



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

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

**TEMA**

**“LADRILLO PREFABRICADO CON PLÁSTICO Y VIDRIO  
RECICLADO APTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS ECONÓMICAS Y SOCIALES”.**

**TUTOR**

**EDDIE EFRÉN ECHEVERRÍA MAGGI**

**AUTOR**

**NURY CEDILLO ALVARADO**

**GUAYAQUIL**

**2021**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> <b>Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales.</b>	
<b>AUTOR/ES:</b> Nury Elizabeth Cedillo Alvarado	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Eddie Efrén Echeverría Maggi
<b>INSTITUCIÓN:</b> <b>Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil</b>	<b>Grado obtenido:</b> Arquitecto
<b>FACULTAD:</b> INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b> ARQUITECTURA
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2021	<b>N. DE PAGS:</b> 101
<b>ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción</b>	
<b>PALABRAS CLAVE:</b>  Adobe; Materiales de construcción; Plásticos; Vidrio.	
<b>RESUMEN:</b>  Ecuador se adapta a la evolución arquitectónica universal de los últimos años, mediante la ejecución de proyectos investigativos de reciclaje de desechos sólidos no renovables y desechos orgánicos para la elaboración de elementos arquitectónicos sostenibles que colaboren con el medio ambiente.  La presente investigación consiente en reutilizar desechos de plástico PET y vidrio, que mediante un proceso técnico podrá ser utilizado como elemento constructivo, de esta manera se cumple con objetivo de mitigar la contaminación ambiental.	

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Nury Elizabeth Cedillo Alvarado	<b>Teléfono:</b> 0939368889	<b>E-mail:</b> nurycedillo@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> MSc. Alex Salvatierra Espinoza. Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción <b>Teléfono:</b> 2596500 <b>Ext.</b> 241 <b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec <b>Nombre:</b> MSc. María Eugenia Dueñas Barberán Directora de Carrera de Arquitectura <b>Teléfono:</b> 2596500 <b>Ext.</b> <b>E-mail:</b> mduenasb@ulvr.edu.ec	

# CERTIFICADO DE SIMILITUDES

## Tesis f

por Nury Cedillo Alvarado



---

**Fecha de entrega:** 11-nov-2020 03:19p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1443201103

**Nombre del archivo:** TESIS\_NURY\_MOD\_\_turnity\_2.docx (4.55M)

**Total de palabras:** 11221

**Total de caracteres:** 61401

## Tesis f

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>7</b> %	<b>7</b> %	<b>0</b> %	<b>3</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<1 %
<b>2</b>	<b>www.niktoris.es</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>3</b>	<b>deconceptos.com</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>4</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>5</b>	<b>repositorio.ucsg.edu.ec</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>6</b>	<b>www.arquitecturayempresa.es</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>7</b>	<b>www.azulejosgascon.com</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>8</b>	<b>prezi.com</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>9</b>	<b>tunnelvisieband.nl</b> Fuente de Internet	<1 %

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, NURY CEDILLO ALVARADO, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente al suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, 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 un **Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales.**

Autor,

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

  
NURY CEDILLO ALVARADO

C.I. 0926167198

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación LADRILLO PREFABRICADO CON PLÁSTICO Y VIDRIO RECICLADO APTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS Y SOCIALES, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Arquitecto de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “LADRILLO PREFABRICADO CON PLÁSTICO Y VIDRIO RECICLADO APTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS Y SOCIALES”, presentado por la estudiante **NURY CEDILLO ALVARADO** como requisito previo, para optar al Título de **ARQUITECTO**, encontrándose apto para su sustentación.

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

EDDIE EFRÉN ECHEVERRÍA MAGGI

C.I. \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía, por estar en los instantes más difíciles de mi vida, por darme la fuerza, sabiduría, paciencia e inteligencia, por ser tan bueno conmigo. Amen.



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico solo a Dios por darme la vida y salud, y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Dios es bueno.

## ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES .....	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema. ....	4
1.4. Sistematización del problema. ....	4
1.5. Objetivo general. ....	4
1.6. Objetivos específicos. ....	4
1.7. Justificación.....	5
1.8. Delimitación del problema.....	5
1.9 Hipótesis.....	5
1.10. Variables. ....	6
1.10. A. Variable dependiente. ....	6
1.10. B. Variables independientes. ....	6
1.11. Línea de investigación Institucional. ....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Marco teórico. ....	7
2.1.1. Breve reseña histórica del ladrillo ecológico.....	8
2.2. Datos generales del sector de estudio.....	12

2.3. Marco conceptual.....	12
2.3.1. El ladrillo.....	12
2.3.1.1. Características del ladrillo. ....	13
2.3.1.2. Propiedades del ladrillo. ....	16
2.3.1.3. Usos del ladrillo en la arquitectura e interiorismo. ....	17
2.3.2. El plástico. ....	17
2.3.2.1. Composición del plástico.....	18
2.3.2.2. Propiedades del plástico.....	19
2.3.2.3. Tipos de plástico. ....	20
2.3.2.4. Reciclado del plástico. ....	21
2.3.2.5. Usos del plástico en la arquitectura e interiorismo. ....	22
2.3.3. El vidrio. ....	23
2.3.3.1. Composición del vidrio.....	24
2.3.3.2. Fabricación del vidrio. ....	24
2.3.3.3. Propiedades del vidrio. ....	25
2.3.3.4. Tipos de vidrio. ....	27
2.3.3.5. Reciclado del vidrio. ....	28
2.3.3.6. Usos del vidrio en la arquitectura e interiorismo. ....	29
2.3.4. Contaminación ambiental. ....	29
2.3.5. Desechos inorgánicos. ....	30
2.3.6. Reciclaje. ....	31
2.3.7. Arquitectura sustentable. ....	32
2.3.8. Vivienda de interés social.....	33
2.4. Marco legal.....	34
2.4.1. Leyes y reglamentos. ....	34
2.4.2. Constitución de la República del Ecuador.....	35
2.4.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	36
2.4.4. Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir. ....	38

CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	43
3.1. Metodología. ....	43
3.1.1. Método de Hipótesis Deductiva. ....	43
3.1.2. Método empírico de experimentación científica. ....	44
3.2. Tipo de investigación. ....	44
3.3. Enfoque. ....	44
3.4. Técnicas e instrumentos para la investigación. ....	44
3.4.1. Técnicas de Investigación. ....	44
3.4.2. Instrumentos. ....	45
3.5. Población.....	45
3.6. Muestra.....	45
3.7. Análisis de resultados.....	46
CAPITULO IV.....	56
LA PROPUESTA .....	56
4.1. Título.....	56
4.2. Propuesta.....	56
4.3. Requerimientos del proyecto.....	56
4.3.1. Materiales y equipos.....	56
4.4. Diagrama de flujo.....	58
4.5. Desarrollo de la metodología y su procedimiento. ....	58
4.5.1. Recolección de materia prima. ....	59
4.5.2. Elaboración del molde.....	59
4.5.3. Triturado del plástico.....	60
4.5.4. Triturado del vidrio. ....	61
4.5.5. Extracción de arcillas y preparación del barro. ....	61
4.5.6. Dosificación de agregados para la masa.....	62
4.5.7. Mezclado mecánico.....	65
4.5.8. Vertido en el molde. ....	66
4.5.9. Secado al medio ambiente.....	67

4.5.10. Horneado. ....	68
4.5.9. Prototipos.....	68
4.8. Resultados. ....	70
4.9. Resistencia.....	76
4.10. Análisis de precio unitario (APU). ....	76
<b>4.11. Análisis comparativos de resultados.....</b>	<b>78</b>
CONCLUSIONES .....	79
RECOMENDACIONES .....	80
BIBLIOGRAFÍA. ....	81

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de ladrillos según sus dimensiones. ....	16
Tabla 2. Temperatura de Reblando del Plástico según su tipo. ....	19
Tabla 3. Tipos de plásticos.....	20
Tabla 4. Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos. ....	42
Tabla 5. Encuesta 1 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	46
Tabla 6. Encuesta 2 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	47
Tabla 7. Encuesta 3 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	48
Tabla 8. Encuesta 4 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	49
Tabla 9. Encuesta 5 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	50
Tabla 10. Encuesta 6 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	51
Tabla 11. Encuesta 7 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	52

Tabla 12. Encuesta 8 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	53
Tabla 13. Encuesta 9 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	54
Tabla 14. Encuesta 10 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores. ....	55
Tabla 15. Dosificación de agregados para la elaboración del ladrillo .....	63
Tabla 16. Materiales prototipo 1. ....	69
Tabla 17. Materiales prototipo 2. ....	69
Tabla 18. Materiales prototipo 3. ....	69
Tabla 19. Lote de producción de ladrillos.....	70
Tabla 20. Resultados primer lote .....	71
Tabla 21. Resultados del segundo lote.....	71
Tabla 22. Resultados del tercer lote .....	73
Tabla 23. Análisis de precio unitario prototipo 1.....	77
Tabla 24. Análisis de precio unitario prototipo 2.....	77
Tabla 25. Análisis de precio unitario prototipo 3.....	78
Tabla 26. Tabla comparativa de Precio Unitario de producción.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Guayaquil.....	12
Figura 2. Ladrillo. ....	13
Figura 3. Partes del ladrillo. ....	14
Figura 4. Ladrillo macizo.....	15
Figura 5. Ladrillo perforado.....	15
Figura 6. Ladrillo hueco.....	16
Figura 7. Ladrillo en arquitectura e interiorismo. ....	17
Figura 8. Plástico.....	18
Figura 9. Composición del plástico.....	18
Figura 10. Reciclado del plástico. ....	21
Figura 11. Usos del plástico en la arquitectura e interiorismo.....	23
Figura 12. Vidrio.....	23
Figura 13. Composición del vidrio. ....	24

Figura 14. Procesos de fabricación del vidrio.....	25
Figura 15. Proceso de reciclaje del vidrio.....	28
Figura 16. Usos del vidrio en la arquitectura e interiorismo.....	29
Figura 17. Desechos inorgánicos. ....	31
Figura 18. Reciclaje. ....	32
Figura 19. Arquitectura sustentable. ....	33
Figura 20. Vivienda de interés social.....	34
Figura 21. Gráfica 1 de encuesta.....	46
Figura 22. Gráfica2 de encuesta.....	47
Figura 23. Gráfica 3 de encuesta.....	48
Figura 24. Grafica 4 de encuesta.....	49
Figura 25. Gráfica 5 de encuesta.....	50
Figura 26. Gráfica 6 de encuesta.....	51
Figura 27. Gráfica 7 de encuesta.....	52
Figura 28. Gráfica 8 de encuesta.....	53
Figura 29. Gráfica 9 de encuesta.....	54
Figura 30. Gráfica 10 de encuesta.....	55
Figura 31. Materias primas. ....	57
Figura 32. Herramientas y Equipos.....	57
Figura 33. Diagrama de flujo. ....	58
Figura 34. Recolección materia prima. ....	59
Figura 35. Diseño de molde para ladrillo.....	60
Figura 36. Molde de ladrillo Mambron (7x13x25cm) .....	60
Figura 37. Plástico triturado.....	61
Figura 38. Vidrio triturado.....	61
Figura 39. Extracción manual de arcillas rojas. ....	62
Figura 40. Amasado de barro .....	62
Figura 41. Dosificación de volumen de barro al 70%.....	63
Figura 42. Dosificación de volumen de plástico al 20%.....	64
Figura 43. Dosificación de volumen de vidrio al 10%.....	64
Figura 44. Vertido de barro y agregados.....	65
Figura 45. Mezcla de la masa para elaboración de ladrillo.....	65
Figura 46. Vertido en el molde. ....	66
Figura 47. Vertido en el molde. ....	66

Figura 48. Desmolde de ladrillo.....	67
Figura 49. Secado de ladrillos al ambiente..	67
Figura 50. Horno artesanal para realizar las primeras y segundas pruebas. ....	68
Figura 51. Horno artesanal para realizar las terceras pruebas.....	68
Figura 52. Resultado de prototipos primer lote.....	72
Figura 53. Resultado de prototipos segundo lote.....	72
Figura 54. Resultado de prototipos tercera ocasión. ....	74
Figura 55. Resultado de prototipos. ....	74
Figura 56. Resultado de prototipos. ....	75
Figura 57. Resultado de prototipos. ....	75
Figura 58. Resultado de prototipos. ....	76



## INTRODUCCIÓN

A inicios del siglo XX con la llegada del concreto al Ecuador, la arquitectura ha sufrido diversos cambios, que durante los últimos años ha evolucionado los criterios de arquitectura universal con accesos a nuevas técnicas que con ayuda de la tecnología permite realizar imponentes proyectos arquitectónicos. Sin embargo, “esto ocasiona numerosos e importantes efectos negativos en el medio ambiente, a través de los desechos inorgánicos, ya que estos no son controlados o dirigidos a una vía de reciclamiento formal para su debido proceso permitiéndoles ser reutilizados.” (Davadí, 2016)

En cuanto al contexto social y económico que atraviesa el país hoy en día, se puede observar que una gran parte de la población no cuenta con los suficientes recursos económicos para poder construir sus viviendas o realizar mejoras en cuanto a la infraestructura y fachada por factores tales como: materiales con elevados costos de construcción, aumento en la tasa de desempleo, bajos salarios, etc., siendo los obstáculos fundamentales cuando se decide obtener una vivienda digna.

Al realizar un análisis de esta problemática, se pensó en una iniciativa para reducir el impacto medioambiental y proporcionar un valioso aporte a la comunidad, buscando crear un nuevo producto ecológico y altamente asequible económicamente para la construcción de viviendas. En la actualidad se está realizando múltiples actividades en cuanto al reciclaje de desechos inorgánicos especialmente de materia prima como el papel, el plástico, el cartón, el vidrio, etc., buscando darles un nuevo uso, inclusive integrando estos a la elaboración de nuevos materiales de construcción ecológicos.

En este proyecto investigativo se da a conocer una nueva alternativa sustentable para desarrollar y fomentar la elaboración de un nuevo ladrillo ecológico para la construir grupos de viviendas de alcance social a partir del plástico PET y el vidrio reciclado con las mismas características de los ya existentes en el mercado, el cual cumplirá los altos estándares de calidad y los lineamientos para la reducción del impacto medioambiental, y a su vez a un menor costo.

**Capítulo I:** Consistió fundamentalmente en el análisis y formulación del problema, explicando el propósito de la investigación, el trazado de los objetivos generales y específicos, variables dependientes e independientes, justificación y finalmente el alcance de la investigación.

