atmósfera. Las muestras para los ensayos mecánicos fueron hechas utilizando la máquina de inyección por moldeo "Battenfeld BA 350/75" con las siguientes condiciones:

Temperatura del tornillo:

- Zona trasera: 25° C
- Zona media: 290° C
- Zona frontal: 285° C
- Boquilla: 285° C
- Tiempo de enfriamiento: 13s
- Temperatura del molde: 10-15° (plástico, 2017)

Los ensayos de calorimetría diferencial de barrido (DSC) se realizaron en atmósfera de nitrógeno utilizando una rampa de calentamiento/enfriamiento de 10° C/min, desde temperatura ambiente hasta 290° C usando una masa de muestra entre 6 y 12mg. Los ensayos de TGA fueron hechos utilizando una rampa de temperatura de 10° C/min desde temperatura ambiente hasta 500° C. Los análisis de TGA se efectuaron para resaltar las diferencias en el comportamiento de degradación de los materiales. En el caso de la DSC se realizaron ensayos en 2 ciclos.

El primer ciclo borra la historia térmica de la muestra, al calentarla por encima de la temperatura de fusión, de forma que los datos correspondientes al segundo ciclo no estén influenciados por el programa de enfriamiento indefinido. Los ensayos de tensión se hicieron en primera instancia a condiciones ambientales y luego a temperatura elevada para todos los materiales. A condiciones ambientales, los ensayos se realizaron en una máquina de ensayos universal Zwick Z010 conforme con la norma australiana AS 1145.1-2001.

Los ensayos de tensión se hicieron en una máquina INSTRON usando una recámara térmica que rodea el sistema de mordazas y la muestra en tensión. La temperatura del ensayo fue de 110°C. Se escogieron estas condiciones para comparar el comportamiento a la elongación de varios materiales. La máxima velocidad del ensayo a la cual las mordazas podían sostener la muestra sin que ésta resbalara fue de 200mm/min. Antes de comenzar el ensayo las probetas de tensión se acondicionan durante 5 min en la recámara térmica para garantizar el equilibrio en temperatura. Se utilizan cinco muestras para obtener un conjunto de resultados por cada material. (plástico, 2017)

## **2.2.8 Clasificación de los Plásticos Aptos para Reciclar**

### **2.2.8.1 PET (*polietileno tereftalato*).**

Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros. (Ver figura 1).



*Figura 1 Plástico Pet*

*Fuente:* (Google, 2019)

#### ***2.2.8.2 HDPE (polietileno de alta densidad).***

El HDPE es un tipo de plástico reciclado, rígido y regularmente grueso, son utilizados como Jarras de leche, contenedores de jugo, bolsas de supermercado, bolsas de basura, contenedor de aceite de motor, frascos de champú, etc. (Ver figura 2).



*Figura 2 Plástico HDPE de alta densidad*

*Fuente:* (Google, 2019)



### 2.2.8.3 PVC (cloruro de polivinilo).

El PVC es un tipo de plástico poco reciclado, ya que contiene diversas sustancias que pueden ser nocivas para el medio ambiente y para la salud, son utilizados como juguetes, tuberías, molduras, tableros para automóviles, etc. (Ver figura 3)



Figura 3 Plástico PVC

Fuente: (Google, 2019)

### 2.2.8.4 LDPE (polietileno de baja densidad).

El PEBD o también llamado polietileno de baja densidad, se encuentra también en algunos productos con las siglas en inglés como LDPE, dentro de sus beneficios de este material se destaca la flexibilidad, ligereza, resistencia a bajas temperaturas, es un tipo de plástico que se encuentra con frecuencia en productos como bolsas plásticas, juguetes, platos, vasos, etc. (Ver figura 4)



Figura 4 Plástico LPE

Fuente: (Google, 2019)

### 2.2.8.5 PP (polipropileno).

El PP es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. (Ver figura 5)



Figura 5 Plastico PP

Fuente: (Google, 2019)

### 2.2.8.6 PS (poliestireno).

Es un producto práctico y liviano, es altamente contaminante, ya que no se puede reciclar, una de sus desventajas es que es altamente usado en los restaurante para empaclar comidas. (Ver figura 6)



Figura 6 Plástico PS

Fuente: (Google, 2019)

### **2.2.8.7 Otros plásticos.**

Los plásticos diversos o misceláneos incluyen: policarbonato, polilactida, acrílico, acrilonitrilo butadieno, fibra de vidrio, Nailon. (Ver figura 7)



*Figura 7 Otros plásticos*

*Fuente:* (Google, 2019)

Para objeto de investigación se escogerá el Plástico Pet , por ser el más adecuado, al encontrarse en gran cantidad de desecho para su reciclaje en diferentes lugares del país, también se tomará en cuenta la resistencia que puedan tener cada clasificación de plástico reciclado para que no se vea afectada el bloque plástico reciclado.

### **2.2.9 Estudio del Plástico Polietileno Tereftalato PET y sus Características**

El polietileno tereftalato (PET, PETE), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, por lo que lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección-soplado y termoformado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas. Existe disponibilidad, se produce PET en Sur y Norteamérica, Europa, Asia y Sudáfrica. (Quiminet, 2005).

### ***2.2.9.1 El PET para reciclarlo se lo puede obtener de:***

Fibra: Alfombras, Ropa, Telas para Decoración Cortinas, ropa de cama, tapicería, empaques, bebidas gaseosa, agua mineral, jugos, perfumerías y cosméticos, productos para el hogar, licores, productos farmacéuticos, plásticos de embalaje de gasolina, frasco de shampoo, tapa de botella, gaveta, etiqueta de todos tipos de plástico. (Ver figura 8)



*Figura 8 Envases elaborados con plástico PET*

*Fuente:* (Google, 2019)

### ***2.2.9.2 Entre las características más importantes que presenta el PET, se encuentran:***

- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes
- Alta resistencia al desgaste
- Buena resistencia química
- Buenas propiedades térmicas
- Muy buena barrera contra la humedad
- Totalmente reciclable
- Ligero (plástico, 2017)

### ***2.2.9.3 El Polietileno tereftalato cuya materia prima se la encuentra en los siguientes productos:***

Las Aplicaciones del PET son:

- Envase y empaque

- Bebidas Carbonatadas
- Agua Purificada
- Aceite
- Conservas
- Cosméticos
- Detergentes y Productos Químicos
- Productos Farmacéuticos (plástico, 2017)

Tabla 3 Datos técnicos del plástico PET

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,34 – 1.39
Resistencia a la tensión	MPa	59 – 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 – 128
Resistencia al impacto	J/mm	0.01 – 0.04
Dureza	--	Rockwell M94
Dilatación térmica	10 <sup>-4</sup> / °C	15.2 – 24
Resistencia al calor	°C	80 – 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 – 15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	--	3.65
Absorción de agua (24 h)	%	0.02
Velocidad de combustión	mm/min	Consumo lento
Efecto luz solar	--	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	--	Excelente
Calidad óptica	--	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244 – 254

Fuente: (Google, 2019)

Tabla 4 Resistencia del PET a Distintas Sustancias Químicas

<b>Alcoholes</b>	
Metanol	Muy resistente
Etanol	Muy resistente
Isopropanol	Resistente
Ciclohexanol	Muy resistente
Glicol	Muy resistente
Glicerina	Muy resistente
Alcohol bencílico	Resistente
<b>Aldehídos</b>	
Acetaldehído	Muy resistente
Formaldehído	Muy resistente
<b>Compuestos clorados</b>	
Tetracloruro de carbono	Muy resistente
Cloroformo	Resistente
Difenil clorado	Muy resistente
Tricloro etileno	Muy resistente
<b>Disolventes</b>	
Éter	Muy resistente
Acetona	No resistente
Nitrobenceno	No resistente
Fenol	No resistente
<b>Ácidos</b>	
Acido fórmico	Muy resistente
Acido acético	Muy resistente
Acido clorhídrico 10%	Resistente
Acido clorhídrico 30%	Resistente
Acido fluorhídrico 10 y 35%	Muy resistente
Acido nítrico 10%	Muy resistente
Acido nítrico 65%	No resistente

Acido fosfórico 30 y 85%	Muy resistente
Acido sulfúrico 20%	Resistente
Acido sulfúrico 80%	No resistente
Anhídrido sulfuroso seco	Muy resistente
<b>Álcalis (soluciones acuosas)</b>	
Hidróxido amónico	No resistente
Hidróxido cálcico	Muy resistente
Hidróxido sódico	No resistente
<b>Sales (soluciones)</b>	
Dicromato	Muy resistente
Carbonatos alcalinos	Muy resistente
Cianuros	Muy resistente
Fluoruros	Muy resistente
<b>Sustancia varias</b>	
Cloro	Muy resistente
Agua	Muy resistente
Peróxido de hidrógeno	Muy resistente
Oxígeno	Muy resistente

Fuente:(Google, 2019)

### 2.2.10 El Caucho.

El caucho es un polímero de muchas unidades, encadenadas de un hidrocarburo elástico, el isopreno C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente.

