



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y

CONSTRUCCIÓN

CARRERA ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA

OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

TEMA:

FABRICACIÓN DE UN IMPERMEABILIZANTE A PARTIR DE

PLÀSTICO PET, PEAD Y MATERIALES TRADICIONALES

PARA USO EN EL ÀREA DE LA CONSTRUCCIÓN.

TUTORA:

MG. DIS. MARIA EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN

AUTORES:

JORGE LUIS BAQUE ORTEGA

JOSHUÉ ANDRÉ TUTIVÉN HIDALGO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: FABRICACIÓN DE UN IMPERMEABILIZANTE A PARTIR DE PLÁSTICO PET, PEAD Y MATERIALES TRADICIONALES PARA USO EN EL ÀREA DE LA CONSTRUCCIÓN.	
AUTOR/ES: Jorge Luis Baque Ortega. Joshué André Tutivén Hidalgo.	REVISORES O TUTORES: MG. DIS. María Eugenia Dueñas Barberán.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto.
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.	CARRERA: Arquitectura.
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2020	N. DE PAGS: 119 págs.
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.	
PALABRAS CLAVE: Construcción de viviendas, Efectos de las actividades humanas, Tratamiento de desechos, Ingeniería de la producción.	
RESUMEN: La presente investigación trató sobre el estudio e indagación del posible uso del plástico PET y PEAD en el sector de la construcción, donde se propuso una variación en el sistema constructivo convencional existente, teniendo como base el reciclaje, siendo esta una alternativa viable y amigable con el ambiente. El prototipo exhibido va encaminado hacia el reemplazo del uso de componentes nocivos existentes, siendo como reemplazo el uso de materia reciclada y procesada (bajo parámetros), como lo es el plástico. Por lo tanto, el análisis del presente artículo obtuvo su importancia en la elaboración y diseño de un impermeabilizante a base de desechos plásticos y elementos tradicionales, los cuales fueron estructurados mediante pruebas de laboratorio con el fin de determinar concentraciones óptimas de supencias e implementar el rendimiento de fusiones alternativas como elemento sustituto en la fabricación de materiales en el uso de la construcción.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Jorge Luis Baque Ortega. Joshué André Tutivén Hidalgo.	Teléfono: 0939923851 0995910694	E-mail: jorgebaque67@hotmail.com a_tutiven@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>MsC. Ing. Civil Alex Salvatierra Espinoza. Decano Teléfono: 2596500 Ext. 241 Decanato. E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p> <p>MG. DIS. María Eugenia Dueñas Barberán. Directora de Arquitectura Teléfono: 2596500 Ext. 209 Directora de Arquitectura E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

[Visualizador de documentos](#)

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 25-sept-2020 17:36 -05

Identificador: 1380171051

Número de palabras: 14274

Entregado: 1

Tesis Por André Tutiven - Baque

Similitud según fuente	
Índice de similitud	
6%	
Internet Sources	5%
Publicaciones	0%
Trabajos del estudiante	2%



MG. MA. EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN
DIRECTORA DE CÁMERA



MG. MA. EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN

Firma: _____

MG. DIS. María Eugenia Dueñas Barberán.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

PATRIMONIALES

Los/as estudiantes/egresados/as declaro (amos) bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación corresponde totalmente a los/as suscritos/as y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Este proyecto se ha realizado con el fin de analizar la Fabricación de un prototipo de impermeabilizante a partir de plástico PET, PEAD y materiales tradicionales para el uso en el área de la construcción.

Autor(es)

Firma: _____



JOSHUÉ ANDRÉ TUTIVÉN HIDALGO

C.I. 0923985808

Firma: _____



JORGE LUIS BAQUE ORTEGA

C.I. 0950513291

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación, FABRICACIÓN DE UN IMPERMEABILIZANTE A PARTIR DE PLÁSTICO PET, PEAD Y MATERIALES TRADICIONALES PARA USO EN EL ÀREA DE LA CONSTRUCCIÒN. designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: FABRICACIÓN DE UN IMPERMEABILIZANTE A PARTIR DE PLÁSTICO PET, PEAD Y MATERIALES TRADICIONALES PARA USO EN EL ÀREA DE LA CONSTRUCCIÒN.”, presentado por los estudiantes JOSHUÉ ANDRÉ TUTIVÉN HIDALGO, JORGE LUIS BAQUE ORTEGA como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.



Firma: -----

MG. DIS. María Eugenia Dueñas Barberán.

C.I. 1303722365

AGRADECIMIENTO

En primer lugar me gustaría dar las gracias a Dios, que me ha dado salud para seguir adelante y cumplir con las metas propuestas, a mi esposa que en los momentos complicados de decadencia me ha brindado el apoyo y las fuerzas necesarias para seguir adelante y no dar mi brazo a torcer, a mis padres y mis abuelos que con su apoyo incondicional han estado a mi lado en todo momento, mis hermanas y principalmente a mis hijos que son el motor principal para seguir adelante, sin ellos la motivación no hubiese sido la misma.