**Capítulo II:** Se puntualizó el marco teórico referencial en base a diversas fuentes bibliográficas, con el objetivo de facilitar la comprensión al lector en cuanto a la propuesta y el progreso investigativo.

**Capítulo III:** Donde se especificó el método de trabajo de la investigación, donde se explicó los recursos que se emplearon para delimitar la población y muestra con los datos obtenidos, la tabulación y el análisis de las encuestas.

**Capítulo IV:** Se incorporó la planificación, elaboración y el costo aproximado de la propuesta de este proyecto investigativo al momento de la fabricación de las placas decorativas.

Para finalizar se incluyó las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### **1.1. Tema.**

Ladrillos prefabricados con plásticos y vidrios reciclados aptos para la construcción de vivienda económica y social.

### **1.2. Planteamiento del problema.**

En nuestro país tenemos un considerable aumento de material que se derrocha en todas las construcciones, fábricas y consumo en los hogares que representan un problema tanto para el medio ambiente como pérdidas para la empresa privada y pública al elevarse los costos tanto en la recolección, la selección del desperdicio que puede ser reutilizable frente al que es considerado basura en su totalidad, así como la destrucción de estos desechos.

Entre los materiales considerados como basura en el sector de la construcción se encuentra la madera, cerámica, aluminio, vidrio, cartón, plástico, acero, siendo estos los más destacados, pero que a la vez los más apropiados para el reciclaje y reutilización. De acuerdo, a lo investigado el reciclado de plástico y vidrio es una de las mejores alternativas de respetar el medio ambiente. Existen empresas recicladoras; sin embargo, no se abastecen para la recolección en todas las áreas afectadas por la cantidad de desperdicio. En la mayoría de las ciudades del Ecuador se encuentran aglomerados de desperdicio sin que puedan retirarse de manera responsable quedando como basureros informales que afectan al medio ambiente y de manera directa a la salud de la población.

Con la iniciativa de respetar el medio ambiente y aportar a nuestra comunidad con un producto al que puedan acceder para el mejoramiento de sus viviendas, me he proyectado en la reutilización del plástico como elemento principal en conjunto con el vidrio para la creación de un material para construcción de paredes económicas pensando en viviendas de interés social.

### **1.3. Formulación del problema.**

¿De qué manera afectará el plástico y vidrio reciclados en la elaboración de ladrillos para viviendas de interés social?

### **1.4. Sistematización del problema.**

- ¿Qué mecanismos debo considerar para la elaboración de ladrillos aptos en la construcción de viviendas con paredes basadas en los elementos reciclables seleccionados en este proyecto?

- ¿Cuáles son las características de los materiales a fusionar?

- ¿Qué beneficios va a brindar este producto a los consumidores?

- ¿Se puede formular el producto a un bajo costo creando un proceso que demande menor complejidad?

- ¿Qué garantías respecto a la calidad y funcionalidad puedo obtener de este prototipo sabiendo que es de material reciclado?

### **1.5. Objetivo general.**

Elaborar ladrillos para la construcción de paredes a partir del plástico y vidrio reciclados para viviendas de interés social.

### **1.6. Objetivos específicos.**

- Recabar información de los materiales a emplear.

- Elaborar el molde para un prototipo de ladrillos.

- Experimentar diferentes dosificaciones para los prototipos.

- Determinar características del producto a partir de pruebas físicas y mecánicas.

### **1.7. Justificación.**

En Latinoamérica como Ecuador con el pasar de los años reflejan el incremento de obras y proyectos conducentes a la expansión de ciudades, convirtiéndose en un indicador directo del crecimiento de las mismas y de sus poblaciones. De esta manera ha traído grandes beneficios en calidad de vida de sus habitantes, generación de empleos y productividad; sin embargo, trae consigo repercusiones en el medio ambiente, a través, de los desechos contaminándolo de manera directa, más que nada porque en su mayoría son desperdicios no controlados o dirigidos a una vía de reciclamiento formal para su debido proceso permitiéndoles ser reutilizados.

Analizando ambas situaciones y con la iniciativa de respetar el medio ambiente y aportar a nuestra comunidad con un producto al que puedan acceder para la fabricación o mejoramiento de viviendas presento esta investigación creada con lineamientos de responsabilidad social y medioambiental enfocándome en el desarrollo y elaboración de un producto sostenible de ladrillos con material reciclado como el plástico que empieza a ser reutilizado con el beneficio de conservar sus propiedades.

Las ventajas radican en que es un producto de impacto ambiental menor, desarrollar productos de construcción liviano y de resistencia mecánica suficiente para cumplir con las demandas de calidad, adema de producir materiales útiles con menor costo unitario.

### **1.8. Delimitación del problema.**

<b>Campo:</b>	Educación Superior. Pregrado.
<b>Área:</b>	Arquitectura.
<b>Aspectos:</b>	Investigación exploratoria.
<b>Tema:</b>	Ladrillos prefabricados con plástico y vidrio reciclado aptos para la construcción de vivienda económica y social.
<b>Delimitación espacial:</b>	Guayaquil – Ecuador.
<b>Delimitación temporal:</b>	2019-2020

### **1.9 Hipótesis.**

Con la producción de ladrillos para paredes con partes de plástico PET y vidrio reciclado se aportará en la construcción de grupos de viviendas de alcance social.

### **1.10. Variables.**

#### **1.10. A. Variable dependiente.**

Ladrillos prefabricados partes de plástico PET y vidrio reciclado se aportará en la construcción de grupos de viviendas de alcance social.

#### **1.10. B. Variables independientes.**

- Disminuir la contaminación ocasionada por los desechos de plástico y vidrio.
- Aprovechar los recursos naturales y aprovechamiento de mariales reciclables.
- Ofrecer un proceso artesanal de producir ladrillos para futuros proyectos implementar la producción industrial.

### **1.11. Línea de investigación Institucional.**

Dominio: Emprendimientos sustentables y sostenibles aplicando tecnología de la construcción con materiales reciclados para elaboración de ladrillos para la construcción.

Línea Institucional: Territorio, medio ambiente y materiales reciclados para mejorar costos de construcción.

Línea de Facultad: Materiales de Construcción.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco teórico.

La construcción sustentable promueve diversos beneficios que se extienden más allá de su participación en el mejoramiento de las condiciones ambientales y mitigación del impacto ambiental, dado que representan el establecimiento de un nuevo orden de los principios básicos de diseño en todas y cada una de sus escalas. (Evans, 2014).

Entre los materiales ecológicos se encuentra el “ladrillo ecológico”, el cual es un buen aislante de frío y de calor exterior, por lo que permite significativas disminuciones de costos en el mantenimiento térmico de viviendas y edificios, y principalmente gasta menos energía. También es económico, resistente a los agentes naturales, durables y capaces de soportar cargas muy pesadas. (Parnisani, 2014).

El reciclaje y la reutilización son excelentes opciones para evitar que cada vez más elementos de este material terminen en un relleno sanitario, o peor aún que lleguen a los océanos afectando el ecosistema marino. El colombiano Fernando Llanos, haciendo uso de esta filosofía, logró encontrar en el plástico una solución de arquitectura, creando ladrillos con residuos de este material, que además tiene múltiples beneficios para el ámbito de la construcción. (Garcidueñas, 2016)

Argentina fue el primer país de Sudamérica que realizó investigaciones con los plásticos reciclados aprovechando que el reciclaje se estaba implementando en este país; en función de esto CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica). (Gaggino, 2014).

Los bloques de plástico funcionan como fichas de Lego. Cada familia puede construir su casa por su cuenta. Es sencillo. El material contiene aditivos que lo hacen resistente al fuego y, por tratarse de una estructura cuya base es el plástico, es sísmo resistente. (Mendez, 2016)

Para lograr un diseño adaptado a la necesidad de movilidad y las condiciones climáticas, el albergue fue construido con bloques de plástico recuperado desarrollados por la empresa que se ensamblan con facilidad en caso de requerir el traslado de los albergues a otro punto del municipio. (Refugiados, 2015)

Ecuador ya tiene un modelo de vivienda hecha a partir de este sistema, que se exhibió en la Feria XXIV Internacional de Quito Construcción, la casa de 54 m<sup>2</sup> tiene dos dormitorios, un baño, sala, comedor y cocina. Cuenta con una estructura sólida y rígida, la vivienda es ignífuga, ya que se prende en 560 grados (el doble de tiempo de la madera natural). También asegura que es sismo resistente y que el sistema constructivo está aprobado en Ecuador por parte del Miduvi. Además, la casa es térmica, acústica, biodegradable, tiene una duración de mínimo 100 años y no le afectan las plagas, la sanidad, ni la humedad, comenta la representante de la fundación Ecuador. (Paguay, 2018)

### **2.1.1. Breve reseña histórica del ladrillo ecológico.**

Las imágenes más antiguas de la fabricación de ladrillos se encontraron en Tebas (Egipto) hacia el año 1.450 a.C., en estas se observan a varios obreros sacando agua de una charca, mezclándola con barro y paja y depositando el amasijo en un molde de madera con fondo (método de producción similar al actual). Con este método ladrillero podían moldear cientos de ladrillos idénticos y perfectamente rectangulares en un solo día. (Recarte, 2018)

Hubo un periodo intermedio entre el aplanado a mano y el fabricado con moldes. Estos se reconocen porque tienen las caras lisas pero no poseen uniformidad de los ladrillos fabricados con moldes, se han descubierto al sur de Mesopotamia y datan del 6.300 a.C.. En la antigua Mesopotamia las grandes civilizaciones desarrollaron sofisticados métodos de fabricación y uso del ladrillo que se han mantenido intactos durante siglos después de su desaparición, lográndose el ladrillo que se conoce en la actualidad. (Recarte, 2018)

Con la llegada de Colón en el siglo XV, la tradición musulmana se difundió en la América hispana. En América del Norte, la influencia de



la arquitectura georgiana británica, introducida por los colonos, impulsó las construcciones con ladrillos. Más adelante, la inmigración europea de los siglos XIX y XX consolidó su uso a través de italianos y españoles; tradición que perdura hasta la actualidad. (Recarte, 2018)

### **2.1.2. Referencias del tema.**

En este proyecto se exponen referentes teóricos relacionados en los que se fundamenta este trabajo de investigación, dando a conocer la factibilidad de poder realizarlo, relacionándolo con los conocimientos previos en el tema que se está desarrollando, se encuentran algunos proyectos de investigación:

En Bogotá - Colombia, en la tesis “Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario” se desarrolla un bloque plástico que es la transformación del plástico reciclado mezclado con cemento y agua y moldeados según el diseño necesario, con variación de resistencia dependiendo de la dosificación. (Susunaga Monroy, 2014) Estos bloques se desmoldan, pasan por curado de siete días y luego secan al aire para adquirir su resistencia final a los 28 días y pueda ser colocado en obra.

En México, en la ciudad de Durango se realizó en 2016, ladrillos para construcción usando vidrio reciclado en su composición, variando su porcentaje de 0 a 15 % en peso, se utilizaron materias primas, las cuales fueron mezcladas, homogenizadas y amasadas con agua, los ladrillos obtenidos fueron cocidos en hornos tradicionales. Los ladrillos se analizaron por las técnicas de difracción de rayos X y microscopía óptica, también se calculó el porcentaje de contracción lineal y se midieron las propiedades de resistencia mecánica y absorción de agua. De acuerdo con la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2005, los ladrillos con 15 % de vidrio tienen uso potencial como materiales para construcción. (González, 2012)

En Perú, se realizó en el 2015 una tesis que estudia la influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de ladrillos de arcilla artesanales. Para la clasificación de los ladrillos se utiliza la Norma Técnica Peruana E.070 “unidades de albañilería”. El vidrio es adicionado para incrementar la resistencia a

la compresión axial en proporciones de cinco, diez, quince, veinticinco, cincuenta por ciento de vidrio. Se determinó la resistencia a la compresión, absorción, alabeo, succión, aspectos visuales, (dimensiones, peso, textura y color). Finalmente se concluyó que un ladrillo de arcilla sin vidrio tiene una resistencia a compresión de 91.64 Kg/cm<sup>2</sup> en cambio al adicionar 10% de vidrio triturado se obtuvo la máxima resistencia a la compresión de 97.74 Kg/cm<sup>2</sup>. (Ruiz D. , 2015)

En Chile se realizó una publicación que trata sobre una investigación llevada a cabo en el CEVE relativa a la fabricación de elementos constructivos utilizando materiales plásticos reciclados. Se utilizan como materia prima materiales reciclados plásticos, promoviendo el uso racional de recursos disponibles en lugar de enterrarlos, quemarlos o acumularlos en basureros al aire libre; aplicando procedimientos de elaboración que no son contaminantes del medio ambiente, por lo cual es una tecnología sustentable. (Gaggino, 2010)

En Socorro, Colombia se realizó en el 2001 un proyecto que pretendió diseñar y elaborar bloques de ladrillo con adición de PET con el objetivo 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. 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 y mejora su absorción. (Morales R. , 2015)

En Ecuador, en la provincia de Azuay se realizó en el 2016 un trabajo de tesis que tuvo como objetivo experimentar con los residuos o remanentes de ladrillo, obtenidos de la construcción, como elemento configurador del espacio, para crear nuevas expresiones. Desde la reflexión de reciclaje y reutilización de este material se construyó un referente teórico, partiendo de la realidad en la ciudad de Cuenca; para luego investigar y experimentar con las posibilidades de estos residuos, para, finalmente, validarlo a través de un sistema de diseño interior. (Avecillas, 2016)

En la ciudad de Cuenca en Ecuador, se realizó un trabajo de investigación del uso de plástico reciclado para la fabricación de ladrillos para construcción de

mampostería no portante. Se elaboraron ladrillos con dimensiones de 20x10x6cm con adición de PET al 10, 25, 40, 55, 65 y 70% en sustitución del árido fino. Luego se efectuó diversos ensayos con la finalidad de compararlos con los ladrillos de arcilla cocida de uso común en la región y analizar el material para mampostería no portante según los lineamientos establecidos por las Normas Ecuatorianas. Una vez realizados los ensayos y analizada la información se obtuvo como resultado un ladrillo óptimo con 25% de adición de PET. El cual fue sometido a un análisis térmico mediante una simulación en el programa Desingnbuilder, obteniendo como resultado niveles de confort término de mejor calidad en viviendas. (Bojorque, 2016)

En Riobamba, Ecuador se realizó un prototipo de ladrillo para mampostería a base de residuos PET. Mediante los experimentación y eliminación se seleccionó la dosificación final se sustituyó en porcentaje de arena por el 40% PET triturado en su fabricación para mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y térmicas, dando como resultado valores elevados de resistencia, del mismo modo los ensayos térmicos y físicos se determinó que son productos aislantes del calor con un bajo coeficiente de conductividad térmica y de bajo porcentaje de absorción. Considerándolos así un producto rentable de producción y que puedan competir fácilmente en el mercado con los ladrillos comunes. (Morales E. , 2018)

En la ciudad de Macas, en Ecuador, planteó este proyecto que consiste en el diseño de una empresa productora de ladrillo ecológico, con el fin de evaluar la factibilidad de inversión, mediante el desarrollo de diferentes estudios. La metodología desarrollada, inicia con la formulación del proyecto, donde se definen los objetivos, se describe el problema y sus posibles causas, además de justificar el proyecto. Seguidamente, se realiza el estudio de mercado para los ladrillos ecológicos, con el fin de analizar componentes básicos del mercado, la oferta, la demanda, el precio y la comercialización. Es importante recalcar que este proyecto tiene gran impacto social, puesto que permite brindar un material de calidad para la construcción, sobre todo de viviendas para los damnificados del terremoto ocurrido en abril de 2016, así como también para las personas de escasos recursos económicos. (Álvarez, 2016)

## 2.2. Datos generales del sector de estudio.

El área territorial del cantón Guayaquil es de 347 Km<sup>2</sup>, considerado el cantón más poblado del Ecuador con 2'644.891 habitantes según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), (2017), posee un clima tropical de sabana. Limita al norte con los cantones de Nobol y Daule, al sur con el Golfo de Guayaquil, al este con Samborondon y Duran, y al oeste con el cantón Playas y la provincia de Santa Elena.