Actualmente se fabrican miles de artículos de caucho para usos muy diferentes. El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y las sustancias alcalinas. Es repelente al agua, aislante de la temperatura y de la electricidad. Se disuelve con facilidad ante petrolatos, bencenos y algunos hidrocarburos (Castro & Cajas, 2008).

El vulcanizado del caucho y su posterior desarrollo en neumáticos por Charles Goodyear fue un hecho sobresaliente que afectó nuestra calidad de vida en los pasados 150 años, incluyendo el desarrollo de automóviles que, sin llantas vulcanizadas, no podrían funcionar. Las llantas o neumáticos, y, por lo tanto, los automóviles son una parte importante de la sociedad moderna y, sin embargo, no todos los países son capaces de producir automóviles (Quiminet, 2011).

El futuro de la industria de neumáticos, a pesar de la disminución de los suministros de petróleo, es brillante. No obstante, de los recursos de potencia usados para propulsar nuestros carros, camiones, bicicletas, motocicletas y aeroplanos, los neumáticos permanecerán cumpliendo con la misma función de aquellas que existían en el pasado.

### **2.2.11 Neumáticos.**

Compuesto básicamente de caucho copolímero estireno-butadieno (SBR), en el que la proporción es de aproximadamente un 25 % en peso de estireno, o una mezcla de caucho natural y SBR. El negro de humo se da debido a partículas muy pequeñas de carbono, que aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste. Además, las fibras reforzantes: textiles y de acero, usualmente en forma de hilos, que aportan resistencia a los neumáticos: algodón, nylon y poliéster (Castro & Cajas, 2008).

La cantidad de acero y fibras sintéticas reforzantes en los neumáticos varía según el fabricante. Para facilitar la preparación y elaboración de las mezclas, se adiciona plastificante utilizándose para el control de la viscosidad.

Los neumáticos cuentan con gran diversidad de compuestos incluyendo agentes naturales y compuestos. Los constituyentes principales de los neumáticos son los polímeros, negro de carbono y ablandadores (plástico, 2017).

Por ejemplo, un neumático de 9 kg está compuesto en un 60% de caucho, 20% de acero y 20% de fibra y otros productos.

A pesar de que los neumáticos representan poco dentro de los residuos urbanos, ameritan un abordaje especial por sus características, tamaño e impacto ambiental.

El neumático de un auto o camioneta, pesa aproximadamente 9,5 kg y el correspondiente a manejo industrial o a camiones pesados, puede variar desde 16 a 100 kilogramos. El mayor



porcentaje de neumáticos descartados corresponde a los provenientes de autos y camionetas livianas.

#### ***2.2.11.1 Reciclaje de neumáticos.***

Un neumático medio de un auto o camioneta, pesa aproximadamente 9,5 kg y el correspondiente a camiones pesados o industriales, pueden variar desde 16 a 100 kg. El mayor porcentaje de neumáticos descartados corresponde a los provenientes de autos y camionetas livianas.

La situación actual es que se recicla el 1,5%, se valora energéticamente el 4,6%, se reencauchan el 11,1%, y se lleva a vertedero el 82,4%.

Los neumáticos son parte de los residuos sólidos urbanos y se mantiene el hecho de ser depositados en vertederos o grandes pilas utilizadas solo para disponer este tipo de residuos (Civil, 2016). Sin embargo, esta práctica es equívoca por los siguientes motivos

- 1.- La cantidad de espacio que ocupan.
2. Las dificultades que presentan para la compactación.
3. Por su forma, acumulan grandes cantidades de aire y otros gases que los convierten en boyas y rompen posteriormente las cubiertas de los vertederos o rellenos sanitarios.
4. Son focos para la proliferación de vectores como roedores, insectos, etc.
5. Permanecen intactos por varias décadas, pero algunos de sus componentes tienen el potencial de lixiviar altos contenidos de metales pesados como zinc, cromo, plomo, cobre y cadmio, detectados en algunos cauces (Wendel & Keller, 2013).

Según (McCormac, 2011), en la actualidad existe diversidad de opciones para el reciclaje de neumáticos, por lo que a continuación se presenta una agrupación de dos principales modalidades:

#### ***2.2.11.2 Posibles usos para neumáticos enteros.***

Ingeniería civil: Los neumáticos enteros pueden utilizarse como estructuras de contención en parques o en zonas muy inclinadas o expuestas a lo largo de carreteras. Son menos caros que el material convencional utilizado para 13 esta aplicación y existe gran abundancia y disponibilidad. También pueden utilizarse como capas drenante en los rellenos sanitarios.

Aplicaciones marinas: Pueden construirse arrecifes artificiales uniendo neumáticos usados, hundiéndolos y anclándolos en aguas costeras. En ciertas condiciones se crían diversidad de flora y fauna entorno a estos arrecifes artificiales. También es posible elaborar rompeolas colocándolos próximos a la costa de manera de contrarrestar el efecto de las mareas dando estabilidad en la zona de playas (Centero & Rodríguez, 2018).

Barreras parachoques: montados sobre pilas en bordes de carreteras, puentes, etc. No se utilizan grandes cantidades de neumáticos en esta modalidad. Usos agrícolas: son utilizados como material de anclaje de lonas y en caminos o carreteras, pero su uso es muy limitado. La ventaja que presenta esta modalidad es que se da solución a los neumáticos de mayor tamaño que son más difíciles de evacuar (McCormac, 2011).

Reencauchado: este sea probablemente el mejor uso que se le pueda dar a los neumáticos. Este proceso consiste en ampliar la vida útil de los neumáticos realizando un dibujo nuevo sobre la cubierta gastada del neumático. Primero se inspecciona el estado de las cubiertas y del neumático en sí, reparándolo en caso de ser necesario, se pule el dibujo viejo para luego aplicar el nuevo dibujo. Es común el reencauchado en neumáticos utilizados por camiones, pero en autos livianos no presenta demasiadas ventajas ya que en precio no hay gran diferencia con los neumáticos nuevos.

Combustión: tanto enteros como triturados, los neumáticos pueden utilizarse para combustión por su alto poder calorífico. Un uso bastante usual es en las cementeras o industrias papeleras. Puede procesarse únicamente neumáticos o junto con otros combustibles o residuos sólidos. Por el contenido de azufre, zinc y acero, las instalaciones requieren de una tecnología adecuada para controlar las emisiones atmosféricas y tener la capacidad de procesar los residuos resultantes luego de la combustión (McCormac, 2011).

### ***2.2.11.3 Posibles usos para neumáticos triturados***

Productos de caucho reciclado: al reprocesar los neumáticos pueden obtenerse nuevos productos como alfombrillas, sandalias, juntas y otros productos que generalmente suelen fabricarse en base a materia virgen. Existen dos modalidades para el procesamiento: ambiental (a temperatura ambiente) y criogénica (a temperaturas extremadamente bajas).

Fraccionamiento de neumáticos: aquí se reutilizan directamente los recortes de caucho. A través de la obtención de tiras de caucho y su fundición a altas presiones se producen nuevos productos como felpudos, cintas transportadoras, etc.

