



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE  
ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCION  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**TEMA**

**“PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLOGICO A BASE DE  
PIEDRA POLIETILENO TEREFTALATO (PET) Y FIBRA DE  
MAGUEY”**

**TUTOR**

**MG. ALEXIS WLADIMIR VALLE BENÍTEZ**

**AUTOR**

**NORMAN DAVID VINUEZA SALAS  
MATEO FERNANDO MACANCELA CABRERA**

**GUAYAQUIL**

**2021**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> “Prototipo De Bloque Ecológico A Base De Piedra Polietileno Tereftalato (Pet) Y Fibra De Maguey”	
<b>AUTOR/ES:</b>  Vinueza Salas Norman David  Macancela Cabrera Mateo Fernando	<b>REVISORES O TUTORES:</b>  Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez
<b>INSTITUCIÓN:</b>  <b>Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil</b>	<b>Grado obtenido:</b>  Ingeniero Civil
<b>FACULTAD:</b>  FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b>  INGENRÍA CIVIL
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  2021	<b>N. DE PAGS:</b>  109
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción.	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Bloque, Ecológico, Fibra de Maguey, Polietileno Tereftalato; Reciclaje, Costo.	
<b>RESUMEN:</b>  El presente trabajo versa sobre los estudios previos a la elaboración de un prototipo de bloque ecológico a base de fibra de maguey y piedra polietileno tereftalato (PET); como alternativa al problema de la construcción de viviendas a bajo costo; se planteó el	

<p>responder al problema de hacer frente a la destrucción del medio ambiente y a su vez cumpla con las normativas de Ecuador en relación a la elaboración de productos de la construcción con estándares internacionales en la aplicabilidad de insumos ecológicos. Por eso, el objetivo general de la investigación es diseñar el modelo de bloque ecológico con mezcla de fibra de maguey y polietileno tereftalato (PET) en las construcciones civiles ubicadas en La Troncal; con una metodología experimental, de diseño de investigación exploratorio, cuyos métodos empleados son: el analítico y el sintético con presencia de la inducción, además del tipo de investigación: descriptivo, simple, experimental con enfoque cuantitativo. Luego de los resultados, se detallaron los costo-beneficio entre los prototipos, siendo el de bloque de hormigón 3 es la más idónea de acuerdo al costo en el mercado del sector La Troncal, además de que el PET es un material de fácil manejo y de alto nivel de reciclaje, y la fibra de maguey, es una planta de múltiples formas de explotación y su recolección, tratamiento e industrialización a bajo costo la hacen rentable.</p>		
<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>	<b>Teléfono:</b>	<b>E-mail:</b>
Vinueza Salas Norman David	0982311802	<a href="mailto:nvinuezas@ulvr.edu.ec">nvinuezas@ulvr.edu.ec</a>
Macancela Cabrera Mateo Fernando	0939204919	<a href="mailto:mmacancelac@ulvr.edu.ec">mmacancelac@ulvr.edu.ec</a>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<p>Mg. Alex Salvatierra Espinoza, Decano</p> <p><b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext.</b> 242 DECANATO</p> <p><b>E-mail:</b> <a href="mailto:asalvatierra@ulvr.edu.ec">asalvatierra@ulvr.edu.ec</a></p> <p>Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez</p> <p><b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext.</b> 242</p> <p><b>E-mail:</b> <a href="mailto:avalleb@ulvr.edu.ec">avalleb@ulvr.edu.ec</a></p>	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

MACANCELA-VINUEZA / VALLE

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>xibalta-ejk.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo      Excluir coincidencias < 1%  
Excluir bibliografía      Activo

Atentamente,



**ING. ALEXIS WLADIMIR VALLE BENÍTEZ, MSIG**  
**PROFESOR TUTOR**  
**C.C. 0921620720**

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

Los estudiantes egresados David Vinueza Salas y Mateo Macancela, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de titulación, “Prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey” Corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores

Firma: 

Norman David Vinueza Salas  
C.C. 1207569242

Firma: 

Mateo Fernando Macancela Cabrera  
C.C. 1206140517

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “Prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey” designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industrial y Construcción, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de titulación nominado: “Prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey” Presentado por los estudiantes Norman David Vinueza Salas y Mateo Fernando Macancela Cabrera, como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero Civil, encontrándose apto para su sustentación.

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



Alexis Wladimir Valle Benítez  
C.C. 0921620720

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra querida universidad, templo del saber y camino al éxito en esta noble y emprendedora profesión, les deseamos un agradecimiento cordial y fraterno por formarnos profesionalmente y permitirnos caminar en cada uno de sus estamentos. Excelente gestión administrativa, digna de emularse por otros centros educativos en educación superior.

A nuestros docentes, personal de calidad y entereza; dedicados al ejercicio de una profesión de crecimiento y desarrollo urbanístico; pero sobre todo dedicado a crear conciencia en el desarrollo de nuestra profesión, a caminar con ética y principios de calidad profesional en beneficio mutuo de nuestras comunidades.

A nuestra tutora la Msc. Alexis Valle por ser una profesional de amplias condiciones académicas e inmejorable guía en la elaboración y culminación de nuestras carreras y en especial de nuestro trabajo de Tesis.

A nuestros compañeros de aulas, cuyas vivencias e inquietudes en la formación profesional, contribuyeron a la formación de conocimientos científicos en esta carrera de Ingeniería Civil.

A todos ellos, les reiteramos nuestros sinceros agradecimientos.

## **DEDICATORIA**

A Dios sobre todas las cosas,

A mis padres, y hermanos, convertidos en nuestro sostenimiento moral y apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	4
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.1 TEMA.....	4
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
1.5. OBJETIVO GENERAL .....	6
1.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.7. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.8. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.9. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	8
Variable dependiente .....	8
Variable independiente .....	8
1.10. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL/FACULTAD.....	8
CAPÍTULO II .....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.1. Antecedentes.....	9
2.1.2. Marco referencial.....	15
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	18
2.2.1. Polietileno tereftalato (PET) .....	18
¿Se produce el desecho del polietileno tereftalato (PET)?.....	19
Proceso de conversión de botellas PET a fibra corta de poliéster.....	20
Aplicaciones industriales del polietileno tereftalato. ....	21
Las fibras sintéticas.....	22
El polietileno tereftalato (PET) en el bloque.....	23
2.2.2. Maguey .....	23
Aplicación de la Fibra de maguey.....	25
¿Se produce el desecho de la Fibra de Maguey?.....	25
Influencia de la adición de fibra de maguey en la resistencia del concreto. ...	25
Influencia de la fibra de maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe. ....	26
Estudio de las características de bloques de hormigón con fibras de maguey. ....	26
2.2.3. Reciclaje.....	27
2.2.4. Bloque de hormigón.....	27
Elaborar un bloque de hormigón.....	28

Características del proceso y material del hormigón PET. ....	29
Resultados económicos del bloque de hormigón PET. ....	30
Determinación de las características mecánicas del bloque ceniza-cáscara de arroz. ....	31
2.2.5. Arquetipo ideal del bloque PET-Maguey .....	32
Ciencia y Tecnología en la matriz productiva desde la construcción. ....	33
Dosificaciones para obtener el bloque ideal Biocompuesto. ....	33
¿Se logrará mejorar las propiedades mecánicas de un bloque convencional con el bloque propuesto PET-Maguey?. ....	35
¿Se podrá disminuir los costos de la fabricación del bloque?. ....	35
2.3. MARCO LEGAL .....	36
2.3.1 Constitución del Ecuador .....	36
2.3.2. Derechos del Buen Vivir. - Capítulo Segundo .....	38
Sección Segunda. - Ambiente Sano. ....	38
2.3.3. Capítulo noveno .....	39
Responsabilidades. ....	39
2.3.4. Régimen del buen vivir .....	39
Sección octava. - ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales. ....	39
2.3.5 Noma Técnica Ecuatoriana INEN .....	40
CAPÍTULO III .....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.1. METODOLOGÍA .....	42
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	42
3.3. ENFOQUE .....	43
3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS .....	43
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	44
3.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	46
ENCUESTA DIRIGIDA A INGENIEROS CIVILES. ....	46
ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL .....	52
CONSTRUCCIONES CIVILES. ENCUESTA A DIRIGIDA A PÚBLICO EN GENERAL .....	58
COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	61
CAPÍTULO IV .....	62
INFORME FINAL .....	62
4.1. PROPUESTA .....	62
4.2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA .....	62
4.3. METAS DE LA PROPUESTA .....	62
4.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	63
4.4.1 Diagrama de Flujo de un Bloque Prototipo de Hormigón con Piedras de Polietileno Tereftalato (pet) y Fibras de Maguey. ....	63
4.4.2. Recolección y tratamiento de materia prima .....	64

Triturado.....	64
Conversión de plástico en material pétreo. ....	64
Enfriamiento.....	65
fibra de Maguey. ....	65
Estado natural.....	66
Separación agave-fibra.....	66
Secado. ....	66
Almacenamiento y pesaje. ....	67
4.4.3. Procedimiento para la elaboración del bloque ecológico. ....	68
El corte de la fibra. ....	68
Colocación del conglomerado en mezcladora.....	68
Dosificación. ....	69
Maquinaria prensadora-vibradora electromecánica. ....	70
Moldeo. ....	71
Bloque moldeado. ....	71
Curado.....	72
4.4.4. Ensayos de calidad. ....	72
Medición del bloque.....	73
Ensayo de compresión.....	73
Ensayo de humedad.....	77
Secado. ....	77
Pesado. ....	78
4.4.5. Análisis de Costos.....	78
RECOMENDACIONES .....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88
ANEXOS .....	92
ENCUESTA A DIRIGIDA A PÚBLICO EN GENERAL .....	92
ENCUESTA A DIRIGIDA A INGENIEROS CIVILES .....	93
ENCUESTA A DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

tabla1. Línea De Investigación.....	8
Tabla2.14componentes Químicos De La Fibra De Maguey.....	14
Tabla3. Componentes Mecánicos De La Fibra De Maguey. ....	14
Tabla4 Tipos De Bloques.....	28
Tabla5. Resumen Ensayos Y Resultados Técnicos.....	30
Tabla6. Costos De Materiales (En Pesos Chilenos).....	31

Tabla7. Análisis De Los Resultados En Las Encuestas Dirigidas A Ingenieros Civiles. ....	51
Tabla8. Análisis De Los Resultados En Las Encuestas Dirigidas A Estudiantes De Ingeniería Civil.....	57
Tabla9. Análisis De Los Resultados En Las Encuestas Dirigidas Al Público En General. ....	60
Tabla10. Pesos Del Material A Agregar En El Mortero .....	70
Tabla11. Resultados De La Prueba De Esfuerzo De Compresión En Unidades Pascal, A Los 7 Días De Curado. ....	74
Tabla12. Resultados De La Prueba De Absorción De Humedad En Litros En La Prueba De Esfuerzo Anterior A Los 7 Días De Curado.....	74
Tabla13. Resultados De La Prueba De Esfuerzo De Compresión En Unidades Pascal A Los 14 Días De Curado. ....	75
Tabla14. Resultados De La Prueba De Esfuerzo De Compresión En Unidades Pascal A Los 28 Días De Curado. ....	76
Tabla15. Resultados De La Prueba De Esfuerzo De Compresión En Unidades Pascal A Los 28 Días De Curado. ....	76
Tabla16. Análisis De Precios Unitarios Para El Bloque 1 O Patrón.....	79
Tabla17. Análisis De Precios Unitarios Para El Bloque 2 .....	80
Tabla18. Análisis De Precios Unitarios Para El Bloque 3 .....	81
Tabla19. Análisis De Precios Unitarios Para El Bloque 4 .....	82
Tabla20. Análisis De Precios Unitarios Para El Bloque 5 .....	83
Tabla21. Análisis De Precios Unitarios Para El Bloque 6 .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Participación Del Sector De La Construcción Al 2003. ....	10
Figura2. ¿Reutiliza Algún Material, Producto De Los Desechos Sólidos En Su Obra? .....	11
Figura3. Socialización De Construcción Con Tierra, Madera Y Paja. ....	12
Figura4. Fibra De Maguey Secándose En Tendales. ....	13
Figura5. Tipos De Plástico.....	15
Figura6. Envases De Polietileno Tereftalato.....	19
Figura7. Estructura Química De La Obtención Del Pet Desde Botellas.....	21
Figura8. Fibra De Poliéster .....	22
Figura9. Agave De Maguey .....	24
Figura10. Ensayo De Resistencia Del Mortero A La Tracción. ....	26
Figura11. Bloque De Hormigón.....	28
Figura12. Gráfico 1 Encuesta Ing. Civiles. ....	46
Figura13. Gráfico 2 Encuesta Ing. Civiles. ....	46
Figura14. Gráfico 3 Encuesta Ing. Civiles. ....	47
Figura15. Gráfico 4 Encuesta Ing. Civiles. ....	47
Figura16. Gráfico 5 Encuesta Ing. Civiles. ....	48
Figura17. Gráfico 6 Encuesta Ing. Civiles. ....	48
Figura18. Gráfico 7 Encuesta Ing. Civiles. ....	49
Figura19. Gráfico 8 Encuesta Ing. Civiles. ....	49
Figura20. Gráfico 9 Encuesta Ing. Civiles. ....	50
Figura21. Gráfico 10 Encuesta Ing. Civiles. ....	50
Figura22. Gráfico 1 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	52
Figura23. Gráfico 2 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	52
Figura24. Gráfico 3 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	53
Figura25. Gráfico 4 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	53
Figura26. Gráfico 5 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	54
Figura27. Gráfico 6 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	54
Figura28. Gráfico 7 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	55
Figura29. Gráfico 8 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	55
Figura30. Gráfico 9 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	56

Figura31. Gráfico 10 Encuesta A Estudiantes De Ing. Civil. ....	56
Figura32. Gráfico 1. Construcciones Civiles. Encuesta A Dirigida A Público En General.....	58
Figura33. Gráfico 2. Construcciones Civiles. Encuesta A Dirigida A Público En General.....	58
Figura34. Gráfico 3. Construcciones Civiles. Encuesta A Dirigida A Público En General.....	59
Figura35. Gráfico 4. Construcciones Civiles. Encuesta A Dirigida A Público En General.....	59
Figura36. Gráfico 5. Construcciones Civiles. Encuesta A Dirigida A Público En General.....	60
Figura37. Diagrama De Flujo. ....	63
Figura38. Recolección De Botellas De Plástico Y Presentación Del Triturado. ....	64
Figura39. Proceso De Fundición Del Plástico. ....	65
Figura40. Solidificación Y Triturado Del Pet.....	65
Figura41. Maquinaria Con Rodillos (Trapiche).....	66
Figura42. Proceso De Secado En Tendales.....	67
Figura43. Trenzado Y Almacenamiento De La Fibra De Maguey.....	67
Figura44. Colocación De Las Trenzas De Maguey En Una Balanza. ....	68
Figura45. Proceso De Corte De La Fibra Con Una Longitud De 2-5 Cm.....	68
Figura46. Colocación De Las Disociaciones (Arena Y Agua) En La Mezcladora....	69
Figura47. Colocación De Las Disociaciones (Colocación Del Polietileno) En La Mezcladora.....	69
Figura48. Colocación De Las Disociaciones (Fibra Y Cemento) En La Mezcladora.....	70
Figura49. Colocación De La Mezcla En La Maquinaria. ....	71
Figura50. De La Mezcladora A La Maquina Moldeadora. ....	71
Figura51. Observación Del Bloque Recién Salido De La Máquina. ....	72
Figura52. Al Retiro Del Bloque Ecológico Se Observa El Bloque Listo Para El Curado.        72	
Figura53. Traslado De Bloques Ecológicos Al Laboratorio De Suelo. ....	73
Figura54. Medición (Peso, Masa, Volumen) Del Bloque En Laboratorio. ....	73
Figura55. Ensayo De Compresión. ....	75
Figura56. Colocación De Bloques En Piscina. ....	77

Figura57. Horno Donde Se Colocaron Los Bloques.....	77
Figura58. Se Calcula El Peso Del Bloque, Secado. ....	78

### ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo1. Encuesta A Dirigida A Público En General.....	92
Anexo2. Encuesta A Dirigida A Ingenieros Civiles.....	93
Anexo3. Encuesta A Dirigida A Estudiantes De Ingeniería Civil .....	94

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo versa sobre los estudios previos a la elaboración de un prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey; como alternativa al problema de la construcción de viviendas a bajo costo; se planteó el responder al problema de hacer frente a la destrucción del medio ambiente y a su vez cumpla con las normativas nacionales de elaboración de productos de la construcción con estándares internacionales en la aplicabilidad de insumos ecológicos. Por eso sus objetivos a partir del tema se centran sobre las características mecánicas del polietileno tereftalato (PET) y de la fibra de Maguey; como establecer la obtención de estos materiales, evaluar el costo beneficio de un bloque de hormigón y realizar los ensayos de laboratorio para que se garantice la dosificación pertinente que permita alcanzar un bloque ideal.

El prototipo, por sí mismo, considera materiales amigables con el ambiente a la vez que económico, pero por ser un material desconocido, requiere crear conciencia al público y al profesional constructor sobre la principal característica obtenida, que es la resistencia a la compresión, con alto grado de humedad en el fraguado. De la misma manera que se desarrolla innovadoramente un sector de la construcción que ofrece viviendas a bajo costo, sostenibles en programas de viviendas a corto plazo y bajo los lineamientos de programas sustentables sobre la recuperación del ambiente por el reciclaje de PET y la producción del agave de maguey; ambos crean fuentes de trabajo para sectores populares.

En el primer capítulo, se relaciona el crecimiento poblacional desmedido, con la sobreexplotación de los recursos naturales alimentarios y sobre todo los recursos no renovables que son muy difíciles de recuperar con la contaminación como la principal causa. El aumento desmedido de la contaminación por desechos, sobre todo de los materiales plásticos y los esfuerzos mundiales por detenerla. En esas condiciones, el crecimiento de la pobreza y la injusta distribución de las riquezas, tornan imposible la adquisición de una vivienda a bajo costo. Planteándose entonces el problema de la construcción civil y la incorporación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey en las construcciones civiles ubicadas en la troncal. Se proyecta el estudio de los materiales,

el costo beneficio y los ensayos técnicos para su obtención bajo parámetros de elaboración de productos de construcción nacionales.

El segundo capítulo permite acceder a la teoría aceptada como válida por otros países en el tema de la construcción civil de viviendas a bajo costo pero con agregados orgánicos e inorgánicos; todos estos trabajos conforme las normas y estándares de construcción establecidos en sus países, fueron encontrados en artículos científicos y trabajos de fin de maestría sobre bloques prototipos ecológicos; debiendo diferenciarse de otros por el estudio de las características y propiedades mecánicas del polietileno tereftalato, su acopio a partir del reciclaje y tratamiento de envases de plástico en Ecuador, así como el acopio y tratamiento de la fibra de Maguey, encontrado en forma natural en casi todo sitio del sector sierra, en forma de pencas. Concluyendo que ambos materiales presentan características complementarias para constituirse en el agregado idóneo del bloque, y su uso constituirá fuentes de trabajo. Se hace énfasis en las normas actualizadas para elaboración de materiales de construcción según los estándares nacionales y el marco legal vigente para la protección del consumidor.

El tercer capítulo describe como el método analítico se ha empleado durante la interpretación del contexto a fin de sentar los precedentes del problema y deducir de categorías y variables, los temas y subtemas a desarrollar conceptualmente; plantea la obtención de resultados a partir de la aplicación de encuestas orientadas a recabar la posible demanda entre los profesionales ingenieros civiles, la aceptación de materiales innovadores y la inducción a nuevos estudios de prototipos de bloques ecológicos, que permitan el acceso a viviendas de bajo costo; así como recabar la aceptación de viviendas construidas con este tipo de materiales amigables con el medio ambiente. Los resultados de las encuestas aplicadas son favorables, se concluye que la elaboración del prototipo, permite la oportunidad de fuentes de trabajo, evita la contaminación y es una campaña agresiva por la recuperación del ambiente, es una oportunidad de mejorar la calidad de vida de los adquirientes de una vivienda a bajo costo y que se requiere una gran campaña publicitaria sobre el uso de este bloque; por ello las recomendaciones impulsan la propuesta de elaboración de este prototipo.

La propuesta es el cuarto capítulo, y en él se exponen los aspectos técnicos de la masa del bloque, resistencia, costos y proporciones aplicadas de arena fina que es sustituida por micro gránulos de PET. Se describe los pasos que se cumplieron en la

fabricación del bloque, el tratamiento previo del plástico, su manipulación, hasta convertirla en micro gránulos y la cantidad que puede agregarse al bloque. La fibra por su parte también es sometida a la manipulación y tratamiento desde la penca del maguey, el corte, secado del hilo, trenzado, secado, cortado y sustitución proporcional de esta fibra en lugar de una cierta cantidad de la piedra pómez, que es el agregado grueso. Finalmente se hace un análisis comparativo de los materiales empleados, el costo unitario de producción en comparación con los valores de resistencia mecánica del prototipo.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema

Prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey

### 1.2. Planteamiento del Problema

El aumento desmedido de la población, exige un manejo proporcional del sector alimentario y este a su vez emplea los recipientes de plástico por ser livianos, fáciles de hacer y prácticos para el transporte de alimentos, sobre todo del agua (consumo masivo); Así mismo, se declara que al año se genera más de 400 millones de toneladas métricas en desechos de plástico a nivel mundial, “Gran parte del plástico que producimos, está diseñado para desecharse después de ser utilizado una sola vez” (ONU, 2018). Y este número asciende en el transcurso de cada año, tomando en cuenta que solo el 9 % de los desechos producidos son reciclados en todo el mundo. La mayoría del plástico producido se ubica en Asia, pero Estados Unidos, Japón y la Unión Europea son los primeros fabricantes de envases de plástico por persona. “Solo una pequeña fracción se recicla y alrededor de 13 millones de toneladas de plástico se filtran en nuestros océanos cada año, dañando la biodiversidad, las economías y potencialmente nuestra propia salud” (ONU, 2018). Por ello en la actualidad existe un consenso mundial desde donde se origina la concientización de la población por darle otros usos; en la actualidad existen países que están dando manejo a estos residuos implementándolos como materia prima en el área de la producción y manufactura, lo que se busca probar es que el elemento obtenga características similares o mejores al bloque tradicional, utilizando el plástico como un componente eco-sustentable. Una de estas industrias, es la del área de la construcción. La problemática está en probar que el plástico de reciclaje sea un elemento de características similares o mejores a los materiales tradicionales de la construcción, utilizando el plástico como un componente eco-sustentable.

“...materias primas básicas como el etileno o el propileno que, más tarde en las plantas químicas se utilizan para la producción de otros productos esenciales en la

producción de filmes para la agricultura, bolsas de plástico...” (Castro, 2008). Así, para obtener el envase de una botella de plástico se utiliza tereftalato de polietileno (PET) que se encuentra compuesto por petróleo crudo, gases y aire. Solamente un kilo de PET está compuesto por un 64% de petróleo crudo en el que se extrae el producto químico denominado paraxileno que consecuentemente se oxida al contacto con el aire formando así el ácido tereftálico, 23% de derivados líquidos del gas natural en donde el etileno es un derivado del mismo obteniéndose mediante la oxidación con el aire para formar etilenglicol, y un 13% de aire.

El PET es un material que está siendo reciclado debido a que como desventaja al usar este tipo de materia prima es su tardía degradación, llega a tardar hasta mil años en descomponerse solamente una botella de PET dependiendo su espesor, y debido a su alta demanda a nivel mundial pone en riesgo al planeta, porque al llegar al mar, por ejemplo, “Se fragmentan lentamente en trozos más pequeños hasta convertirse en micro plásticos...si son ingeridos por los peces pueden ingresar a nuestra cadena alimenticia” (ONU, 2018). Y esta falta de información hace que se actúe inconscientemente con el manejo del plástico.