*Figura 1. Mapa de Guayaquil.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Actualmente Guayaquil es el puerto marítimo más importante del país, donde llegan embarcaciones de todas partes del mundo. El 83% de todas las importaciones y el 70% del total de las exportaciones se movilizan a través de las instalaciones portuarias que se encuentran al sur de la ciudad. (ZonaLogistica, 2017)

## 2.3. Marco conceptual.

### 2.3.1. El ladrillo.

El ladrillo es una pieza cerámica generalmente hecha con masa de barro cocida, que tiene forma de paralelepípedo rectangular generalmente ortogonal, utilizado en construcción, cuya dimensión máxima es menor o igual que 29 cm, que permite levantar muros y otras estructuras. Gracias a sus dimensiones, un albañil puede colocar un ladrillo utilizando sólo una mano, lo que facilita las tareas. (Polanco, 2015)



*Figura 2. Ladrillo.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### **2.3.1.1. Características del ladrillo.**

#### **Partes del ladrillo.**

El ladrillo está conformado por las siguientes partes: tizón, sogá, grueso, tabla, canto, testa.

- **Tizón.** El tizón es la dimensión del ladrillo equivalente a la arista intermedia o ancho. (Polanco, 2015)

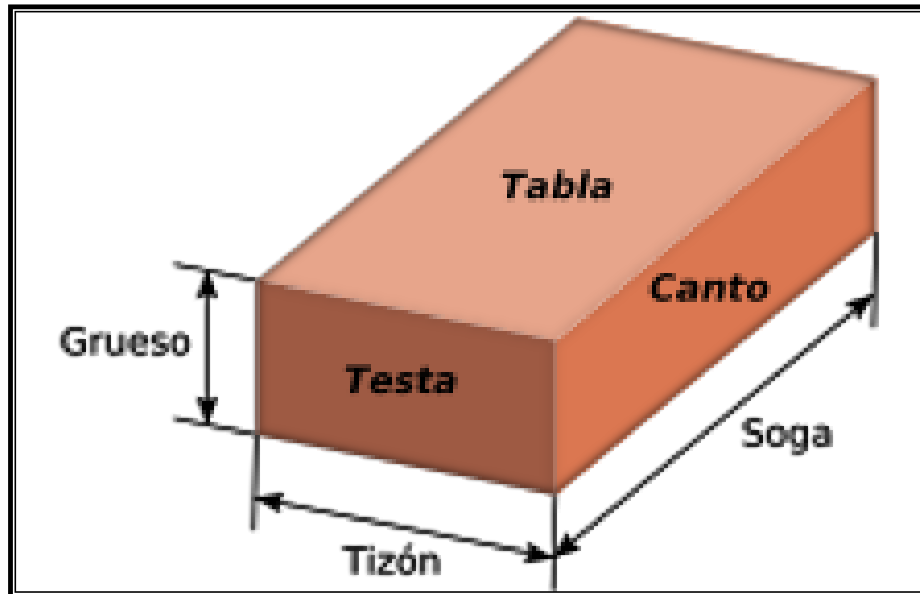
- **Soga.** La sogá es la dimensión que corresponde a la arista mayor o largo del ladrillo. (Polanco, 2015)

- **Grueso.** El grueso es la dimensión del ladrillo perteneciente a la arista menor o altura. (Polanco, 2015)

- **Tabla.** La tabla es la parte de la cara mayor del ladrillo (soga x tizón). (Polanco, 2015)

- **Canto.** El canto es la parte de la cara mediana del ladrillo (soga x grueso). (Polanco, 2015)

• **Testa.** La testa es la parte de la cara menor del ladrillo (tizón x grueso). (Polanco, 2015)



*Figura 3. Partes del ladrillo.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### **Tipos de ladrillo.**

En la actualidad gracias a la tecnología que ha generado fundamental aporte para la construcción, permitiendo encontrar en el mercado variedad de tipos para las diferentes funciones de los ladrillos macizos y huecos. Polanco (2015) indica que “Según su forma existen 3 tipos de ladrillo: perforado, macizo y hueco, y se designan con las letras P, M y H, respectivamente.”

• **Ladrillo macizo.** Es el ladrillo sin perforaciones o con perforaciones en la tabla de volumen no superior al 10%. Se obtiene mediante extrusión de la arcilla a través de una boquilla o por prensado sobre un molde. (Díaz, 2018)



*Figura 4. Ladrillo macizo.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

• **Ladrillo perforado.** Es el ladrillo con perforaciones en la tabla de volumen superior al 10 %. Su forma se obtiene por extrusión de la arcilla a través de una boquilla. (Diaz, 2018)



*Figura 5. Ladrillo perforado.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

• **Ladrillo hueco.** El ladrillo hueco es un tipo de ladrillo que tiene la característica de tener unos orificios pasantes en su interior en sentido longitudinal. El volumen total de los huecos debe ser igual o menor al 70 % del volumen total del ladrillo. (Diaz, 2018)



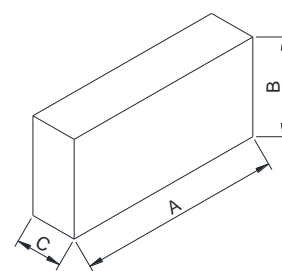
*Figura 6. Ladrillo hueco.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Según las dimensiones se encuentran tres tipos con medidas estándar para su elaboración, pero en la actualidad gracias a la tecnología se consiguen ladrillos con las dimensiones personalizadas según la necesidad del cliente.

*Tabla 1. Tipos de ladrillos según sus dimensiones.*

TIPO	LARGO	ALTURA	ESPESOR
	A	B	C
JABONCILLO	12,5 cm	7,5 cm	2,5 cm
MAMBRON	25 cm	13 cm	7 cm
ESTANDAR	39 cm	19 cm	9 cm



*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### **2.3.1.2. Propiedades del ladrillo.**

El ladrillo debe poseer las siguientes propiedades para que este sea apto para la construcción:

- El ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea. (Morales M. , 2017)



- El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. (Morales M. , 2017)

- Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico. (Morales M. , 2017)

- El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia. (Morales M. , 2017)

- El ladrillo no tendrá excesiva porosidad, ni tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo. (Morales M. , 2017)

### **2.3.1.3. Usos del ladrillo en la arquitectura e interiorismo.**

El ladrillo se utiliza para la construcción de muros y tabiques, e incluso de arcos, bóvedas, escaleras y otras obras especiales. (Polanco, 2015)



*Figura 7. Ladrillo en arquitectura e interiorismo.*

*Fuente: Pinterest.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### **2.3.2. El 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. (Marias, 2015)

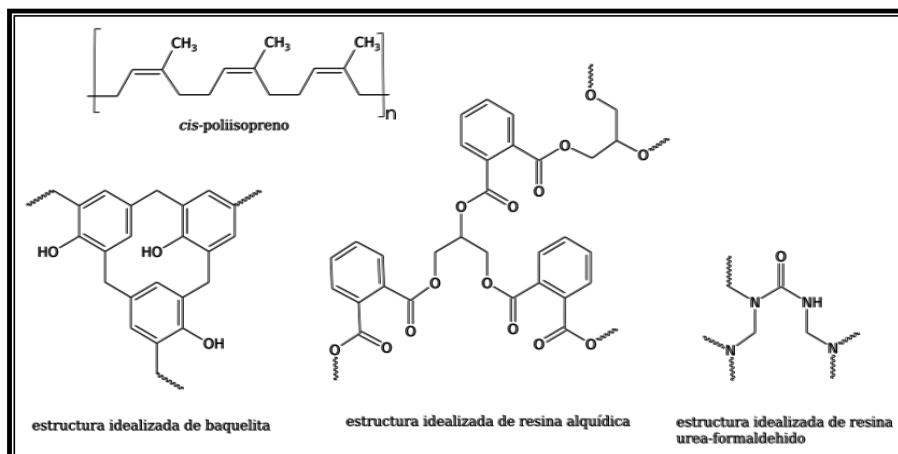


*Figura 8. Plástico.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### 2.3.2.1. Composición del plástico.

El plástico es un material formado por moléculas muy grandes llamadas polímeros, formadas por largas cadenas de átomos que contienen materiales de origen orgánico y de elevado peso molecular. Están compuestos fundamentalmente de carbono y otros elementos como el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno o el azufre. (Marias, 2015)



*Figura 9. Composición del plástico.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### 2.3.2.2. Propiedades del plástico.

Las principales propiedades del plástico son las siguientes:

- Su principal característica es su plasticidad, es decir, son fáciles de fabricar y de dar forma. (Espinosa, 2015)
- Los plásticos tienen una mala conductividad eléctrica por lo que pueden ser utilizados como aislantes eléctricos. (Espinosa, 2015)
- Los plásticos también tienen una baja conductividad térmica, es decir, son malos conductores del calor y del frío. (Espinosa, 2015)
- Alcanzan una aceptable resistencia mecánica, esto es, aguantan muy bien los estiramientos, los golpes, los retorcimientos y las presiones. (Espinosa, 2015)
- Resisten muy bien a los agentes atmosféricos y corrosivos. (Espinosa, 2015)
- La mayoría de los plásticos son ligeros. (Espinosa, 2015)
- Tienen buena resistencia a los productos ácidos, disolventes y corrosivos. (Espinosa, 2015)
- Se reblandece a las siguientes temperaturas, según el tipo de plástico:

**Tabla 2.** Temperatura de Reblando del Plástico según su tipo.








FABRICACION	TIPO	TEMPERATURA DE REBLANDE
CLORURO DE POLIVINILO	PVC 3	A PARTIR DE 160°C
POLIETILENO O POLITENO	PET 1 PEAD 2 PEBD 4	SE FUNDEN ENTRE 85°C (PEBD) Y 130°C (PEAD)
POLIPROPILENO	PP 5	AGUANTA HASTA 150°C
POLIESTIRENO	PS 6	SE FUNDE A 85°C
ACRILICOS		SE FUNDEN ENTRE 120°C Y 150°C
POLICARBONATOS		RESITENCIA A LA LUZ SOLAR
POLIAMIDAS	O 7	SE FUNDEN ENTRE 120°C Y 150°C
POLIETRAFLUORETILENO		SE FUNDE A PARTIR DE LOS 260°C

**Fuente:** Termoplásticos

**Elaboración:** Cedillo, N. (2019)

### 2.3.2.3. Tipos de plástico.

Tabla 3. Tipos de plásticos.

Símbolo	Descripción	Aplicaciones
	Plásticos de polietileno tereftalato.	Envases de refrescos. Gomas de almohadas y cojines. Fibras textiles. Bolsas de basura y de supermercado.
	Plásticos de polietileno de alta densidad.	Envases de zumos y leche. Botes de yogurt, para detergentes y shampoo.
	Plásticos de PVC.	Suelas de zapatos. Conducciones eléctricas y tubos. Envases de aceite para cocinar y condimentos.
	Plásticos de polietileno de baja densidad.	Agitadores. Pajitas de refrescos. Bolsas de plástico, patatas, basura.
	Plásticos de propileno.	Bolsas de microondas. Pañales desechables.
	Plásticos de poliestireno	Vasos, platos, cubiertos. Envases, tapas. Envases de foam y embalajes. Paneles aislantes.
	Plásticos diferentes de los anteriormente citados.	

Elaboración: Cedillo, N. (2019)

#### 2.3.2.4. Reciclado del plástico.



*Figura 10. Reciclado del plástico.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

El proceso para reciclar el plástico PET se divide en las siguientes fases:

**1. Recepción de materias primas.** Por materia prima entendemos todo aquel material plástico susceptible de ser reciclado (PEAD, PEBD, PP, PET, PS, ABS...), el material debe estar preclasificado. Estos materiales pueden llegar en cajas, en contenedores, etc. (Arcos M. , 2016)

**2. Proceso de selección.** Una vez receptada, la materia prima pasa por un riguroso proceso de selección donde se realizan las siguientes fases: Separación de materiales no aptos por su tipología y Segregación de colores del plástico a consumir. (Arcos M. , 2016)

**3. Triturado.** Las piezas se rompen y desmenuzan a través de trituradores, reduciéndolas a pequeños trozos según el diámetro de la criba. Con el triturado logramos que la granulometría del plástico sea homogénea lo que nos facilita las posteriores labores de transporte, lavado y secado. (Arcos M. , 2016)

**4. Lavado.** Una vez triturado, el plástico se introduce en un lavadero. Unas aspas remueven el agua de manera que el plástico quede mojado totalmente y en el fondo de los lavaderos quedarán depositadas posibles impurezas como tierra, piedras, metales, cartón, PVC y cualquier otro material más denso que el agua. (Arcos M. , 2016)

**5. Secado y centrifugado.** El material extraído de los lavaderos pasa a las centrifugas donde además de hacer las funciones de secado eliminarán por completo cualquier impureza que aún pudiera escapar de los lavaderos. (Arcos M. , 2016)

**6. Homogeneización.** Una vez triturado, lavado y secado, el plástico se almacena en un gran silo, donde será mezclado por un proceso mecánico, hasta conseguir un material homogéneo en color, textura y comportamiento. (Arcos M. , 2016)

**7. Filtrado.** Con la textura y fluidez necesarias, el plástico pasa aún por un proceso de filtrado -mallas muy finas- que retendrán cualquier tipo de impurezas que en los procesos anteriores pudiera haber dejado adheridas al material: restos de cartón, pequeños trozos de madera, tela u otros trozos de materiales incompatibles. (Arcos M. , 2016)

#### **2.3.2.5. Usos del plástico en la arquitectura e interiorismo.**

En la arquitectura e interiorismo el plástico ha tenido variedad de usos como la elaboración de placas, exhibidores, pavimentación, fibras para alfombras y cortinas, diversos tipos de mobiliario.