Pirolisis: Mediante la aplicación de calor, se rompen los enlaces químicos. Es una combustión en ausencia de oxígeno. A través de este procedimiento se obtienen productos secundarios como: coque inferior, gas aceite y acero. El coque inferior puede utilizarse como combustible sólido o como carbón activado, el gas de aceite contiene un alto poder calorífico como para brindar los requerimientos necesarios de energía para el propio proceso de pirolisis y el acero recuperado tiene un pequeño mercado debido al grado de contaminación (McCormac, 2011).

Gasificación: este proceso implica la inyección de cantidades controladas de oxígeno de modo de evitar la combustión. Mediante este proceso se obtiene un combustible gaseoso sintético llamado Syngas (Synthesis gas). Existe una planta en Suiza que utiliza este proceso.

Compostaje de fangos: los trozos de caucho de aproximadamente 5 cm de espesor pueden utilizarse como material esponjante para el compostaje de fangos. Cumplirían un rol similar al de los tabloncillos de madera, pero con la diferencia de que los neumáticos no se descomponen. No se trata de una práctica muy utilizada.

## **2.2.12 Ensayos de laboratorios para el bloque.**

### ***2.2.12.1 Absorción.***

Al realizarle el ensayo de absorción al bloque elaborado con materiales reciclados de plástico y caucho serían livianos por el bajo peso específico de la materia prima (Diccionario de la lengua española, 2005).

### ***2.2.12.2 Resistencia a la compresión.***

El ensayo de resistencia a la compresión al bloque con material reciclado de plástico y caucho tendrían una resistencia menor o mayor a la de otros bloques tradicionales.

## **2.3 Marco Conceptual**

Plástico: Se denominan plásticos a los materiales constituidos por una variedad de compuestos orgánicos, sintéticos o semisintéticos, que tienen la propiedad de ser maleables y

por tanto pueden ser moldeados en objetos sólidos de diversas formas. Esta propiedad confiere a los plásticos una gran variedad de aplicaciones. Su nombre deriva de plasticidad, una propiedad de los materiales, que se refiere a la capacidad de deformarse sin llegar a romperse.

**Caucho:** Sustancia elástica, impermeable y resistente que se obtiene a partir del jugo lechoso de ciertas plantas tropicales; se emplea en la fabricación de neumáticos, tuberías aislantes, etc.

**Resistencia:** la resistencia es entendida como la acción o capacidad de aguantar, tolerar

**Bloque:** El bloque (unidad de mampostería de perforación vertical), es un prisma recto de concreto, prefabricado, con una o más perforaciones verticales, que se usa para construir mamposterías (por lo general muros). Esto implica que sus 6 lados deben formar ángulos rectos con los demás, y que sus perforaciones deben tener, al menos, una cuarta parte (25%) de su área bruta (la que resulta de multiplicar la longitud x el ancho del bloque). Se y es responsable, en muy buena medida, de las características mecánicas y estéticas de dichas mamposterías.

**Cemento:** El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua (Diccionario de la lengua española, 2005). Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón o concreto. Su uso está muy generalizado en construcción. Cuenta con propiedades adhesivas y cohesivas las cuales dan la capacidad de aglutinar otros materiales para formar un todo, sólido y compacto.

**Arena:** Materia constituida por pequeños granos de mineral desprendidos de las rocas y acumulados en playas, márgenes de ríos o formando capa sobre un terreno.

**Agregado:** cualquier material mineral duro o inerte en forma de partículas graduadas o fragmentos, también se les llama áridos, siendo éste un nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales de diferentes tamaños que provienen de la fragmentación natural o artificial de las rocas.

**Agua:** Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H<sub>2</sub>O).

**Reciclaje:** O reciclamiento es la acción y efecto de reciclar (aplicar un proceso sobre un material para que pueda volver a utilizarse). El reciclaje implica dar una nueva vida al material

en cuestión, lo que ayuda a reducir el consumo de recursos y la degradación del planeta (Diccionario de la lengua española, 2005).

Pared: Construcción de superficie continua, levantada perpendicular al suelo, con las dimensiones adecuadas para cerrar o dividir un espacio, sostener una techumbre o proteger una zona (Diccionario de la lengua española, 2005).

## **2.4 Marco Legal**

El marco legal que sostiene esta tesis son los siguientes:

Bloque: la elaboración del bloque cuenta con las siguientes normativas:

- NORMA NEC-SE-HM (bloque).
- NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.
- 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 ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. American society for testing and materials. USA 2014.
- NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.
- NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.
- NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.
- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.

Cemento: la elaboración del cemento cuenta con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.

- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería.
- NORMA NTE INEN 153 2012 cemento, muestreo y ensayo.
- NORMA NTE INEN 198 cemento, determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros.
- NORMA ASTM C 1329 norma de especificaciones para mortero de cemento.
- NORMA ASTM C 91:2012, standard specification for masonry cement.

Arena: la elaboración de la arena cuenta con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA ASTM C 778-13, standard specification for standard sand.

Agua: El agua debe cumplir con las siguientes normativas:

- 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 (idt).
- NORMA ISO 7875-1 water quality - determination of surfactants.
- NORMA INTERNATIONAL STANDARD. ISO 6107 – 8. 2001. water quality

Mampostería: La mampostería debe cumplir con las siguientes normativas:

- 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 ASTM C140 método de ensayo para el muestreo y ensayos de unidades de mampostería de hormigón.
- NORMA NEC-SE-HM (bloque).
- NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.
- 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 ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. American society for testing and materials. USA 2014.
- NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). Asociación española de normalización y certificación. España 2011.
- NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.
- NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. Requisitos.
- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. Requisitos.
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. Definiciones.

## Capítulo 3

### Metodología de la Investigación

#### 3.1 Tipo de Investigación

El presente proyecto de titulación se fundamenta en la investigación, experimental, donde se buscará principalmente obtener las características físicas y mecánicas de los bloques que se elaboraran con los materiales descrito como es el caucho, plástico reciclado, con el fin de obtener las cantidades necesarias de los materiales para su dosificación, luego proceder con los ensayos consignados en las normas y reglamentos ecuatorianos. Para analizar la resistencia de cada bloque elaborado en los laboratorios (Palaguachi, 2019)

Según Hernández, Fernández y baptista en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014, el termino experimento tiene como acepciones una particular y otra general.

Este uso de término es bastante coloquial; así, hablamos de experimental cuando al realizar la unión de dos sustancias químicas en condiciones controladas podemos observar cambios en el resultado final, para experimentar se puede hacer con seres vivos o con ciertos objetos, siempre y cuando tener en cuenta los principios éticos. Los diseños experimentales serán utilizados por el investigador cuando quiere establecer un efecto de una causa que será manipulada (HERNANDEZ, 2014).

Este proyecto de investigación tiene un diseño experimental, porque al trabajar con las variables, caucho, plástico reciclados en la mezcla de mortero para la elaboración de bloques , se provocará situaciones representativas que se incluye las manipulaciones de las variables en condiciones controladas con el fin de tener resultados de correlaciones entre variable, en este caso en los laboratorios hay que realizar pruebas de rotura de bloques, resistencia a la compresión, en condiciones ideales, manipulando las dosificaciones de los materiales para obtener los resultados según los objetivos planteados.

#### 3.2 Enfoque

Según (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014) en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014, plantean que la investigación cuantitativa o positivista es el conjunto de procesos secuenciales y probatorios,



donde no se puede saltar o eludir pasos, que debe llevar un orden estricto, aunque se puede rediseñar alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y una vez delimitada se derivan objetivos y preguntas de investigación; se revisa la lectura y se construye un marco teórico.

De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables en un determinado contexto; se analizan datos obtenidos utilizando métodos estadísticos y se extraerá varias conclusiones respecto a cada hipótesis.

En esta investigación el enfoque es cuantitativo, dado que se realizará una amplia recolección, toma de información, datos y magnitudes numéricas entre las cuales podemos nombrar resistencia a la compresión, las dosificaciones de los diferentes componentes de las mezclas de mortero que se trabajaron durante los ensayos, la cantidad de plástico y caucho reciclado que se utilizara en cada prueba entre otras, que ayudaran a determinar módulos mediante el campo estadístico (Civil, 2016).