En cuanto a la Fibra de Maguey es un derivado de la penca o más conocido como Maguey, endémico en las zonas andinas; precede de varios usos, y uno de ellos es el licor en la cual tiene varios ciclos tales como la obtención del agave, que consiste en la separación del tallo de sus hojas, cuyas hojas antes eran reutilizadas como calzado y sogas caracterizadas por tener una buena resistencia y de índole áspera, hoy en día ese aprovechamiento de la fibra del maguey es muy poco común por lo que da paso a nuevos métodos de optimizar este valioso material.

### **1.3. Formulación del Problema**

¿De qué manera contribuirá al sector de la construcción la incorporación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey en las construcciones civiles ubicadas en la troncal?

#### **1.4. Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son las características mecánicas del polietileno tereftalato (PET) y de la Fibra de Maguey en el prototipo de bloque ecológico de hormigón, que se emplea reciclado para la construcción?
- ¿De dónde se obtiene el polietileno tereftalato (PET) y la Fibra de Maguey para elaborar el prototipo?
- ¿Cuánto sería el costo beneficio del bloque de hormigón que utiliza como materiales la Piedra PET y Fibra de Maguey?
- ¿Se logrará mejorar las propiedades mecánicas de un bloque convencional con el bloque propuesto?

#### **1.5. Objetivo General**

Elaborar prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey en las construcciones civiles ubicadas en la troncal

#### **1.6. Objetivos Específicos**

- Identificar las características mecánicas del polietileno tereftalato (PET) y de la Fibra de Maguey en el prototipo de bloque ecológico de hormigón, a fin de garantizar su empleo como materias primas.
- Establecer la obtención del polietileno tereftalato (PET) y la Fibra de Maguey, para elaboración del prototipo.
- Evaluar el costo beneficio del bloque de hormigón, para que se utilice el prototipo con las dosificaciones ideales de la Piedra PET y Fibra de Maguey.
- Proponer mediante ensayos de laboratorio las mejores propiedades mecánicas de un bloque prototipo para la construcción.

#### **1.7. Justificación**

La producción de plásticos aumenta desproporcionadamente según la demanda y los desechos que se producen en el mejor de los casos no alcanza a reciclarse en la misma proporción en que estos se demandan; “Se calcula que alrededor de un 70% de los desechos terminan en el lecho marino, aproximadamente el 15% se distribuye en la columna de agua y el otro 15% acaba en costas y playas” (Socas, 2018). La

contaminación es tan grave como la falta de alimentos; ya que se demuestra que los plásticos demoran en degradarse al menos unos mil años.

Este proyecto tiene como finalidad adicionar una alternativa en el ámbito de la construcción, a partir de un nuevo bloque conformado por Piedra de polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey, que cumpla con las normativas ecuatorianas de construcción para un bloque de mampostería, a la vez que genere fuentes de empleo y viviendas baratas, como alternativa del sector de la construcción a la matriz productiva del Ecuador y que cubra las expectativas sobre defensa del medio ambiente por el reciclaje de plástico a la vez que genere la producción técnica de agave de maguey enriqueciendo el sector agrícola con un producto que genere comercio. Un indicador de este trabajo teniendo en cuenta que los desechos provocados como consecuencia del consumo diario de cualquier producto siguen aumentando paulatinamente, es fomentar la reutilización de materiales que previamente considerados como desperdicios tales como lo es la fibra de maguey, que es una materia prima ecológica y renovable, y el PET que anualmente genera millones de toneladas en desechos, muy común en este medio con altos índices de reciclaje y contaminación, por lo tanto se asegura la obtención y producción de esta materia prima.

Este trabajo de investigación indica que existen más vías de utilizar materiales reciclados con propiedades mecánicas aceptables en el mercado, beneficiando no solamente al medio ambiente sino a las futuras generaciones que dependen de las acciones que se toman hoy en día en el sector de la construcción y el sector de la producción agrícola.

## **1.8. Delimitación del Problema**

**Campo:** Educación Superior Pregrado

**Área:** Ingeniería Civil

**Aspecto:** Investigación Experimental

**Tema:** Prototipo de bloque ecológico a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey

**Delimitación espacial:** La Troncal

**Delimitación temporal:** Seis meses

### 1.9. Hipótesis o Idea a Defender

El bloque elaborado con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey con propiedades físicas y mecánicas, cumplen con la normativa INEN de la construcción.

#### **Variable dependiente**

Prototipo de bloque ecológico.

#### **Variable independiente**

Elaboración de un bloque a base de piedra polietileno tereftalato (PET) y fibra de maguey

### 1.10. Línea de Investigación Institucional/Facultad.

#### **Tabla1.**

*Línea de investigación.*

<b>LÍNEA DE INVESTIGACION</b>		
<b>ULVR</b>	<b>FIIC</b>	<b>Sub línea</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología y construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energía renovables	Materiales de construcción	Materiales innovadores en la construcción

**Fuente:** Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2020)

**Elaborado por:** Macancela- Vinueza (2020).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco Teórico

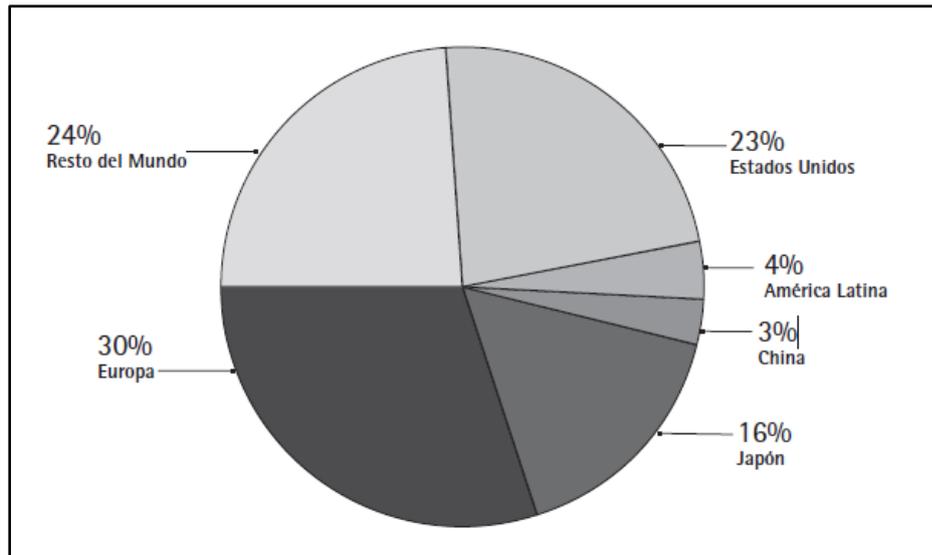
##### 2.1.1. Antecedentes.

El sector de la construcción

“Las mayores expectativas de crecimiento se vislumbran en la realización de obras viales y de construcción de viviendas” (Ruggirello, 2011). Sin embargo la escasa inversión y la dificultad de préstamos para vivienda, orientan la obra pública hacia el mantenimiento y reconstrucción de obras viales; creando un escenario difícil para la mano de obra dedicada a la vivienda y el sector de la construcción, por la dependencia del sector informal y las pequeña empresas proveedoras de material. Pero las alternativas que se presentan en la calidad de materiales para la construcción y los bajos costos, forman una propuesta fiable para la inversión en construcción de viviendas, para toda la cadena de dependencia y las expectativas de innovación en materiales de construcción amigables con el medio ambiente.

¿La actual explotación de recursos naturales pétreos en beneficio del sector de la construcción, permiten la recuperación del medio ambiente? El empleo de materiales eco amigables para vivienda, abaratan los costos de construcción y favorecen las expectativas de crecimiento y desarrollo, por el efecto multiplicador de la economía en el país.

Cualquiera no puede ser obrero de la construcción, porque se requieren ciertas destrezas de resistencia al trabajo físico, sentido común a la interpretación de las órdenes del maestro albañil y su realización; “...el trabajo en la construcción es tradicionalmente un punto de entrada al mercado laboral para los trabajadores migrantes del campo” (Ruggirello, 2011). Las destrezas físicas de la mano de obra para la construcción son compatibles a las tradicionales destrezas requeridas en la agricultura, por eso es sencillo convertir a un agricultor en constructor; pero el problema subsiste por el empleo de maquinarias, componentes prefabricados y herramientas que sustituyen mucha mano de obra, causando disminución de las fuentes de empleo.

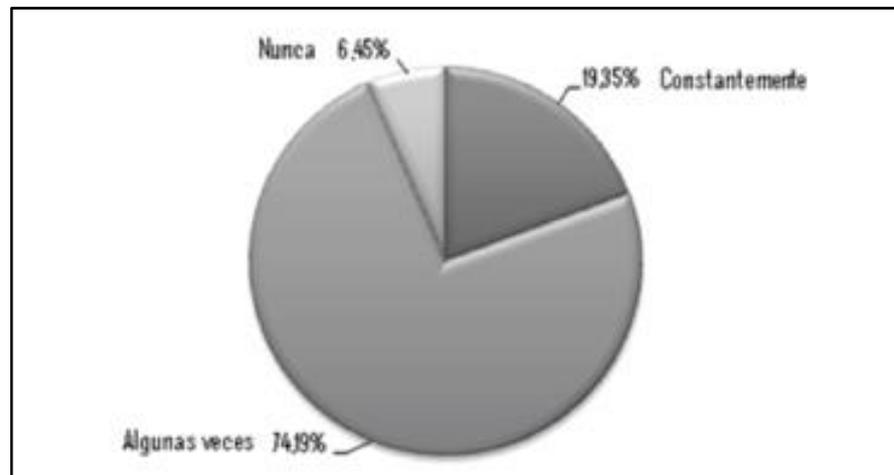


**Figura 1.** Participación del sector de la construcción al 2003.  
**Fuente:** (Ruggirello, 2011).

Esta realidad se agrava con la organización de empresas constructoras, que monopolizan el mercado de construcción y laboral; disminuyendo las posibilidades de fuentes de trabajo a recursos humanos con escasa preparación y bajos niveles académicos, como para desempeñarse en otras actividades. Sin embargo, se reconoce que los países considerados como de alto ingreso 77% tienen una producción de gran escala y su tasa de empleo es del 26% del empleo total, no así los países considerados de bajo ingreso, que tienen muy escasa producción y la tasa de empleo es del 74%; tomado de (Ruggirello, 2011). ¿Si los costos de construcción disminuyen, aumentarán las fuentes de empleo? La activación de créditos a largo plazo, blandos y de fácil acceso, permitirá el acceso a la construcción de viviendas a quienes poseen pequeñas parcelas de tierra, si emplean material eco amigable a bajo costo, aumentarán la necesidad de mano de obra y se convertirán en fuente de empleo.

La venta de materiales para construcción que corresponden a minerales no metálicos como los ladrillos comunes y los elaborados en máquinas, comparten con los artículos de cemento y fibrocemento; estos últimos, materiales que resultan en las innovaciones que buscan favorecer los precios, satisfacer la demanda, generar pautas y estándares de calidad y alcanzar políticas internacionales de cuidado del medio ambiente; porque “La construcción, además de ser indispensable para el desarrollo de la sociedad, es también uno de los principales responsables de la generación de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso considerable de energía” (Acevedo&Vasquez&Ramírez, 2012). Los parámetros de mejoramiento en los

niveles de vida, se miden entre otras formas, por la calidad de construcciones, en especial las dedicadas a satisfacer las necesidades de los sectores económicos bajos y medio bajos; además con el valor agregado de construcciones amigables con el entorno, que se orientan a la defensa del medio ambiente. ¿El empleo de materiales reciclables debe crear expectativas en el sector de la construcción?



**Figura2.** ¿Reutiliza algún material, producto de los desechos sólidos en su obra?  
**Fuente:** (Acevedo&Vasquez&Ramírez, 2012)

La incorporación de un nuevo bloque de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, tiene una proyección sostenible no solo por los bajos costos y el acceso sustentable de la fibra, sino por ser un material ideal para la construcción que requiere de alta resistencia y bajo peso, como el que se emplea en los pisos altos de las construcciones de más de dos pisos. El empleo de este material, en particular no requiere de la preparación del obrero de la construcción para que pueda optimizar tiempos, calidad de mano de obra, y manipulación adecuada de los bloques; el arquitecto y el ingeniero dedicado a la construcción de obras civiles, pueden aplicar constantemente este tipo de material que cubre los estándares de calidad de resistencia, costos y que se proyecta a alcanzar los estándares internacionales sobre propuestas de construcción amigables con el entorno. Las empresas constructoras, abaratarían los costos de construcción y las financieras podrían generar créditos blandos a largo plazo; mucho depende de la forma como se divulguen las cualidades de este bloque. Parafraseado en (Aramburu, 2014).



**Figura3.** Socialización de construcción con tierra, madera y paja.  
**Fuente:** (Aramburu, 2014).

Se requiere de un programa de lanzamiento en base a marketing publicitario, dirigido a las compañías o empresas constructoras, sindicatos de obreros de la construcción, cooperativas de crédito y financieras; de modo que el producto tenga un asidero en las preferencias de obras con proyecciones a la defensa del medio ambiente. Por otro lado, es necesario que los estudiantes de ingeniería civil, arquitectura y técnicos de la construcción, realicen sus prácticas con el empleo de bloques de este tipo y lo difundan como una alternativa valiosa a bajo costo, de modo que las universidades no sean exclusivamente transmisores de conocimiento sino centros de formación científica y humanística emparentada con los derechos a un medio ambiente sustentable. Es obvio que la docencia tendrá un aliado pedagógico en los proyectos de investigación cuyo principal objetivo es la búsqueda de alternativas en la edificación de modernas instalaciones con estructuras de bloques de fibra de Maguey, en función del impacto producido por la presencia de este material y la calidad de la obra de construcción civil propuesta. Parafraseado en (Aramburu, 2014).

Los estudios sobre bloques elaborados con morteros a base de fibras orgánicas y otros materiales que sustituyen la arena fina y la piedra pómez, todavía son incompletos; en muchos países que se encuentran desarrollando proyectos de ingeniería de la construcción de viviendas de bajo costo, avalados por sus gobiernos,

o por iniciativa de las entidades de profesionales de la construcción, se reconoce que las fibras no procesadas como la madera, la caña de azúcar y la fibra de maguey, permiten en concreto la fabricación de viviendas. Sin embargo los resultados diferencian el uso de estos materiales como aditamentos, en la poca durabilidad de los mismos. Por esa razón se han aplicado tratamientos para aumentar la durabilidad del bloque en función de estos materiales sustitutivos del mortero normal, concluyendo que, de todas maneras al emplear refuerzos es preferible emplear la fibras cortas de maguey, en razón de que ayudan a elevar el nivel de resistencia a la compresión y permiten un fraguado con alto índice de humedad. Parafraseado en: (Mallaupoma G. , 2019, pág. 20). El alto índice de humedad con la que puede trabajar, es por la naturaleza de su fisiología para la captación del agua en su medio natural, con la que junto al cemento hacen la masa ideal en el mortero.



**Figura4.** Fibra de Maguey secándose en tendales.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021).

La inseguridad en el uso de la fibra de maguey como material agregado al mortero, referido a la presencia de insectos hongos y bacterias, fue dejado de lado porque a medida que se elaboraron bloques de concreto con agregados de residuos orgánicos, específicamente con fibras de maguey, se reconocieron dos características de este elemento: la eliminación negativa de la presencia de estos organismos propios de este vegetal, por el contacto con el cemento o con derivados de arcilla; y la protección contra agentes externos por el contenido de hemicelulosa y lignina. Además, la resistencia del bloque aumenta cuando se emplea fibra de maguey en el mortero, en proporciones adecuadas y en el tamaño del hilo de la fibra; esto permite alcanzar estándares de calidad. Parafraseado en (Mallaupoma G. , 2019, pág. 44).

**Tabla2.*****Componentes químicos de la fibra de Maguey.***

<b>COMPONENTES</b>	<b>CONTENIDO (%)</b>
Cenizas	0.70%
Resinas, ceras y grasas	1.90%
Pentosas	10.50%-17.70%
Celulosa	62.7%-73.80%
Lignina	11.30%-15.50%

**Fuente:** (Mallaupoma G. , 2019)

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

**Tabla3.*****Componentes mecánicos de la fibra de Maguey.***

<b>TIPOS DE RESISTENCIA</b>	<b>CUANTIFICACIÓN</b>
Resistencia a la tracción	305 MPa (311.00 Kg/cm <sup>2</sup> )
Resistencia al corte	112MPa (1142.00 Kg/cm <sup>2</sup> )
Módulo de elasticidad	7.50 Mpa (76.50 Kg/cm <sup>2</sup> )
Densidad	1.30 g/cm <sup>3</sup>

**Fuente:** (Mallaupoma G. , 2019)

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

La implementación de la fibra como complemento en el concreto que forma la estructura de un bloque, ayuda a mitigar el agrietamiento por asentamiento plástico, debido a que la fibra restringe el movimiento; este asentamiento plástico se produce en las primeras horas del vaciado del concreto; de manera similar el agrietamiento por contracción plástica en el concreto es causado por la pérdida de volumen de agua, esto se presenta cuando el hormigón comienza el proceso de fraguado que origina esfuerzos que sobrepasan la capacidad de deformación del concreto, por lo cual, la fibra permite atenuar la magnitud del esfuerzo inducido. (Mallaupoma G. , 2019). Junto a la elasticidad por el trabajo que aporta el granulo de PET, hacen una masa ideal en la fabricación de bloques de este tipo.

El plástico de polietileno tereftalato (PET) es un derivado del petróleo, frecuentemente utilizado por ser un material de poca degradación al contacto con el ambiente, caracterizado por poseer buenas propiedades tanto físicas como químicas, con muy baja absorción de humedad y de bajo presupuesto en comparación con otros materiales, por lo que se convierte en un material 100% desechable con un alto índice de consumo. (Vargas&Cabezas, 2019).

La producción masiva de estos materiales plásticos, y su escaso reciclaje, lo convierten en un grave problema local y mundial; se espera que, con el impulso de muchos proyectos de reciclaje y empleo de plástico desechado en la producción de otros artículos, se reduzca poco a poco la contaminación ambiental desde este enfoque.



**Figura5.** Tipos de plástico  
**Fuente:** (Vargas&Cabezas, 2019)

### 2.1.2. Marco referencial.

Nos indica (Becerra, 2019); autor peruano de la tesis titulada “Reciclado de residuos plásticos de polietileno tereftalato (PET) en dosificación de mezclas de concreto para mitigar su impacto ambiental en la ciudad de Tacna” especifica que con una dosificación del 8%, 10% y 12% de PET es posible cumplir con las exigencias de la norma peruana RNE; y a su vez indica que a mayor rango de PET en la mezcla, menor la resistencia a compresión del bloque. El objetivo de este trabajo es: “...demostrar que es factible la sustitución de un porcentaje en los agregados de mezclas de concreto con residuos plásticos PET, con el propósito de mitigar los impactos negativos de dichos residuos en el medio ambiente de Tacna” Se demostró la hipótesis sobre “el uso de mezclas en concretos con el uso adicional de residuos plásticos PET, aptos para mampuestos utilizados en construcción, mitigando con ello su impacto ambiental negativo, y según un nivel gestión municipal acertado” Se concluye que el empleo de bloques amigables con el ambiente, permiten el manejo de los desechos reciclables de plástico como una alternativa del municipio para impedir la contaminación y abaratar los costos de viviendas. Sin embargo se debe cuidar que las pruebas de esfuerzo mecánico a que son sometidos sean las mínimas, de modo que se cubran las normas de seguridad, planteadas por los derechos del consumidor sobre

los productos de calidad y las especificaciones técnicas de construcción y las normas comerciales en función del derecho del consumidor.

(Reyna C. , 2016), autor peruano nos indica en su tesis titulada “Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico, para la construcción de viviendas de bajo costo” quien expresa que los materiales de fibra vegetal, papel y el plástico PET son óptimos como materia prima en la fabricación de un concreto ecológico dedicado a la construcción. Su objetivo fue: “...determinar los resultados de reutilizar los residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo” Los resultados dejaron en claro, que estos materiales si se pueden reutilizar, dado que se comprobó por medio de ensayo de compresión y se determinó que sin ser tan perjudicial en la resistencia de compresión del hormigón, son óptimos en el abaratamiento de las viviendas. Aplicando las normativas de construcción Norma Técnica Peruana 339.033 y los estándares internacionales de gestión de calidad ASTM C39, los programas de construcción de viviendas a bajo costo, permiten un mínimo aumento de la calidad de vida de sus habitantes.

Según (León&Anabé, 2018) autor peruano en la tesis titulada “Comparación técnica entre el concreto reforzado con fibras naturales y el concreto convencional” indica que con un 0.3 % y con longitudes de 1.5” de fibra de maguey da resultados positivos al momento de realizar los ensayos de compresión y tracción al cilindro de hormigón. Su objetivo fue: “conocer el uso de las fibras naturales de la planta conocida como Penca” y complementariamente experimentar con un concreto reforzado empleado como “material para la construcción” “...y de ese modo pueda obtener un mejor comportamiento a las cargas que se le aplicarán” Los logros obtenidos fueron: “buena resistencia referente a los ensayos de compresión, tracción y flexión” La fibras naturales le dan flexibilidad y resistencia a la torsión, el mortero con fibras y cemento les da resistencia a la compresión. Lo que lo hace un concreto aplicable y a bajo costo.

Según (Rodas&Ordóñez, 2016), autores ecuatorianos de la tesis titulada “Desarrollo tecnológico, investigativo y experimental de eco bloques de hormigón en base a vidrio y polietileno de tereftalato (PET) reciclado, como alternativa sustentable

al bloque tradicional” se menciona que los bloques propuestos tuvieron una buena respuesta en los ensayos de compresión y flexión, y a su vez cumpliendo con la normativa INEN NTE. El objetivo planteado fue: “Desarrollar lo tecnológico, investigativo y experimental de eco bloques de hormigón en base a vidrio y polietileno de tereftalato (PET) reciclado, para que se garantice como alternativa sustentable al bloque tradicional” de modo que la sustitución de moléculas de vidrio y gránulos de plástico reciclados, por la parte proporcional de la arena fina, proporcionó una mezcla perfecta; de forma que su permeabilidad, densidad y resistencia fueron comprobadas como idóneas para el tipo de bloque deseado. Por unidad el bloque es más barato por el empleo de vidrio y plástico de reciclajes, con un tratamiento y producción industrial de materia prima para la producción de bloques, relativamente a bajo costo y la manipulación de elementos de desecho que al reciclarse aportan a la sustentabilidad del ambiente con un bloque no tradicional.

Según (Gómez&Guzmán, 2019) autores ecuatorianos de la tesis titulada “comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066” expresa que se obtuvo un mejoramiento de manera exponencial en las propiedades tanto físicas como mecánicas en comparación con el bloque tradicional, por ende catalogando al bloque de PET como un bloque tipo clase B y clase C según la normativa INEN 3066. Su objetivo permitió que se determinen las propiedades físicas de compresión, torsión, flexibilidad y estiramiento, es decir las propiedades mecánicas de los bloques de prueba o de pilotaje; con los fabricados con el material polietileno-tereftalato (PET), al comparar con las propiedades del bloque tradicional fabricado mediante la norma NTE INEN 3066; se llegó a la conclusión de que este tipo de bloques lleva mucha ventaja en lo económico y su aplicabilidad, si se emplean las proporciones adecuadas para sustituir estos materiales.

Según (Avila, 2019), autor ecuatoriano de la tesis “propuesta de un panel prefabricado no portante de agregado de fibras de plástico reciclado tipo PET” menciona que el Polietileno se consideró primordial para el refuerzo del hormigón, y se lo agregó en proporciones altas; esto dificultó los resultados por la manipulación del conjunto hormigón-PET; y dado que los resultados de resistencia mecánica fueron positivos para un solo tipo de panel con menor proporción sustitutiva de PET; la experimentación fue necesaria para disminuir la proporción del PET en los demás

paneles. Por ende, se experimentó un mejoramiento de las cualidades con una adición del 1 al 3 por ciento de PET. El objetivo principal fue "...aplicar una mayor cantidad de plástico y poder obtener resultados mecánicos óptimos" Y por eso es que el trabajo fue experimental casi en su totalidad, construyendo muchos paneles para compararlos con un panel patrón. El costo del panel se abarata, pero como falla en su estructura y no cubre las expectativas de la norma de construcción, debe construirse un solo tipo de panel cuyas especificaciones permiten su aplicación, bajo las condiciones para las que se pueden emplear paneles prefabricados.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Polietileno tereftalato (PET)**

El polietileno tereftalato (PET) es un material caracterizado por su gran ligereza, resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, es 100% reciclable y se identifica con el número uno, o las siglas PET, rodeado por tres flechas en el fondo de los envases fabricados con este material, según el sistema de identificación SPI. Tiene posibilidad de ser reutilizable; un polímero termoplástico de industriales, el 70% de todas las fibras sintéticas son de PET y se emplean para fabricar cuerda para llantas, diversos artículos de piel y textiles, pero sobre todo en envases para la industria alimenticia. (Suasnavas, 2017).