*Figura 11. Usos del plástico en la arquitectura e interiorismo.*

*Fuente: Plastiken.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### **2.3.3. El vidrio.**

El vidrio es una sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. También se encuentra en la naturaleza, por ejemplo en la obsidiana, un material volcánico, o en los enigmáticos objetos conocidos como tectitas. El vidrio se enfría hasta solidificarse sin que se produzca cristalización; el calentamiento puede devolverle su forma líquida. (Bacón, 2015)



*Figura 12. Vidrio.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Suele ser transparente, pero también puede ser traslúcido u opaco. Su color varía según los ingredientes empleados en su fabricación. El vidrio fundido es maleable y se le puede dar forma mediante diversas técnicas. En frío, puede ser tallado. A bajas temperaturas es quebradizo y se rompe con fractura concoidea (en forma de concha de mar). (Bacón, 2015)

### 2.3.3.1. Composición del vidrio.

El vidrio está compuesto principalmente por sílice (arena), sosa, caliza y otros, distribuidos en los siguientes porcentajes:

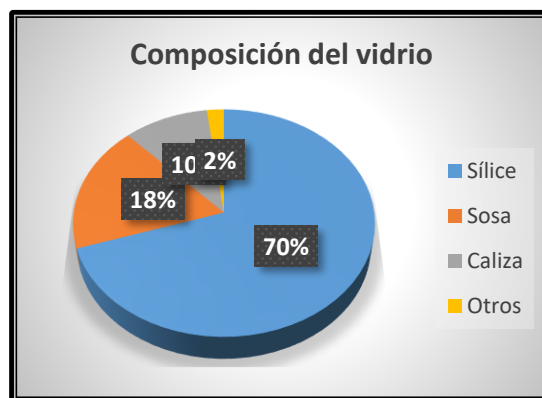


Figura 13. Composición del vidrio.

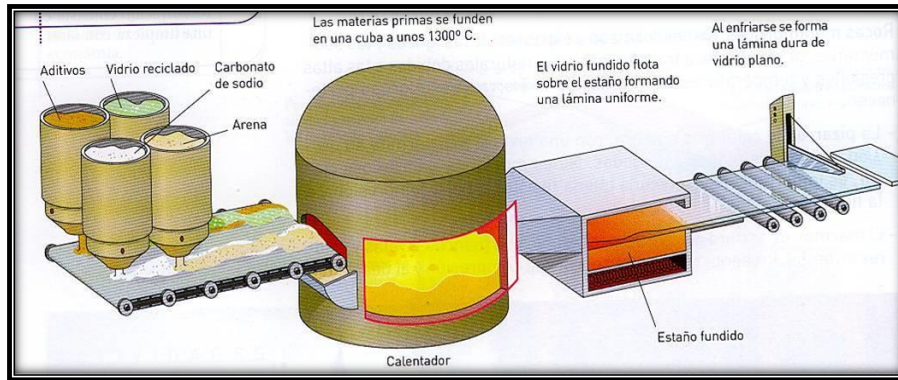
Elaboración: Cedillo, N. (2019)

### 2.3.3.2. Fabricación del vidrio.

La elaboración del vidrio incluye varias etapas:

1. Molienda, mezclado y homogeneización de la materia prima
2. Cocción hasta conseguir la fusión total
3. Afinado y homogeneización
4. Enfriamiento hasta la temperatura de conformado
5. Conformado (soplado, prensado, estirado, laminado, flotado, fibrado)
6. Enfriamiento hasta temperatura ambiente
7. Recocido para la eliminación de tensiones internas
8. Corte, pulido, decorado, etc.





**Figura 14.** Procesos de fabricación del vidrio.

*Elaboración:* Cedillo, N. (2019)

### 2.3.3.3. Propiedades del vidrio.

El vidrio tiene las siguientes propiedades mecánicas:

- Densidad de 2500 kg/m<sup>3</sup> en un panel de 4mm de espesor de vidrio pesa 10kg/m<sup>2</sup>. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Dureza de 470HK La dureza del vidrio flotado se establece conforme a Knoop (dureza mecánica de materiales frágiles y delgados). La base es el método de ensayo dado en la norma DIN 52333 (ISO 9385). (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Resistencia a la compresión entre 800-1000 MPa. La resistencia a la compresión define la capacidad de un material para soportar una carga aplicada verticalmente a su superficie. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Módulo de elasticidad es 70 000 MPa. El módulo de elasticidad se determina a partir del alargamiento elástico de una barra fina, o bien doblando una barra con una sección transversal redonda o rectangular. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Resistencia a la flexión es 45 MPa. La resistencia a la flexión de un material, es una medida que valora su resistencia durante la deformación. Se determina por ensayos de flexión en la placa de vidrio, utilizando el método del anillo doble, de acuerdo a la norma EN 1288-5. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)

Propiedades térmicas del vidrio:

- Rango de transformación: 520 - 550°C (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Temperatura para su emblandecimiento: aproximadamente. 600°C (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Contrariamente a los cuerpos sólidos de estructura cristalina, el vidrio no tiene punto de fusión definido. Se transforma continuamente desde el estado sólido al estado plástico viscoso. El rango de transición se denomina rango de transformación y de acuerdo con DIN 52324 (ISO 7884), se encuentra entre 520 °C y 550 °C. El templado y el curvado, requieren una temperatura suplementaria más de 100 °C. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)

El vidrio tiene varios puntos fuertes en cuanto a sus propiedades ópticas:

- Puede ser producido en paneles grandes y homogéneos. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Sus propiedades ópticas no se ven afectadas con el paso del tiempo. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Esta producido con superficies perfectamente planas y paralelas. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Si la luz de un medio ópticamente menos denso (aire) se encuentra con un medio ópticamente más denso (vidrio), entonces el rayo de luz se divide en las interfaces de superficie. La medida de la desviación determina el índice de refracción. Para el vidrio flotado, este índice de refracción es  $n = 1,52$ . (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)

Resistencia frente:

Agua= clase 3 (DIN 52296)

Ácido = clase 1 (DIN 12116)

Alcalino = clase 2 (DIN 52322 e ISO 695)

- La superficie de vidrio se ve afectada si se expone durante mucho tiempo a los álcalis (y a los gases de amoníaco) en combinación con altas temperaturas. El vidrio flotado también reacciona a los compuestos que contienen ácido fluorhídrico en condiciones normales. Estos se utilizan para el tratamiento de superficies de vidrio. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- “Ensayos de abrasión (DIN 52347 e ISO 3537) Se evalúa la dispersión de la luz que impacta directamente la superficie”. (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- El aumento de la dispersión de la luz en el vidrio flotado es de aprox. 1% (después de 1 000 ciclos de abrasión). El aumento de la dispersión de la luz permitida para el vidrio de seguridad del vehículo (parabrisas) es de 2% en Europa (ECE R43) y EE.UU. (ANSI Z 26.1). (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)
- Proceso de goteo de arena (DIN 52348 e ISO 7991). Para esta prueba la abrasión por impacto diagonal, se hicieron gotear 3 kg de arena con un tamaño de partícula 0,5/0,71mm sobre la superficie a ensayar, con una inclinación de 45 y, desde una altura de 1600 mm. La medición del desgaste es la densidad luminosa reducida (según la norma DIN 4646 parte 2). (SAINT-GLOBAL SEKURIT, 2020)

#### 2.3.3.4. Tipos de vidrio.

Los principales tipos de vidrio son los siguientes:

- **Plano:** El vidrio plano es obtenido por medio del proceso de laminado o flotado.
- **Templado:** El vidrio templado es tratado térmicamente.
- **Laminado:** El vidrio laminado es una lámina adhesiva sobre el vidrio.
- **Tintado:** El vidrio tintado es el que pasa por un proceso de coloreado.
- **Impreso y Decorado:** El vidrio tiene textura superficial.

- **Termocrómico y electroóptico:** El vidrio es dopado con elementos termosensibles o piezoeléctricos.
- **Para llamas:** El vidrio para llamas es armado con malla metálica.
- **Moldeado:** El vidrio moldeado es fabricado mediante el proceso de moldeo.

### 2.3.3.5. Reciclado del vidrio.

El vidrio es un material 100% reciclable. No importa su color o su estado, todo tipo de vidrio puede ser reciclado un número infinito de veces, sin ocasionar ningún subproducto inutilizable o tóxico, y lo que es aún más importante, sin que el nuevo producto que surge del proceso tenga una calidad inferior con relación al original. (Muñoz M. , 2017)

El vidrio debe ser visto como un material ecológico, ya que su proceso de fabricación es compatible con el ambiente. Otra ventaja del vidrio es que es sencillo de identificar, separar y de clasificar, lo que facilita el proceso de reciclaje. El vidrio debe separarse por colores, pero antes debe escogerse el tipo de vidrio que se va a reciclar. (Muñoz M. , 2017)



*Figura 15. Proceso de reciclaje del vidrio.*

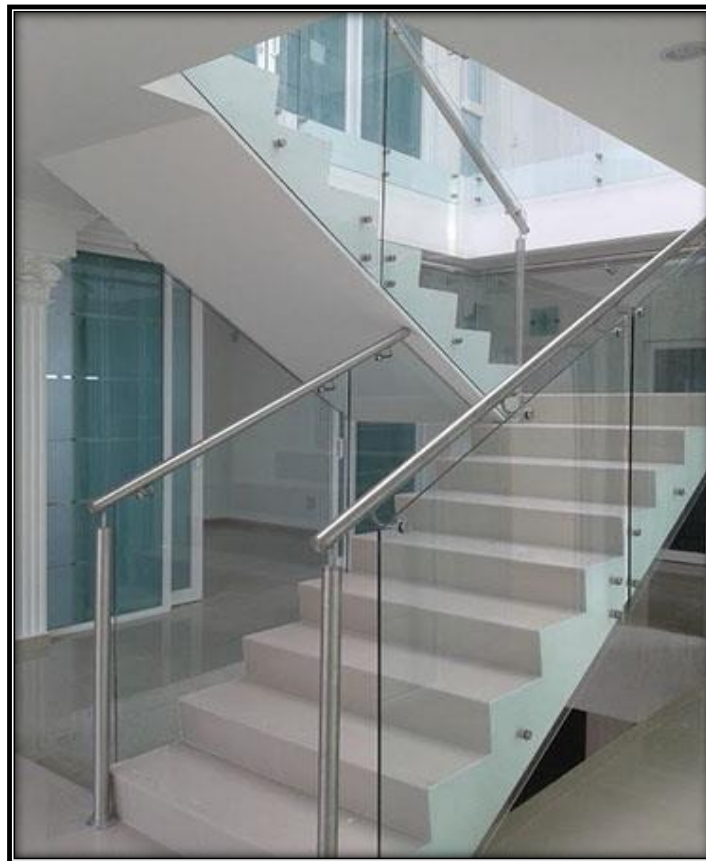
*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Los envases de vidrio requieren de tres etapas para su proceso de reciclado:

- **Recolección.** Se recoge y junta los desechos de vidrio, luego se los lleva a un contenedor específico.
- **Preparación.** Se saca etiquetas o cualquier otro tipo de impurezas.
- **Trituración.** Se lo reduce a partículas mínimas.

#### **2.3.3.6. Usos del vidrio en la arquitectura e interiorismo.**

El vidrio ha tenido múltiples usos a través de los años desde elementos decorativos para interiorismo, utensilios de cocina hasta materiales de uso arquitectónico como vidrio para ventanas, mamparas, entre otros.



*Figura 16. Usos del vidrio en la arquitectura e interiorismo.*

*Fuente: Arkitektal.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **2.3.4. Contaminación ambiental.**

De acuerdo a Portilla (2017) afirma que:

La contaminación ambiental es la presencia de sustancias nocivas para los seres vivos que irrumpen en la composición de los elementos naturales, como el agua, el suelo y el aire. Tenemos varias clases de contaminación: atmosférica, hídrica, del suelo, sonora, visual, entre otras.

El medio ambiente es un sistema muy complejo y frágil en el que juegan un papel importante múltiples factores de distinta naturaleza. Las alteraciones graves pueden modificar las condiciones de vida del planeta y poner en peligro la vida en la Tierra. En la última década, el incremento del número de seres humanos sobre este planeta y el uso que se hace de las nuevas tecnologías, está causando importantes cambios en nuestro medio. Esto se debe al continuo incremento en la explotación de los recursos, que, sobrepasado un límite, pierden su capacidad de regenerarse correctamente. (Portilla, 2017)

La contaminación, junto con el consumo de recursos, son unas de las principales causas de los problemas ambientales que actualmente se ciernen sobre el planeta. De esta forma, es necesario conocerlas causas que producen la contaminación de los distintos medios, para que, así, las actitudes individuales y del conjunto de la sociedad puedan ser orientadas a no agravar dichos problema. (Portilla, 2017)

### **2.3.5. Desechos inorgánicos.**

Se denomina basura inorgánica a aquel material que se considera desecho, necesita eliminarse, y que no es biodegradable, es decir, que naturalmente no puede degradarse, es decir, no puede incorporarse de manera compatible al ambiente. (Sanchez I. , 2015)

Los residuos inorgánicos tienen una esencial diferencia con los orgánicos. Éstos últimos han sido, en algún momento, parte de un ser vivo o un ser vivo en sí. Por ejemplo, la cáscara de manzana ha sido parte de un vegetal y por eso es basura orgánica. En cambio, el residuo inorgánico no tiene origen biológico, ha sido industrializado o fabricado mediante algún proceso de manera artificial, como los plásticos, las telas o el vidrio. (Sanchez I. , 2015)



*Figura 17. Desechos inorgánicos.*

*Fuente: La Vanguardia.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### **2.3.6. Reciclaje.**

El reciclaje es el resultado de una serie de actividades, mediante las cuales ciertos materiales que se volverían basura o ya están en la basura, se apartan, se recolectan y procesan para ser usados como materia prima en la manufactura de bienes que anteriormente se elaboraban con materia prima virgen. (Cabezas, 2016)

Cabezas (2017) sostiene que la práctica del reciclaje trae los siguientes beneficios:

- Disminuye la cantidad de basura que se debe enterrar (por lo tanto, aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios).
- Preserva los recursos naturales
- Economiza energía
- Minimiza la contaminación del aire y de las aguas.
- Genera empleos, mediante la creación de empresas recolectoras.