Al final se medirán las variables y se analizarán los datos obtenidos en la investigación, todo este proceso se debe realizar de conformidad a lo establecido en las normas y procedimientos, siguiendo un rígido proceso de toma de muestras.

### **3.2 Técnicas**

Las técnicas que se ha utilizado en este proyecto de investigación fueron los ensayos de resistencia a la compresión de bloques utilizando plástico y caucho reciclados.

- Formato de laboratorio
- Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39

### **3.3 Instrumento**

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- Laboratorio de mecánica de suelo y concreto
- Equipo de prensa hidráulica (ensayo a compresión)
- Formatos de laboratorio
- Fichas de observación

### **3.4 Procedimiento de Recolección de Datos**

Una vez seleccionado el diseño de investigación apropiada y la muestra adecuada, según con el problema de estudio e hipótesis, en la siguiente etapa se recolectan los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo, análisis o casos. La recopilación de datos implica el desarrollo de un plan de proceso detallado que nos permita recopilar datos para un propósito particular. (HERNANDEZ, 2014)

Para nuestro proyecto de investigación, la primera etapa se realizó a través de la recolección de llantas y plásticos en varios centros de acopio, para luego hacer un proceso de triturado, enjuague y secado, finalmente se procedió a llevar el plástico y caucho a la máquina trituradora para obtener los materiales que serán usados en la mezcla de hormigón para la elaboración del bloque, se procede a dosificar en diferentes cantidades los materiales para evaluar la resistencia de cada bloque, siempre disminuyendo la cantidad de los agregados tradicionales y aumentando las cantidades de plástico y caucho.

Para así realizar las tomas de las pruebas en los bloques elaborados, en el laboratorio, se realizara las pruebas a la compresión de los diseños, todos estos ensayos de acuerdo a lo establecido en los procedimiento técnicos y normas vigentes, cumpliendo con el cronograma programado del proyecto, así como también, las fechas de la obtención de los bloques, fechas de las respectivas pruebas de resistencia a la compresión axial ASTM C39

### **3.5 Universo**

El universo es el conjunto de la mayoría de acontecimientos que están acorde con una serie de especificaciones, son todas las variables a estudiar, para así obtener un resultado final de la investigación. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

El universo de la investigación de nuestro proyecto de titulación está conformado por bloques elaborados con plástico y caucho reciclados en el laboratorio, considerando diferentes dosificaciones de material, para evaluar la resistencia de cada bloque.

### **3.6 Muestra**

La muestra es un subgrupo de elementos, caso o individuos de una población, las cuales se recolectarán datos relevantes de la población, las cuales darán resultados una cantidad

representativa. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

Cuando el universo es pequeño la muestra es la misma que la del universo, en esta investigación el universo es realmente pequeño y con características individuales bien definidas por lo que consideramos la muestra igual al universo, es decir, un total de 16 bloques con diferentes cantidades de plástico y caucho reciclado

### **3.7 Validez y Confiabilidad**

“La validez, en términos generales, se refiere al índice en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

En esta investigación los instrumentos de la recolección de datos que se utilizaron son 100% validos ya que se encuentran calibrados y acreditados por la universidad estatal de Guayaquil lo que garantiza la precisión de los instrumentos de ensayo.

### **3.8 Confiabilidad**

La confiabilidad de un medidor se refiere al grado en que la aplicación repetida a la misma persona o elemento da como resultado los mismos resultados. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014).

Para el presente trabajo de investigación se realizaron ensayos con equipos y herramientas totalmente calibrados y ajustado del laboratorio de la facultad de ingeniería civil de la universidad estatal de Guayaquil lo cual me brinda resultados totalmente confiables y que garantiza la veracidad en el presente proyecto de investigación.

## Capítulo 4

### Propuesta

#### 4.1 Propuesta

Considerando que no existe en nuestro país una normativa sobre este tipo de bloque con materiales de residuos reciclables de plástico y caucho más, cemento, arena, cisquillo, agua es necesario crear un modelo con el que se realizará los procesos de ensayos de compresión, absorción, costos de los mismos para su respectiva comparación y alcanzar un bloque de calidad de acuerdo a las normas establecidas del (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016).

Se analizará diferentes dosificaciones disminuyendo el cisquillo y aumentando el plástico y caucho, cemento, arena, agua, por lo tanto, se realizarán ensayos de compresión para calcular la resistencia de cada bloque, se calculará el porcentaje de absorción de cada bloque. La dimensión del bloque para este proyecto será de longitud 40 cm, altura 20 cm, espesor 10 cm. Para dar con los objetivos generales y específico se realizará los siguientes procedimientos.

Se elaboró un bloque cuyas medidas son longitud 40 cm altura 20 cm espesor 10 cm utilizando plástico y caucho reciclado como agregado en la mezcla de mortero, para viviendas de interés social.

Se preparó diferentes dosificaciones variando las cantidades de materiales del bloque, cemento, arena, cisquillo, plástico, caucho, agua para calcular por medio del ensayo de compresión la resistencia de cada bloque.

Por medio de ensayos de laboratorio se analizó la resistencia de cada bloque elaborado con plástico y caucho, utilizando diferentes dosificaciones de los materiales, cemento, arena. Cisquillo, caucho, piedra, agua y se compara las resistencias con las normas establecidas por el (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016).

Al ser este un proyecto de titulación del tipo experimental que se desarrollado en el laboratorio de Hormigón de La Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industria y Construcción, incluye la dosificación de mezclas, utilizando los siguientes materiales; cemento, arena, agua cisquillo y los materiales de residuos reciclados de caucho y plástico.

Los ensayos de compresión de los bloques se los realizo en el laboratorio de la Universidad de Guayaquil de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Arnoldo Ruffili cuyos resultados se lo compararan con la siguiente tabla del INEN.

*Tabla 5 Clasificación de los bloques huecos de hormigón y resistencia mínima a la compresión.*

Tipo	Uso	Resistencia mínima a la compresión (MPa)* a los 28 días.
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.	6
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con y sin revestimiento.	4
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.	3
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con y sin revestimiento.	2.5
E	Losas alivianadas de hormigón armado.	2

Fuente:(Civil, 2016)

$$1\text{MPa}=10.20 \text{ kg/cm}^2.$$

Actualmente el INEN modifico la norma INEN 639, por la actual INEN 3066, en la cual el cuadro de los tipos de resistencia mínima a la compresión simple se redujo a lo siguiente:

Tabla 6 los tipos de resistencia mínima a la compresión simple

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, pág. 2, 2016)

## 4.2 Proceso para la Elaboración de Bloques

En nuestro país los bloques de manera artesanal tienen un proceso de elaboración poco regularizado, es decir, cumplen con muy poco control riguroso de calidad y su producción es menor que la industrial. Existen varios lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector de la construcción, actualmente en nuestro medio no existen empresas dedicadas a la fabricación artesanal de los bloques con residuos reciclados de plástico y caucho.

### 4.2.1 Bloques para mampostería.

Un bloque de hormigón es una “pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior” (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016). Por otro lado (Centero & Rodríguez, 2018) complementan que, en un bloque prefabricado de hormigón, el área neta es menor en un 75% o más del área bruta y las dos secciones son medidas en un mismo plano paralelo a la celda hueca del bloque.