Por ser derivado del petróleo, el plástico se forma: "...mediante la reacción química del ácido tereftálico (PTA) y el etilenglicol (EG), cuyo residuo es agua, o a su vez; mediante la reacción química del Dimetil tereftalato (DMT) con el etilenglicol (EG), cuyo residuo es metanol" (Ballesteros, 2015). El método es el de esterificación en el primer proceso y poli condensación en la última parte. Una vez obtenido, se lo emplea de múltiples formas y llegado el caso se lo desecha; su versatilidad hace que sea empleado para productos envasados en alimentos, juguetes y otros artefactos. Por estas características la producción masiva de artículos plásticos, ha aumentado considerablemente la contaminación del medio ambiente, convirtiéndolo en un problema político económico mundial.



**Figura6.** Envases de polietileno tereftalato  
**Fuente:** (Reyna C. , 2016)

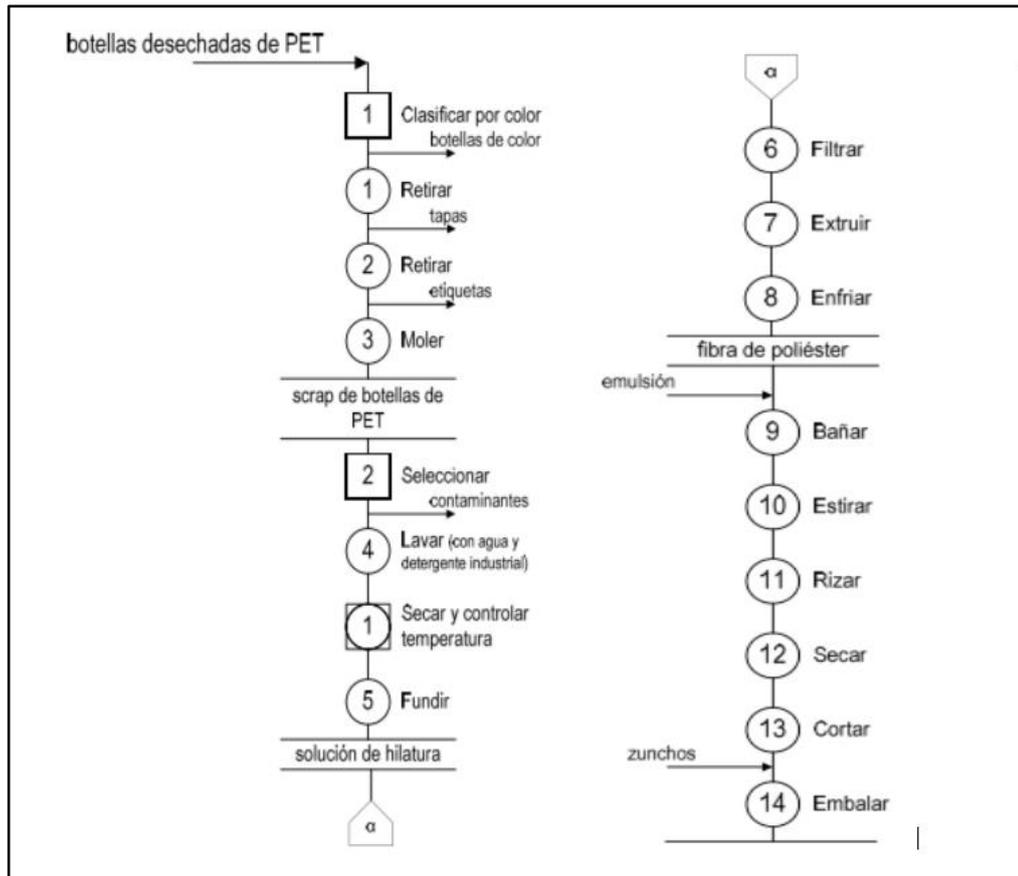
***¿Se produce el desecho del polietileno tereftalato (PET)?.***

Un bloque PET es ideal, según Daniel Segura (2007). Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. Disponible en: <https://www.researchgate.net>; es aquel que a más de prestar una función de construcción posee una función como valor agregado “...una gran cantidad de basura, incluyendo los plásticos, es desechada en barrancas, ríos, calles, etc. Algunas estimaciones hablan hasta de un 30%. En México se estima que de los plásticos que son desechados se colecta únicamente el 12%” Encontrado en (Miranda&Doumet&Durán, 2018). Crea fuentes de trabajo por la recolección de desechos de plástico como mano de obra no calificada en el que se insertan millares de “unidades” de recolección, centros de acopio que pagan a los recolectores y venden a los reprocesadores quienes generan la materia prima limpia de desechos orgánicos, seleccionada en plásticos del tipo polietileno tereftalato termoplástico, clasificada para la reutilización en nuevos materiales de plástico reciclado y en especial para la construcción de bloques con polímeros que serán empleados por la conservación de construcciones tradicionales, pero que presentan características sismo resistentes. Su maniobrabilidad durante la mezcla, la combinación con el agua y el cemento permiten conseguir una pasta que junto a la fibra de maguey y al ripio, formen una sólida estructura que supere las pruebas físicas estandarizadas.

### *Proceso de conversión de botellas PET a fibra corta de poliéster.*

Una vez recogidas las botellas de reciclaje, se clasifican por color, se retiran tapas y propagandas y se compactan en pacas, las que pasan por un proceso de triturado en pequeñas escamas, se lavan, se almacenan y se secan, pasan a fundirse en pequeños gránulos. Cuando se requiere materia prima, los gránulos se funden, se filtran y pasan por una caja de hilados para dar forma a los filamentos que se enfrían y endurecen al ser enfriados con aire soplado. Posteriormente son estirados y se recopilan en paquetes; su estiramiento en fibras, permite rizarlos para que puedan ser más resistentes a las pruebas físicas, así como: a la abrasión, al desgaste, la absorción de humedad, puedan admitir colorantes, más elásticos y toman el volumen necesario con lo cual tienen facilidad para cortar fibras a una misma medida conforme la necesidad de establecer rigidez y dureza; por ello deben ser convertidas en granulados o moléculas de 5mm o menos, para servir de manera óptima a la mezcla, ya que al sustituir a la arena fina, conservarán las mismas propiedades mecánicas que esta última, entre maniobrabilidad, elasticidad, resistencia de compresión. Parafraseado en (Ballesteros, 2015).

Es importante que su manipulación para darle forma, sea por una sola vez mientras tiene temperaturas altas y después del secado y fundido, para que al sometidos a extrusión, sea empujado o jalado para que pase por el aparato que le da forma de hilado con el ancho y el largo deseado.



**Figura7.** Estructura Química de la Obtención del PET desde botellas  
**Fuente:** (Ballesteros, 2015).

### *Aplicaciones industriales del polietileno tereftalato.*

La explotación de los recursos naturales merma el equilibrio del medio ambiente y el desarrollo de la sociedad impulsa una sobreexplotación de ellos; de modo que es necesaria la innovación de materiales y el reciclaje para disminuir esta acción negligente para la recuperación del entorno donde vive el hombre. La combinación de diferentes tipos de materiales, permite la innovación de nuevas estructuras, con mejores propiedades dedicadas a la construcción; así el cemento, la arena, el agua y la grava forman la base o la matriz, al cual se agregan refuerzos como el hierro, fibras o láminas que hacen más rígido, o flexible, o elástico el bloque, la viga o la construcción donde se aplica el material. “En la actualidad, la utilización de nuevos materiales ha permitido grandes avances en diferentes sectores industriales” Parfraseado en (Dávila&Galeas&Guerrero&Pontón&Rosas&Sotomayor&Valdivieso, 2011). La producción automatizada de estos materiales, permite la satisfacción de requerimientos de diferentes sectores dependientes; lo que constituye un aporte a la economía y al desarrollo de la matriz productiva, así como un avance en el desarrollo

de la tecnología empleada en su fabricación, ya que el empleo de polímeros o específicamente del polietileno tereftalato, caracterizado por una composición química definida, puede controlarse tecnológicamente durante el procesamiento.

### *Las fibras sintéticas.*

“Los pavimentos de hormigón son estructuras propensas a la fisuración. El uso de fibras aparece como una de las mejores alternativas técnico-económicas para mejorar el comportamiento del hormigón”

(Míguez&González&Violini&Pappalardi&Zervino, 2013).



**Figura8.** Fibra de Poliéster  
**Fuente:** (Ballesteros, 2015).

La rigidez de las superficies de hormigón y su exposición a las presiones o esfuerzos, terminan por resquebrajarlas; por ello es el refuerzo generalmente de acero; pero el empleo de fibras sintéticas, les da flexibilidad, resistencia, permite durabilidad y economía. El acopio de la fibra sintética, es similar al del PET, porque es parte de los materiales de desecho en fábricas textiles y de confecciones de ropa; también se la encuentra como desecho de otros materiales. A pesar de ser diferente su procedencia en relación a la fibra de maguey que es artificial, (proviene de la celulosa o proteína), sin embargo su empleo en la construcción de bloques es similar, con la ventaja de que puede ser clasificada no solo por su peso y dimensión, sino por su manipulación en medidas micrométricas y su estabilidad; aunque en algunos casos su

empleo depende del tipo de bloque que se desea construir, porque está destinado a un uso específico, lo que obliga a clasificar la fibra a fin de que alcancen los requerimientos para ser parte del bloque, tales como: disgregación de las fibras, en el porcentaje y peso que permita cubrir con las pruebas físicas de resistencia y absorción de humedad, cortes y presiones de diferentes tipos, que se hacen frente al bloque patrón. Parafraseado en (Ballesteros, 2015).

### ***El polietileno tereftalato (PET) en el bloque.***

El cemento y el agua como catalizador, reaccionan con propiedad de adherencia y cohesión, formando una pasta, si se agrega arena fina a la pasta se forma el mortero y si al mortero se le agrega ripio o arena gruesa, se forma el hormigón; cuando una parte proporcional de la arena fina se sustituye por polietileno de tereftalato, se forma el bloque de hormigón PET. Se deduce que se requerirá de una gran cantidad de este material para sustentar un proyecto de producción de bloques de este tipo, lo que se puede lograr porque el granulado molecular que sustituye en parte a la arena fina, proviene del procesamiento industrial de las botellas y recipientes de plástico que son desechadas y tiradas por doquier, lo que presenta una solución sostenible al gravísimo problema de contaminación a nivel local y mundial; si agregamos a este bloque la fibra de Maguey, los estudios indican que tanto el material es idóneo para el sector de la construcción, como para la economía del país. Parafraseado de (Chacón&Lema, 2012).

### **2.2.2. Maguey**

El maguey es una planta suculenta de origen mexicano con la que se obtienen diversos productos tales como el pulque, bebida embriagante de gran arraigo en nuestro país, Ecuador; una especie de papel o película que se extrae de las pencas para formar hojas lo suficientemente fuertes para contener un platillo tradicional mexicano llamado mixiote, y también se obtiene forraje de dichas pencas para alimentar animales. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2017). Su nombre científico: *Agave* sp. Familia: Asparagáceas (*Asparagaceae*), antes incluidas en las agaváceas (*Agavaceae* y éstas, a su vez, en las Liliáceas (*Liliaceae*). Obtenido de (Fundación Wikimedia, Inc.), encontrado en (Condori&Solano, 2019). En cuanto a su aplicación en la fabricación de bloques, a partir de la extracción de las fibras de las

pencas, les da resistencia a la flexión (elasticidad), a la compresión (impide espacios vacíos), “Mantiene unida la masa cementante y hace que no se fisure, cuando la masas sufra expansión y contracción por cambios de temperatura” (Condori&Solano, 2019).



**Figura9.** Agave de Maguey  
**Fuente:** (Condori&Solano, 2019).

Los agaves requieren de un clima fresco y seco, como el de la entrada a las regiones de la sierra con alturas entre 1500 y 2000 m.s.n.m. Las carreteras y caminos que conducen a la sierra o al páramo, tienen las tierras arcillosas, permeables y ricas en hierro, que es el medio ideal para la reproducción y crecimiento de las pencas; si acaso el deseo es el de producir esta planta con fines de producción de alcohol, fibras de agave u otros usos, se considera que su reproducción es sencilla, por semilla, bulbillo o rizomas (hijuelos producidos anualmente junto a la base). Existen en cantidades abundantes en casi todas partes de la región de la sierra ecuatoriana y de los que se aprovecha su hoja en este caso para obtener la fibra como materia prima para elaborar bloques de concreto junto al PET; esta hoja tiene forma alargada y debe ser cortada muy cerca de la base del tallo unas dos o tres veces al año, cuando está madura, (es larga y forma un ángulo de más de 40 grados con el eje vertical del tallo), es casi horizontal. Parafraseado en (Condori&Solano, 2019).

### ***Aplicación de la Fibra de maguey.***

Una vez que se obtiene la fibra de maguey, se corta en filetes para luego secarla y proceder a sacar las fibras en forma de hilos de 30 a 50 centímetros de largo y 0,35 milímetros de diámetro (grosor). Según los estudios de: (Sánchez, 2019), puede absorber humedad hasta en un 70% en 24 horas, e intercambiarla según su exposición a ella; resiste una tensión de 552 MPa; posee una elasticidad de 21 GPa, y un comportamiento posterior al agrietamiento si el volumen de la masa en fibra es mayor al 7% y soportan una flexión normal. Tomado de Ibidem (Sánchez, 2019). Estas características de resistencia y humidificación, la hacen ideal para el manejo o manipulación durante la construcción de bloques de concreto. Se recuerda el empleo de esta fibra con fines medicinales y para la obtención del alcohol en su variedad cercana, apetecida sobre todo para la producción de tequila.

### ***¿Se produce el desecho de la Fibra de Maguey?.***

El crecimiento desordenado y la falta de conocimientos sobre las características y cualidades del Maguey, no han permitido la explotación con fines comerciales de esta planta; crece en el páramo, en los caminos de herradura, junto a riachuelos o a la vera del camino y en algunos casos ha servido de sostén y base en los filos o bordes de las vías en la sierra a modo de respaldo para el tránsito vehicular y en otras como adorno u ornamentación. Se deja de utilizarlo en la preparación de bebidas frescas, empleo como alimento de animales y preparación de medicinas tradicionales; por supuesto, del desecho se realiza la extracción de la fibra para la aplicación en bloques de hormigón. Para asegurar la supervivencia de esta especie, existen viveros y proyectos de control de la población con fines de explotación in vitro. Sin embargo “no existen procedimientos de propagación masiva disponibles a pesar de su alto interés económico” Parafraseado en (Criollo&Benítez&Morillo, 2011).

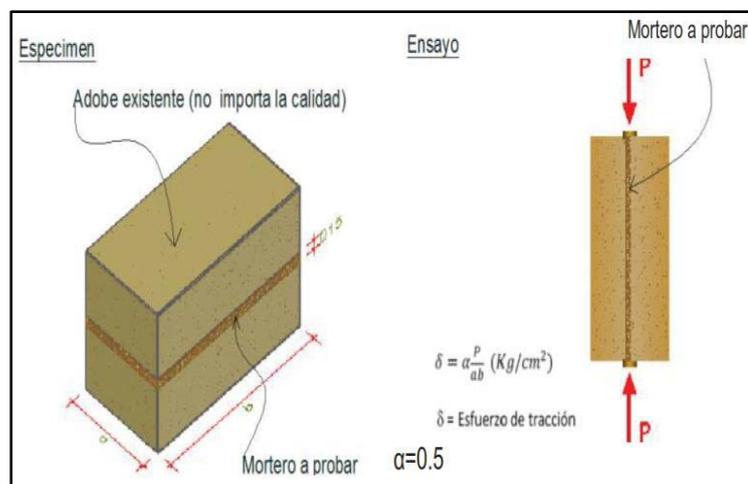
### ***Influencia de la adición de fibra de maguey en la resistencia del concreto.***

La fibra de maguey que sustituye en parte al ripio, puestas en porcentaje de 1% del peso del agregado grueso o ripio, se fraguaron en bloques formales; a los siete días fueron sometidos a la prueba de resistencia de compresión y alcanzaron un valor de 94,13 kg/cm<sup>2</sup> muy por debajo del valor estándar para bloques normales o sea el bloque patrón o de prueba que es 134,4 kg/cm<sup>2</sup> el autor de la investigación aduce que

existieron diferentes variables que no se consideraron, entre ellos, el concreto y la falta de homogeneidad de las fibras, el largo de las fibras, el grueso. Para los otros efectos mecánicos no se sometieron a pruebas, tampoco se realizaron pruebas a los 14 y 21 días. Parafraseado en (Quico-Thea, 2019).

***Influencia de la fibra de maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe.***

La elaboración de ladrillos de adobe empleando fibras de maguey, presenta características amigables con el empleo que se destina para este material; por tanto en un total de más del 80% de ladrillos elaborados para la prueba de un total de 72 muestras, sacadas de 144 ladrillos de prueba elaborados, la resistencia (fuerza por unidad de área) a la compresión de 45,95kg/cm<sup>2</sup> si el ladrillo se elabora con una proporción del 33% de fibra de maguey; en el ensayo de tracción por flexión el valor de resistencia fue de 11,18 kg/cm<sup>2</sup> El porcentaje mínimo de absorción fue del 24,57% promedio, un poco más elevado del promedio habitual observado en 22% a las 24 horas de estar sumergidos en el agua. Parafraseado en (Condori&Solano, 2019).



**Figura 10.** Ensayo de resistencia del mortero a la tracción.  
**Fuente:** (Condori&Solano, 2019).

***Estudio de las características de bloques de hormigón con fibras de maguey.***

La fabricación de bloques de hormigón con fibras de maguey, generan ventajas por el empleo que se les puede dar en las construcciones; "...donde permiten mejorar ciertas peculiaridades concernientes a la resistencia por tracción, flexión y corte, ya que el concreto simple o concreto normales solo trabajan a compresión"

(Suma&Aimituma, 2019). Las pequeñas fibras finas agregadas en la construcción del bloque le dan firmeza a la mezcla y previene el agrietamiento, sin embargo, el ciclo de curado debe ser aplicado inmediatamente en su momento para que la compactación sea adecuada. Parafraseado en (Mallaupoma G. , 2019). Sin embargo, en la construcción de bloques puede soportar mayor resistencia de compresión si se manipulan variables como el tipo de fibra, el tamaño, humedad, tiempo de curado, porcentaje y peso proporcional. Los bloques de adobe con fibra de maguey, son más resistentes a la compresión y también resultan útiles para todo tipo de construcción.

### **2.2.3. Reciclaje**

Reciclar es un proceso simple que nos puede ayudar a resolver muchos de los problemas creados por la forma de vida moderna. Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales reciclados. Los recursos renovables deben ser recuperados como es el caso de los árboles o el agua, pero otros recursos no renovables como las canteras y los minerales (arena, ripio), también pueden ser salvados, mediante la utilización de productos reciclados; ya que disminuye el consumo de energía empleado en su procesamiento industrial. Cuando se consuman menos combustibles fósiles, se generará menos CO<sub>2</sub> y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero. (EROSKI, 2015). Además de contribuir a la lucha contra la contaminación del medio ambiente se contribuye a asegurar el empleo medido de productos plásticos de alta demanda, así como la programación de estrategias que ayuden a mitigar este problema.

En el aspecto financiero, se puede determinar que el reciclaje puede generar muchos empleos. Se necesita una gran fuerza laboral para recolectar los materiales aptos para el reciclaje y para su clasificación. Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar muchos ingresos económicos, por la cadena de ofertas de servicios que incluye desde la recolección hasta la comercialización del producto terminado.

### **2.2.4. Bloque de hormigón**

El Bloque de Hormigón es un paralelepípedo rectangular prefabricado con numerosas celdas de paredes delgadas, que los convierten en piezas fáciles de maniobrar en obra y muy aislantes. Se elaboran a partir de Morteros y Hormigones de

consistencia seca (de Árido pequeño) comprimiéndolos y haciéndolos vibrar en moldes metálicos. (Construmatica, 2019). Por tener mayores dimensiones que el ladrillo, permite la construcción de paredes en tiempos más reducidos a los que demanda una pared de obra de ladrillo.

Las paredes son más rígidas, pero rechazan los revestimientos si antes no les son aplicadas disposiciones constructivas especiales.



**Figura 11.** Bloque de Hormigón.  
Fuente: (Construmatica, 2019).

Según la norma INEN 3066, se elaboran 3 tipos de bloques diferentes, que son empleados de acuerdo a su uso.

**Tabla 4.**  
*Tipos de bloques*

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

**Fuente:** Normativa Inen 3066 (2016)

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

#### ***Elaborar un bloque de hormigón.***

Partimos del principio técnico que la mezcla depende del esfuerzo y resistencia al a que va a ser sometida; así las columnas y techos deberán presentar mucha mayor resistencia que las paredes, según los planos de estructuras. Al trabajar o elaborar los bloques, al cemento, se agrega árido fino (arena), árido grueso (ripio), y agua. En la primera fase, el cemento y el agua forman la pasta, al agregar arena fina se forma el mortero y si seguimos agregando ripio se forma el hormigón; en esta fase se debe mantener la humedad al máximo, para que el fraguado sea el correcto y tenga como

característica la trabajabilidad o maniobrabilidad para darle la forma que se requiera; si la mezcla está bien realizada y los materiales son adecuados, entonces la consistencia no permitirá exceso de huecos o partes con vacíos, ni tampoco que el ripio se asiente en la base; también se espera que el agua trabaje dentro de este bloque como catalizador y reaccione como pasta junto al cemento, lo que significa que al maniobrar la mezcla el agua no se desperdicie; si el concreto se expone al ambiente y el calor produce evaporación excesiva de esta mezcla, puede fisurarse, por ello es que se debe humedecer constantemente el concreto a fin de lograr la consolidación de la estructura. De estos tres procesos anteriores depende la elasticidad y resistencia.

El término hormigón armado, se da cuando al interior del hormigón es agregada una estructura metálica a modo de relleno, lo cual es posible si el hormigón y la estructura metálica están dentro de un recipiente que los contiene. Hasta que el fraguado se logre: “Su estructura hueca o abierta en sus interiores permite el paso de cañerías para gas, electricidad y agua, para lo cual no es necesario romper el muro trabajado. Promueve tanto el paso de hierros estructurales (vigas y columnas)” (La voz, 2013). En la segunda fase, el bloque admite pintura para interiores y exteriores y revestimiento de diferentes tipos como enlucido con cemento y arena fina, empaste con cemento especial o impermeabilizante; lo que se complementa con acabados en yeso. También se trabajan con bloques portantes de hormigón, lo que sirven para instalaciones de adornos

### ***Características del proceso y material del hormigón PET.***

A partir de la mezcla de cemento, agua, ripio, se sustituye en parte proporcional la arena fina con polietileno tereftalato; los agregados forman las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen del hormigón, su empleo disminuye costos y brinda resistencia a la aplicación de carga, a la erosión por rozamiento e impide la filtración de humedades, siempre que cumplan la norma INEN 872 “Áridos para hormigón. Requisitos” para ello se someten a la granulometría especificada para este producto. Se agrega el PET en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de gránulos de PET que pasan por un filtro de 5 mm y que sustituyen a arena fina en esas proporciones; es decir que en 100 gramos de arena fina se colocan 5 gramos de PET y así sucesivamente.

El análisis del bloque se realiza primero en el cálculo de la densidad, que es el volumen que adquirió luego de ser curada en agua por 28 días, (volumen adquirido/masa inicial); luego es el cálculo de la flexión y compresión, en este ejemplo según la norma del país donde se realiza la experiencia NCH158; se retiran del curado a los 28 días y se las seca superficialmente para pesarlos; se introducen al horno donde son secadas a 50°C ±; parafraseado en (Infante&Valderrama, 2019).