El reciclaje como técnica para la reducción de desechos, representa una de las estrategias de desarrollo más importantes que han surgido del movimiento ambiental en los últimos años. La conservación de los recursos puede realizarse a través de no producir artículos que han de desperdiciarse, sino de manufacturar materiales y objetos de alta calidad que puedan tener un nuevo uso y/o ser reparados fácilmente. (Cabezas, 2016)



*Figura 18. Reciclaje.*

*Fuente: La Vanguardia.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Reciclar es una técnica que permite procesar los desechos sólidos no sustentables a través de diversos métodos para proteger el medio ambiente:

- Se preservan los recursos naturales.
- Se evitan focos de contaminación.
- Las industrias ahorran energía y reducen costos de producción minimizando sus residuos. Los municipios abaratan sus costos de recolección, transporte y disposición final de la basura.
  - Se alarga la vida útil de los rellenos sanitarios.
  - Se genera empleo.

### **2.3.7. Arquitectura sustentable.**

La arquitectura sustentable según Chan (2017) “es el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad del medio ambiente e impactar en forma negativa la respuesta a las demandas de las generaciones futuras.”





*Figura 19. Arquitectura sustentable.*

*Fuente: Revista factor de éxito.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Ante una creciente problemática global de deterioro ambiental, y en el contexto de las políticas y la agenda internacional, donde la sustentabilidad es la estrategia de mediación entre el desarrollo y la conservación del medio ambiente, la arquitectura sustentable se convierte en un ejercicio fundamental de contribución a la reducción del daño ambiental, al ahorro de recursos naturales no renovables, y al mejoramiento de espacios habitables. (Chan, 2017)

### **2.3.8. Vivienda de interés social.**

Una vivienda es un espacio cerrado y con techo donde los seres humanos habitan. Términos como domicilio, residencia, hogar y casa pueden usarse como sinónimos de vivienda. Social, por su parte, es aquello vinculado a la sociedad (una comunidad de personas que comparten una cultura e intereses y que interactúan entre sí).



*Figura 20. Vivienda de interés social.*

*Fuente: Revista La Razón.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

La idea de vivienda social puede emplearse de distintos modos. Por lo general, la expresión alude a un inmueble que, de algún modo, el Estado entrega a las personas que no pueden acceder a una vivienda digna por sus propios medios.

## **2.4. Marco legal.**

### **2.4.1. Leyes y reglamentos.**

Por el tipo de ladrillo de la propuesta se sugiere que, por los materiales que lo conforman y por su finalidad, es indispensable acatar la normativa ecuatoriana de construcción, por ello hay que hacer referencia a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC). Los diversos capítulos que están contemplados en el ordenamiento inicial de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se dividen en tres partes principales: (i) Seguridad Estructural de las edificaciones; (ii) Habitabilidad y Salud, basados en la funcionalidad de las edificaciones; y (iii) Distribución de Servicios Básicos.

## **2.4.2. Constitución de la República del Ecuador.**

*Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008.*

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

**Art. 52.-** Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

**Art. 54.-** Las personas o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore.

**Art. 66,** numeral 15.- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental.

**Art. 74.-** Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. (Oficial, 2008).

**Art. 83,** numeral 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Oficial, 2008).

**Art. 385,** numeral 3.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y haberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: (Oficial, 2008).

### **2.4.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción.**

En el año 2014 en el Ecuador se hizo oficial los primeros capítulos contemplados en la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) en cuanto a la seguridad estructural de las Edificaciones. La NEC es impulsada por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

#### ***NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado***

Contempla el análisis y el dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional.

En el diseño de hormigón estructural, los elementos deben diseñarse para que tengan una resistencia adecuada, de acuerdo con las disposiciones dicha vivienda se a utilizar los factores de carga y los factores de reducción de resistencia  $\phi$  especificados. Se referirá también a la NEC-SE-CG. (Registro Oficial., 2014)

#### ***NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural***

Contempla los criterios y mínimos requisitos para la construcción y el diseño de mampostería estructural, obteniendo un comportamiento adecuado bajo condiciones de: carga vertical permanente o transitoria, condiciones de fuerzas laterales y estados ocasionales de fuerzas atípicas.

Un material constructivo, es cualquier tipo de producto fabricado o procesado cuyo fin es ser adicionado permanentemente en cualquier obra, ya sea esta de edificación o de ingeniería civil. (Registro Oficial., 2014)

Los materiales de construcción deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener resistencia mecánica acorde con el uso que recibirán.

- Poseer estabilidad química es decir resistencia a agentes agresivos.
- Contar con estabilidad física.
- Brindar seguridad para su óptimo manejo y utilización.
- Conservar la debida protección en cuanto a la higiene y salud, tanto de obreros como de usuarios.
- No atentar contra el medio ambiente.
- Proporcionar aislamiento térmico y acústico principalmente en el ahorro de energía.
- Dar estabilidad, protección y resistencia al fuego en caso de incendio.
- Facilidad de uso, comodidad, estética y economía.

#### ***NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)***

Contempla los factores de cargas no sísmicas que deben considerarse para el cálculo estructural de las edificaciones: cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas. (Registro Oficial., 2014)

#### ***NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas: Diseño Sismo Resistente***

Contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil. (Registro Oficial., 2014)

#### ***NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras***

Este documento se vincula principalmente con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico. (Registro Oficial., 2014)

## **NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones**

Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación, proveyendo de recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes. (Registro Oficial., 2014)

### **2.4.4. Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir.**

Existen políticas incentivadas por el gobierno del Ecuador, que brindan nuevos modos y formas de desarrollo, dirigidos al Buen Vivir bilateral entre el ciudadano y el medio ambiente. (Registro Oficial., 2014)

Entre los principales objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir aplicados al proyecto, se encuentran:

#### ***6.8. Inversión para el Buen Vivir en el marco de una macroeconomía.***

... “**La sostenibilidad económica** a través de la canalización del ahorro y del **desarrollo de capacidades humanas y oportunidades sociales** que hagan posible una organización económica más equitativa y una convivencia social más justa y la **acumulación de capital productivo** necesario para cambiar el patrón de especialización de la economía y el modo de acumulación...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

#### ***6.10. Sostenibilidad, conservación conocimiento del patrimonio natural y fomento del turismo comunitario...***

“¿Cómo vivir bien con justicia social y ambiental dentro de los límites de la naturaleza? El proyecto político actual, plantea una **transición de la modelo extractivista, dependiente** y desordenado a nivel territorial, a un modelo de

aprovechamiento moderado sostenible, utilizando de manera inteligente los espacios disponibles, asegurando la soberanía alimentaria, protegiendo el ambiente. Contemplar los niveles de corresponsabilidad con los efectos ambientales macro como el calentamiento global, responder con alternativas nuevas e incorporarse a las existentes, un ejemplo es la iniciativa Yasuní – ITT, aprovechar con responsabilidad y garantizar la calidad ambiental...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***Objetivo 4. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.***

... “Es indispensable que los cambios planteados estén acompañados de **transformaciones en los enfoques productivos y de consumo**, a fin de prevenir, controlar y, mitigar la contaminación ambiental y, de ese modo, permitir al país enfrentar, estratégicamente el calentamiento global...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***Objetivo 11: Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible.***

... Como parte del ciclo económico y en el marco de una **conciencia social y ambiental**, se requieren políticas activas en torno al consumo. Resulta urgente la **generalización de patrones de consumo responsables** para, de ese modo, fortalecer la soberanía alimentaria y la economía endógena...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***11.2. Impulsar la actividad de pequeñas y medianas unidades económicas asociativas y fomentar la demanda de los bienes y servicios que generan.*** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***11.4. Impulsar el desarrollo soberano de los sectores estratégicos en el marco de un aprovechamiento ambiental y socialmente responsable de los recursos no renovables.*** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

*11.7. Promover condiciones adecuadas para el comercio interno e internacional, considerando especialmente sus interrelaciones con la producción y con las condiciones de vida.* (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

*11.1. Promover la sostenibilidad eco sistémica de la economía a través de la implementación de tecnologías y prácticas de producción limpia.* (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

#### **2.4.5. Norma Técnica Ecuatoriana**

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, s.f.), se debe realizar y verificar que los ladrillos cumplan con las siguientes especificaciones:

La Norma **NTE INEN 0292** determina que por lotes hasta 1200 ladrillos se deben tomar 3 muestras para realizar las pruebas respectivas, de 1201 hasta 35000 unidades se debe tomar 5 muestras y cuando el lote es mayor a las 35000 unidades la muestra será de 8 ladrillos.

La Norma **NTE INEN 0294** se basa en la aplicación de una carga progresiva de compresión a una muestra de ladrillo, hasta determinar la resistencia a la compresión máxima admisible.

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación:

$$C = \frac{P}{A}$$

Siendo:

C= La resistencia a la compresión, en Mega pascales.

P= La carga de rotura, en néwtones.

A= Área de la selección en milímetros cuadrados.

La superficie A se calcula por la siguiente ecuación:

$$A = a \times l$$

Siendo:

a= ancho de muestra en milímetros.

l= largo de la muestra, en milímetros.



El promedio de los valores obtenidos en cinco muestras representa la resistencia a la compresión del lote de ladrillos sometidos al ensayo. Según (Reinoso Chicaiza, 2017) la resistencia promedio de los ladrillos tradicionales es 7,65Mpa.

La Norma **NTE INEN 0295** comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla modelada y cocida. Tiene por objetivo establecer el método de ensayo determina la resistencia a la flexión.

El módulo de rotura se calcula con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{300 G /}{2b d^2}$$

Siendo:

R= Modulo de Rotura, en Mega pascales.

G= Carga de Rotura, en Néwtones.

/= distancia de apoyo en milímetros

B= Ancho de cara a cara de la muestra, en milímetros.

D= Promedio del espesor de cara a cara de la muestra en milímetros.

La Norma **NTE INEN 0296** comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla modelada y cocida. Tiene por objetivo establecer el método de ensayo que permita determinar la absorción de la humedad.

La absorción de cada muestra expresada en %, se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Absorción}\% = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Siendo:

P1= masa de la muestra desecada

P2= masa de la muestra después de 24 horas de sumergida

La Norma **NTE INEN 0297** requisitos para ladrillos cerámicos.

Para los efectos de esta norma, los ladrillos cerámicos se clasifican en macizos y huecos. Los ladrillos macizos se clasifican, de acuerdo a su calidad, en tres tipos: tipo A, tipo B y tipo C. Los ladrillos huecos se clasifican, de acuerdo a su uso, en tres tipos: tipo D, tipo E y tipo F.

**Tabla 4.** Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos.

Tipo De Ladrillo	Resistencia mínima a la compresión MPa*		Resistencia mínima a la flexión MPa*	Absorción máxima de humedad %
	Promedio		Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
	de 5 unidades	Individual		
macizo tipo A	25	20	4	16
macizo tipo B	16	14	3	18
macizo tipo C	8	6	2	25
hueco tipo D	6	5	4	16
hueco tipo E	4	4	3	18
hueco tipo F	3	3	2	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 295	INEN 296

**Fuente:** Norma NTE INEN 297.

**Elaboración:** Cedillo, N. (2019)

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Metodología.**

Para desarrollar y promover la elaboración de un nuevo ladrillo ecológico para construir grupos de viviendas de alcance social a partir del plástico PET y el vidrio reciclado con las mismas características de los ya existentes en el mercado, el cual cumplirá los altos estándares de calidad y los lineamientos para la reducción del impacto medioambiental,.

La metodología es la ciencia que nos enseña a dirigir determinado proceso de manera eficiente y eficaz para alcanzar los resultados deseados y tiene como objetivo darnos la estrategia a seguir en el proceso. Provee al investigador de una serie de conceptos, principios y leyes que le permiten encauzar de un modo eficiente y tendiente a la excelencia el proceso de la investigación científica. (Cortés, 2015)

El objeto de estudio de la metodología lo podemos definir como el proceso de investigación científica, el cual está conformado por toda una serie de pasos lógicamente estructurados y relacionados entre sí. Este estudio se hace sobre la base de un conjunto de características y de sus relaciones y leyes. (Cortés, 2015)

##### **3.1.1. Método de Hipótesis Deductiva.**

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica, el cual tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. (Muriel, 2015)

Para la elaboración del Marco Teórico se utilizó la información bibliográfica recolectada mediante la cual se pudo plantear las conclusiones y la probabilidad de los

resultados para lograr estructurar el problema referido por las observaciones realizadas.

### **3.1.2. Método empírico de experimentación científica.**

El método empírico-analítico se presenta de manera lógica, auto-correctiva y progresiva. Es característico de las ciencias naturales y sociales o humanas, y a su vez caracteriza a las ciencias descriptivas. Es el método general más utilizado. Se basa en la lógica empírica. Dentro de éste podemos observar varios métodos específicos con técnicas particulares. (Morbilia, 2016)

Este es el método que se empleó para lograr descartar y constatar la hipótesis planteada en esta investigación, basándose principalmente en los resultados obtenidos mediante pruebas físicas y mecánicas realizadas en el laboratorio, es decir en tipos de muestreos no probabilísticos.

### **3.2. Tipo de investigación.**

En este proyecto se procedió a utilizar los siguientes tipos de investigación: La investigación documental la cual está enfocada en receptar información de libros, revistas y documentos, para seleccionar información necesaria y útil para el desarrollo de la investigación. Además de realizar respectiva investigación de campo que se basa en la técnica de la observación, para recopilar datos adicionales.