### 4.2.2 Partes del bloque.

En la Figura 1 se puede apreciar la nomenclatura de las partes de un bloque de hormigón donde “l” es el largo, “a” el ancho, “h” la altura, “Ep” el espesor de la pared, el cual debe ser el mismo en los dos extremos del bloque y “Et” el espesor del tabique interior y exterior. (Ver figura 9)

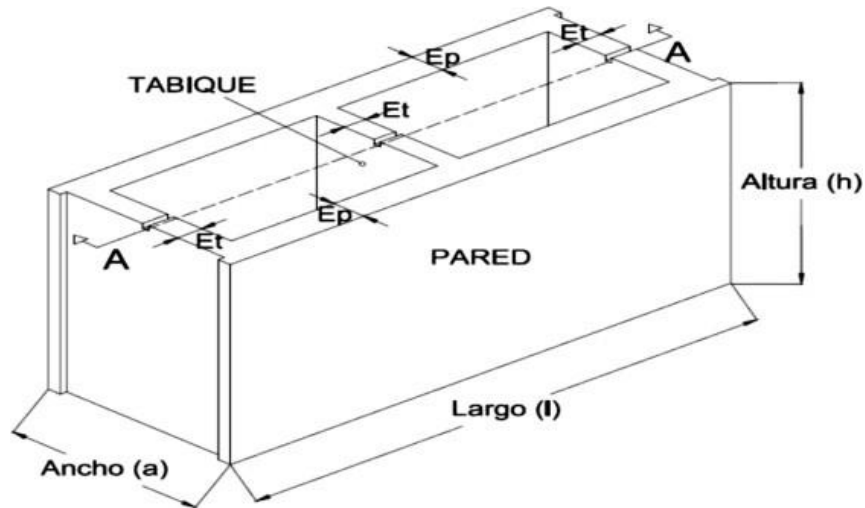


Figura 9 Partes de un bloque

Fuente: (Google, 2019)

#### 4.2.3 Medidas para la elaboración del bloque.

Para nuestro proyecto de titulación se elaboró un bloque con las siguientes medidas, longitud 40 cm, altura 20 cm, espesor 10 cm, comprende 3 huecos en el interior del bloque.

#### 4.2.4 Materias primas para la elaboración del bloque.

Las materias primas para la elaboración de nuestro bloque del proyecto de titulación son, cemento, arena, cisquillo, caucho, plástico, agua.

El hormigón a utilizarse en la elaboración del boque estará regido con los siguientes materiales, según la norma INEN 638.

- Cemento portland, que cumpla la norma INEN 152, “Cemento portland. Requisitos” y la norma INEN 1548, “Cemento portland especial. Requisitos”. (Ver figura 10)



*Figura 10 Cemento portland*

*Fuente:* (Google, 2019)

- Áridos finos (arena), que cumpla con la norma INEN 872, “Áridos para hormigón. Requisitos”. (Ver figura 11)



*Figura 11 Arena fina*  
*Fuente:* (Google, 2019)



- Agua dulce limpia, que cumpla con la norma INEN 2169, “Calidad de agua. Muestreo, manejo y conservación de muestras”.
- Plástico reciclado PET, es un material que se utiliza mucho para elaborar recipientes de bebidas de agua, jugos, detergentes, aceites, entre otros En la foto se puede apreciar el PET triturado con el que se realizó este proyecto. (Ver figura 12)



*Figura 12 Plástico triturado PET*

*Fuente: (Google, 2019)*

El PET es un compuesto, que pertenece al grupo de materiales sintéticos termo formables y se obtiene al combinar el ácido tereftálico y el etilenglicol que son derivados del petróleo, además es aplicable en empaques misceláneos, fibras y envases (Secretaria del medio ambiente, 2010).

El PET una vez reciclado se convierte en RPET, un material que no puede aplicarse en la producción de envases destinados a almacenar alimentos, debido a que la esterilización del producto no es segura ya que en la producción de estos productos no se aplican temperaturas lo suficientemente altas (Castro & Cajas, 2008).

El PET para ser reciclado necesita pasar por diferentes procesos como ser clasificados por el color, empacados y comprimidos en paquetes de 3.000 a 5.000 botellas y cada uno de ellos se les imprime una identidad electrónica para facilitar su rastreo. Posteriormente el PET pasa a ser triturado, las etiquetas de papel son retiradas por presión de aire y las adheridas a las botellas con pegamento son removidas con un lavado intensivo, se eliminan las tapas debido a su peso.

Esta materia prima es mezclada con sosa cáustica a temperaturas elevadas y el resultado final es utilizado para elaborar nuevos productos dentro de la industria.

#### **4.2.5 Fibras de caucho de neumáticos reciclados.**

Las fibras de caucho de neumáticos reciclados o caucho granulado reciclado se obtienen de la trituración de los neumáticos fuera de uso (NFU), y separación de los componentes que no se desean como son el acero y fibras textiles, en lo cual se obtiene migas de caucho con diferentes granulometrías según la aplicación que se requiera.



*Figura 13 Fibra de caucho reciclado*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

### **4.3 Trituración Mecánica**

La trituración mecánica es un método puramente mecánico porque no se utilizan químicos ni se adiciona calor, sino que se pasa los NFU por una serie de máquinas trituradoras hasta conseguir la salida de un material de menor volumen, el cual dependerá del uso que se le vaya a dar al nuevo producto.

### **4.4 Técnica de la Dosificación**

El objetivo de este proyecto de investigación es analizar diferentes dosificaciones aumentando y disminuyendo materiales, para elaborar una cierta cantidad de bloques. El proceso consiste en ir reemplazando el cisquillo por la materia prima reciclable, plástico y fibras de caucho de neumáticos reciclados.

Para ello en (plástico, 2017) se menciona dos tipos de dosificación, dosificación gravimétrica, en donde se pesa el material, y dosificación volumétrica, que consta en colocar el material en relación al volumen. Siendo éste último método el aplicado en este proyecto, y las dosificaciones seleccionadas.

### **4.5. Descripción del Proceso de Elaboración del Bloque en el Laboratorio**

La elaboración del bloque se los realizara en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte.

Los ensayos de compresión de los bloques se los realizara en el laboratorio Arnoldo Ruffili de la Facultad de ciencias matemáticas y físicas de la Universidad de Guayaquil

#### **4.5.1 Dimensión del bloque.**

Para nuestro proyecto de titulación se elaboró un bloque con las siguientes medidas, longitud 40 cm, altura 20 cm, espesor 10 cm

#### **4.5.2 Material para la elaboración del bloque.**

Selección de los materiales para la elaboración del bloque, cemento, arena, cisquillo, caucho, plástico, agua

1.- Los materiales reciclados como es el caucho, proviene de los neumáticos usados, desechado



*Figura 14 Neumático usado para ser reciclado*  
**Fuente:** Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)

2.- el material plástico PET previamente triturado se separa en una tara.



*Figura 15 Plástico usado para ser reciclado*  
**Fuente:** Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)

3.- El cisquillo proviene de residuos de piedra chispa o piedra pómez se separa en una tara



*Figura 16 Cisquillo de piedra chispa*

**Fuente:** Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)

4.- En la foto se observa el caucho triturado listo para usarse como agregado en la elaboración del bloque, el cual se separa en una tara



*Figura 17 Fibra de caucho proveniente de neumático*

**Fuente:** Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)



5.- En la bandeja se observa el plástico separado en una tara, listo para ser usado como agregado en la elaboración del bloque



*Figura 18 Plástico reciclado PET*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

6.-En las cuatro bandejas se observan los materiales separados por tara, materia prima para la elaboración del bloque, cemento, arena, caucho, plástico



*Figura 19 Materiales cemento, arena, plástico, fibra de caucho*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

7.- Una vez separados estos materiales, en una bandeja metálica, se procede a colocar los materiales del bloque con la dosificación establecida para cada muestra de bloque, como se presenta en la tabla de dosificaciones, para realizar la mezcla vertimos el cemento, la arena, cisquillo, el plástico y la fibra de caucho. Luego procedemos mezclar todos los materiales secos durante varios minutos agregándole agua, disminuyendo el material de cisquillo en cada dosificación para obtener un bloque con los resultados deseados.