**Tabla5.**  
**Resumen ensayos y resultados técnicos.**

Ensayos	Patrón	Mezcla 5% PET	Mezcla 10% PET	Mezcla 15% PET	Mezcla 20 % PET
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	2,21	2,21	2,21	2,20	2,17
Flexión [MPa]	4,83	4,00	4,13	3,73	3,60
Compresión [MPa]	26,1	23,4	24,1	21,4	21,7
Absorción [%]	7,81	7,61	7,26	7,11	7,52
Disminución porcentual [%]	0,00	2,65	7,05	8,93	3,79
Penetración Cloruros [%]	4,14	4,08	3,49	3,96	3,76

**Fuente:** (Infante&Valderrama, 2019).

### ***Resultados económicos del bloque de hormigón PET.***

La sustitución proporcional de polietileno tereftalato en granulo, por la arena fina, como el material más costoso en la fabricación del bloque de hormigón, abarata los costos al agregarse el PET; sin embargo debe considerarse la transformación y el procesado del material de reciclaje de forma autónoma e industrializada; caso contrario lo que se gana por sustitución de arena en metros cúbicos, se pierde en los costos de transformación del PET en fábricas, (reciclaje, selección, procesamiento, transformación; desde las botellas y recipientes de plástico); agregamos el polietileno que proviene de los tejidos textiles desechados en fábricas e industrias textiles. Las mezclas que se estudiaron en este trabajo de fabricación de bloques de hormigón con PET, se consideran en relación al bloque patrón de hormigón. Parafraseado en (Infante&Valderrama, 2019).

Si las fibras de maguey, sustituyen proporcionalmente la gravilla o ripio, hasta que el bloque presente la mayor resistencia física posible, y de ser verificada es la máxima que se haya obtenido, luego de las demás pruebas físicas; entonces los costos seguirán disminuyendo en unidad y al por mayor y los fines ecológicos y económicos de

vivienda, habrán sido solventados en cierta forma, medidas contra la contaminación y viviendas a bajo costo. Aclarándose que el agregado es hasta cierto punto en el que el bloque presenta consistencia, por el peligro de perder otras características propias de un bloque de hormigón.

**Tabla6.**  
**Costos de materiales (En pesos chilenos).**

Materia Prima	Precio Unitario (\$ CLP)	Patrón	Mezcla 5% Pet	Mezcla 10% Pet	Mezcla 15% Pet	Mezcla 20% Pet
PET (kg)	200	0	2.400	5.000	7.400	9.800
Cemento (kg)	4.550	39.933	39.933	39.933	39.933	39.933
Arena (m <sup>3</sup> )	14.100	9.038	8.587	8.136	7.685	7.233
Gravilla (m <sup>3</sup> )	11.200	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082
Total (\$/m <sup>3</sup> )		55.053	57.002	59.151	61.100	63.048

Fuente: (Infante&Valderrama, 2019).

#### ***Determinación de las características mecánicas del bloque ceniza-cáscara de arroz.***

La tecnología del concreto permite establecer propiedades mecánicas a partir del bloque patrón en comparación con la propuesta o innovación; tal es el caso presentado en la fabricación de bloque con ceniza de cáscara de arroz al 30% y agave de la penca de maguey al 3%, cuya resistencia fue de 372,9 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor fue 5 unidades mayor que el bloque de concreto estándar. Al trabajar con cemento portland “Dichas mezclas deben ser homogéneas y sus componentes deben de ser utilizados en unas proporciones determinadas, de acuerdo con la utilización prevista del mortero” (Sánchez, 2019). Los valores de la resistencia a la compresión, por ejemplo, se determinan en condiciones más agresivas que los esfuerzos que va a soportar en condiciones normales; sin embargo, el proceso es similar.

La resistencia a la tracción es del 8% al 15% del valor determinado para la resistencia, es decir de 29,832 kg/cm<sup>2</sup> a 55,935 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción; valor que se obtiene “colocando cargas a lo largo de sus diámetros hasta que se rompa” o si no colocando una carga a modo de apoyo en el punto medio desde sus extremos.

La trabajabilidad, determina si el producto es bien elaborado o no y depende del manejo realizado con los materiales durante la fabricación; de forma que se considera la forma como se mezcla, el tamaño y forma de los agregados, las proporciones,

cantidad de cemento, el aire (cada vez que se bate con la pala la mezcla recibe aire entre sus capas), los aditivos y la consistencia de la mezcla. Parafraseado en (Alegre, 2018). La calidad de elaboración permite evaluarse cuando la pasta es excelente y la compactación que produce es de gran resistencia, eso sí tomando en cuenta el tiempo de fraguado, la temperatura y el proceso de hidratación, este último llamado el curado.

Durabilidad, conseguido cuando se agregan nuevas sustancias que le permiten superar condiciones ambientales como exposición al agua de mar, temperatura de congelamiento, cambios al descongelamiento, aumento y disminución de temperaturas; para eso se planifica la construcción con el material adecuado, según el tipo de ambiente al que se expondrá, por ejemplo bajo en álcalis o resistentes a los sulfatos; también se considera el cambio proporcional de baja cantidad de agua en relación al cemento, para evitar la penetración y erosión por líquidos agresivos; o inyectando aire a la mezcla cuando se trata de prevenir condiciones severas de intemperie o de congelación. Parafraseado en (Alegre, 2018).

Agregado fino, es todo material separado de otro de mayor tamaño al hacerlo atravesar una malla o tela metálica de 3/8" y que no logra atravesarla cuando la malla es N° 200; debe ser bien mezclada para dar uniformidad y consistencia a la masa de cemento. Existen estándares en el tamaño y la procedencia del material, para ser considerado agregado fino. Parafraseado en (Alegre, 2018).

### **2.2.5. Arquetipo ideal del bloque PET-Maguey**

El patrón del bloque de hormigón con agregado de piedra de polietileno tereftarato, recibe sus refuerzos en proporciones adecuadas, de modo que le permiten cubrir los requerimientos estructurales según el esfuerzo al que va a ser sometido, como los bloques empleados para soportar cargas o pesos; los refuerzos aplicados, como la fibra de maguey, permiten alcanzar niveles de funcionalidad según los esfuerzos físicos a los que va ser sometidos sobre: flexibilidad y resistencia; considerando el peso y la durabilidad como características resultantes de este nuevo producto enfocado a la construcción de viviendas baratas, así como la defensa del medio ambiente. Todo esto hace que el bloque sea estudiado desde la ciencia en su estructura, composición y aplicabilidad; del cual se determinan sus propiedades que lo caracterizan; desde la tecnología se desarrolla la velocidad de producción, la síntesis del procesamiento;

finalmente la comprobación de sus características se investiga y se estudia desde las ciencias de la ingeniería mecánica y civil (física, química, mecánica, geología, computación) en las universidades del país, previniendo el desempeño del material a aplicar. (Dávila&Galeas&Guerrero&Pontón&Rosas&Sotomayor&Valdivieso, 2011).

### ***Ciencia y Tecnología en la matriz productiva desde la construcción.***

La Secretaría nacional de Ciencia y tecnología, en función de las políticas de desarrollo ecuatorianos, impulsa en la educación superior, estrategias curriculares orientados a la aplicación de tecnologías y técnicas innovadoras y a la capacidad de crear o aplicar el conocimiento; de modo que el profesional pueda responder a las exigencias actuales: "...se enfoca en la producción y exportación de materias primas, por un modelo que sea capaz de agregar valor en el proceso de transformación de materias primas en bienes"

(Dávila&Galeas&Guerrero&Pontón&Rosas&Sotomayor&Valdivieso, 2011).

Lo que implica estudiar la posibilidad de plantear cambios estructurales en este caso en materiales para construcción, lo que se traduce en el logro de estándares mundiales en el empleo de materiales amigables con el ambiente, la posibilidad de las empresas de la construcción de abaratar costos, maximizar el uso de recursos sustentables, exportar técnicas de producción e innovación de bloques de polietileno y fibra de maguey.

### ***Dosificaciones para obtener el bloque ideal Biocompuesto.***

La estructura del bloque biocompuesto, cumple las especificaciones de volumen, bajo peso que corresponde a su baja densidad, elasticidad y su comportamiento en la resistencia mecánica no cambia en relación al bloque normal. Tiene dos materiales químicamente distintos que se pueden separar mecánicamente, y que al ser combinados y controlados durante el proceso alcanza las propiedades óptimas especificadas; es un compuesto lignocelulósico, con mínimos requisitos ambientales y de seguridad estructural. Un bloque necesario por constituir una solución a la creciente masa de desechos de plástico de la zona urbana donde junto a la demanda de recursos dirigen su mirada a soluciones sustentables y sostenibles en materia de

reciclaje. “...la facilidad con que pueden ser trabajados o moldeados, su impermeabilidad, ...su baja conductividad eléctrica, su resistencia a la corrosión y a la intemperie, su resistencia a diversos factores químicos y biológicos y, en buena medida, su bajo costo” (Miranda&Doumet&Durán, 2018). Tiene adecuadas “propiedades acústicas y resistencia al fuego” Ibidem (Miranda,...2018); lo que lo hacen ideal, porque se reduce la carga muerta para los pisos altos, aumenta la sismo resistencia y disminuye los costos de fabricación por el empleo de fibras de maguey.

La construcción ideal, requiere de bloques que sustituyan la piedra, la arcilla, cierta cantidad de grava, barro cocido; que se puedan combinar con el hierro y el vidrio en cantidades proporcionales, de modo que la resistencia no disminuya, se aumente la funcionalidad por la flexibilidad ante los sismos, sea amigable con el medio ambiente por el empleo de fibras de maguey y cumpla la sostenibilidad ante los programas de disminución de la erosión de los recursos minerales como materiales para la fabricación de bloques, el empleo de polímeros productos del reciclaje y la disminución de la contaminación ambiental. La proyección científica a partir de sus estudios técnicos y tecnológicos, involucra: al empleo del agave de maguey, la sostenibilidad del ecosistema, la garantía de sustentabilidad de recursos naturales en el entorno de esta planta, ; la siembra, cosecha, transporte, procesamiento, producción y comercialización de la fibra del maguey. La combinación con cemento y polímero no biodegradable que permite la fabricación de bloques con propiedades anti sísmicas que suplanta al bloque tradicional, el aporte económico a los participantes en la cadena de producción y aplicación de este bloque, la solución habitacional al problema de vivienda en el país por los bajos costos y la planificación urbana alternativa al abuso del suelo en los sectores marginales. Parafraseado en (Miranda&Doumet&Durán, 2018).

La construcción dosificada del bloque biocompuesto, implica “...la separación manual, el triturado en partículas, clasificación de partículas por aire, lavado, inmersión en agua y separación electrostática” (Miranda&Doumet&Durán, 2018); un reciclado mecánico de fuerte resistencia y estabilidad que emplea bloques de “Sus dimensiones habituales en centímetros son: 10x20x40cm, 15x20x40cm, 7x20x40cm (Zavala, 2015)” Ibidem (Miranda,...2018); La resistencia depende de la cantidad de polímero y fibra de maguey que se fragua junto a los materiales bases; en referencia a la lectura y análisis de una tesis, se deduce una similitud al comportamiento en una

muestra con fibra de agave de lechuguilla, en la que se midió la fuerza de resistencia a la flexión a los 7,14 y 28 días, en una viga patrón, obteniendo una resistencia a la flexión de 125,4 kg/cm<sup>2</sup> “la adición del 5% fue de 122.1 kg/cm<sup>2</sup> y del 10% a 130 kg/cm<sup>2</sup>, donde se incrementó la resistencia a la flexión en un 3.7%” Tomado de los estudios de (Alegre, 2018); “Dependiendo de cómo el esfuerzo actúe sobre el material, los esfuerzos también son distintos uno de otro, por ejemplo, en compresión, tensión, flexión, cortante y torsión” Ibidem (Alegre,2018), por lo tanto la proporcionalidad entre los materiales depende del esfuerzo al que se va a ser sometido el bloque, así para un esfuerzo de compresión la resistencia es diferente que el que va a soportar si el esfuerzo es de tensión. Si se realizan ensayos que determinen la resistencia a la compresión de mortero, pueden ser similares a la Norma Técnica Peruana: “se determina llevando a la rotura especímenes de 50 mm de lados, preparados con mortero consistente de 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificados en masa” (Sánchez, 2019). Por supuesto con evaluaciones a los 7, 14 y 28 días, trabajando con cemento portland. “La relación de agua/cemento (a/c) para todo el cemento portland, si aire incorporado debe de ser 0.485” Ibidem (Sánchez, 2019).

***¿Se logrará mejorar las propiedades mecánicas de un bloque convencional con el bloque propuesto PET-Maguey?.***

Para ello, se plantea la elaboración de un bloque patrón de hormigón con las especificaciones y estándares de la norma INEN 3066; en comparación con varios bloques de PET, proporcionalmente emplazadas en esta estructura, y desplazando una cierta cantidad de arena fina. Lo que permitirá comparar el peso y las cantidades empleadas proporcionalmente en cada probeta. En otros bloques se sustituirá proporcionalmente el ripio por las fibras de agave de maguey y se compararán con el bloque patrón. Finalmente se construirá el bloque de hormigón con PET y fibras de Maguey.

***¿Se podrá disminuir los costos de la fabricación del bloque?.***

El costo del bloque de hormigón, por unidad y al por mayor, se compara con los costos de fabricación por unidad y al por mayor de un bloque de hormigón en base de PET y agave de maguey; sin embargo, se consideran varios prototipos del bloque experimental en función de los porcentajes de PET y Agave que son agregadas por la

arena fina y el ripio. Todas van a ser sometidas al mismo proceso y se comparan en tablas separadas los costes del bloque de hormigón y el de PET-Maguey. Se prevé que al sustituir parte de los materiales que tienen un costo determinado por otros de menor valor, el bloque será barato Respaldado en (Reyna C. , 2016).

La fabricación de bloque según la norma técnica ecuatoriana NTE INEC 3066-2016, debe cubrir las especificaciones técnicas de construcción con respecto a la resistencia a la compresión según la norma NTE INEN 639; por eso deben ser enteros, libres de fisuras o defectos. Según la Super Intendencia del Control de Mercados: “Solo el 5% de los bloques de un lote despachado a obra pueden presentar pequeñas fisuras, no mayores que 25 mm, en cualquier sentido” (SCPM, 2017). Al 2020, los costos de un bloque pesado de 15x20x40 cm, es de \$ 0,35 y de 10x20x40 cm, es de \$ 0,27; en Guayaquil. Un bloque liviano de 15x20x40 cm, es de \$ 0,32 y de 10x20x40 cm, es de \$ 0,27. Tomado de (elyex, 2020). Sin embargo, encontramos que el bloque pesado de hormigón en Ecuador cuesta \$ 0,45 en otras partes, lo que puede variar según la fábrica que lo produce y algunos otros factores, como el transporte o especificaciones técnicas que el constructor solicita.

## **2.3. Marco Legal**

### **2.3.1 Constitución del Ecuador**

La fabricación del bloque de Hormigón con agregado de piedra de Polietileno Tereftalato PET y Fibra de maguey; demuestra que habrá cubierto los requerimientos de todas las pruebas físicas a que son sometidos estos productos de construcción; para ello se publicará las ventajas físicas, biológicas, sociales, fortalezas en la planificación estructural y económicas. De modo que cumpla con los siguientes lineamientos: “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” Interpretado en relación a lo que determina la (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008).

Los valores mínimos de calidad regulados en la Norma NTE INEC 3066-2016 y NTE INEN 639 sobre la resistencia de compresión, así como la garantía de que las valoraciones de esfuerzo a las que se ha sometido el bloque, superan las expectativas y determinan el tipo de bloque elaborado; y se da a conocer la idoneidad del bloque si

lo emplean acorde a las especificaciones técnicas si es bloque pesado o liviano; todo conforme al planteamiento: “La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor”

Esto tiene concordancia con el artículo 54 Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore” y con la LEY ORGANICA DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR, Arts. 4, 6 y LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL, CODIFICACION, Arts. 322. (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008).

El Estado, permitirá información y tomará decisiones bajo la información y el visto bueno de los organismos de control: los estudios de mercado sobre cada producto de la construcción a emplear emitidos por la Superintendencia de Control del Poder de Mercado; los datos estadísticos de la Superintendencia de compañías; informe del aporte del sector de la construcción al Producto Interno Bruto del Ecuador a través del Banco Central del Ecuador; descripción de los elementos de la cadena de producción entre proveedores, fabricación de bloques o adoquines y distribución comercial, información generada por los operadores económicos.

Las políticas y disposiciones para el aporte mayoritario a la matriz productiva del Ecuador a través de la protección de la producción nacional, así como evitar el monopolio y la competencia desleal; todo ello sigue los lineamientos de: Sección cuarta, Democratización de los factores de producción, “Art. 334.- El Estado promoverá el acceso equitativo a los factores de producción, para lo cual le corresponderá: 1. Evitar la concentración o acaparamiento de factores y recursos productivos, promover su redistribución y eliminar privilegios o desigualdades en el acceso a ellos. 3. Impulsar y apoyar el desarrollo y la difusión de conocimientos y tecnologías orientados a los procesos de producción. 4. Desarrollar políticas de fomento a la producción nacional en todos los sectores, en especial para garantizar la

soberanía alimentaria y la soberanía energética, generar empleo y valor agregado” Tiene concordancia con la LEY ORGANICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACION PÚBLICA, Art. 25. (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008).

La lucha contra la corrupción también debe asegurar que el comercio sea lícito y a favor del consumidor; de modo que el producto guarde la calidad, el precio y la garantía establecida por los estándares propuestos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización metrología y reglamentación técnica INEN vigentes en el país, y adscrita al Ministerio de Industrias y Productividad “El MIPRO es el encargado de promover y controlar la aplicación de políticas que impulsen el desarrollo de la industria nacional, ...al interior y exterior del país” Esto según los lineamientos: “**Art. 336.-** El Estado impulsará y velará por el comercio justo como medio de acceso a bienes y servicios de calidad, que minimice las distorsiones de la intermediación y promueva la sustentabilidad.

El Estado asegurará la transparencia y eficiencia en los mercados y fomentará la competencia en igualdad de condiciones y oportunidades, lo que se definirá mediante ley” Lo que está en concordancia con la LEY DE AGUAS, CODIFICACION, Art. 3. (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008). Así se evita el monopolio, se crean condiciones para la participación de cualquier inversionista pequeño microempresario, se estandarizan las normas de construcción de este prototipo, calificado para la construcción en el país.

### **2.3.2. Derechos del Buen Vivir. - Capítulo Segundo**

#### ***Sección Segunda. - Ambiente Sano.***

Los bloques con agregado de PET y biomasa de fibra de agave de maguey, a más de resultar económicos, representan una alternativa sustentable y sostenible frente a la agresiva contaminación por el uso de polietileno tereftalato, la explotación desmedida de minas y canteras, los costos de viviendas como vulneración del derecho a vivir en condiciones familiares adecuadas. Las ventajas son mucho más numerosas para el ecosistema en recuperación y la garantía de salud, según los lineamientos de: “**Art. 14.-** “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak kawsay”. ( Registro Oficial N° 449, 2008).

Las decisiones de apoyar la fabricación de productos de la construcción que representen alternativas amigables con el ecosistema, permitirán, en este caso, iniciar con la explotación comercial e industrial de la fibra del agave de Maguey y el reciclaje de botellas plásticas e iniciar el tratamiento industrial para obtener al granulo de PET casi sin mayor costo, que el de tratamiento industrial; de modo que se pueda aplicar el “**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. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua...” ( Registro Oficial N° 449, 2008).

### **2.3.3. Capítulo noveno**

#### ***Responsabilidades.***

La capacidad de compartir los valores y demostrar actitudes que permitan convivir en armonía con la naturaleza, nuestro entorno y con la comunidad, se miden en función de la capacidad de responder con acciones para salvar y proteger la flora y la fauna que están en nuestro ambiente, en la región y en nuestro país; implica no contaminar el agua, la tierra y el aire; aprender a protegerlos también significa no agredirlos tirando desechos además de protestar cuando observamos que otros lo hacen; es parte de nuestra obligación, el no consumir excesivamente sino lo necesario, de modo que para satisfacer nuestras necesidades no haya necesidad de sobre explotar los recursos sino de permitir que se recuperen en su ciclo; de modo que se siga realizando conscientemente su uso o explotación racional: “**Art. 83.-** Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: Literal 6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible” ( Registro Oficial N° 449, 2008).

### **2.3.4. Régimen del buen vivir**

#### ***Sección octava. - ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.***

El aporte a la matriz productiva, depende de las fuentes de trabajo, y del tipo de trabajo que desarrolle la economía del país; mientras mayor sea la capacidad productiva con el aumento de fábricas, industrias y cadenas de producción

diversificadas; mayor será el empleo de mano de obra y mejor será la condición de vida de esos trabajadores y sus familias. Si los ciudadanos, como potencial mano de obra se capacitan y profesionalizan, ocupando un puesto de trabajo, la rapidez con la que se produce es mayor y esta característica aumenta con la amplitud del conocimiento, el uso de la tecnología y la actualización de los saberes. Por ello es que se alcanza el régimen del buen vivir: “**Art. 385.-** El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos; recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales y desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. ( Registro Oficial N° 449, 2008).

### **2.3.5 Noma Técnica Ecuatoriana INEN**

Todas las citas referentes a la Constitución del Ecuador, tienen su especial concordancia con la Ley Orgánica del Consumidor LOC, con la cual se protege el sistema operativo de la construcción en cuanto al producto y al consumidor en cuanto a su salud. Por eso se respaldan en las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3066-2016-11 “Bloques de Hormigón, Requisitos y Métodos de Ensayo”, especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de ensayo en Bloques de hormigón” “En la fabricación de Bloques de hormigón solamente se deben utilizar materiales cuyas propiedades y características sean las adecuadas para ello. Los requisitos de idoneidad de los materiales utilizados deben recogerse en la documentación de control de producción del fabricante” Al aplicar la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638-2014 se asegura que las pruebas físicas han sido superadas, sobre todo la compresión: “Resistencia a la compresión. - Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en la norma NTE INEN 639” Citas y parafraseo: (SCPM, 2017).

**Norma NTE INEN 640:** esta norma indica un procedimiento que consiste en someter bloques huecos de hormigón a una carga continua de compresión para alcanzar su resistencia máxima admisible.

**Norma NTE INEN 3066:** esta norma está basada en la definición, clasificación y condiciones generales de un bloque de hormigón.

**Norma NTE INEN 639:** Esta norma indica sobre determinados números de bloques con relación a la absorción de humedad y clasificación por la densidad.

**Norma NTE INEN 2169:** esta norma indica de manera general las técnicas y el uso adecuado en la calidad y conservación de nuestras aguas.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología

**El diseño de investigación es exploratorio**, ya que se deberá realizar varios prototipos de bloques manteniendo constante las proporciones de agua, cemento, arena fina y arena gruesa; y con proporciones variables los porcentajes de la Piedra PET y la Fibra de Maguey hasta obtener el que cumple con la normativa ecuatoriana de construcción mediante ensayos de Laboratorio. La experimentación se da una vez estudiada la utilización del PET, la fibra de Maguey y del bloque; luego de lo cual se establecieron los parámetros encontrados en la investigación. **La metodología además es experimental**; entonces, de acuerdo al modelo del proyecto de investigación.

**Los métodos empleados son: el analítico** porque se enfoca en la descomposición de todo el proceso de fabricación de bloques, separando en varias partes o elementos la fabricación y las pruebas físicas o mecánicas para determinar la resistencia del bloque patrón y las del prototipo, las causas por las que varias muestras elaboradas no cumplen con las normativas de construcción de bloques con estándares ecuatorianos. Otro método es **el sintético**, porque consiste en integrar las partes o componentes materiales constantes y variables, de forma proporcional en el prototipo, para integrar las características del bloque requerido por los estándares de construcción ecuatorianos y la de los fines por las que fue propuesta la fabricación de este tipo de bloque. Los procesos de construcción de bloques con agregados minerales fibras vegetales, se repiten con regularidad, porque alcanzan los límites y características de fabricación que las propiedades físicas y químicas exigen; por ello está presente **la INDUCCIÓN**, ya que los registros obtenidos en la experimentación permiten reconocer la aplicación del producto, cubriendo reglas generales en la construcción.