### **3.3. Enfoque.**

Esta investigación muestra un enfoque cualitativo y cuantitativo. El siguiente proyecto se realiza en base a toda la información recopilada sobre la reutilización del plástico y vidrio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos para la investigación.**

#### **3.4.1. Técnicas de Investigación.**

Las técnicas que se emplea para la presente investigación son: la documental bibliográfica, experimental y de campo, basadas en las pruebas de laboratorio, encuestas a usuarios y esquemas ilustrativos.

### 3.4.2. Instrumentos.

Para este proyecto investigativo se utilizó el método de la encuesta, la cual consistirá en una serie de preguntas que se hará a un número determinado de personas para reunir datos y detectar las diversas opiniones sobre el tema expuesto.

### 3.5. Población.

La población objetiva está representada en este caso por los arquitectos, promotoras inmobiliarias y diseñadores de interiores, para lo cual se determinó una muestra aleatoria de 100 personas a quienes se va a aplicar el instrumento común la Encuesta, la que nos permitió evaluar la opinión de los involucrados.

### 3.6. Muestra.

La muestra puede ser identificada como un subconjunto o una parte de población que de igual forma comparten información vital para el estudio, el cálculo de este valor debe ser realizada a través de una correcta evaluación matemática para garantizar un adecuado análisis estadístico.

$$\text{Formula: } n = \frac{Z^2 * P * Q}{e^2}$$

Donde:

n = Cantidad de muestra buscado = ¿?

Z = Parámetro para el nivel de confianza que se quiere alcanzar = 95% = 1,96.

P = Probabilidad que éxito = 50% = 0.50

Q = (1-P) = Probabilidad que fracaso = 50% = 0.50

e = Nivel de error dispuesto a cometer = 10% = 0.10

Reemplazamos valores y procedemos al cálculo:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1,96^2 * 0,50 * 0,50}{0,10^2} \\ n &= \frac{3,8416 * 0,50 * 0,50}{0,01} \\ n &= \frac{0,9604}{0,01} \\ n &= 96 \text{ muestras} \end{aligned}$$

### 3.7. Análisis de resultados.

A través de la recopilación de información mediante el cuestionario, se derivó a la revisión y codificación de la misma donde se la organiza posteriormente para el proceso de tabulación.

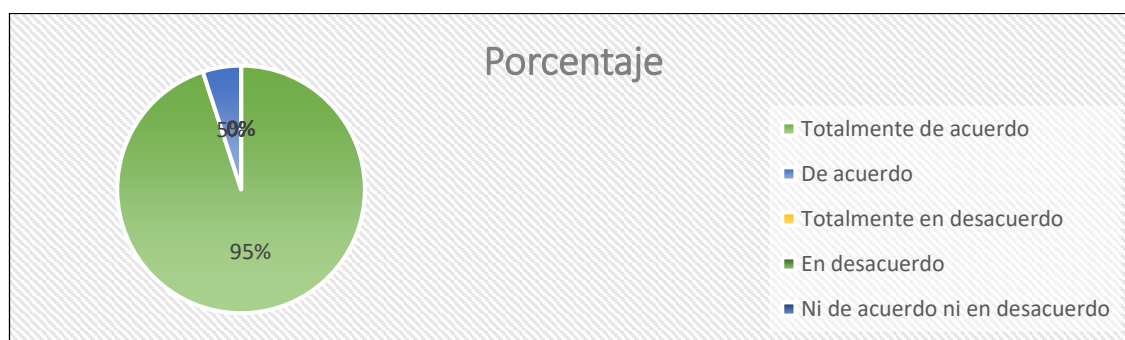
#### **Pregunta 1.- ¿Considera usted que los desechos del plástico y el vidrio contaminan el medio ambiente?**

*Tabla 5. Encuesta 1 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	91	95%
De acuerdo	5	5%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 21. Gráfica 1 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **Análisis.**

El resultado de esta pregunta arroja que un 95% de los encuestados está Totalmente de acuerdo en que los desechos de plástico y vidrio contaminan el medio ambiente, el 5% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en Desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 2.- ¿Considera usted que el uso de materiales reciclados contribuye con el manejo de desechos y cuidado del medio ambiente?**

*Tabla 6. Encuesta 2 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	93	97%
De acuerdo	3	3%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 22. Gráfica2 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 97% de los encuestados está Totalmente de acuerdo en que el uso de materiales reciclados contribuye con el manejo de desechos y cuidado del medio ambiente, el 3% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 3.- ¿Considera usted que el uso de desechos inorgánicos como el plástico y el vidrio pueden tener acogida en el área de materiales de construcción?**

*Tabla 7. Encuesta 3 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	77	80%
De acuerdo	14	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	5%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 23. Gráfica 3 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

Un 80% de las personas que fueron encuestadas manifiestan estar Totalmente de acuerdo en que el uso de desechos inorgánicos como el plástico y el vidrio pueden tener acogida en el área de materiales de construcción, el 15% están De acuerdo, el 5% se inclinó por el Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.



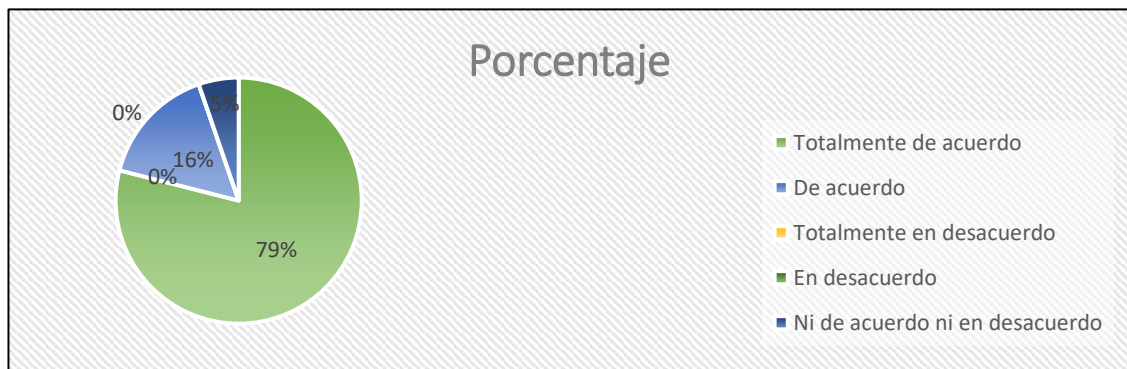
**Pregunta 4.- ¿Utilizaría materiales como el plástico y vidrio reciclado para la elaboración de ladrillos ecológicos?**

*Tabla 8. Encuesta 4 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	76	79%
De acuerdo	15	16%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	5%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 24. Grafica 4 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

El 79% de las personas encuestadas están Totalmente de acuerdo en que utilizaría materiales como el plástico y vidrio reciclado para la elaboración de ladrillos ecológicos, mientras que el 16 % está De acuerdo, el 5% dice no estar Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 0% está en desacuerdo y un 0% de está totalmente en desacuerdo.

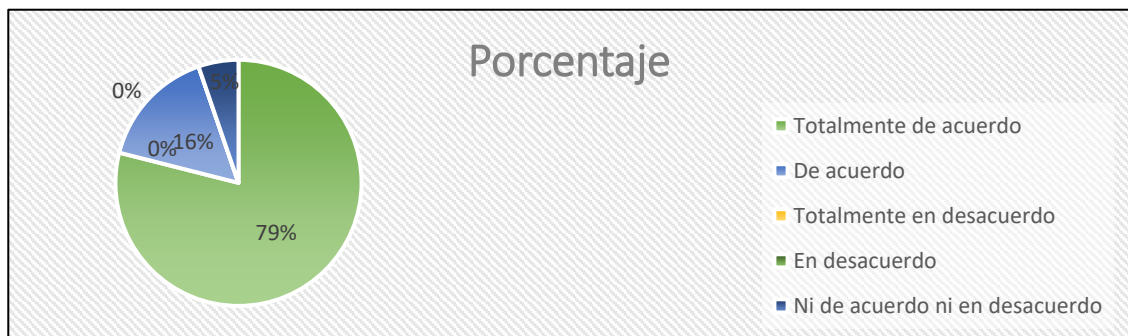
**Pregunta 5. En su opinión ¿Cree que es sencillo fabricar ladrillos a base de plástico y vidrio reciclado?**

*Tabla 9. Encuesta 5 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	86	90%
De acuerdo	10	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 25. Gráfica 5 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

La encuesta muestra que el 90% de las personas que fueron encuestadas está en Total acuerdo, el 10% está estaría dispuesto a utilizar en construcción los ladrillos elaborados con plástico y vidrio, el 0% esta Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y finalmente el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 6.- Si el precio de un ladrillo elaborado con plástico y vidrio reciclado es más bajo que uno tradicional. ¿Lo usaría?**

*Tabla 10. Encuesta 6 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	75	78%
De acuerdo	11	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10	10%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 26. Gráfica 6 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

El 78% de personas que respondieron a esta pregunta consideran estar Totalmente de acuerdo en que si hubiera alguna variante entre el precio de un ladrillo tradicional y el elaborado con plástico y vidrio reciclado lo utilizarían, el 12% está De acuerdo, el 10% Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 7.- ¿Piensa usted que los profesionales en el ámbito de la construcción no usan materiales reciclados por falta de conciencia verde?**

*Tabla 11. Encuesta 7 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	87	91%
De acuerdo	9	9%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 27. Gráfica 7 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

El 91% está Totalmente de acuerdo en considerar que los profesionales en el ámbito de la construcción no utilizan materiales reciclados por falta de conciencia verde, mientras que el 9% afirmó estar De acuerdo, el 0% no está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, por último, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 8.- ¿Considera usted que puede existir una correlación entre la arquitectura y el reciclaje de materiales?**

*Tabla 12. Encuesta 8 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	82	85%
De acuerdo	14	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 28. Gráfica 8 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

El 85% de personas que respondieron a esta pregunta consideran estar Totalmente de acuerdo en que puede existir una correlación entre la arquitectura y el reciclaje de materiales, el 15% estar De acuerdo, el 0% Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 9.- ¿Cree usted que al sustituir el ladrillo tradicional por un ladrillo ecológico elaborado con materiales reciclados como el plástico y el vidrio reduciría la contaminación ambiental?**

*Tabla 13. Encuesta 9 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	83	87%
De acuerdo	7	7%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	6	6%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 29. Gráfica 9 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

El 87% de personas que respondieron a esta pregunta consideran que al sustituir el ladrillo tradicional por un ladrillo ecológico elaborado con materiales reciclados como el plástico y el vidrio reduciría la contaminación ambiental, el 7% estar De acuerdo, el 6% Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 10.- Estaría dispuesto a utilizar los ladrillos ecológicos a base de plástico y vidrio para la construcción de viviendas de interés social.**

*Tabla 14. Encuesta10 realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

Opciones	Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	80	84%
De acuerdo	10	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	6	6%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	96	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 30. Gráfica 10 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los arquitectos, promotores inmobiliarios y diseñadores de interiores.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

**Análisis.**

El 84% de personas que respondieron a esta pregunta consideran que estarían dispuesto a utilizar los ladrillos ecológicos a base de plástico y vidrio para la construcción de viviendas de interés social, el 10% estar De acuerdo, el 6% Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

## **CAPITULO IV**

### **LA PROPUESTA**

#### **4.1. Título.**

Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales.

#### **4.2. Propuesta.**

La finalidad de este proyecto investigativo es la fabricación de un ladrillo en base a plástico y vidrio reciclado para la construcción de viviendas económicas y sociales, para comprobar que se puede reutilizar materiales de desecho para crear nuevos elementos constructivos que sean asequibles, es decir que cuenten con un bajo costo económico y a su vez contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental que nos aqueja hoy en día.

Este ladrillo cuenta con las siguientes dimensiones: 24 x 12 cm y 5 cm de espesor, el cual fue expuesto a rigurosas pruebas de laboratorio de resistencia física y mecánica para verificar que este es apropiado para usarlo en la construcción, cumpliendo con los siguientes requisitos como:

- Poseer un menor costo a diferencia de los materiales tradicionales que se encuentran actualmente en el mercado.
- Ser más ligero que otros materiales parecidos.
- Tener aislación térmica y acústica.
- Contar con una alta dureza y resistencia al recibir impactos.

#### **4.3. Requerimientos del proyecto.**

##### **4.3.1. Materiales y equipos.**

Para este proyecto de investigación se utilizó las siguientes materias primas:

- Plástico.
- Vidrio.
- Barro ordinario.
- Tiras de madera de reciclada.





**Figura 31.** Materias primas.

**Elaboración:** Cedillo, N. (2019)

Para el proceso de elaboración se utilizó las siguientes herramientas y equipos:

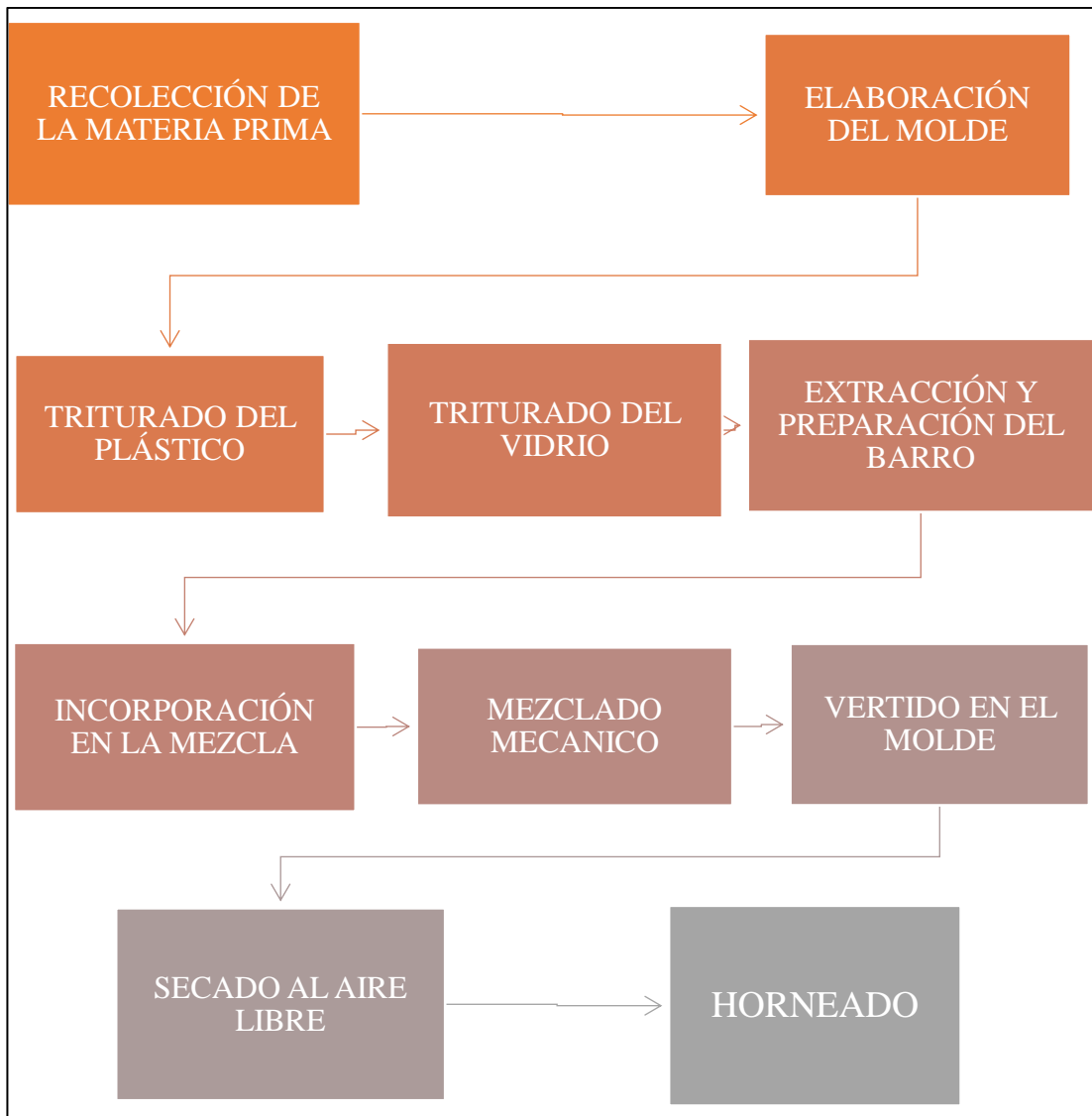
- Balde.
- Clavos.
- Martillo.
- Pala o Lampa
- Carretilla
- Horno Artesanal



**Figura 32.** Herramientas y Equipos.

**Elaboración:** Cedillo, N. (2019)

#### 4.4. Diagrama de flujo.



*Figura 33. Diagrama de flujo.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.5. Desarrollo de la metodología y su procedimiento.