**4.5.2.1 Dosificaciones utilizadas para la elaboración de cada bloque, con la cantidad de material por bloque.**

Tabla 7. Dosificaciones y cantidades de materiales por bloque

DOSIFICACIONES Y CANTIDADES DE MATERIAL POR BLOQUE												
	BLOQUE 1	M3	BLOQUE 2	M3	BLOQUE 3	M3	BLOQUE 4	M3	BLOQUE 5	M3	BLOQUE 6	M3
CEMENTO	1	0.98	1	0.98	1	0.98	1	0.98	1	0.98	1	0.98
ARENA	2	0.0014	2	0.0014	2	0.0014	2	0.0014	1	0.0007	2	0.0014
CISQUILLO	1	0.0007	0.5	0.00035	0		0		0		0	0
PLASTICO	1	0.0007	1	0.0007	1	0.0007	1.5	0.1	1.5	0.1	1.5	0.1
CAUCHO	1	0.0007	1	0.0007	1	0.0007	1.5	0.1	1.5	0.1	1.5	0.1
AGUA		2 LT		2 LT		2 LT		2 LT		2 LT		2 LT

Fuente: (Palaguachi, 2019)



Figura 20. Materiales en el laboratorio

Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)



*Figura 21. Material mezclado in situ*

**Fuente:** Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)

8.- Se procede a mezclar los materiales, agregados con agua hasta alcanzar el hormigón



*Figura 22. Mezcla de hormigón para eboración de bloques*

**Fuente:** Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)



9.- Preparamos el molde metálico para darle las dimensiones requeridas al bloque, dejando limpia de residuos de materiales antes empleados, y colocamos sobre el molde metálico papel de funda de cemento como desencofrante para realizar el retiro más fácil del bloque una vez que haya fraguado el bloque.



*Figura 23 Molde metálico para el bloque*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

10.- Llevamos la bandeja con la mezcla cerca del molde metálico, vertimos agua y empezamos a realizar la mezcla, hasta obtener una masa consistente de los materiales. De acuerdo a la dosificación de los materiales, es recomendable colocar poco a poco el agua mientras observamos que el material se va formando y adhiriendo uno con otro.



*Figura 24 Vertido de hormigón en molde para bloque*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

11.- Colocamos la mezcla en el molde metálico del bloque, cerramos el molde del bloque y verificamos que la mezcla haya quedado correctamente vertida sobre el molde y con una varilla punzamos para evitar los vacíos que se hayan generado al verter la mezcla.



*Figura 25 Vertido de hormigón en el molde*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*



*Figura 26. Mezcla dentro de molde metálico*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

12.- Al día siguiente se realizó el retiro del bloque del molde metálico, se colocó la fecha y se dejó en reposo hasta realizar la prueba de resistencia.



*Figura 27 Bloque fraguado*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*



Se presentan los bloques elaborados en el laboratorio de hormigón de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte para sus respectivos ensayos de laboratorio.



*Figura 28 Presentación de bloque terminado*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*

#### **4.6 Ensayos realizados a los bloques**

Los ensayos correspondientes se lo realizaron en el laboratorio de la Universidad de Guayaquil de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Arnoldo Ruffili.

##### **4.6.1 Ensayo de absorción**

Para realizar los ensayos de absorción en los bloques deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Los bloques deben estar enteros y sin defectos, para determinar el contenido de humedad.

- Los equipos y aparatos calibrados de acuerdo a las especificaciones determinadas.
- 1 Balanza, con una exactitud de  $\pm 1$  g de la masa de la muestra más pequeña ensayada.
- Alambre de acero galvanizado de al menos 1 mm de diámetro.
- Malla metálica, formada por varillas de al menos 9,5 mm de diámetro.
- Preparación, preservación de los bloques como muestra, unidades ensayadas
- La muestra para los ensayos de este anexo está compuesta por 6 unidades de bloques enteros.
- Efectuar los ensayos en unidades enteras.

#### **4.6.2 Saturación**

Sumergir en agua las unidades para ensayo a una temperatura entre 16 °C y 27 °C, durante un lapso de 24 horas a 28 horas. Determinar, entonces, la masa de las unidades completamente sumergidas, mientras están suspendida un alambre, y registrar este valor como M (masa de la muestra sumergida) (Palaguachi, 2019).

Sacarlas del agua y dejarlas que escurran durante 60 segundos sobre una malla metálica, retirar el agua visible de la superficie con un paño húmedo, determinar su masa y registrar este valor. Repetir este procedimiento cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %.

#### **4.6.3 Secado**

Luego de determinar la masa saturada de las unidades para ensayo, secarlas en un horno ventilado, entre 100 °C y 115 °C. Pesar las unidades cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre las dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %, todo esto en base a la norma (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016).

#### 4.6.4 Absorción

Tabla 8. Porcentaje de absorción

ENSAYO DE ABSORCION					
	MASA MUESTRA SATURADA	MASA MUESTRA SECADA EN HORNO			% DE ABSORCION
	A gr	D gr			
<b>BLOQUE 1</b>	6450	5200	1250	0.24	24
<b>BLOQUE 2</b>	6400	5200	1200	0.23	23
<b>BLOQUE 3</b>	6350	5100	1250	0.25	25
<b>BLOQUE 4</b>	6250	5050	1200	0.24	24
<b>BLOQUE 5</b>	6200	5010	1190	0.24	24
<b>BLOQUE 6</b>	6150	5050	1100	0.22	22

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Calculo para el porcentaje de absorción

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

Comentario del ensayo de absorción: se puede observar que a medida que aumenta la cantidad de plástico y caucho, el porcentaje de absorción disminuye igual que el peso del bloque es más ligero, esto se debe al volumen de plástico y caucho dentro del bloque pesan menos y la absorción de los plásticos y caucho es mínima

#### 4.6.5 Ensayo de compresión

Se realiza los ensayos de compresión, en el laboratorio Arnaldo Ruffili de la facultad de ciencias matemáticas y físicas de la Universidad de Guayaquil el cual consiste en aplicarle carga máxima al bloque hasta que se presente la falla, fisura vertical en el centro, luego se establece la carga en kg y se divide para el área del bloque descontado los 3 huecos, los bloques

elaborados en el laboratorio de hormigón de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, los resultados son obtenidos de los equipos.



*Figura 29 Bloque en laboratorio Arnaldo Ruffili*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*



*Figura 30 bloque listo para el ensayo de compresión*

*Fuente: Observación visual in situ (Palaguachi, 2019)*



*Figura 31 Bloque recibiendo carga*

*Fuente: Observación in situ (Palaguachi, 2019)*



*Figura 32 El ensayo da como carga máxima 4000Kg*

*Fuente: Observación in situ (Palaguachi, 2019)*





Figura 33 El ensayo da como carga máxima 4200 Kg

Fuente: Observación in situ (Palaguachi, 2019)

#### 4.6.6 Resultados obtenidos de la prueba de compresión

Tabla 9. Prueba de compresión.

ENSAYO DE COMPRESION												
ESTRUCTURA	BLOQUE No.	FECHA TOMA	FECHA ROTURA	SECTOR FISURA	EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (CM)				CARGA kg	RESISTENCI A kg / cm2	MOD.RUPTURA Mpa
						a	b	c	AREA CM2			
BLOQUE	1	02/09/2019	09/09/2019	CENTRO	7	40	20	10	280	2300.00	8.21	1.58
			30/09/2019	CENTRO	28	40	20	10	280	4500.00	16.07	
BLOQUE	2	02/09/2019	09/09/2019	CENTRO	7	40	20	10	280	2200.00	7.86	1.51
			30/09/2019	CENTRO	28	40	20	10	280	4300.00	15.36	
BLOQUE	3	02/09/2019	09/09/2019	CENTRO	7	40	20	10	280	2100.00	7.50	1.4
			30/09/2019	CENTRO	28	40	20	10	280	4000.00	14.29	
BLOQUE	4	02/09/2019	09/09/2019	CENTRO	7	40	20	10	280	2000.00	7.14	1.45
			30/09/2019	CENTRO	28	40	20	10	280	4150.00	14.82	
BLOQUE	5	02/09/2019	09/09/2019	CENTRO	7	40	20	10	280	2050.00	7.32	1,47
			30/09/2019	CENTRO	28	40	20	10	280	4200.00	15.00	
BLOQUE	6	02/09/2019	09/09/2019	CENTRO	7	40	20	10	280	2150.00	7.68	1.51
			30/09/2019	CENTRO	28	40	20	10	280	4300.00	15.38	

Fuente: (Palaguachi, 2019)

La Norma INEN 639 (actual 3066) establece que para realizar los ensayos se deben tomar 6 muestras y realizar un promedio, se elaboraron bloques para sacar un promedio de acuerdo a las normas INEN.