#### 3.2. Tipo de investigación

La investigación será de carácter **descriptiva y simple**, porque puntualizará las características del bloque prototipo a elaborar; y será experimental porque se extraerá, analizará y corroborará los datos obtenidos de varias muestras elaboradas con

proporcionalidades diferentes en los materiales agregados (PET y Agave de Maguey), en comparación con el bloque patrón; a partir del cual elaboraremos industrial o artesanalmente el prototipo del bloque establecido como el nuevo molde patrón. Este tipo de investigación, nos permitirá elaborar una síntesis del proyecto y cumplir los objetivos respetando las normas establecidas.

### 3.3. Enfoque

La presente investigación pertenece al **enfoque cuantitativo** ya que utiliza la recolección y el análisis de datos para probar la hipótesis establecida previamente y confía en la medición numérica realizada previamente mediante: ensayos, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.

### 3.4. Técnica e instrumentos

La técnica empleada es la encuesta; en este estudio tendrá como objetivo principal obtener los datos o la información en la cual podremos analizarlos mediante la tabla de frecuencia, gráfico de pasteles, promedios y resultados; además de los diferentes tipos de instrumentos que se acoplen al estudio. Observar las preguntas de la encuesta en anexos, separadas de acuerdo a la población a encuestar: público en general, ingenieros civiles y estudiantes de ingeniería civil.

a) La encuesta a aplicarse al público en general tiene el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfNAKRKD6sS6c9RWwobQ4cMQ0mxd2FtRq17JJQfSaxaj2EV0w/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfNAKRKD6sS6c9RWwobQ4cMQ0mxd2FtRq17JJQfSaxaj2EV0w/viewform?usp=sf_link)

El objetivo: Contribuir a la protección del medio ambiente con la aceptación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, incorporándolo en las construcciones civiles ubicadas en la troncal.

b) La encuesta a aplicarse a ingenieros civiles tiene el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfSAsUrkV\\_EbVAjqtpHH\\_sLFbku1-L3j3CkAfxTFJLatn0Ysg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfSAsUrkV_EbVAjqtpHH_sLFbku1-L3j3CkAfxTFJLatn0Ysg/viewform?usp=sf_link)

El Objetivo: Contribuir profesionalmente con la incorporación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, en las construcciones civiles ubicadas en la troncal.

c) La encuesta a aplicar a estudiantes de ingeniería civil tiene el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdi4ngZoyA7NynWI\\_vx0DE2iJSVtsWnSpGAdabI3qc1r9Umsg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdi4ngZoyA7NynWI_vx0DE2iJSVtsWnSpGAdabI3qc1r9Umsg/viewform?usp=sf_link)

El objetivo: Contribuir profesionalmente con la socialización de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, para incorporarlos en la gestión del cuidado del ambiente y la disminución de costos, en las construcciones civiles ubicadas en la troncal.

Ensayos de Laboratorios para determinar las propiedades físicas y mecánicas del bloque, serán de vital importancia para comprobar los estándares de calidad que la normativa lo exige.

### **3.5. Población y muestra**

“La investigación experimental consiste en la manipulación de una o más variables experimental no comprobada en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular” (Cabezas&Naranjo&Torres, 2018, pág. 41).

El **enfoque cuantitativo** se centra en el proceso de investigación relacionada en medidas numéricas; se fundamenta y utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder las preguntas que se plantean en un inicio de la investigación.

Maneja la recolección de la medición de parámetros, la obtención de frecuencias y estadígrafos de la población que investiga para probar las hipótesis establecidas en capítulos iniciales de la investigación. (Cabezas&Naranjo&Torres, 2018, pág. 68).

El proyecto tiene un enfoque de característica cuantitativo y experimental; este proyecto se elaborará en Ecuador, en la región de la sierra de la provincia del Cañar, ciudad de La Troncal con una población de 76872 habitantes, dando como resultado

un tamaño en muestra de 382 personas; de quienes se recogerá información sobre la necesidad de emplear este tipo de bloque en sus construcciones, mediante la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2 (N - 1) + Z^2 pq}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra=

N= Tamaño de la población= 76872

Z= Porcentaje de confianza= 95%= Número unidades desviación estándar = 1.96

p= proporción de la población. Probabilidad a favor= 0.5

e=margen de error= 5%= 0.05

q= probabilidad en contra= (1 - p)= (1-0.5)= 0.5

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(0.5)(76872)}{(0.05)^2 (76872 - 1) + (0.95)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{(3.8416) (19218)}{(0.0025) (76871) + (3.8416) (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{73\ 827.8688}{192.1775 + 0.9604}$$

$$n = \frac{73\ 827.8688}{193.1379}$$

$$n = 382.2546$$

$$n = 382 \text{ Personas}$$

Además, se encuestará a 100 Estudiantes de la carrera de Ingeniería civil de la facultad de Ingeniería Industrial y Construcción de la Universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil y 100 profesionales de la construcción del colegio de Ingenieros civiles del Guayas.

Total de la población a encuestar: 582 personas.

### 3.6. Análisis de resultados

#### ENCUESTA DIRIGIDA A INGENIEROS CIVILES.

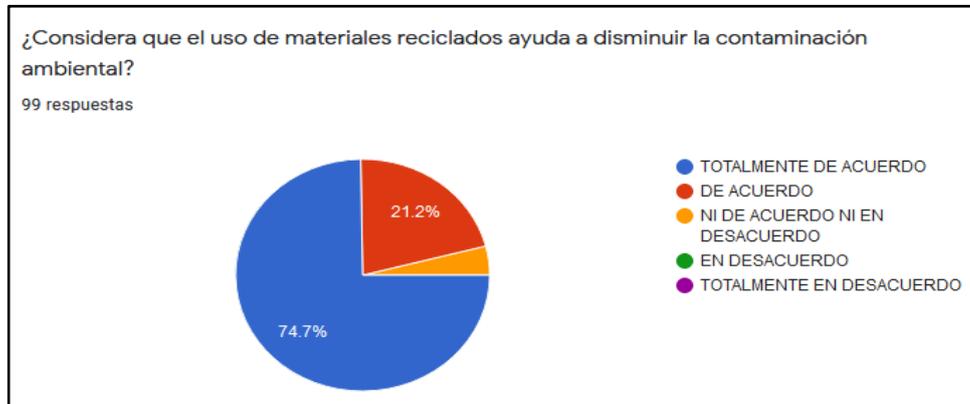


Figura12. encuesta Ing. civiles.

Elaborado por: Macancela y Vinueza.(2021)

#### 1.- ANÁLISIS

El 75% de los profesionales encuestados están totalmente de acuerdo en reducir la contaminación ambiental, empleando en las construcciones civiles materiales reciclados de diferentes formas. Saben que esto significa abaratar los costos de vivienda y crear fuentes de trabajo por el pago de la mano de obra al procesamiento de un producto para la construcción.

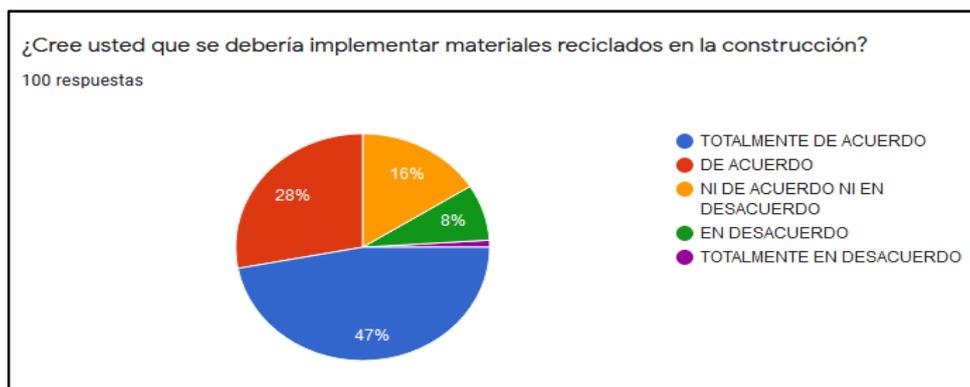


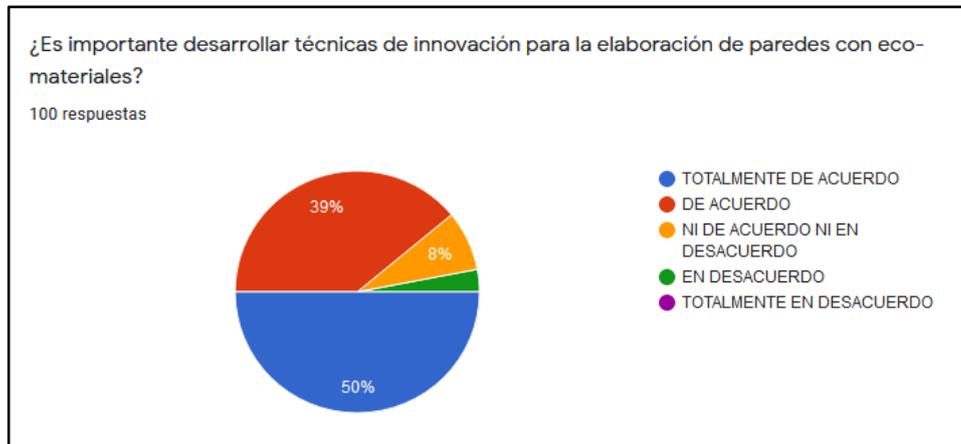
Figura13. encuesta Ing. civiles.

Elaborado por: Macancela y Vinueza.(2021)

#### 2. ANÁLISIS

La mayoría de profesionales encuestados en un 47%, aceptan construir con materiales reciclados, sin embargo, es normal la resistencia ante un prototipo del cual

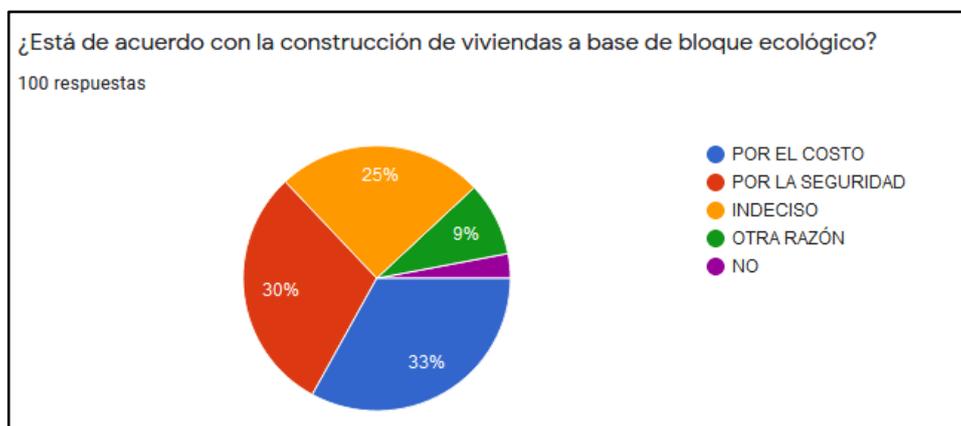
se tiene duda, lo que requiere de publicidad sobre las características físicas y si cumplen con las normas de resistencia según los estándares nacionales.



**Figura14.** encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza.(2021)

### 3. ANÁLISIS

El acelerado crecimiento de la población, exige constantemente el reemplazo de materiales por innovaciones más baratas y que sean amigables con el entorno; así lo plantean en 50% de encuestados.

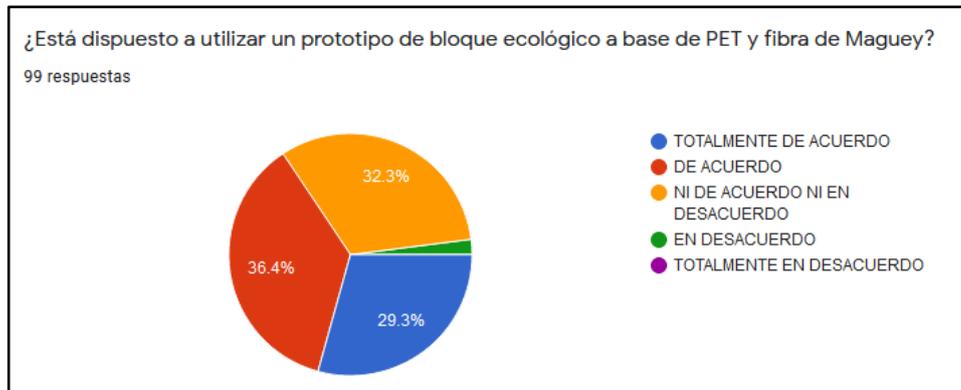


**Figura15.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Vinueza y Macancela.(2021)

### 4. ANÁLISIS

La respuesta del 33% afirma el empleo del bloque ecológico en la construcción de viviendas, por algunas razones, según lo estudiado, podría ser por el desconocimiento en la práctica, del tiempo de vida útil de estos materiales aplicados en construcción; el

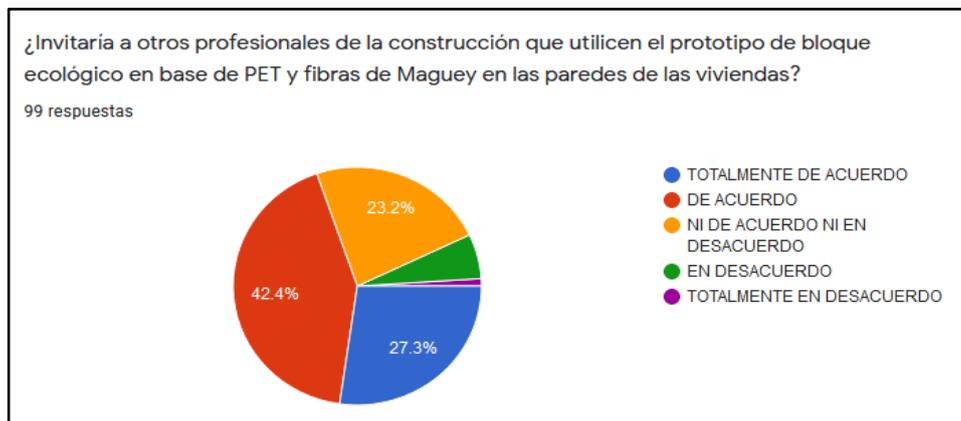
30% de los encuestados, lo haría por lo económico y un 25% no lo emplearía, están indecisos.



**Figura16.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Vinueza y Macancela.(2021)

## 5. ANÁLISIS

Falta el compromiso de emplear realmente un bloque prototipo, que nunca ha sido aplicado en construcción, pero que su elaboración bajo las condiciones físicas y técnicas, han seguido los estándares de fabricación de bloques a nivel de Ecuador; sin embargo, el 36.4% de encuestados está de acuerdo y el 29.3% están muy de acuerdo, lo que implica que si hay demanda por parte de profesionales en construcción.

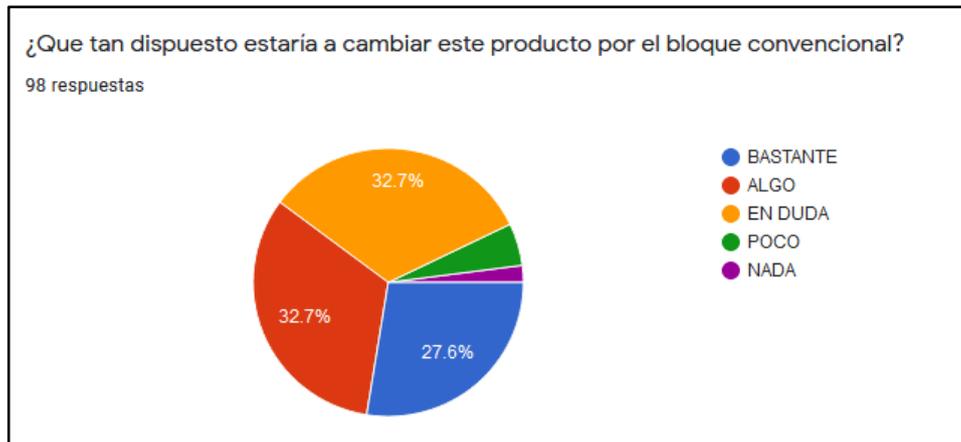


**Figura17.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 6. ANÁLISIS

El 42.4% están totalmente de acuerdo, si sumamos los que están de acuerdo serían 69.7% los profesionales que si emplearían este bloque, para levantar las paredes de

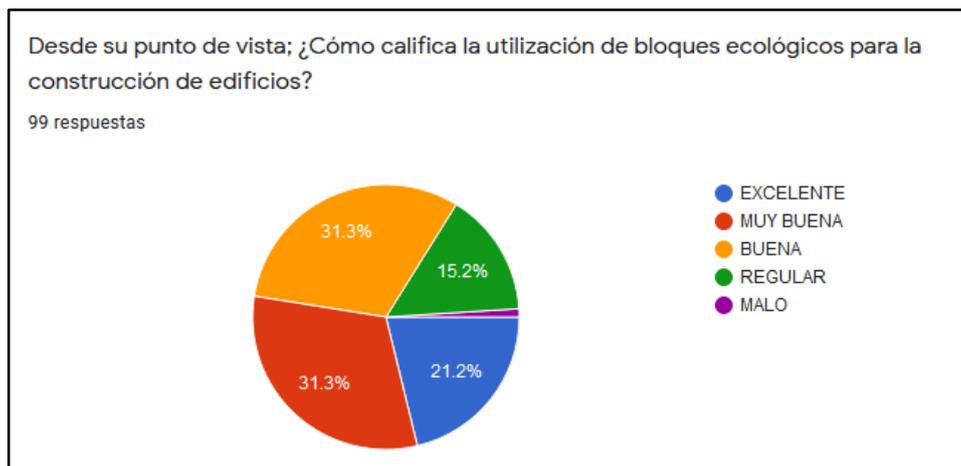
viviendas, frente a un 23.2% que están esperando convencerse o saber acerca de alguna cualidad preferente de este producto de construcción con valores ecológicos.



**Figura18.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 7. ANÁLISIS

Entre el 27.6% que estarían bastantes dispuestos a cambiar el bloque tradicional por uno ecológico y el 32.7% que aún dudan, pero lo harían, se da el 60.3% de profesionales que de una u otra forma emplearían este prototipo en la construcción.

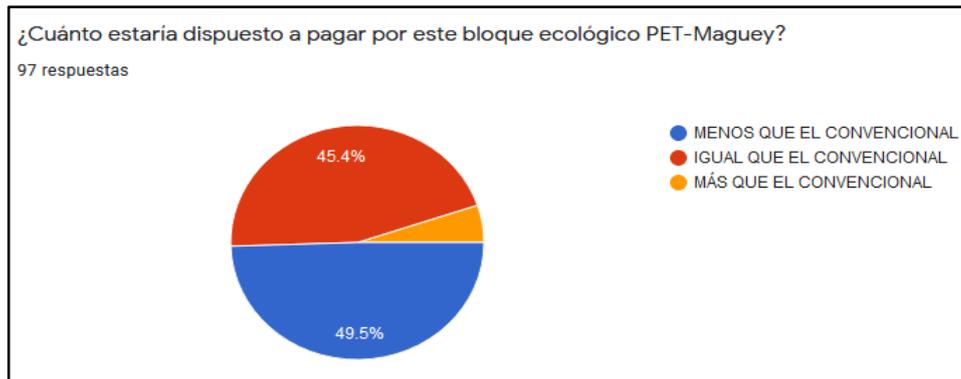


**Figura19.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 8. ANÁLISIS

Lanzar un prototipo al mercado consumidor, implica romper las expectativas, sea por las cualidades y características dentro de los estándares nacionales como por las experiencias que se ha ganado en el empleo de este tipo de productos. La utilización

de este tipo de material logra el 83.8% de aceptación, entre calificaciones excelente muy buena y buena.



**Figura20.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 9. ANÁLISIS

Los profesionales ingenieros civiles, manejan los proyectos de construcción en función de las necesidades y exigencias de la solicitud de su cliente o las especificaciones técnicas requeridas, por eso se aplica mucho el principio de sacrificar el costo en beneficio de la calidad de la materia prima necesaria. Pero con la seguridad de un bajo costo y el cumplimiento de las normas de elaboración para este prototipo, el 49.5% pagaría menos y el 45.4% igual que el valor del bloque convencional.



**Figura21.** Encuesta Ing. civiles.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 10. ANÁLISIS

El 52% o sea la mayoría de los ingenieros civiles, consideran que la más importante de las características, es la resistencia (sometido en laboratorio con curado de 28 días), un 19% considera importante el peso seco del bloque (posiblemente pensando en el peso de la estructura en paredes de pisos superiores); el 13% de profesionales lo

aplicaría por su espesor considerado en sus medidas estándares y conforme el tipo de pared a armar; el 11% lo emplearían por el largo del bloque y el 5% restante lo emplearían por la altura.

**Tabla7.**

***Análisis de los Resultados en las encuestas dirigidas a ingenieros civiles.***

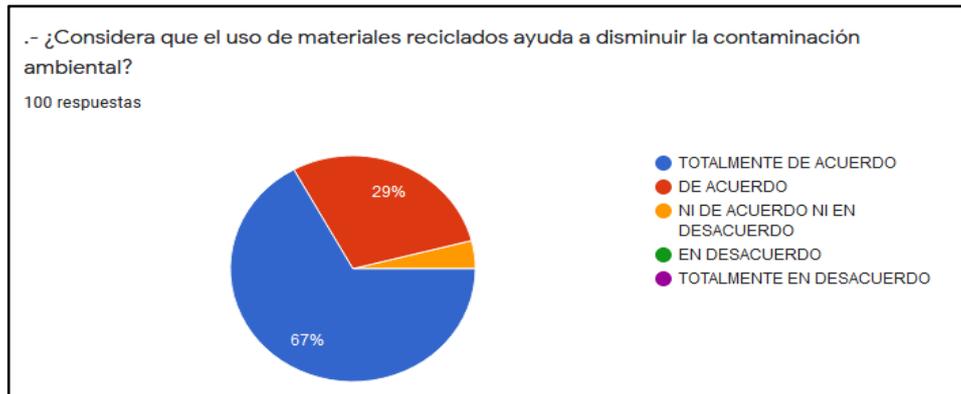
N°	PREGUNTA	PORCENTAJE	RESULTADO
1	¿Considera que el uso de materiales reciclados ayuda a disminuir la contaminación ambiental?	75% Totalmente de acuerdo en su uso	+
2	¿Cree usted que se debería implementar materiales reciclados en la construcción?	47% Totalmente de acuerdo implementarían	+
3	¿Es importante desarrollar técnicas de innovación para la elaboración de paredes con eco-materiales?	50% Totalmente de acuerdo con innovaciones	+
4	¿Está de acuerdo con la construcción de viviendas a base de bloque ecológico?	33% por Costo y 30% por seguridad.	+
5	¿Está dispuesto a utilizar un prototipo de bloque ecológico a base de PET y fibra de Maguey?	65.7% de demanda	+
6	¿Invitaría a otros profesionales de la construcción que utilicen el prototipo de bloque ecológico en base de PET y fibras de Maguey en las paredes de las viviendas?	69.7% emplean en paredes	+
7	¿Qué tan dispuesto estaría a cambiar este producto por el bloque convencional?	60.3% emplean prototipo	+
8	Desde su punto de vista; ¿Cómo califica la utilización de bloques ecológicos para la construcción de edificios?	83.8% de aceptación	+
9	¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este bloque ecológico PET-Maguey?	94.9% pagarían igual o menos que el bloque tradicional	+
10	¿Cuál es la característica más importante para usted en este bloque ecológico?	52% emplearían por la resistencia	+
<b>TOTAL</b>		Existe necesidad	+

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

Según los resultados de la encuesta, el prototipo de bloque tiene la suficiente demanda de parte de los profesionales en ingeniería civil, y se podrá contribuir de manera profesional con la incorporación de este nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, en las construcciones civiles ubicadas en los todos sitios donde se lo desee aplicar y en especial en la troncal, lugar del objeto de estudio.