A mis amigos que de alguna manera u otra hemos sabido darnos la mano cuando más lo hemos necesitado y así culminar con esta etapa estudiantil.

JOSHUÉ ANDRÉ TUTIVÉN HIDALGO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, por la salud, por la sabiduría, que me ha brindado para poder cumplir cada una de mis metas, también agradezco a mi familia, a mi madre Angélica, mi papá Jorge que siempre están conmigo en las batallas ganadas y perdidas, gracias a ellos no me ha faltado nada , me han enseñado que con esfuerzo , dedicación y perseverancia puedo llegar lejos y gracias a ellos soy lo que soy , a y mis hermanos Liset, Adrián y Karelis que me apoyan incondicionalmente todos los días ,me dan ese amor de hermanos que me da fuerza para seguir adelante, agradezco a mis mejores amigos, Fabián, Tutivén, Mara y Joel que hemos luchado y seguimos luchando para llegar a ser profesionales. Agradezco a la universidad Laica Vicente Rocafuerte en especial a la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción por esa formación que a lo largo de la carrera me ha brindado.

JORGE LUIS BAQUE ORTEGA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi familia, mis padres, abuelos, y a cada uno de los miembros de mi familia, ya que cada uno de ellos han formado parte de este logro importante en mi vida, sea en la parte económica o en la parte motivacional.

JOSHUÉ ANDRÉ TUTIVÉN HIDALGO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a todas las personas que luchan por ser profesionales, que a pesar de muchos obstáculos como: su situación económica, el poco tiempo que tienen para formarse, de un trabajo complejo, no tener como movilizarse, levantarse a primeras horas de la mañana y culminar su día a altas horas de la noche y a pesar de todo eso tienen que llegar a tiempo a las horas de clases para así culminar su carrera. A aquellas personas va dedicada.

Dedico también a mi familia, mis padres, hermanos, tíos, abuelos etc. Porque cada uno de ellos me ha ayudado en este tiempo de estudio, ya sea económicamente, moralmente o recomendándome a trabajos para así pagar mis estudios.

JORGE LUIS BAQUE ORTEGA

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vi
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Sistematización del problema.....	4
1.5. Objetivo general	4
1.6. Objetivos específicos.....	4
1.7. Justificación del problema.....	4
1.8. Delimitación de problema	5
1.9. Hipótesis	5
1.10. Línea de investigación.....	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Marco Teórico	7
2.2. Marco conceptual	10
2.2.1. Impermeabilizante.....	10
2.2.2. Tipos de impermeabilizantes:.....	11
2.2.3. Plástico	12
2.2.4. Propiedades de los plásticos	13
2.2.5. El plástico PET	13
2.2.6. Propiedades del PET.....	14
2.2.7. Características del PET.....	14

2.2.8.	Reciclado del PET	14
2.2.9.	Procedimiento para el reciclado del plástico PET	15
	Manufactura	15
2.2.10.	Datos técnicos del PET	20
2.2.11.	Polietileno de alta densidad (PEAD).....	20
2.2.12.	Características del PEAD:	21
2.2.13.	Obtención del PEAD	23
2.2.14.	Ventajas del plástico	23
2.2.15.	Desventajas del plástico	23
2.3.	Marco legal	25
2.3.1.	Constitución de la república del Ecuador	25
2.3.2.	Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017	30
2.3.3.	Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	31
CAPÍTULO III.....		34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		34
3.1.	Metodología.....	34
3.2.	Tipo de investigación	34
3.2.1.	Investigación Experimental	34
3.2.2.	Investigación Descriptiva	34
3.2.3.	Investigación Documental	35
3.2.4.	Investigación Cuantitativa	35
3.2.5.	Investigación de Campo	35
3.3.	Enfoque.....	35
3.3.1.	Enfoque cuantitativo:.....	36
3.4.	Técnica e instrumentos.	36
3.5.	Población.	36
3.6.	Muestra.	36
3.6.1.	Análisis de resultados.	37
CAPÍTULO IV.....		48
PROPUESTA.....		48
4.1.	Tema	48

4.2.	Descripción de la propuesta.....	48
4.3.	Procedimiento para la fabricación del prototipo.	48
	Herramientas y Equipos:	64
	Esquema de procesos para la elaboración del impermeabilizante ecológico.....	51
	Procedimiento.	51
•	Recolección y limpieza de las botellas PET y PEAD:	52
•	Procedimiento para la obtención del polvo plástico PET y PEAD: ...	52
•	Mezclado de los materiales:	52
•	Aplicación, curado y secado de mortero impermeable:	53
•	Pruebas de permeabilidad del agua:	53
4.4.	Fabricación del impermeabilizante ecológico.	55
4.5.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 1).....	55
4.5.1.	Resultados del Ensayo 1.	56
4.5.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 1).....	57
4.6.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 2).....	57
4.6.1.	Resultados del Ensayo 2.	58
4.6.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 2).....	59
4.7.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 3).....	60
4.7.1.	Resultados del Ensayo 3.	61
4.7.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 3).....	61
4.8.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 4).....	62
4.8.1.	Resultados del Ensayo 4.	63
4.8.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 4).....	64
4.9.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 5).....	65
4.9.1.	Resultados del Ensayo 5.	66
4.9.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 5).....	67
4.10.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 6).....	67
4.10.1.	Resultados de Ensayo 6.	69
4.10.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 6).....	69
4.11.	Desarrollo del experimento. (Ensayo 7).....	70
4.11.1.	Resultados de Ensayo 7.	71
4.11.2.	Prueba de absorción de agua (Ensayo 7).....	72
4.12.	Análisis de los resultados de las pruebas de permeabilidad.	72