Para nuestro proyecto se tomaron 12 bloques elaborados con material de cemento, arena, cisquillo, material reciclado plástico, caucho con una edad promedio entre 7 ,28 días

Actualmente el INEN modifico la norma INEN 639, por la actual INEN 3066, en la cual el cuadro de los tipos de resistencia mínima a la compresión simple se redujo a lo siguiente:

Tabla 10. Resistencia a la compresión.

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, pág. 2, 2016)

Comentario: Se realizaron los ensayos correspondientes a 12 bloques, con diferentes dosificaciones, disminuyendo el cisquillo en cada dosificación, y aumentado la cantidad de plástico y caucho, para analizar los resultados por medio de la resistencia de cada uno, en un periodo de 7 y 28 días se le aplicaron cargas en kilogramos, sobre un área de 280 cm<sup>2</sup> de cada bloque, elaborados con material de residuos reciclados de plástico, fibra de caucho de neumático, cemento, cisquillo, arena, agua.

De acuerdo a la tabla de resistencia obtenidas del laboratorio se muestra una resistencia promedio de 1,54 MPa, con un resultado óptimo, el bloque N# 6 tiene una resistencia de 1,61 MPa, garantizando el uso del plástico y caucho en el bloque.

#### 4.7 Cálculo del Precio del Bloque Utilizando la Hoja de Análisis de Precio Unitario para Cada Bloque Elaborado (6 Bloques)

Tabla 11 Hoja de Análisis de Precio Unitario bloque 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: BLOQUE				UNIDAD : U	
DOSIFICACION				RENDIMIENTO: 0.0067	
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (CxR)
Herramienta menor 5%M/O					0.01
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (CxR)
PEON	1.00	3.51	3.51	0.0067	0.02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
CEMENTO	kg	0.980	0.16	0.157	
ARENA	M3	0.0014	10.00	0.014	
CISQUILLO	M3	0.0007	8.00	0.006	
PLASTICO	M3	0.0007	2.00	0.001	
FIBRA DE CAUCHO	M3	0.0007	3.00	0.002	
AGUA	M3	0.0020	5.00	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.19</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.25</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%</b>					<b>0.05</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.30</b>

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Tabla 12 Hoja de Análisis de Precio Unitario Bloque 2

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: BLOQUE				UNIDAD : U	
DOSIFICACION				RENDIMIENTO: 0.0067	
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (CxR)
Herramienta menor 5%M/O					0.01
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (CxR)
PEON	1.00	3.51	3.51	0.0067	0.02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
CEMENTO	kg	0.980	0.16	0.157	
ARENA	M3	0.0014	10.00	0.014	
CISQUILLO	M3	0.0007	8.00	0.006	
PLASTICO	M3	0.0007	2.00	0.001	
FIBRA DE CAUCHO	M3	0.0007	3.00	0.002	
AGUA	M3	0.0020	5.00	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.19</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.25</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%</b>					<b>0.05</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.30</b>

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Tabla 13 Hoja de Análisis de Precio Unitario Bloque 3

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: BLOQUE				UNIDAD : U	
DOSIFICACION				RENDIMIENTO: 0.0067	
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (CxR)
Herramienta menor 5%M/O					0.01
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (CxR)
PEON	1.00	3.51	3.51	0.0067	0.02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
CEMENTO	kg	0.980	0.16	0.157	
ARENA	M3	0.0014	10.00	0.014	
CISQUILLO	M3	0.0007	8.00	0.006	
PLASTICO	M3	0.0007	2.00	0.001	
FIBRA DE CAUCHO	M3	0.0007	3.00	0.002	
AGUA	M3	0.0020	5.00	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.19</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.25</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%</b>					<b>0.05</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.30</b>

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Tabla 14 Hoja de Análisis de Precio Unitario Bloque 4

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: BLOQUE					UNIDAD : U
DOSIFICACION					RENDIMIENTO: 0.0067
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO (CxR)
Herramienta menor 5%M/O					0.01
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO (CxR)
PEON	1.00	3.51	3.51	0.0067	0.02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (Ax B)	
CEMENTO	kg	0.980	0.16	0.157	
ARENA	M3	0.0014	10.00	0.014	
CISQUILLO	M3	0.0000	0.00	0.000	
PLASTICO	M3	0.0100	2.00	0.020	
FIBRA DE CAUCHO	M3	0.0100	3.00	0.030	
AGUA	M3	0.0020	5.00	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.23</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (Ax B)	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.29</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%</b>					<b>0.06</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.35</b>

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Tabla 15 Hoja de Análisis de Precio Unitario Bloque 5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: BLOQUE					UNIDAD : U
DOSIFICACION					RENDIMIENTO: 0.0067
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO (CxR)
Herramienta menor 5%M/O					0.01
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=	RENDIMIEN TO (R)	COSTO (CxR)
PEON	1.00	3.51	3.51	0.0067	0.02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (Ax B)	
CEMENTO	kg	0.980	0.16	0.157	
ARENA	M3	0.0007	10.00	0.007	
CISQUILLO	M3	0.0000	0.00	0.000	
PLASTICO	M3	0.0100	2.00	0.020	
FIBRA DE CAUCHO	M3	0.0100	3.00	0.030	
AGUA	M3	0.0020	5.00	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.22</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (Ax B)	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.28</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%</b>					<b>0.06</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.34</b>

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Tabla 16 Hoja de Análisis de Precio Unitario Bloque 6

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: BLOQUE				UNIDAD : U	
DOSIFICACION				RENDIMIENTO: 0.0067	
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO (CxR)
Herramienta menor 5%M/O					0.01
Mezcladora	1.00	3.13	3.13	0.0067	0.02
Bloquera	1.00	1.00	1.00	0.0067	0.01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.04</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= (AxB)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO (CxR)
PEON	1.00	3.51	3.51	0.0067	0.02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
CEMENTO	kg	0.980	0.16	0.157	
ARENA	M3	0.0014	10.00	0.014	
CISQUILLO	M3	0.0000	0.00	0.000	
PLASTICO	M3	0.0100	2.00	0.020	
FIBRA DE CAUCHO	M3	0.0100	3.00	0.030	
AGUA	M3	0.0020	5.00	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.23</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO (AxB)	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.29</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%</b>					<b>0.06</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.35</b>

Fuente: (Palaguachi, 2019)



Tabla 17. Dosificaciones y cantidades de material por bloque

DOSIFICACIONES Y CANTIDADES DE MATERIAL POR BLOQUE												
	BLOQUE 1	M3	BLOQUE 2	M3	BLOQUE 3	M3	BLOQUE 4	M3	BLOQUE 5	M3	BLOQUE 6	M3
CEMENTO	1	0.98	1	0.98	1	0.98	1	0.98	1	0.98	1	0.98
ARENA	2	0.0014	2	0.0014	2	0.0014	2	0.0014	1	0.0007	2	0.0014
CISQUILLO	1	0.0007	0.5	0.00035	0		0		0		0	0
PLASTICO	1	0.0007	1	0.0007	1	0.0007	1.5	0.1	1.5	0.1	1.5	0.1
CAUCHO	1	0.0007	1	0.0007	1	0.0007	1.5	0.1	1.5	0.1	1.5	0.1
AGUA		2 LT		2 LT		2 LT		2 LT		2 LT		2 LT
CARGA kg	4500		4300		4000		4150		4200		4300	
AREA CM2	280		280		280		280		280		280	
RESISTENCIA	16.70		15.36		14.29		14.82		15.00		15.36	
Mpa	1.58		1.51		1.40		1.45		1.47		1.51	
VALOR DOLARES	0.30		0.30		0.30		0.35		0.34		0.35	

Fuente: (Palaguachi, 2019)

Comentario: Una vez calculado el valor de cada bloque se observa, que su valor vario de 30 centavos a 35 centavos de dólar USA, se considera un valor bajo por bloque considerando que en el mercado el bloque más barato es de 50 centavos de dólar

## Conclusiones

Se concluye que los recursos naturales son patrimonios que tienen procesos de industrialización de bienes y servicios requeridos por la parte económica, social, cultural de la población para cubrir las demandas del desarrollo socioeconómico en función de mejorar la calidad de vida de la población.