Para asegurar la cantidad de producción, es necesario establecer una estrategia de marketing publicitario, donde se haga conocer las características que cumplen con las normas de fabricación INEN de la construcción. Así como el aporte a la matriz productiva del país, por la fuente de trabajo creada, el producto empleado y la cadena de comercialización y tecnificación usada para el tratamiento de polietileno tereftarato y la fibra de maguey.

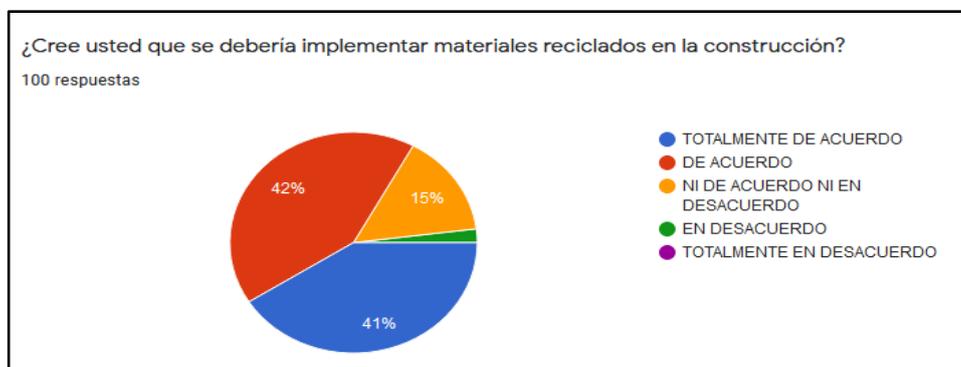
## ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL



**Figura22.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 1. ANÁLISIS

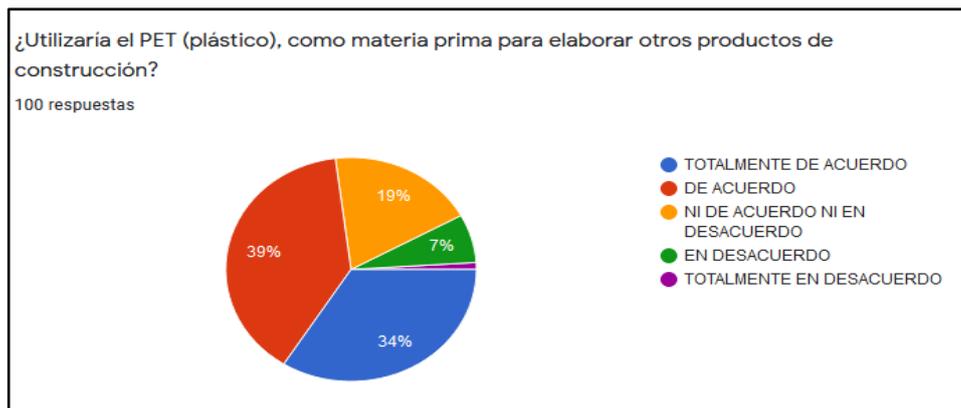
Conforme a su profesión, el empleo de recursos naturales debe ser cuidadoso y el 67% de los encuestados están de acuerdo en emplear materiales reciclados por la conciencia creada sobre la contaminación y los esfuerzos de las comunidades por prevenirla. Así mismo el 29% comparte esta opinión, pero siempre se presentan indecisos en tomar acciones, debido al desconocimiento o la falta de experiencia.



**Figura23.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 2. ANÁLISIS

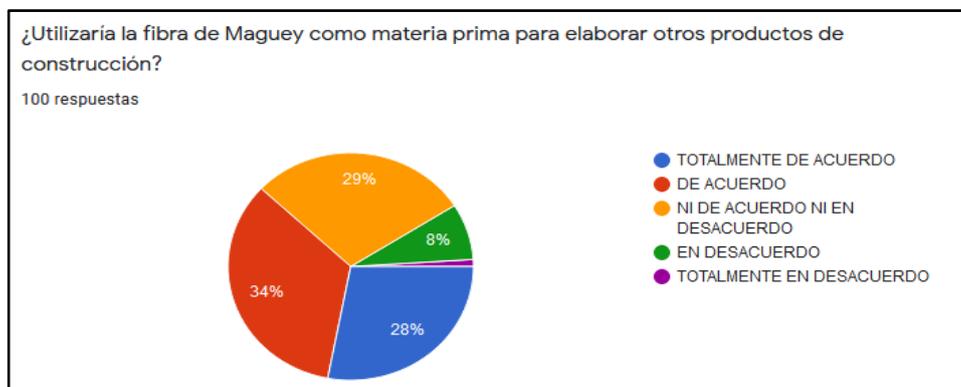
La opinión dividida señala en 42% a los que están de acuerdo en emplear materiales reciclados para la construcción y en 41% a quienes están convencidos de que esta implementación de materiales de construcción con materiales reciclados es efectiva; forman un grupo mayoritario que apoya esta forma de construir. Existe un grupo que probablemente todavía no se convence de las ventajas que provee esta innovadora forma de construcción.



**Figura24.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 3. ANÁLISIS

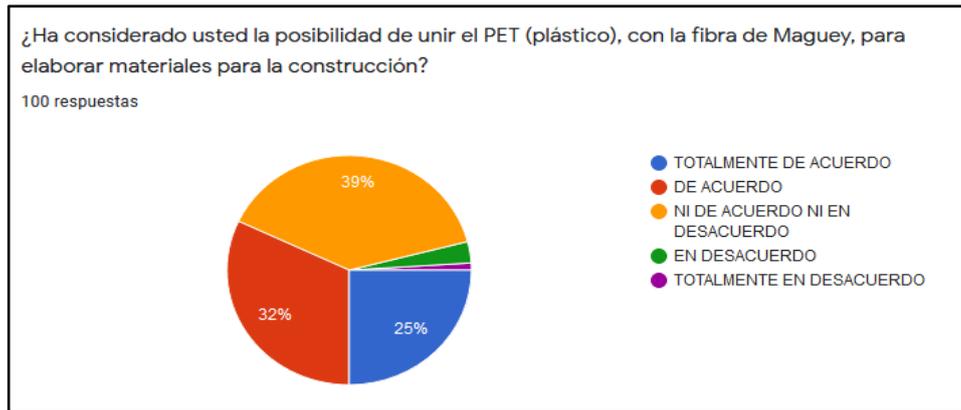
A pesar del 34% que está totalmente de acuerdo, existe un apoyo del 39% (mayoría), que acuerdan emplear el plástico como materia prima con la que elaborarían materiales de construcción; esto implica que con una socialización de las características del producto y los valores agregados sobre la prevención de la contaminación y el reciclaje aumentarían profesionales que usen este tipo de materiales a base de PET.



**Figura25.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 4. ANÁLISIS

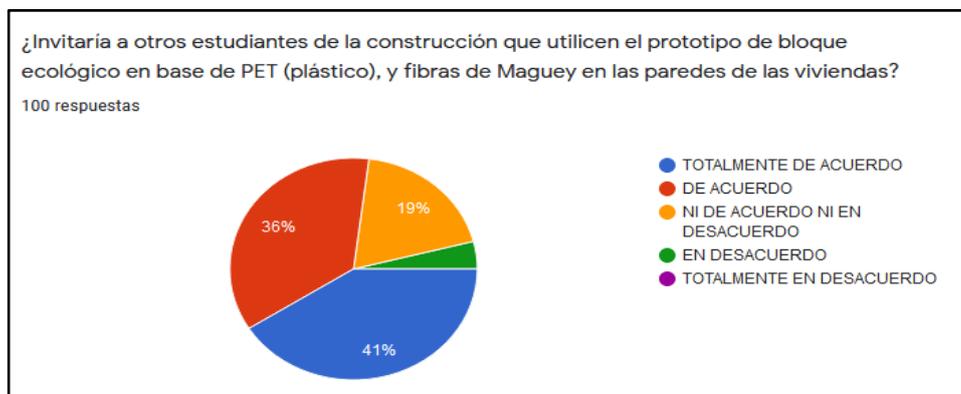
El 34% está de acuerdo en emplear la fibra de maguey como materia prima de productos de construcción, y junto a los que están totalmente de acuerdo forman el 62% de estudiantes que potencialmente produzcan innovaciones en la elaboración de productos de construcción a base de fibra de maguey y otros elementos del entorno, debidamente comprobados en laboratorio.



**Figura26.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 5. ANÁLISIS

El 39% de los encuestados, no están de acuerdo ni en desacuerdo, frente a un 32% que están de acuerdo y un 25% totalmente de acuerdo en unir plástico y fibra de maguey en la elaboración de materiales de construcción. El desconocimiento y la inexperiencia en el empleo de este tipo de productos innovadores, hacen que exista un cierto temor por los resultados o las expectativas que no se alcancen.



**Figura27.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 6. ANÁLISIS

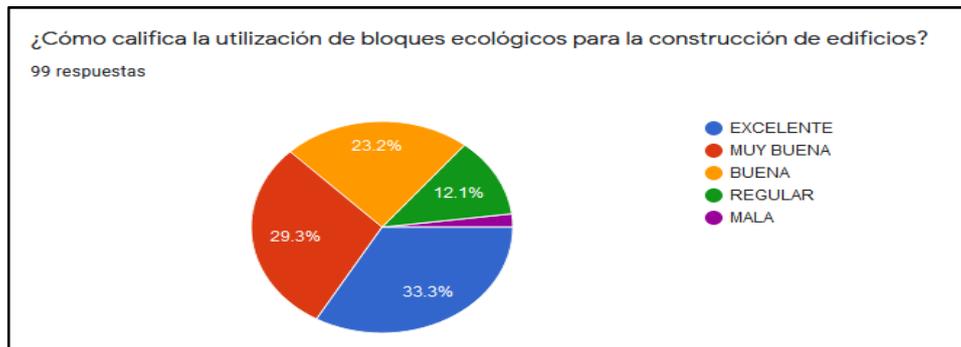
Totalmente de acuerdo el 41% de estudiantes que invitarían a estudiantes pares a emplear el prototipo de bloque ecológico a base de PET y fibra de maguey, en el levantamiento de paredes de viviendas; además el 36% de estudiantes si accederían, una vez que la experiencia de los primeros señale un nivel de satisfacción y represente garantía en los estándares nacionales de fabricación de este tipo de bloques.



**Figura28.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 7. ANÁLISIS

El 43% de los encuestados estaría algo dispuesto a cambiar su bloque convencional por este prototipo; frente al 29% que si estarían bastante dispuestos a cambiar el uso del bloque convencional por este producto innovador. Sin embargo, la duda frente a costos, o éxito en la elaboración de un producto de innovación refleja un 21% de preferencia entre encuestados.



**Figura29.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 8. ANÁLISIS

Una gran parte el 33.3% califica de excelente la idea de emplear bloques ecológicos en la construcción de edificios; otro grupo afirma que la idea es muy buena, lo que implica que prefieren ver cómo les va a los que emplean este tipo de materiales o no conocen sobre las características de construcción presentadas; sin embargo, otro grupo representativo de los que tienen dudas son el 23.2% de los encuestados. De todas formas, debe socializarse este tipo de materiales, de modo que todos conozcan sobre su uso en la construcción y sean testigos de cómo resulta con el paso de los años en los edificios donde se ha aplicado.



**Figura30.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 9. ANÁLISIS

La mayoría con el 54.5% de encuestados pagaría igual costo que el convencional y otro grupo numeroso preferiría pagar menos valor que el bloque tradicional. Sin embargo, un minúsculo grupo pagaría un valor más elevado. Se refleja el valor que se le da a las características del bloque con las que se cumplen los estándares nacionales de construcción y en menor número se pueden dar preferencias frente a los bloques tradicionales.



**Figura31.** Encuesta a estudiantes de Ing. civil.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 10. ANÁLISIS

El 54% de los estudiantes consideran que la característica más relevante es el de la resistencia valorada en Mpa. Seguido del largo del bloque, pensando que en el tamaño existen factores que dan ventaja a una construcción, por el ahorro de bloques. El espesor tiene una aceptación del 11% seguido del peso seco con 9%. El análisis de

las preferencias en la característica del bloque, tiene relevancia por los estudios que hacen de la elaboración y el requerimiento según el tipo de construcción.

**Tabla8.**  
*Análisis de los Resultados en las encuestas dirigidas a estudiantes de ingeniería civil.*

Nº	PREGUNTA	PORCENTAJE	RESULTADO
1	¿Considera que el uso de materiales reciclados ayuda a disminuir la contaminación ambiental?	67% Totalmente de acuerdo que el uso disminuye contaminación	+
2	¿Cree usted que se debería implementar materiales reciclados en la construcción?	8% Totalmente de acuerdo implementarían	+
3	¿Utilizaría el PET como materia prima para elaborar otros productos de construcción?	73% Totalmente de acuerdo, usa plástico como materia prima	+
4	¿Utilizaría la fibra de Maguey como materia prima para elaborar otros productos de construcción?	62% Utilizan fibra de maguey como materia prima	+
5	¿Ha considerado usted la posibilidad de unir el PET con la fibra de Maguey, para elaborar materiales para la construcción?	64% uniría PET y fibra de Maguey en materiales de construcción.	+
6	¿Invitaría a otros estudiantes de la construcción que utilicen el prototipo de bloque ecológico en base de PET y fibras de Maguey en las paredes de las viviendas?	77% si invitaría a emplear el prototipo de bloque ecológico	+
7	¿Que tan dispuesto estaría a cambiar este producto por el bloque convencional?	72% cambiarían el bloque tradicional por este prototipo	+
8	¿Cómo califica la utilización de bloques ecológicos para la construcción de edificios?	62.6% de aceptación	+
9	¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este bloque ecológico PET-Maguey?	92.9% pagarían igual o menos que el bloque tradicional	+
10	¿Cuál es la característica más importante para usted en este bloque ecológico?	54% la emplearían por la resistencia	+
<b>TOTAL</b>		Existe necesidad	+

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

Las encuestas a estudiantes de ingeniería civil, indican que existe una mayor cantidad de opiniones divididas entre aplicar un nuevo material de construcción, y la falta de seguridad propia de su inexperiencia; sin embargo, comparten ideas acerca de formar parte del proceso de prevención de la contaminación a través del reciclaje y por ello participan de otros programas afines durante su etapa de formación profesional. Conocen acerca de las ventajas del curado y las proporciones en la elaboración de bloques con estándares de calidad INEN, y por ello también opinan sobre el prototipo.

En resumen, sí aceptan, el empleo del bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey porque cumplen la norma INEN, y la construcción de nuevos productos a base de materiales reciclados. Se requiere una estrategia de marketing publicitario.

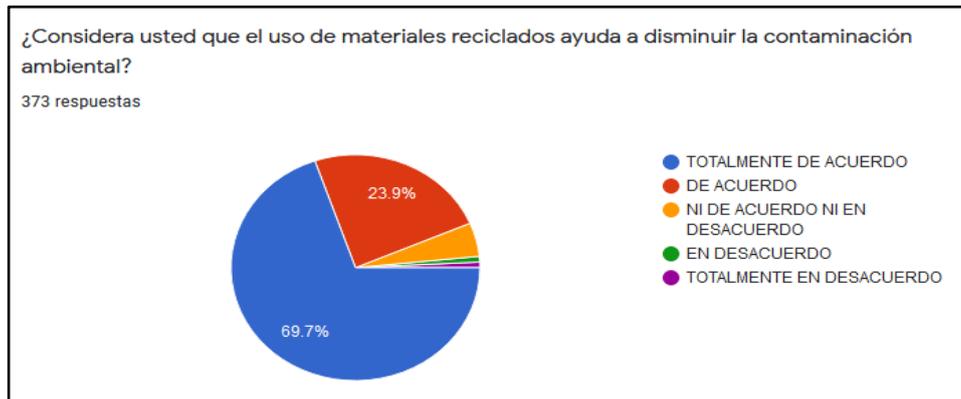
## CONSTRUCCIONES CIVILES. ENCUESTA A DIRIGIDA A PÚBLICO EN GENERAL



**Figura32.** Construcciones civiles. Encuesta a dirigida a público en general.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 1. ANÁLISIS

Los habitantes confían en la seguridad proporcionada por el bloque ecológico, sobre todo en viviendas a bajo costo, el 41.3% lo confirma; seguido de los indecisos, a causa de no conocer sobre características y ventajas del uso de este prototipo; algunos en un 16.9% lo aceptan por el bajo costo que representa para su vivienda como por el costo del bloque.

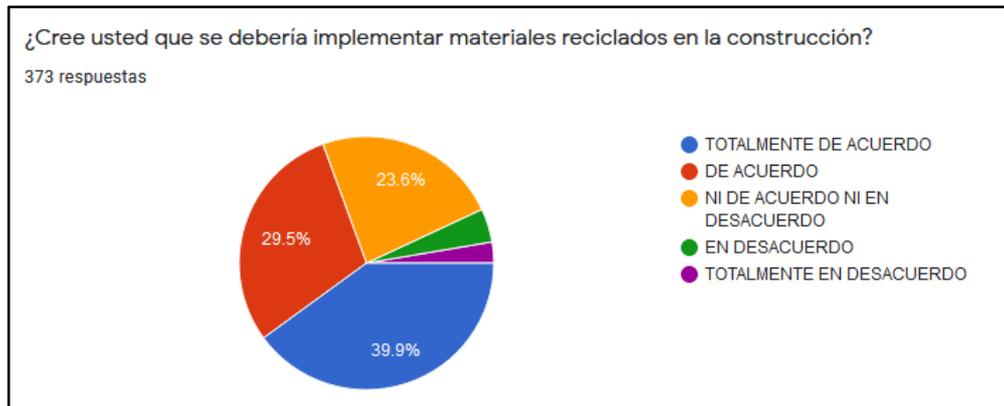


**Figura33.** Construcciones civiles. Encuesta a dirigida a público en general.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 2. ANÁLISIS

69.7% totalmente de acuerdo y 23.9% de acuerdo; la percepción general de la contaminación exagerada del ambiente, difundida por los medios de comunicación, tiene un impacto fuerte en la conciencia de las personas, que se convierten en

seguidores del discurso preventivo en materia de no contaminar el medio ambiente; acciones generadas desde los organismos estatales y mundiales.



**Figura34.** Construcciones civiles. Encuesta a dirigida a público en general.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 3. ANÁLISIS

39% de las respuestas afirman estar totalmente de acuerdo y el 29.5% de acuerdo; existe una aceptación del uso de materiales reciclados de aproximadamente 68% lo que implica que la publicidad sobre este tipo de construcción podría determinar un aumento en esta cifra, proveniente del 23.6% de indecisos.



**Figura35.** Construcciones civiles. Encuesta a dirigida a público en general.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### 4. ANÁLISIS

De acuerdo a las encuestas el 41.3% afirma estar de acuerdo en el desarrollo de técnicas de innovación para la construcción de paredes con materiales ecológicos; seguido de un 39.9% de personas que están totalmente de acuerdo. Esto representa un avance en cuanto a la conciencia de emplear materiales de reciclaje e innovar diseños y construcciones con materiales del medio ambiente y no necesariamente de reciclaje.



**Figura36.** Construcciones civiles. Encuesta a dirigida a público en general.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

## 5. ANÁLISIS

Entre el 42.4% que están de acuerdo y el 32.4% que está totalmente de acuerdo, representan un número mayoritario de personas dispuestas a aceptar construcciones con bloques ecológicos. Esta decisión al aumentar con publicidad y la imagen del producto en sus características, ventajas para la prevención del avance de la contaminación y los bajos costos que representa, seguramente crecerá del estimado de 74.8% de quienes si estarían dispuestos a pasar del 90% en relación a captar algunas personas que se encuentran en el 19.5% de indecisos.

**Tabla9.**

***Análisis de los Resultados en las encuestas dirigidas al público en general.***

N°	PREGUNTA	PORCENTAJE	RESULTADO
1	¿Está de acuerdo con la construcción de su vivienda a base de bloque ecológico?	58.2% acceden por seguridad y bajo costo	+
2	¿Considera usted que el uso de materiales reciclados ayuda a disminuir la contaminación ambiental?	93.6% totalmente y de acuerdo, materiales reciclados disminuyen la contaminación ambiental	+
3	¿Cree usted que se debería implementar materiales reciclados en la construcción?	68% usarían materiales reciclados en construcción	+
4	¿Es importante desarrollar técnicas de innovación para la elaboración de paredes con eco-materiales?	81% de acuerdo en el uso de eco-materiales en construcción	+
5	¿En la reconstrucción de su casa usted estaría dispuesto a aceptar bloques ecológicos?	75% aproximadamente aceptan bloques ecológicos	+
<b>TOTAL</b>		Existe necesidad	+

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

En su mayoría, el público estaría conforme con el empleo de materiales ecológicos en la construcción de viviendas, confían en la seguridad que les da la publicidad, el empleo de este prototipo por parte del profesional ingeniero y maestro constructor,

que a la final abarata los costos de adquisición de vivienda. La contaminación ambiental es un problema de todos y el Estado a través de sus instituciones públicas propone en conjunto a organismos mundiales, programas de disminución de la contaminación, de modo que cause un impacto en la actitud del público para seguir estrategias preventivas, por eso es que las carreras de ingeniería civil o arquitectura presentan propuestas innovadoras en elaboración de materiales de reciclaje dedicados a las construcción y el diseño de viviendas a bajo costo y con niveles óptimos de calidad en términos de proporcionar altos estándares de vida.

### **COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Las encuestas de aceptación de profesionales en ingeniería civil, estudiantes tecnológicos en la carrera de Obras civiles, estudiantes de Ingeniería civil de la facultad y del público en general ubicados en la ciudad de La Troncal y en Babahoyo, sobre el empleo a futuro del prototipo de bloque elaborado con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey con propiedades físicas y mecánicas que cumplen con la normativa nacional de construcción; se da entre otras causas, por los estándares de calidad que cubre la NTE INEN 3066-2016-11 “Bloques de Hormigón Requisitos y Métodos de Ensayo”, donde se especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de ensayo de los bloques huecos de hormigón”

## **CAPÍTULO IV**

### **INFORME FINAL**

#### **4.1. Propuesta**

Elaboración del prototipo de bloque a base de Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey con propiedades físicas y mecánicas que cumplan con la normativa nacional de construcción.

#### **4.2. Objetivos de la propuesta**

- Elaborar el prototipo de bloque con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey que cumplan con la normativa nacional de construcción, para que se garantice su empleo como materias primas en obras civiles de viviendas y edificios.
- Elaborar el prototipo de bloque con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey que cumplan con la normativa nacional de construcción, para que se garantice el uso de eco-materiales, amigables con el medio ambiente.
- Elaborar el prototipo de bloque con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey que cumplan con la normativa nacional de construcción, para que se garantice el costo beneficio con las dosificaciones ideales en la producción continua.
- Elaborar el prototipo de bloque con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey que cumplan con la normativa nacional de construcción, para que se garantice la descripción teórica de los ensayos de laboratorio que permiten las mejores propiedades mecánicas del producto.

#### **4.3. Metas de la propuesta**

Al elaborar el prototipo de bloque con Piedras de polietileno tereftalato (PET) y Fibras de Maguey que cumplan con la normativa nacional de construcción, el presente trabajo investigativo establece las siguientes metas:

- Garantizar a través de futuros estudios publicitarios en corto plazo, el empleo como materias primas en obras civiles de viviendas y edificios a bajo costo.
- Garantizar a partir del presente período lectivo, nuevos estudios sobre el uso de eco-materiales, amigables con el medio ambiente, en la carrera de ingeniería civil o arquitectura.

- Garantizar inmediatamente la exposición y demostración al público y profesionales dedicados a la elaboración de este prototipo, el costo beneficio con las dosificaciones ideales en la producción continua; generando fuentes de trabajo.
- Garantizar a partir de la exposición de la tesis, la descripción teórica de los ensayos de laboratorio que permiten las mejores propiedades mecánicas del producto.