Este proyecto investigativo es realizado mediante un conjunto de procesos experimentales para llegar al objetivo principal que es la obtención de un ladrillo ecológico, el mismo será sometido a pruebas físicas y mecánicas para así demostrar que es apto para su uso en la construcción.

#### 4.5.1. Recolección de materia prima.

Se recolectan las botellas Pet y botellas de vidrio, las cuales fueron desinfectadas para posteriormente pasar a ser trituradas.



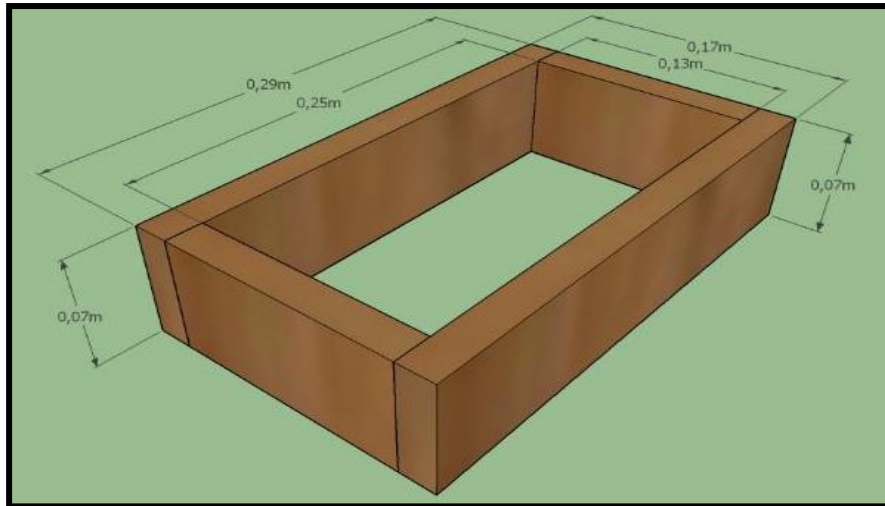
*Figura 34. Recolección materia prima.*

*Fuente: Google.com*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.5.2. Elaboración del molde.

Realización del diseño del molde uno para la fabricación de ladrillo tipo Mambreon de 7x13x25cm, se utiliza una tira de 7cm de ancho y se corta considerando los respectivos traslapes de armado. Luego se une con clavos hundidos con ligeros golpes utilizando el martillo.



*Figura 35. Diseño de molde para ladrillo.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 36. Molde de ladrillo Mambron (7x13x25cm)*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **4.5.3. Triturado del plástico.**

El plástico se corta de forma manual con tijera, estilete o guillotina manual, para conseguir trozos pequeños del material.



*Figura 37. Plástico triturado.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **4.5.4. Triturado del vidrio.**

El vidrio se tritura de forma manual, se cubre el material con cartón para evitar salpicaduras mientras se golpea con el martillo.



*Figura 38. Vidrio triturado.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **4.5.5. Extracción de arcillas y preparación del barro.**

Se extrae del suelo las arcillas rojizas y tierras vegetales negras. Con estos materiales se comienza el amasado con agua y luego se deja en reposo para que pase por el proceso pudrición o llamado también meteorización.



*Figura 39. Extracción manual de arcillas rojas.*

*Fuente: tinajasorozco.com*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 40. Amasado de barro*

*Fuente: elrincondeltrotamundos.com*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **4.5.6. Dosificación de agregados para la masa.**

Al comenzar el proceso de elaboración del ladrillo, sustrayendo la cantidad agua del volumen unitario, se calcula contenido de agregados dependiendo el tipo de dosificación, como se demuestras en la siguiente tabla:

**Tabla 15.** Dosificación de agregados para la elaboración del ladrillo

TIPO MAMBRON	PORCENTAJE	LARGO	ALTURA	ESPESOR	ESPESOR
		A (m)	B (m)	C (m)	V=A*B*C (m3)
VOLUMEN LADRILLO	100%	0,25	0,13	0,07	0,002275
DOSIFICACION TIPO 1					
BARRO	70%	0,175	0,13	0,07	0,0015925
VIDRIO	10%	0,025	0,13	0,07	0,0002275
PLASTICO	20%	0,05	0,13	0,07	0,000455
DOSIFICACION TIPO 2					
BARRO	70%	0,175	0,13	0,07	0,0015925
VIDRIO	20%	0,05	0,13	0,07	0,000455
PLASTICO	10%	0,025	0,13	0,07	0,0002275
DOSIFICACION TIPO 3					
BARRO	70%	0,175	0,13	0,07	0,0015925
VIDRIO	15%	0,0375	0,13	0,07	0,00034125
PLASTICO	15%	0,0375	0,13	0,07	0,00034125

**Elaboración:** Cedillo, N. (2019)



**Figura 41.** Dosificación de volumen de barro al 70%.

**Elaboración:** Cedillo, N. (2019)



*Figura 42. Dosificación de volumen de plástico al 20%.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 43. Dosificación de volumen de vidrio al 10%.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



#### 4.5.7. Mezclado mecánico.

Se vierte en una lavacara grande el barro con los agregados para elaborar 6 pruebas por cada tipo dependiendo la dosificación y posteriormente se procede a mezclarlo y amasarlo.



*Figura 44. Vertido de barro y agregados*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 45. Mezcla de la masa para elaboración de ladrillo*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.5.8. Vertido en el molde.

Con la mezcla lista, se procede a verter en el molde.



*Figura 46. Vertido en el molde.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 47. Vertido en el molde.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 48. Desmolde de ladrillo.  
Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **4.5.9. Secado al medio ambiente.**

Los ladrillos obtenidos se expusieron al sol por 15 días.



*Figura 49. Secado de ladrillos al ambiente..  
Fuente: researchgate.net  
Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.5.10. Horneado.

Una vez que se logra tener un ladrillo seco y denso, se lleva al horno artesanal a una temperatura de 850°C por cinco días para que adquiera la resistencia necesaria y su color rojizo que lo caracteriza.



*Figura 50. Horno artesanal para realizar las primeras y segundas pruebas.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*



*Figura 51. Horno artesanal para realizar las terceras pruebas*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.5.9. Prototipos.

La cantidad de plástico PET y vidrio reciclado que se usa para la elaboración de los prototipos es del 30% del volumen total, bajo este criterio se presentan 3 prototipos que se dosifican de la siguiente manera:

- **Prototipo 1.**

Para elaborar el Prototipo 1 se utilizó 70% de barro, 20% de plástico y 10% de vidrio

**Tabla 16. Materiales prototipo 1.**

Tabla de dosificaciones 10-20-70			
Materiales			
Vidrio	Plástico	Barro común	Volumen por ladrillo
0,0002275 m3	0,000455 m3	0,0015925 m3	0,002275 m3

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

- **Prototipo 2.**

Para elaborar el Prototipo 1 se utilizó 70% de barro, 10% de plástico y 20% de vidrio

**Tabla 17. Materiales prototipo 2.**

Tabla de dosificaciones 20-10-70			
Materiales			
Vidrio	Plástico	Barro común	Volumen por ladrillo
0,000455 m3	0,0002275 m3	0,0015925 m3	0,0002275 m3

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

- **Prototipo 3.**

Para elaborar el Prototipo 1 se utilizó 70% de barro, 15% de plástico y 15% de vidrio

**Tabla 18. Materiales prototipo 3.**

Tabla de dosificaciones 15-15-70			
Materiales			
Vidrio	Plástico	Barro común	Volumen por ladrillo
0,00034125 m3	0,00034125 m3	0,0015925 m3	0,0002275 m3

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.8. Resultados.

En acuerdo con el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, s.f.), se debe realizar y verificar que los ladrillos cumplan con las siguientes especificaciones:

La Norma INEN 0292 determina la cantidad de muestras que se deben tomar por lote.

La Norma INEN 0294 determina la resistencia a la compresión.

La Norma INEN 0295 determina la resistencia a la flexión.

La Norma INEN 0296 determina la absorción de la humedad.

*Tabla 19. Lote de producción de ladrillos.*

LOTE	TIPO	DOSIFICACION	MUESTRAS	LOTE
1	PROTOTIPO 1	70-10-20	4	12
	PROTOTIPO 2	70-15-15	4	
	PROTOTIPO 3	70-20-10	4	
2	PROTOTIPO 1	70-10-20	4	12
	PROTOTIPO 2	70-15-15	4	
	PROTOTIPO 3	70-20-10	4	
3	PROTOTIPO 1	70-10-20	4	12
	PROTOTIPO 2	70-15-15	4	
	PROTOTIPO 3	70-20-10	4	
TOTAL			36	

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*

Cumpliendo con la Norma NTE INEN 292, Se produce el primer lote con 4 ladrillos de cada uno de los tres prototipos, con total de 12 unidades, el proceso se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 20.** Resultados primer lote

LOTE	TIPO	CANTIDAD	
1	PROTOTIPO 1	4	
	PROTOTIPO 2	4	
	PROTOTIPO 3	4	
PRUEBA		DETALLE	OBSERVACION
MEZCLA	MASA	BLANDA	SE DEBE UTILIZAR GUANTES POR LOS MATERIALES AGREGADOS
	HUMEDAD	FLUIDA	
MOLDEADO		NORMAL	CON MOLDE HUMEDO
SECADO AL SOL	SUPERFICIE	PLASTICA	
	TIEMPO	2 DIAS	
HORNEADO	TIPO	CASERO	EL CALOR DERRITE EL PLASTICO PET Y COMIENZA LA EMICION DE HUMO NEGRO
	TEMPERATURA	150°C	
	TIEMPO	6 HORAS	
PRUEBRAS	RESISTENCIA	NO APLICA	LOS LADRILLOS MAL COCIDOS SE DESCOMPONEN

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*

Con la falla del primer lote, se procede a preparar un segundo lote con 4 muestras por cada prototipo, con un total de 12 ladrillos, y nos refleja el siguiente resultado:

**Tabla 21.** Resultados del segundo lote

LOTE	TIPO	CANTIDAD	
2	PROTOTIPO 1	4	
	PROTOTIPO 2	4	
	PROTOTIPO 3	4	
PRUEBA		DETALLE	OBSERVACION
MEZCLA	MASA	SECA	SE DEBE UTILIZAR GUANTES POR LOS MATERIALES AGREGADOS
	HUMEDAD	LIQUIDA	
MOLDEADO		NORMAL	CON MOLDE HUMEDO
SECADO AL SOL	SUPERFICIE	HORMIGON	
	TIEMPO	6 DIAS	
HORNEADO	TIPO	CASERO	EL CALOR DERRITE EL PLASTICO PET Y EL VIDRIO RECICLADO SE DESPRENDE
	TEMPERATURA	280°C	
	TIEMPO	24 HORAS	
PRUEBRAS	RESISTENCIA	NO APLICA	LOS LADRILLOS MAL COCIDOS SE DESCOMPONEN

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*

No se terminó el proceso de cocción u horneado debido a que se realizó en zonas urbanas habitadas.



*Figura 52. Resultado de prototipos primer lote.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*



*Figura 53. Resultado de prototipos segundo lote.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*



Para la producción del tercer lote se realizó una ladrillera ubicada en periferia de ciudad, para poder terminar el proceso. Este lote con 6 muestras por cada prototipo, con un total de 18 ladrillos, nos refleja el siguiente resultado:

**Tabla 22.** Resultados del tercer lote

	LOTE	TIPO	CANTIDAD
		PROTOTIPO 1	6
	3	PROTOTIPO 2	6
		PROTOTIPO 3	6
PRUEBA		DETALLE	OBSERVACION
MEZCLA	MASA	FLUIDA	SE DEBE UTILIZAR GANTES POR LOS MATERIALES AGREGADOS
	HUMEDAD	LIQUIDA	
MOLDEADO		NORMAL	CON MOLDE HUMEDO
SECADO AL SOL	SUPERFICIE	ARENA Y ARCILLA	
	TIEMPO	4 DIAS	
HORNEADO	TIPO	ARTESANAL	EL LADRILLO TOMA CONSISTENCIA
	TEMPERATURA	850°C	PERO SE DEFORMA POR PERDIDAS DE
	TIEMPO	8 DIAS	MATERIALES RECICLADOS
PRUEBRAS	RESISTENCIA	NO APLICA	LOS LADRILLOS PIERDEN SU FORMA Y NO CUMPLEN PARA APLICAR NORMAS INEN 294-295-296

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*



*Figura 54. Resultado de prototipos tercera ocasión.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Más imágenes del resultado de las pruebas elaboradas:



*Figura 55. Resultado de prototipos.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*



*Figura 56. Resultado de prototipos.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*



*Figura 57. Resultado de prototipos.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2020)*



*Figura 58. Resultado de prototipos.*

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### **4.9. Resistencia.**

Las muestras obtenidas se deben presentar a los laboratorios para realizar las pruebas de resistencia física y mecánica. Utilizando una prensa hidráulica se proyectan datos estadísticos que permitan verificar o negar la factibilidad de esta mezcla.