Se pueden mejorar o solucionar los problemas ambientales con los desechos de residuos en nuestro medio, los cuales perjudican la salud de la población.

Se puede encontrar un desarrollo equitativo entre la utilización de los recursos naturales y los desechos de materiales que contaminan el medio ambiente.

Para nuestro proyecto de titulación, se genera la idea de preservar el medio ambiente con la no utilización de los recursos naturales, reemplazándolos por los desechos de residuos como es el plástico y el caucho de los neumáticos, para equilibrar el medio ambiente.

Se investigó la utilización de plástico y caucho para la elaboración de bloque como agregado en la mezcla de mortero para viviendas.

Se diseñó la dimensión del bloque la cual es de largo = 40 cm, altura = 20 cm, espesor 10 cm (Palaguachi, 2019).

Se utilizó como material para el bloque, cemento, arena, cisquillo, plástico, caucho disminuyendo el material de cisquillo para reemplazarlo con el plástico y caucho.

Se probó con diferentes dosificaciones, calculando la resistencia de los bloques por medio de ensayos de compresión y el porcentaje de absorción del bloque. Dando como resultados una resistencia promedio de 1,54 MPa comparándola con la tabla de la norma INEN cumple con los requisitos para ser usado en el área de la construcción como un bloque tipo C.

Se analizó el valor de los bloques los cuales varían de 30 centavos a 35 centavos, se los compara con el valor de los bloques del sector comercial y tienen un valor por debajo del establecido en el mercado de la construcción por lo cual se recomienda su uso en el área (Palaguachi, 2019).

Con el uso del plástico y caucho mejorara la actividad de reciclaje de estos residuos, mejorara el medio ambiente al sacar los residuos de desecho del medio ambiente y reutilizándolo en el área de la construcción.

Se puede transformar los residuos de plásticos y caucho en material de construcción dándole un valor nominal a los desechos, reutilizándolos en los bloques para la construcción de viviendas de interés social.

Con este proyecto se aporta a la calidad de vida en la población, ayudando al medio ambiente con el moderno diseño de vivienda ecológica con bloque fabricado con plástico y caucho. También se brindará el conocimiento pleno de este sistema, aportando en el desarrollo de las industrias de la construcción. Con el propósito de impulsar una moderna utilización de plástico caucho reciclado.

## **Recomendaciones**

Se recomienda el uso de los residuos de desechos plásticos y caucho para mejorar el medio ambiente al ser reutilizados como materia de agregado en la mezcla de mortero para la elaboración de bloques y reemplazarlos con recursos naturales que son explotados por medio de canteras, previniendo un desequilibrio en la natural y creando armonía de la misma (Palaguachi, 2019).

Se recomienda el uso del bloque elaborado con cemento, arena, plástico, caucho y agua, al tener una resistencia promedio de 1,54 MPa, teniendo una calificación tipo C, según la tabla del INEN, apto para su uso en el área de la construcción de vivienda de interés social

Se recomienda el uso del bloque elaborado por su baja densidad, al ser utilizado plástico y caucho presenta bajo peso comparándolo con el bloque comercial, el cual alivianara la estructura en el área de utilización

Se recomiendo el uso del bloque elaborado en el área de construcción de vivienda por su bajo costo al compararlo con los precios del mercado de la construcción

## Bibliografía

- ACI318S-14. (2015). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ( Versión en español y en sistema métrico.SI)*.
- Alejandro Vásquez Hernández, L. F. (2015). *Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición .*
- aplicaciones, i. e. (8 de Diciembre de 2017). *IECA*. Obtenido de IECA: <https://publicaciones.ua.es/va/detall.php?idet=576>
- Castro, M., & Cajas, M. (8 de Agosto de 2008). Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/286>
- Cátedra de Ingeniería Rural. (2017). *Cátedra de Ingeniería Rural - Morteros*. La Mancha: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real / Universidad de Castilla-La Mancha. Obtenido de [www.Ingeniería Rural.com](http://www.Ingeniería Rural.com)
- Centero, D., & Rodríguez, R. (2018). Obtenido de <http://repositorio.espan.edu.ec/xmlui/handle/42000/1/browse?type=author&value=Romero+Rodr%C3%ADguez%2C+Bogar+Johel>
- Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *CIR SOC 201-205 Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Civil, E. c. (2016). Obtenido de [www.elconstructorcivil.com](http://www.elconstructorcivil.com)
- Diccionario de la lengua española. (2005). Obtenido de <https://dle.rae.es>
- Giuncu. (2000). *Framed structures. Ductility and seismic response. General Report .*
- Google. (2019). *Google*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=de+Reciclaje+de+Pl%C3%A1stico+pet&sxsrf=ACYBGNR8PgrqFAzdFPoL4PQqwZ0qDYmP5Q:1572281372034&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwji36rFtL\\_1AhWytVkKHaD-DPcQ\\_AUIEigB](https://www.google.com/search?q=de+Reciclaje+de+Pl%C3%A1stico+pet&sxsrf=ACYBGNR8PgrqFAzdFPoL4PQqwZ0qDYmP5Q:1572281372034&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwji36rFtL_1AhWytVkKHaD-DPcQ_AUIEigB)
- Helene, P., & Pereira, F. (2003). *Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. CYTED*.
- HERNANDEZ. (2014). MEXICO.

HERNANDEZ. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN*. MEXICO.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1986). *IRAM 1601 Agua para morteros y hormigones de cemento portland*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Mariuxi Margarita Vera Briones, G. M. (2016). *Gestión de reciclaje de residuos solidos desde un enfoque racional*.

Mariuxi Margarita Vera Briones, G. M. (2016). *Gestión de reciclaje de residuos solidos desde un enfoque racional*.

McCormac, J. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. México: Alfaomega.

Miravete, A. (2001). *Hacia la fibra de carbono en la construcción*. Universidad de zaragoza. España.

Morales, R. D. (16 de Septiembre de 2017). Obtenido de [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001416586](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001416586)

NTE INEN 3066, pág. 2. (2016). Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3066.pdf)

Ottazzi, G. (2004). *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de Diseño y comportamiento del Concreto Armado*. . Lima .

Palaguachi, C. G. (2019). *Observación in situ*. Guayaquil.

Peñaloza, C. R. (2015). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2501/2/RAE.pdf>

plástico, T. d. (30 de Noviembre de 2017). *ISSU*. Obtenido de ISSU: <https://issuu.com/carvajalb2b/docs/tecnologia-del-plastico-vol-32-ed-6>

Pozo, A. C. (2012). [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16661/CostadelPozoAntonella\\_TFM.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16661/CostadelPozoAntonella_TFM.pdf).

- Quiminet. (22 de Noviembre de 2005). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-del-pet-2806.htm>
- Quiminet. (14 de Mayo de 2011). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-polietileno-tereftalato-pet-42703.htm>
- Sanjúan Barbudo, M. Á., & Chinchón Yepes, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Secretaria del medio ambiente. (2010). Obtenido de [https://sma.edomex.gob.mx/que\\_es\\_polietilenotereftalato](https://sma.edomex.gob.mx/que_es_polietilenotereftalato)
- Sika. (2015). *Refuerzo Estructural Con Sistema a base de fibra de carbona*.
- Society, A. C. (2017). *High Performance Carbon Fibers*. Cambridge.
- VALAREZO, E. (2005). *uSO DE LA VARILLA DE FIBRA DE CARBONO*. GUAYAQUIL: PEARSON.
- Villegas Martinez, C. A. (2013). *Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementica destinados a la construcción de viviendas de bajo costo*. Lima: Universidad Nacional .
- Wendel, S., & Keller, T. (2013). *Ductility of civil engineering structures incorporating fibre reinforced polymers (FRPs)*.