#### 4.4. Desarrollo de la propuesta.

##### 4.4.1 Diagrama de Flujo de un Bloque Prototipo de Hormigón con Piedras de Polietileno Tereftalato (pet) y Fibras de Maguey.

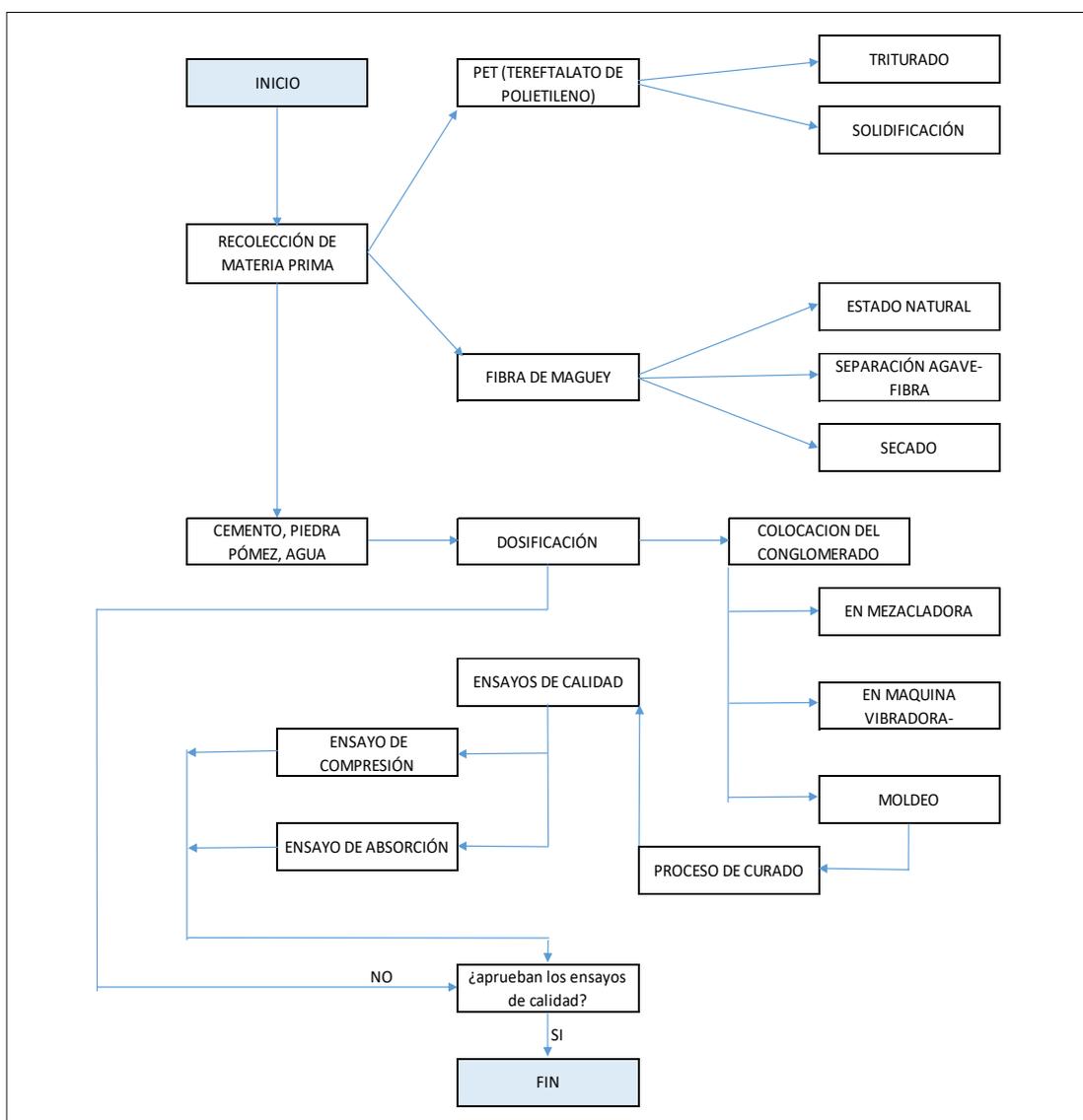


Figura37. Diagrama de flujo.  
Elaborado por: Macancela y Vinueza. (2021)

#### 4.4.2. Recolección y tratamiento de materia prima

El **plástico** o PET tereftalato de polietileno, es recogido de manera simple por personas dedicadas a reciclar en sitios de concentración de habitantes que ante los escasos contenedores para ello, tiran los envases en cualquier sitio (calles, locales, parques...), también en los colegios y escuelas las recogen bajo la estrategia de prevención de la contaminación o como actividad escolar económica para venderlos a las recicladoras.

Se asegura la procedencia con recolectores populares informales y microempresas dedicadas al comercio de materiales de reciclaje.

Para efectos demostrativos se recolectó una mínima cantidad de botellas plásticas.

##### *Triturado.*

Una vez terminado el proceso de recolección, se los clasifica, se retiran las etiquetas, y se los limpia con abundante agua y se procede a seleccionar según el tipo de material, para luego triturarlos en pequeños trozos. Suele emplearse máquinas de trituración, para grandes cantidades.



**Figura38.**Recolección de botellas de plástico y presentación del triturado.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

##### *Conversión de plástico en material pétreo.*

Colocación del PET triturado en un recipiente con una temperatura de 300°C, para lograr derretir, presenta una coloración de aspecto café oscuro.



**Figura39.**Proceso de fundición del plástico.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### *Enfriamiento.*

Se procede a enfriar, por lo cual su color se torna de color gris y luego se empieza a triturar para obtener la piedra PET.



**Figura40.**Solidificación y Triturado del PET  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### *fibra de Maguey.*

La fibra de maguey, es recogida en el campo, especialmente de los sectores de la sierra, donde crece a la vera del camino, en las laderas de las montañas de entrada a la sierra; en nuestro caso las encontramos gratuitamente en los caminos colindantes en la Troncal, en las vías que van hacia Azuay y en las vías de Santo Domingo.

### *Estado natural.*

En general se las encuentra a disposición, y la proyección es generar como fuente de trabajo la siembra y cosecha del agave en las pencas del Maguey, su posterior tratamiento, para diversificar su procesamiento ya que se pueden obtener varios productos de ella y que son muy utilizables. Este trabajo sólo emplea la fibra de la hoja.

### *Separación agave-fibra.*

Obtenida la hoja, que es larga y de bordes espinados, se procede a lavarla y retirar espinos e impurezas; se corta los extremos y se retira la cubierta de la hoja que se observa a manera de cáscara. Se corta en láminas largas y se coloca en la maquinaria (trapiche), permite separar el agave de la fibra por medio de rodillos.



**Figura41.**Maquinaria con rodillos (trapiche).  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### *Secado.*

Una vez que se ha extraído el líquido de la pulpa de la hoja, el líquido se recoge en recipientes especiales para diferentes tratamientos, según el producto que se vaya a elaborar. El resto del material de la hoja deshidratada, es la fibra húmeda, que requiere de un tratamiento y secado sencillo, para que se pueda obtener la fibra seca, que es la que se procederá a manipular previo al cortado en hilos de pequeñas medidas y que permitirá su inserción entre las mezclas del mortero de concreto, en proporciones determinadas por las normas nacionales de construcción. Para ello, el secado requiere

de tendales y cordeles dispuestos a recibir calor y luz solar para el máximo secado de la fibra.



**Figura 42.** Proceso de secado en tendales.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

### *Almacenamiento y pesaje.*

Para el almacenamiento de la fibra de maguey, se dispone de un sitio amplio y seco; usualmente se seleccionan por el largo del hilo y se ordenan por medio de trenzas para calcular posteriormente su peso en kg.



**Figura 43.** Trenzado y Almacenamiento de la fibra de maguey.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)



**Figura44.** Colocación de las trenzas de maguey en una balanza.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza. (2021)

#### **4.4.3. Procedimiento para la elaboración del bloque ecológico.**

##### ***El corte de la fibra.***

La trenza de fibra se dispone alargada, se desenrolla lo mejor posible y se coloca en la maquina cortadora, la que ya está graduada para realizar cortes del hilo en longitudes predeterminadas; para este trabajo se cortó en fibras de 5 centímetros de largo, siempre van a quedar hilos de fibras menores a ese tamaño, pero lo que interesa es que las fibras más largas sean de esa medida.



**Figura45.** Proceso de corte de la fibra con una longitud de 2-5 cm  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

##### ***Colocación del conglomerado en mezcladora.***

Inicia con el agregado de arena, cemento y agua, los que se mezclan, formando el material conglomerante; el mismo que es “batido” en la máquina, para darle mayor consistencia aglutinante al hacer un mezclado homogéneo y disminuir la cantidad de

aire entre los espacios inter moleculares. A esta sustancia formada se agregarán en proporciones adecuadas las demás sustancias.



**Figura46.** Colocación de las disociaciones (arena y agua) en la mezcladora  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### *Dosificación.*

Colocación del polietileno de tereftalato Plástico en pequeñas partículas que sustituirán proporcionalmente al ripio o gravilla (piedra pequeñita).



**Figura47.** Colocación de las disociaciones (Colocación del Polietileno) en la mezcladora  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

Colocación de la fibra, que sustituirá proporcionalmente a una parte de la arena fina, con lo que se deberá mezclar a fin de obtener una consistencia homogénea. Tratando de que esta mezcla forme una pasta de cemento que rodee a los materiales agregados; para lo cual debe tener suficiente agua y la retenga a fin de que la fusión permita óptimas condiciones de trabajabilidad y logre mayor resistencia luego del fraguado y el curado.



**Figura48.** Colocación de las disociaciones (fibra y cemento) en la mezcladora.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

**Tabla10.**  
***Pesos del material a agregar en el mortero***

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	Peso
FIBRA	0.000	0.359	0.359	0.766	0.253	0.206	Kg
PIEDRA PET	0.000	1.500	1.997	1.400	2.445	1.459	Kg
ARENA	14.500	14.500	16.700	12.950	11.000	12.960	Kg
PIEDRA POMEZ	21.750	20.250	19.750	18.030	14.055	17.980	Kg
CEMENTO	7.250	7.250	7.250	6.477	5.550	6.486	Kg
AGUA	1.000	1.000	1.000	2.000	1.000	1.500	Lts
TOTAL	43.500	43.859	46.056	39.623	33.303	39.091	Kg

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

En seis bloques tomados como prototipos, fueron diferentes pesos; conformes a las pruebas a que se someterían. La relación del peso y la resistencia son proporcionales al tipo de bloque, que se va a destinar para un determinado sitio en la construcción del edificio o vivienda; así el bloque de menor peso y mayor resistencia irá a los pisos superiores de una edificación. Los de mayor peso y resistencia irán como base en la parte inferior de la construcción.

#### ***Maquinaria prensadora-vibradora electromecánica.***

Esta máquina, es la que genera vibración y prensado, para acomodar la mezcla en el molde y a su vez se encarga de moldearla por medio de la prensa. Trabaja con un motor eléctrico o a su vez con combustible. Permite la formación del bloque mediante el prensado y la disminución de espacios vacíos en la masa del bloque formado, por medio de la vibración.



**Figura49.** Colocación de la mezcla en la maquinaria.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### ***Moldeo.***

El moldeo ocurre una vez que la maquina ha hecho efecto de vibrar y el contenido de esta masa se vierte en los moldes, unas planchas apisonan la mezcla y le dan la forma de bloque.



**Figura50.** De la mezcladora a la maquina moldeadora.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### ***Bloque moldeado.***

El bloque ya tiene la forma que la maquina le ha dado y se espera que el fraguado le de consistencia y que haya secado un poco para su primera manipulación, antes del curado. Se observa las irregularidades o defectos para que pase el primer control de producción.



**Figura51.** Observación del bloque recién salido de la máquina.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### ***Curado.***

Ante el agregado de agua y los materiales, el cemento que es hidráulico, madura y endurece lentamente, se inicia el proceso de fraguado; a la salida del bloque se determina si la mezcla ha dado resultado con un bloque que presenta consistencia a la primera manipulación. Y ya está listo para el proceso de hidratación con lo cual la mezcla de concreto va a madurar. A esta parte del proceso, se llama curado según el ACI 308R.



**Figura52.** Al retiro del bloque ecológico se observa el bloque listo para el curado.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

#### ***4.4.4. Ensayos de calidad.***

Se inicia con el traslado de los bloques al laboratorio de suelo. a fin de realizar los ensayos de laboratorio que permiten determinar si el bloque cumple con las mejores propiedades mecánicas como prototipo.



**Figura53.**Traslado de bloques ecológicos al laboratorio de suelo.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### ***Medición del bloque.***

El bloque que ingresa al laboratorio, es codificado con la fecha, peso, masa, volumen, y tiempo de curado. Los tiempos de curado establecido para las pruebas son: 7,14 y 28 días, con una temperatura mayor a 5°C, que es necesario para que la hidratación del cemento desplace los poros entre los espacios de los materiales agregados.



**Figura54.**Medición (peso, masa, volumen) del bloque en laboratorio.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### ***Ensayo de compresión.***

A los 7 días, luego a los 14 y finalmente a los 28 días del curado, se somete a varios ensayos de compresión, para conocer a que esfuerzo físico sometido por la máquina de compresión, mediante la carga de ruptura se rompe o se fractura y cuál es el cálculo de la resistencia, cuyo valor es en Mega pascal MPa.

**Tabla11.**

**Resultados de la prueba de esfuerzo de compresión en unidades pascal, a los 7 días de curado.**

Muestras	Peso (Kgf)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Kfg/cm <sup>2</sup>	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Factor de Conversión	Mpa
1	2520	250	0.01	10.080	252000	0.10	0.989
2	2750	250	0.01	11.000	275000	0.10	1.079
3	2820	250	0.01	11.280	282000	0.10	1.106
4	3100	250	0.01	12.400	310000	0.10	1.216
5	3680	250	0.01	14.720	368000	0.10	1.444
6	2900	250	0.01	11.600	290000	0.10	1.138

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

Al análisis de los bloques de muestra del prototipo del día 7, en relación al peso de los materiales empleados, la muestra número 5, es la que tiene menor peso y mayor resistencia en el esfuerzo, al aplicar la carga en la máquina de compresión; En cambio, en la muestra 1 presento un diferencial de 0.451 Mpa, en comparación a la muestra 5, debido a la incorporación de las variables piedra PET en un 2.45 kg y en Fibra de maguey un 0.253 Kg lo que permitió mejores condiciones de resistencia.

**Tabla12.**

**Resultados de la prueba de absorción de humedad en litros en la prueba de esfuerzo anterior a los 7 días de curado.**

MUESTRAS	PESO DE MASA	PSSS	P SECO	% ABSORCIÓN
1	2520,000	6939,700	6246,300	11,1
2	2750,000	7434,200	6640,700	11,9
3	2820,000	7708,700	7083,500	8,8
4	3100,000	7359,100	6600,200	11,5
5	3680,000	7905,800	7119,900	11,0
6	2900,000	7518,100	6809,800	10,4

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

En los bloques de la muestra 1, 2 y 3 se relaciona que la presencia de piedra pet permite al bloque 3 obtenga una menor absorción de agua con un 2 Kg de piedra pet; en cambio en los bloques de la muestra 4 y 6 se dedujo que, al colocarse más de Fibra de Maguey, conduce mínimo porcentaje en absorción de agua del 0.1 % de absorción.



**Figura55.**Ensayo de compresión.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

**Tabla13.**  
**Resultados de la prueba de esfuerzo de compresión en unidades Pascal a los 14 días de curado.**

Muestras	Peso (Kgf)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Kfg/cm <sup>2</sup>	Densidad (Kgf/m <sup>3</sup> )	Factor de Conversión	Mpa
1	3000	250	0.01	12	300000	0.10	1.18
2	4000	250	0.01	16	400000	0.10	1.57
3	5040	250	0.01	20.16	504000	0.10	1.98
4	4370	250	0.01	17.48	437000	0.10	1.71
5	4380	250	0.01	17.52	438000	0.10	1.72
6	3800	250	0.01	15.2	380000	0.10	1.49

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

A los 14 días, los bloques presentan mayores condiciones de resistencia; se observa que la muestra 3 eleva su nivel de resistencia, mucho más que la muestra 4 y la 5 con diferencial aproximado de 0.27 Mpa en relación a la muestra 4. Se deduce que mientras mayor es la etapa de curado, aumenta la resistencia por el fraguado completo durante la hidratación del concreto.

**Tabla14.**

**Resultados de la prueba de esfuerzo de compresión en unidades Pascal a los 28 días de curado.**

Muestras	Peso (Kgf)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Kfg/cm <sup>2</sup>	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Factor de Conversión	Mpa
1	3500	250	0.01	14	350000	0.10	1.37
2	4980	250	0.01	19.92	498000	0.10	1.95
3	7150	250	0.01	28.6	715000	0.10	2.80
4	7100	250	0.01	28.4	710000	0.10	2.79
5	5010	250	0.01	20.04	501000	0.10	1.97
6	3890	250	0.01	15.56	389000	0.10	1.53

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

El bloque 3 presenta un valor de esfuerzo de 2.80 MPa. Si consideramos que tiene mayor cantidad de PET y presentó un alto nivel de resistencia a los 7 y 14 días, aparentemente es el bloque que tiene condiciones para producirlo como prototipo; pero deben considerarse los costos de producción. Obteniendo un mismo resultado con la muestra 4, pero con menos dosificaciones en sus elementos, que en la muestra 3, tales como: 0.407 kg de fibra de maguey, 0.597 Kg piedra PET, 3.75 Kg arena, 1.72 Kg piedra pómez, 1 litro de agua y 0.773 Kg de cemento, haciendo de este un prototipo más liviano.

**Tabla15.**

**Resultados de la prueba de esfuerzo de compresión en unidades Pascal a los 28 días de curado.**

MUESTRAS	PESO DE MASA (Kg)	PSSS (Kg)	P SECO (Kg)	% ABSORCIÓN
1	2,793	3,188	2,445	30.35
2	3,117	3,671	2,847	28.93
3	3,046	3,518	2,796	25.84
4	3,308	3,777	2,995	26.09
5	3,597	4,100	3,240	26.56
6	3,126	3,552	2,839	25.11

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

En el bloque de muestra 6 obtiene un menor porcentaje de absorción debido a que presenta menor cantidad de piedra pómez (menos espacios vacíos) y porcentaje de fibra de maguey, mientras que en las muestras de bloque 3 y 4 son las que presentan un mayor esfuerzo a la compresión presentan un porcentaje de absorción de 25.84 y 26.09 debido a las dosificaciones de piedra pet, fibra de maguey y piedra pómez.

### *Ensayo de humedad.*

Se colocan varios bloques en una piscina, para calcular el valor de hidratación a efectos de lograr un bloque superficialmente húmedo. La absorción consta de la saturación de espacios vacíos llenos de aire dentro del bloque por el agua y el cemento, debido a la fluidez que presenta la mezcla ante la presencia de agua durante la maduración del cemento; etapa durante la cual se desplazan las partículas de aire y son reemplazadas por la masa de concreto.



**Figura56.** Colocación de bloques en piscina.  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### *Secado.*

Una vez curado y realizado el ensayo de compresión; debe ser secado para extraer los restos de agua, a fin de pesarlo; de manera que se pueda ofrecer un bloque de alta resistencia y de bajo peso. Para ello se coloca el bloque dentro del horno a 26°C durante 24 horas.



**Figura57.** Horno donde se colocaron los bloques  
**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

### ***Pesado.***

Pasadas las 24 horas de someter a secado, el bloque ha disminuido al máximo las partículas de aire y de agua en su interior; junto con las medidas de su volumen se determinará si cumple con los requerimientos estandarizados.



**Figura58.** Se calcula el peso del bloque, secado.

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

El peso del bloque y su tamaño, conforme las normas nacionales de elaboración de bloques, servirá como bloque tipo A, B o C y se aplicará en las construcciones acorde a la necesidad de la edificación de paredes en piso bajo, piso alto, losas, y divisiones que demande las especificaciones de la obra.

#### **4.4.5. Análisis de Costos**

Los costos están agrupados en el valor de los equipos, mano de obra, materia prima y transporte. El bloque1 o patrón, no aplica PET ni fibra de Maguey, el que varía proporcionalmente con la piedra pómez; la masa que se obtiene es la suma de todos los materiales empleados durante la construcción del prototipo 1. Siendo el costo total de 0.23 ctvs de dólar. Se presentan una serie de cuadros en los que se determina los costos unitarios por los bloques 1,2,3,4,5 y 6 elaborados, considerando los equipos, mano de obra, materiales de construcción y transporte.

**Tabla16.***Análisis de precios unitarios para el bloque 1 o patrón.*

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO	PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE PIEDRA POLIETILENO TEREFALATO (PET) Y FIBRA DE Maguey				
RUBRO	BLOQUE ECOLÓGICO			UNIDAD	U
				RENDIMIENTO	0.002
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% maquinaria vibratoria	1	1	1	0.002	0.001 0.002
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.003</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPERADOR	1	3.75	3.75	0.002	0.01
PEON	1	3.75	3.75	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
CEMENTO	SACO	0.021	7.5	0.155	
ARENA	KG	2.42	0.02	0.04	
AGUA	LTS	0.001	1.75	0.002	
PET	KG	0.00	0.2	0.00	
PIEDRA PÓMEZ	M3	0.002	10.5	0.02	
FIBRA DE Maguey	KG	0.00	0.75	0.00	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.21</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0</b>
<b>COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>0.23</b>	
<b>INDIRECTO Y UTILIDADES</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>0.23</b>	

Elaborado por: Macancela y Vinuesa (2021)

El costo está calculado por el mismo valor para los equipos, mano de obra y transporte; pero varía para el costo de la materia prima. El bloque ecológico 2, aplica PET y mide la resistencia del bloque solo a base de fibra de agave de Maguey; además varía la cantidad de arena y que también aumenta, así como la cantidad de fibra de maguey; ambas varían proporcionalmente para trabajar con la menos cantidad de piedra pómez; la masa que se obtiene es la suma de todos los materiales empleados durante la construcción del prototipo 2. Siendo el costo total de 0.31ctvs de dólar.

**Tabla17.**  
*Análisis de precios unitarios para el bloque 2*

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO	PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE PIEDRA POLIETILENO TEREFALATO (PET) Y FIBRA DE MAGUEY				
RUBRO	BLOQUE ECOLÓGICO			UNIDAD	U
				RENDIMIENTO	0.002
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% maquinaria vibratoria	1	1	1	0.002	0.001 0.002
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0.003</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPERADOR	1	3.75	3.75	0.002	0.01
PEON	1	3.75	3.75	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0.02</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
CEMENTO	SACO	0.021	7.50	0.155	
ARENA	KG	2.42	0.02	0.04	
AGUA	LTS	0.001	1.75	0.002	
PET	KG	0.25	0.15	0.04	
PIEDRA PÓMEZ	M3	0.001	10.50	0.01	
FIBRA DE MAGUEY	KG	0.06	0.75	0.04	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>0.29</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b>0</b>
				<b>COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.31</b>
				<b>INDIRECTO Y UTILIDADES</b>	
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.31</b>

Elaborado por: Macancela y Vinueza (2021)

Para el bloque Ecológico 3, los costos se calcularon con el mismo rubro de: equipos, mano de obra y transporte; variando el costo de la materia prima, porque este bloque ecológico, si aplica PET y se mide la resistencia del bloque a base de PET y fibra de agave de Maguey; se mantiene estable la cantidad de arena y fibra de maguey; ambas varían proporcionalmente para trabajar con menos cantidad de piedra pómez; la masa que se obtiene es la suma de todos los materiales empleados durante la

construcción del prototipo 2. Siendo el costo total de 0.32 ctvs de dólar; siendo este el valor de bloque más alto, hasta aquí.