Al tener un resultado no favorable en la obtención de un ladrillo macizo, incluso después de cumplir con el proceso de cocción u horneado de los diferentes prototipos, no se realizan pruebas de laboratorio al no tener la consistencia deseada y por la pérdida de los agregados en estudio.

#### **4.10. Análisis de precio unitario (APU).**

A pesar de no realizar las pruebas de laboratorio, se puede realizar el respectivo análisis de precio unitario para los tres prototipos, determinando el costo de elaboración de cada ladrillo.

Prototipo 1.

**Tabla 23.** Análisis de precio unitario prototipo 1.

<b>PRESUPUESTO PROTOTIPO 1</b>					
	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
BARRO	M3	0,0015925	\$ 12,00	\$	0,02
VIDRIO RECICLADO	M3	0,0002275	\$ 120,00	\$	0,03
PLASTICO RECICLADO	M3	0,000455	\$ 150,00	\$	0,07
AGUA	LT	0,10	\$ 0,20	\$	0,02
MOLDE	CIENTO	0,01	\$ 4,00	\$	0,04
HORNEADO	CIENTO	0,01	\$ 6,00	\$	0,06
				PRECIO UNITARIO	\$ 0,24

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

Prototipo 2.

**Tabla 24.** Análisis de precio unitario prototipo 2.

<b>PRESUPUESTO PROTOTIPO 2</b>					
	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
BARRO	M3	0,0015925	\$ 12,00	\$	0,02
VIDRIO RECICLADO	M3	0,000455	\$ 120,00	\$	0,02
PLASTICO RECICLADO	M3	0,0002275	\$ 150,00	\$	0,03
AGUA	LT	0,10	\$ 0,20	\$	0,02
MOLDE	CIENTO	0,01	\$ 4,00	\$	0,04
HORNEADO	CIENTO	0,01	\$ 6,00	\$	0,06
				PRECIO UNITARIO	\$ 0,22

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

### Prototipo 3.

**Tabla 25.** Análisis de precio unitario prototipo 3.

<b>PRESUPUESTO PROTOTIPO 3</b>				
	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
BARRO	M3	0,0015925	\$ 12,00	\$ 0,02
VIDRIO RECICLADO	M3	0,00034125	\$ 120,00	\$ 0,04
PLASTICO RECICLADO	M3	0,00034125	\$ 150,00	\$ 0,05
AGUA	LT	0,10	\$ 0,20	\$ 0,02
MOLDE	CIENTO	0,01	\$ 4,00	\$ 0,04
HORNEADO	CIENTO	0,01	\$ 6,00	\$ 0,06
PRECIO UNITARIO \$				0,23

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

#### 4.11. Análisis comparativos de resultados

La presente investigación debe cumplir con la elaboración de ladrillos prefabricados con plásticos y vidrios reciclados que cumplan las características físicas y mecánicas del ladrillo común. A pesar de no someter los prototipos a pruebas mecánicas, se puede hacer un análisis comparativo de precio unitario de producción.

**Tabla 26.** Tabla comparativa de Precio Unitario de producción

<b>CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS</b>				
	<b>*LADRILLO COMUN</b>	<b>PROTOTIPO 1</b>	<b>PROTOTIPO 2</b>	<b>PROTOTIPO 3</b>
PRECIO UNITARIO	\$ 0,26	\$ 0,24	\$ 0,22	\$ 0,23

\* Precio unitario de producción en ladrilleras, venta al público \$0,30

*Elaboración: Cedillo, N. (2019)*

## CONCLUSIONES

Uno de los principales problemas con el cual convive la sociedad es la contaminación por envases hechos a partir del plástico, ya que estos residuos tardan más de 150 años en degradarse y además el vidrio que tarda en degradarse más 1000 años. Los desechos inorgánicos ocasionan numerosos e importantes efectos negativos en el medio ambiente, pero a la vez se pueden aprovechar para crear productos alternos que aporten a la sociedad y así reducir los impactos negativos en el ecosistema. Por este motivo surge este proyecto de investigación con el objetivo de elaborar un ladrillo prefabricado a base de barro con los desechos mencionados contaminantes.

Los moldes para la elaboración de ladrillos deben ser con tiras de madera de laurel o pino, porque facilitan el desmolde de la masa. Con los materiales reciclados se sustituye el 30% del volumen total del ladrillo y se realizan pruebas con las dosificaciones 70-20-10, 70-15-15 y 70-10-20, sosteniendo el 70% del barro y experimentando con la variación de plástico y vidrio.

Además, implementar estos agregados de reciclados en procesos de elaboración de manera industrial. A pesar de la variedad de ladrillos que existen en el mercado según sus dimensiones, este proyecto se presenta con la elaboración de un ladrillo macizo tipo Mambron de 7x13x25cm, con un molde elaborado con tiras de 7cm.

Se buscó generar una alternativa para contribuir en la disminución de la contaminación medioambiental que nos aqueja hoy en día, reutilizando desechos inorgánicos como el plástico y el vidrio. Este ladrillo no alcanzo a ser expuesto a rigurosas pruebas de laboratorio físicas y mecánicas, debido a las propiedades no favorables que tienen el vidrio y el plástico al ser sometido a elevadas temperaturas.

## **RECOMENDACIONES**

Como recomendación general para las futuras investigaciones relacionadas a este ámbito se aconseja a experimentar el producto de manera industrializada ya que el tratamiento para desarrollar el producto es someter a pruebas con maquinarias avanzadas y especializadas en métodos que darían mayor probabilidad al proyecto como resultado positivo y un producto exitoso y eco friendly que va a generar un mejor aprovechamiento de los desechos plásticos y vidrios reduciendo la contaminación en el país.

Realizar alianzas con laboratorios e industrias para fortalecer la investigación y llevar a cabo una mejora en los prototipos, para obtener resultados positivos y favorables en la elaboración del ladrillo prefabricado, ya que en otros países es una de las alternativas más recomendadas para construcciones debido a que el plástico y el vidrio incrementan la resistencia a la compresión en comparación a los ladrillos ordinarios.

Se recomienda aplicar y reforzar este proyecto ya que se aportaría un gran cambio en la sociedad, mejorando y descontaminado el medio ambiente y a la vez obtener un producto que se podrá utilizar para construir viviendas sostenibles creando una nueva cultura que cuida ecosistema.



## BIBLIOGRAFÍA.

(s.f.).

Plan Nacional del Buen Vivir. (2017). Ecuador.

Álvarez, C. (2016). *DISEÑO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE LADRILLO ECOLÓGICO Y SU APORTE A LA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR*. Obtenido de <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/8321/1/CAROLINA%20ALVAREZ.pdf>

Arcos, C. d. (2017). *Fabricación del vidrio*. Perú: Aula del Mundo.

Arcos, M. (28 de Agosto de 2016). *La Red - Reciclado de Plásticos*. Obtenido de <http://www.recicladoslared.es/proceso-de-reciclaje-de-plasticos/>

Avecillas, K. (2016). *Residuos de ladrillo y vidrio líquido como elementos expresivos para el espacio interior*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5925>

Bacón, R. (2015). *Estudio y ensayo de materiales*. Rosario, Argentina: Universidad Católica de Argentina.

Barluenga, G. (2018). *Materiales de Construcción*. España: Universidad de Alcalá.

Bojorque, J. (2016). *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/25297>

Cabezas, J. (2016). *Reciclaje*. Cuenca, Ecuador.

Calderón, A. (2016). *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural*. Quito - Ecuador: CEPAL.

Chan, D. (2017). *Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social*. México.

Cordova, M. (2018). *El Recilaje, Linea Verde*. Peru.

Cortés, M. (2015). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. México.

Davadí, N. A. (2016). *Arquitectura Latinoamericana*.

Diaz, M. J. (2018). *academia*. Obtenido de academia.edu:

[https://www.academia.edu/36461047/LADRILLOS\\_Y\\_BLOQUES](https://www.academia.edu/36461047/LADRILLOS_Y_BLOQUES)

Escamilla, J. G. (2016). *Tendencia de la arquitectura sustentable en América*. Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Espinosa, A. (2015). *Propiedades de los plásticos*. Lima Perú.

- Evans. (2014).
- Farfán, G. (2015). *El Aluminio: Clase Construcción y Estructura Náutica*. México.
- Gaggino, R. (2010). *LADRILLOS Y PLACAS PREFABRICADAS CON PLÁSTICOS RECICLADOS APTOS PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN*. Obtenido de <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/446/955>
- Garcidueñas, P. (2016).
- Gonzales, M. (2016). *Fundamentos del diseño aplicados a la arquitectura*. Guatemala.
- González, M. (2012). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063615>. Obtenido de Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063615>
- Gutierrez, J. L. (2017). *Impacto Ambiental*. Lima - Perú.
- Heredia, M. (2018). *Ecolgía, conceptos básicos*. Argentina.
- Herrera, J. C. (2017). *Vivienda de interés social*. Mexico.
- INEC. (Diciembre de 2017). Obtenido de Módulo de Información Ambiental en Hogares: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares/Hogares\\_2017/DOC\\_TEC\\_MOD\\_AMBIENTAL\\_ENEMDU%202017.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2017/DOC_TEC_MOD_AMBIENTAL_ENEMDU%202017.pdf)
- INEN. (s.f.). Recuperado el 2020, de [www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)
- lopez, r. (s.f.). *Termoplásticos*. Obtenido de [cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/tecno/tercero/plastico/contents/trmoplas.html](http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/tecno/tercero/plastico/contents/trmoplas.html)
- Marias, J. (2015). *Materiales plásticos*. Mexico.
- Mendez, O. (2016).
- Mendieta, W. (2017). *La contaminación y el deterioro de los recursos naturales*. Perú.
- Morales, E. (2018). *Determinación de la conductividad térmica y resistencia mecánica de ladrillos y placas conformadas de cemento y polietileno teraftalato (PET)*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9927>
- Morales, L. (2017). *El vidrio en la edificación, propiedades, aplicaciones y estudios*. Barcelona.
- Morales, M. (25 de Febrero de 2017). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/moralesgaloc/ladrillos-en-la-construccion-72560068>

- Morales, R. (2015).  
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/centauro/article/view/2448/1891>.  
 Obtenido de DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LADRILLOS CON  
 ADICIÓN DE PET (MATERIAL RECICLADO), PARA NÚCLEOS  
 RURALES DEL SOCORRO:  
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/centauro/article/view/2448/1891>
- Morbilia, P. (2016). *El método científico*. Chile.
- Muñoz, D. (2016). *Conceptos de Materiales para la construcción*. Madrid:  
 Intempresas.
- Muñoz, M. (16 de Septiembre de 2017). *Ecología Hoy*. Obtenido de  
<https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-de-vidrio>
- Muriel, M. (2015). *Método Hipotético Deductivo*. Perú.
- Navarrete, C. J. (2018). *Elaboración de paneles decorativos para revestimientos de  
 paredes a base de micelios y cáscara de maní*. Guayaquil Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014). Ecuador.
- Ñurinda, J., & Silva, J. (julio de 2016). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
 DE NICARAGUA*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AUTÓNOMA DE NICARAGUA:  
<http://repositorio.unan.edu.ni/2739/1/8020.pdf>
- Paguay, G. (2018).
- Parnisani. (2014).
- Pérez, M. (2015). *El vidrio*. España.
- Polanco, J. A. (2015). *Materiales de Construcción*. Santander - España: Universidad  
 de Cantabria.
- Portilla, A. (2017). *Modulo de Sensibilización Ambiental*. Madrid, España.
- Ramirez, V. (2016). *Residuos sólidos urbanos*. Argentina: Manual de gestión  
 integral.
- Recarte, D. (2018). *Caracterización de la producción artesanal de ladrillo en la  
 provincia de la pampa*. La Pampa - Argentina: Universidad de la Pampa.
- Refugiados, C. N. (2015).
- Registro Oficial N° 449. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la República del  
 Ecuador*. Obtenido de  
[https://www.corteconstitucional.gob.ec/images/contenidos/quienes-somos/Constitucion\\_politica.pdf](https://www.corteconstitucional.gob.ec/images/contenidos/quienes-somos/Constitucion_politica.pdf)

- Reinoso Chicaiza, M. J. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LADRILLOS TRADICIONALES Y LADRILLOS ELABORADOS A BASE DE LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA RED CASIGANA, COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA ARCILLA*. Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Rodriguez, V. (2016). *Trascendencia del Aluminio*. Mexico.
- Ruiz, D. (2015). <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10524>. Obtenido de Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10524>
- Ruiz, M. A. (2017). *El aluminio, material trascendente en la historia humana*. Mexico: CIMAV.
- SAINT-GLOBAL SEKURIT. (2020). *PROPIEDADES DEL VIDRIO*. Obtenido de saint-gobain-sekurit.com: <https://www.saint-gobain-sekurit.com/es/glosario/propiedades-del-vidrio#>
- Sanchez, I. (2015). *Características generales de los desechos*. Lima, Perú.
- Sanchez, J. (2016). *El Aluminio*. Perú.
- Shapiro, C. &. (2015). *Green Building Illustrated*. New York: WILEY.
- Solorzano, M. V. (2014). *Panel prefabricado de hormigón aliviano a base de papel periódico y cartón reciclado, destinado a vivienda de interés social*. Cuenca, Ecuador.
- Susunaga Monroy, J. M. (2014). *CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO*. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.
- Vargas, E. (2017). Tipos de revestimientos para paredes interiores, ventajas e inconvenientes. *Pinto Mi Casa*, 7.
- Veliz, M. (2018). ¿Conoces cuáles son los residuos inorgánicos? *San Juan, Reciclados y demoliciones*, 10.
- Villacis, M. (22 de Junio de 2017). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/metodologia/>

ZonaLogistica. (13 de diciembre de 2017). *ZonaLogistica*. Obtenido de zonaLogistica.com: <https://zonalogistica.com/el-puerto-de-guayaquil-una-joya-para-la-economia-del-ecuador/>