**Tabla18.**

**Análisis de precios unitarios para el bloque 3**

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO</b>	PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLOGICO A BASE DE PIEDRA POLIETILENO TEREFTALATO (PET) Y FIBRA DE MAGUEY				
<b>RUBRO</b>	BLOQUE ECOLOGICO	<b>UNIDAD</b>		U	
		<b>RENDIMIENTO</b>		0.002	
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
Herramienta menor 5% maquinaria vibratoria	1	1	1	0.002	0.001 0.002
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.003
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
OPERADOR	1	3.75	3.75	0.002	0.01
PEON	1	3.75	3.75	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.02
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>COSTO</b>	
CEMENTO	SACO	0.021	7.5	0.155	
ARENA	KG	2.42	0.02	0.04	
AGUA	LTS	0.001	1.75	0.002	
PET	KG	0.333	0.2	0.05	
PIEDRA PÓMEZ	M3	0.001	10.5	0.01	
FIBRA DE MAGUEY	KG	0.06	0.75	0.04	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					0.30
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.32
INDIRECTO Y UTILIDADES					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.32

**Elaborado por:** Macancela y Vinuesa (2021)

Para el bloque 4, Los valores del costo están calculado por: los equipos, mano de obra y transporte; variando para el costo de la materia prima. Este bloque ecológico 4, aplica PET y se incrementa la fibra de maguey, además disminuye la cantidad de arena en relación al bloque anterior; las que varían proporcionalmente para trabajar con la menos de piedra pómez; la masa que se obtiene es la suma de todos los

materiales empleados durante la construcción del prototipo 2. Siendo el costo total de 0.34 ctvs de dólar.

**Tabla19.**

**Análisis de precios unitarios para el bloque 4**

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO	PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLOGICO A BASE DE PIEDRA POLIETILENO TEREFTALATO (PET) Y FIBRA DE MAGUEY				
RUBRO	BLOQUE ECOLOGICO			UNIDAD	U
				RENDIMIENTO	0.002
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% maquinaria vibratoria	1	1	1	0.002	0.001 0.002
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.003
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPERADOR	1	3.75	3.75	0.002	0.01
PEON	1	3.75	3.75	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.02
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
CEMENTO	SACO	0.019	7.5	0.139	
ARENA	KG	2.16	0.02	0.03	
AGUA	LTS	0.001	1.75	0.002	
PET	KG	0.23	0.2	0.04	
PIEDRA PÓMEZ	M3	0.0013	10.5	0.01	
FIBRA DE MAGUEY	KG	0.13	0.75	0.010	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					0.32
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.34
INDIRECTO Y UTILIDADES					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.34

**Elaborado por:** Macancela y Vinuesa (2021)

El cálculo del valor es de los equipos, mano de obra y transporte; el costo variable es el de la materia prima. El bloque ecológico 5, aplica PET y fibra de maguey; mide la resistencia del bloque en base al PET y fibra; además: se disminuye la cantidad de arena, piedra pómez y fibra de maguey. Todas se agregan para formar la pasta de cemento y por eso varían proporcionalmente para trabajar con la piedra pómez en menor cantidad. Siendo el costo total de 0.27 ctvs de dólar.

**Tabla20.****Análisis de precios unitarios para el bloque 5**

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO	PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLOGICO A BASE DE PIEDRA POLIETILENO TEREFTALATO (PET) Y FIBRA DE MAGUEY				
RUBRO	BLOQUE ECOLOGICO			UNIDAD	U
				RENDIMIENTO	0.002
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% maquinaria vibratoria	1	1	1	0.002	0.001 0.002
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.003
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPERADOR	1	3.75	3.75	0.002	0.01
PEON	1	3.75	3.75	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.02
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
CEMENTO	SACO	0.016	7.5	0.119	
ARENA	KG	1.83	0.02	0.03	
AGUA	LTS	0.001	1.75	0.002	
PET	KG	0.408	0.2	0.06	
PIEDRA PÓMEZ	M3	0.0010	10.5	0.01	
FIBRA DE MAGUEY	KG	0.04	0.75	0.03	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					0.25
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.27
INDIRECTO Y UTILIDADES					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.27

**Elaborado por:** Macancela y Vinueza (2021)

El bloque ecológico 6, no ha variado los costos en equipos, mano de obra y transporte; el costo que ha variado es el de la materia prima. Se aplica PET y una pequeña cantidad la fibra de maguey; midiendo la resistencia del bloque en base a la fibra; disminuye la cantidad de arena, aumenta la cantidad de piedra pómez y disminuye la cantidad de fibra de maguey. Los materiales, fraguados varían proporcionalmente para trabajar con la piedra pómez. Las variaciones de los materiales son siempre en relación al bloque descrito anteriormente. La masa obtenida es la suma de todos los materiales. Siendo el costo total de 0.27 ctvs de dólar.

**Tabla21.****Análisis de precios unitarios para el bloque 6**

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO	PROTOTIPO DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE PIEDRA POLIETILENO TEREFALATO (PET) Y FIBRA DE MAGUEY				
RUBRO	BLOQUE ECOLÓGICO			UNIDAD	U
				RENDIMIENTO	0.002
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% maquinaria vibratoria	1	1	1	0.002	0.001 0.002
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.003
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPERADOR	1	3.75	3.75	0.002	0.01
PEON	1	3.75	3.75	0.002	0.01
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.02
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
CEMENTO	SACO	0.019	7.5	0.139	
ARENA	KG	2.16	0.02	0.03	
AGUA	LTS	0.001	1.75	0.002	
PET	KG	0.24	0.2	0.04	
PIEDRA PÓMEZ	M3	0.0010	10.5	0.01	
FIBRA DE MAGUEY	KG	0.03	0.75	0.03	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					0.25
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.27
INDIRECTO Y UTILIDADES					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.27

Elaborado por: Macancela y Vinuesa (2021)

## CONCLUSIONES

Se identificaron las características mecánicas del polietileno tereftalato (PET), concluyendo que a menor tamaño las micro aristas permiten un mayor acercamiento entre el plástico y el cemento formando una mejor compactación con menor cantidad de espacios vacíos entre ellos.

Las características mecánicas de la fibra del maguey, tiene relación a la elasticidad y la capacidad de contener altas cantidades de agua al interior de cada hilo de sus fibras, siendo esta la razón por la cual se adapta al cemento durante el proceso de fraguado y permite que la humedad madure el cemento mientras este ocupa la mayor parte de espacios inter moleculares de aire antes de convertirse en una pasta ideal; se concluye que las fibras, tienen óptima condición cuando ésta es más corta, porque permite la compactación y el fraguado de óptima calidad.

Al realizar el ensayo de compresión en los bloques de hormigón de la muestra 1(tradicional) ,2 y 3 (ecológicos) que contienen Piedra PET y Fibra de Maguey, se determinó un incremento en su resistencia de 29.74% entre el bloque tradicional y el bloque ecológico 2. En los bloques 2 y 3 (ecológicos) se aumentó y reemplazo un 25% más de piedra PET por piedra pómez, aportando una resistencia del 30.36% al bloque tipo 2 (ecológico).

En el ensayo de compresión, se puede dictaminar que el bloque de hormigón a base de piedra PET y Fibra de Maguey, al ser mezclada con arena, cemento y agua, se logró obtener una resistencia de 2.8 Mpa cumpliendo con los requerimientos de resistencia de un bloque hormigón tipo “C” correspondiente a Losas de alivianamiento; con una densidad superior a 2000 denominando como un bloque de tipo normal establecido en la norma INEN 3066-2016 “Bloques de Hormigón, Requisitos y Métodos de Ensayo”.

La evaluación costo-beneficio entre la muestra de bloque de hormigón 3-4 y su venta al mercado, se demostró que la muestra de bloque de hormigón 3 es la más idónea, ya que su costo es de 5.88% en comparación al bloque de hormigón 4, mientras que su costo al mercado ubicados en La Troncal sería 29% más barata que el bloque convencional.

El polietileno tereftalato es un material de fácil manejo y de alto nivel de reciclaje, cuya tendencia siempre va a la contaminación ambiental; La fibra de maguey, es una

planta de múltiples formas de explotación y su recolección, tratamiento e industrialización a bajo costo la hacen rentable. Ambos productos crearán fuente de trabajo y en conclusión son materias primas de bajo costo y de acopio constante, lo que garantiza su empleo en la elaboración de bloques a gran escala siguiendo el prototipo de bloque ecológico de hormigón planteado en este trabajo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda triturar el polietileno tereftalato (PET), a partículas menores a milésimas de milímetro; dado que a este tamaño las micro aristas forman una compactación con menor cantidad de espacios intermoleculares, desplazando la cantidad de aire entre ellos.

Se recomienda emplear fibras de maguey para que su función preservación de la humedad permite su acercamiento con el cemento para que este último ocupe la mayor parte de espacios inter moleculares y desplace el aire existente en la mezcla del mortero antes de convertirse en una pasta ideal.

Las fibras de pequeña longitud, tienen óptimas condiciones de aplicación en el bloque prototipo, porque elimina el desmoronamiento de la masa compactada por exceso de fibras elásticas, (mientras más largas, mayor elasticidad tienen), y la compactación del fraguado sea de excelente calidad.

El polietileno tereftalato es un material recomendable, por el fácil manejo y el alto nivel de reciclaje, que forma parte de una estrategia contra la contaminación ambiental, convirtiendo a la edificación en amigable con el entorno. La fibra de maguey, se recomienda por constituir una materia prima de sencilla recolección, tratamiento e industrialización a bajo costo, lo que la hace rentable. El empleo de estos dos productos PET y fibra, son altamente recomendables porque crearán fuente de trabajo, ya que son materias primas de bajo costo y de acopio constante, lo que garantiza el bajo costo de la vivienda.

Se recomienda el estudio de prototipos con agregados obtenidos del reciclaje de productos como el PET y fibras que se encuentran contaminando el ambiente y que son de fácil manipulación o acopio continuo. Se recomienda la difusión o publicidad de este prototipo, ya que el costo beneficio del bloque de hormigón, con las dosificaciones ideales de la Piedra PET y Fibra de Maguey; aseguran la aplicabilidad en las estructuras y edificaciones, por los resultados obtenidos tiene las mejores propiedades mecánicas de un bloque prototipo para la construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Registro Oficial N° 449*. (2008).
- Acevedo&Vasquez&Ramírez. (1 de febrero-mayo de 2012). *Gestión y Ambiente*. Obtenido de redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169424101009.pdf>
- Alegre, C. (28 de 09 de 2018). *Resistencia a la flexion en vigas de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar en un 5% y 10% de fibra de agave lechuguilla*. Obtenido de repositorio.usanpedro.pe: <http://repositorio.usanpedro.pe/handle/USANPEDRO/5483>
- Aramburu, M. (2014). *Optimización y divulgación de sistemas constructivos mediante bloques de fibra vegetal*. Obtenido de conama11.vsf.es: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711990.pdf>
- ASAMBLEA CONSTITUYENTE. (25 de julio de 2008). *Sección IX, PERSONAS USUARIAS Y CONSUMIDORAS. Artículo 52*. Obtenido de oas.org : [www.oas.org > juridico > pdfs > mesicic 4 ecu const PDF](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4ecuconst.pdf)
- Avila, H. (2019). *Propuesta de un panel prefabricado no portante de micro-hormigón con agregado de fibras de plástico reciclado tipo pet*. Universidad Internacional del Ecuador. Obtenido de repositorio.uide.edu.ec: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3039>
- Ballesteros, L. (2015). “*UTILIZACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS, EN MEZCLA CON CONCRETO; PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS*”. Obtenido de repositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/7935/1/04%20IT%20179%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Becerra, G. (2019). *Reciclado de residuos plásticos PET en dosificación de mezclas de concreto para mitigar su impacto ambiental en la ciudad de tacna*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de repositorio.unjbg.edu.pe: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3765>
- Cabezas&Naranjo&Torres. (octubre de 2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Universidad de las fuerzas armadas. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
- Castro, J. (13 de diciembre de 2008). *RECURSOS ENERGÉTICOS: EL PETRÓLEO EN NUESTRAS VIDAS*. Obtenido de archivos.csif.es: [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Nu\\_mero\\_13/JOSE\\_A\\_CASTRO\\_2.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Nu_mero_13/JOSE_A_CASTRO_2.pdf)

- Chacón&Lema. (20 de agosto de 2012). *Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (Polietileno Tereftalato) y de hormigón convencional*. Obtenido de bibdigital.epn.edu.ec: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4837>
- Condori&Solano. (2 de 7 de 2019). *"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY EN LA COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE"*. Obtenido de repositorio.unh.edu.pe: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2700/TESIS-2019-ING.%20CIVIL%20-%20CONDORI%20TAIPE%20y%20SOLANO%20PE%20C3%91ALOZA%20pdf.pdf?f?sequence=1>
- Construmatica. (2019). *Construmatica*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Bloque\\_de\\_Hormig%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Bloque_de_Hormig%C3%B3n)
- Criollo&Benítez&Morillo. (noviembre de 2011). *Generación de una alternativa biotecnológica para la masificación in vitro para agaves con potencial económico en el Ecuador*. Obtenido de repositorio.iniap.gob.ec: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3306>
- Dávila&Galeas&Guerrero&Pontón&Rosas&Sotomayor&Valdivieso. (diciembre de 2011). *NUEVOS MATERIALES: APLICACIONES ESTRUCTURALES E INDUSTRIALES*. Obtenido de bibdigital.epn.edu.ec: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4532>
- elyex. (30 de 11 de 2020). *Lista de Precios Materiales de Construcción en Ecuador*. Obtenido de elyex.com: <https://elyex.com/lista-de-precios-materiales-de-construccion-en-ecuador/>
- EROSKI, F. (2015). *Fundación EROSKI*. Obtenido de <http://www.arpet.org/docs/La-importancia-de-reciclar.pdf>
- Gómez&Guzmán. (2019). *Comapración entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066*. Universidad Central del Ecuador. Obtenido de dspace.uce.edu.ec: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18759>
- INEN 638. (2014). *BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONSIDERACIONES GENERALES*. Obtenido de docplayer.es: <https://docplayer.es/29645005-Nte-inen-638-segunda-revision-2014-xx.html>
- INEN 643. (1992). *BLOQUE HUECO DE HORMIGÓN conforme la norma INEN 639*. Obtenido de google.com: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjAl5-8n8fxAhVik2oFHV34BoMQFjACegQIIRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.normalizacion.gob.ec%2Fbuzon%2Fnormas%2F643.pdf&usq=AOvVaw1GVTOOuqEvDxy\\_s0gm7lmb](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjAl5-8n8fxAhVik2oFHV34BoMQFjACegQIIRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.normalizacion.gob.ec%2Fbuzon%2Fnormas%2F643.pdf&usq=AOvVaw1GVTOOuqEvDxy_s0gm7lmb)

- Infante&Valderrama. (octubre de 2019). *Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET)*. Obtenido de scielo.conicyt.cl: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500025&script=sci\\_arttext&tlng=p](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500025&script=sci_arttext&tlng=p)
- La voz. (15 de junio de 2013). *Bloques de hormigón: una construcción racional. Principales características. Ventajas, aplicaciones y comparaciones con el sistema tradicional. Costos*. Obtenido de lavoz.com.ar: <https://www.lavoz.com.ar/argentina/bloques-hormigon-construccion-racional>
- León&Anabé. (2018). *Comparación técnica entre el concreto reforzado con fibras naturales y el concreto convencional. Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de hdl.handle.net: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26899>
- Mallaupoma, G. (3 de diciembre de 2019). *Comportamiento del concreto con adición de fibras de Agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017*. Obtenido de repositorio.continental.edu.pe: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7108>
- Mallaupoma, G. (2019). *Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco. Universidad Continental*. Obtenido de repositorio.continental.edu.pe: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7108/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Maullapoma\\_Franco\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7108/1/IV_FIN_105_TE_Maullapoma_Franco_2019.pdf)
- Míguez&González&Violini&Pappalardi&Zervino. (5 de 2013). *Desarrollo e implementación de un hormigón reforzado con fibras sintéticas para la repavimentación de la Ruta 24 de Uruguay*. Obtenido de ri.conicet.gov.ar: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/23869>
- Miranda&Doumet&Durán. (2018). *Análisis de las propiedades de bloques construidos a base de cemento y plástico (PET) para determinar su uso y aplicación en elementos arquitectónicos*. Obtenido de 181.198.63.90: <http://181.198.63.90/handle/123456789/509>
- ONU. (2018). *EL ESTADO DE LOS PLÁSTICOS Perspectiva del día mundial del medio ambiente 2018*. Obtenido de wedocs.unep.org: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state\\_plastics\\_WED\\_SP.pdf?isAllowed=y&sequence=5](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED_SP.pdf?isAllowed=y&sequence=5)
- Quico-Thea, J.-N. (26 de 11 de 2019). *Influencia de la adición de fibra de maguey en la resistencia del concreto*. Obtenido de repositorio.upeu.edu.pe: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2934>
- Reyna, C. (2016). *“REUTILIZACIÓN DE PLÁSTICO PET, PAPEL Y BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, COMO MATERIA PRIMA EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO”*. Obtenido de dspace.unitru.edu.pe: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3158>

- Reyna, C. (2016). *Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de dspace.unitru.edu.pe: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3158>
- Rodas&Ordóñez. (2016). *Desarrollo tecnológico, investigativo y experimental de ecobloques de hormigón en base a vidrio y polietileno de tereftalato (PET) reciclado, como alternativa sustentable al bloque tradicional*. Universidad del Azuay. Obtenido de dspace.uazuay.edu.ec: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5583>
- Ruggirello, H. (2011). *El Sector de la Construcción en perspectiva Internacionalización e impacto en el mercado de trabajo*. Obtenido de biblioteca.clacso.edu.ar: [http://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/fundacion-uocra/20171110053107/pdf\\_465.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/fundacion-uocra/20171110053107/pdf_465.pdf)
- Sánchez, J. (27 de 12 de 2019). *Resistencia a compresión en mortero con ceniza de cascara de arroz y fibra de maguey*. Obtenido de 200.48.38.121: <http://200.48.38.121/handle/USANPEDRO/12400>
- SCPM. (mayo de 2017). *SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL ECUADOR*. Superintendencia de Control del Poder del Mercado. Obtenido de scpm.gob.ec: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Estudio-Adoquines-Versin-Pblica.pdf>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (9 de Junio de 2017). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de gob.mx: <https://www.gob.mx/siap/articulos/maguey-un-agave-que-nos-provee-diversos-productos-agroalimentarios-nativos?idiom=es>
- Socas, M. (2018). *Contaminación por residuos: islas de plástico*. Obtenido de riull.ull.es: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/13438/CONTAMINACION%20POR%20RESIDUOSISLAS%20DE%20PLASTICO.pdf?sequence=1>
- Suasnavas, D. (2017). *Repositorio PUCE*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13224/Degradaci%C3%B3n%20de%20Qu%C3%ADmica%20del%20PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suma&Aimituma. (2019). *Estudio de las características Físico-Mecánicas de bloques de hormigón con fibras de maguey-2017*. Obtenido de repositorio.unsaac.edu.pe: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4959>
- Vargas&Cabezas. (2019). *automatización de un proceso mecánico de reciclaje de bajo costo a partir de botellas pet*. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de repository.ucatolica.edu.co: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23500/1/Trabajo%20de%20Graduación%20de%20Botellas%20PET.pdf>

## ANEXOS



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCION  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

### Anexo1. ENCUESTA A DIRIGIDA A PÚBLICO EN GENERAL

OBJETIVO: Contribuir a la protección del medio ambiente con la incorporación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, en las construcciones civiles ubicadas en la troncal.

Marque una X en el paréntesis de su respuesta

1.- ¿Está de acuerdo con la construcción de su vivienda a base de bloque ecológico?

Por el costo ( )	Por la seguridad ( )	Indeciso ( )	Otra razón ( )	No ( )
---------------------	-------------------------	-----------------	-------------------	-----------

2.- ¿Considera usted que el uso de materiales reciclados ayuda a disminuir la contaminación ambiental?

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

3.- ¿Cree usted que se debería implementar materiales reciclados en la construcción?

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

4.- ¿Es importante desarrollar técnicas de innovación para la elaboración de paredes con eco-materiales?

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

5.- ¿En la reconstrucción de su casa usted estaría dispuesto a aceptar bloques ecológicos?

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

Muchas gracias por su colaboración, se garantiza absoluta reserva. Cuestionario con fines exclusivos de tesis.

**Anexo2. ENCUESTA A DIRIGIDA A INGENIEROS CIVILES**

**OBJETIVO:** Contribuir profesionalmente con la incorporación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, en las construcciones civiles ubicadas en la troncal.

Marque una X en el paréntesis de su respuesta

1.- ¿Considera que el uso de materiales reciclados ayuda a disminuir la contaminación ambiental?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

2.- ¿Cree usted que se debería implementar materiales reciclados en la construcción?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

3.- ¿Es importante desarrollar técnicas de innovación para la elaboración de paredes con eco-materiales?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

4.- ¿Está de acuerdo con la construcción de viviendas a base de bloque ecológico?

Por el costo ( )	Por la seguridad ( )	Indeciso ( )	Otra razón ( )	No ( )
---------------------	----------------------	-----------------	-------------------	-----------

5.- ¿Está dispuesto a utilizar un prototipo de bloque ecológico a base de PET y fibra de Maguey?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

6.- ¿Invitaría a otros profesionales de la construcción que utilicen el prototipo de bloque ecológico en base de PET y fibras de Maguey en las paredes de las viviendas?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

7.- ¿Que tan dispuesto estaría a cambiar este producto por el bloque convencional?

Bastante ( )	Algo ( )	En duda ( )	Poco ( )	Nada ( )
-----------------	-------------	----------------	-------------	-------------

8.- Desde su punto de vista; ¿Cómo califica la utilización de bloques ecológicos para la construcción de edificios?

Excelente ( )	Muy buena ( )	Buena ( )	Regular ( )	Mala ( )
------------------	------------------	--------------	----------------	-------------

9.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este bloque ecológico PET-Maguey?

Menos que el convencional ( )	Igual que el convencional ( )	Más que el convencional ( )
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

10.- ¿Cuál es la característica más importante para usted en este bloque ecológico?

Largo ( )	Espesor ( )	Peso seco ( )	Resistencia MPa. ( )	Altura ( )
--------------	----------------	------------------	-------------------------	---------------

Muchas gracias por su colaboración, se garantiza absoluta reserva. Cuestionario con fines exclusivos de tesis.

**Anexo3. ENCUESTA A DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**OBJETIVO:** Contribuir profesionalmente con la incorporación de un nuevo bloque ecológico de cemento con agregados de Piedra de polietileno tereftalato (PET) y Fibra de Maguey, para el cuidado el ambiente y la disminución de costos, en las construcciones civiles ubicadas en la troncal.

**MARQUE UNA X EN EL PARENTESIS DE SU RESPUESTA**

1.- ¿Considera que el uso de materiales reciclados ayuda a disminuir la contaminación ambiental?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

2.- ¿Cree usted que se debería implementar materiales reciclados en la construcción?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

3.- ¿Utilizaría el PET como materia prima para elaborar otros productos de construcción?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

4.- ¿Utilizaría la fibra de Maguey como materia prima para elaborar otros productos de construcción?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

5.- ¿Ha considerado usted la posibilidad de unir el PET con la fibra de Maguey, para elaborar materiales para la construcción?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

6.- ¿Invitaría a otros estudiantes de la construcción que utilicen el prototipo de bloque ecológico en base de PET y fibras de Maguey en las paredes de las viviendas?

Totalmente de acuerdo ( )	De acuerdo ( )	Ni uno ni otro ( )	En desacuerdo ( )	Totalmente en desacuerdo ( )
------------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

7.- ¿Que tan dispuesto estaría a cambiar este producto por el bloque convencional?

Bastante ( )	Algo ( )	En duda ( )	Poco ( )	Nada ( )
-----------------	-------------	----------------	-------------	-------------

8.- ¿Cómo califica la utilización de bloques ecológicos para la construcción de edificios?

Excelente ( )	Muy buena ( )	Buena ( )	Regular ( )	Mala ( )
------------------	------------------	--------------	----------------	-------------

9.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este bloque ecológico PET-Maguey?

Menos que el convencional ( )	Igual que el convencional ( )	Más que el convencional ( )
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

10.- ¿Cuál es la característica más importante para usted en este bloque ecológico?

Largo ( )	Espesor ( )	Peso seco ( )	Resistencia MPa. ( )	Altura ( )
--------------	----------------	------------------	-------------------------	---------------

Muchas gracias por su colaboración, se garantiza absoluta reserva. Cuestionario con fines exclusivos de tesis.