4.13.	Análisis del prototipo final.	74
4.14.	Análisis de los resultados de las pruebas de compresión para morteros. 75	
4.15.	Comparativa de precios del prototipo de mortero impermeable (impermeabilizante ecológico).....	77
CONCLUSIONES		79
BIBLIOGRAFIA		85

ÍNDICE DE TABLA

CONTENIDO	Pág.
Tabla 1.....	6
Tabla 2.....	20
Tabla 3.....	21
Tabla 4.....	21
Tabla 5.....	22
<i>Tabla 6</i>	22
Tabla 7.....	22
Tabla 8.....	38
Tabla 9.....	39
Tabla 10.....	40
Tabla 11.....	41
Tabla 12.....	42
Tabla 13.....	43
Tabla 14.....	44
Tabla 15.....	45
Tabla 16.....	46
Tabla 17.....	47
Tabla 18.....	54
Tabla 19.....	54
Tabla 20.....	55

Tabla 21.....	57
Tabla 22.....	57
Tabla 23.....	59
Tabla 24.....	60
Tabla 25.....	61
Tabla 26.....	62
Tabla 27:.....	64
Tabla 28.....	65
Tabla 29.....	67
Tabla 30.....	67
Tabla 31.....	69
Tabla 32.....	70
Tabla 33:.....	72
Tabla 34.....	75
Tabla 35:	75
Tabla 36.....	77
Tabla 37.....	77
Tabla 38.....	77
Tabla 39.....	78
Tabla 40.....	78
Tabla 41.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
<i>Figura 1:</i> Maquinarias para el reciclado de botellas.....	16
<i>Figura 2:</i> Eliminadores de etiquetas.....	16
<i>Figura 3:</i> Máquina removedor de etiquetas.....	17
<i>Figura 4:</i> Máquina trituradora.....	17
<i>Figura 5:</i> Máquina de molido, lavado y secado.....	18
<i>Figura 6:</i> Mini estrujadora de polietileno.....	18
<i>Figura 7:</i> Granceado de plásticos.....	19
<i>Figura 8:</i> Proceso de recogida, selección y reciclaje.....	24

<i>Figura 9:</i> Fórmula para el cálculo de universo finito.	37
<i>Figura 10:</i> Respuesta al trabajo con plástico reciclado.	38
<i>Figura 11:</i> Respuesta a la fabricación de un impermeabilizante con plástico reciclado.	39
<i>Figura 12:</i> Respuesta a la aplicación de un nuevo impermeabilizante ecológico en los procesos de construcción.....	40
<i>Figura 13:</i> Respuesta al ahorro por m2 de construcción utilizando productos a bases de materiales reciclados.	41
<i>Figura 14:</i> Respuesta a la complejidad de fabricar materiales de construcción con material reciclado.	42
<i>Figura 15:</i> Respuesta a la necesidad de más información para la elaboración y aplicación de nuevos impermeabilizantes.....	43
<i>Figura 16:</i> Respuesta sobre la reducción de la polución del medio ambiente.....	44
<i>Figura 17:</i> Respuesta a la competición con los impermeabilizantes existentes en el mercado.....	45
<i>Figura 18:</i> Respuesta sobre la acogida a impermeabilizantes ecológicos.....	46
<i>Figura 19:</i> Respuesta sobre el alivianamiento de peso en procesos constructivos. ..	47
<i>Figura 20:</i> Botellas PET.....	49
<i>Figura 21:</i> Cemento.....	49
<i>Figura 22:</i> Plástico PET en polvo.	49
<i>Figura 23:</i> Arena.....	49
<i>Figura 24:</i> Almidón de yuca.....	49
<i>Figura 25:</i> Agua.....	49
<i>Figura 26 :</i> Lija roja 50.	64
<i>Figura 27:</i> Tamizador.....	64
<i>Figura 28:</i> Tijera.	64
<i>Figura 29:</i> Esmeril.	64
<i>Figura 30:</i> Gramera.....	64
<i>Figura 31:</i> Pegamento.	64
<i>Figura 32:</i> Recipiente para la mezcla.....	51
<i>Figura 33:</i> Bailejo	51
<i>Figura 34:</i> Esquema de procesos.	51
<i>Figura 35:</i> Fotografías del primer ensayo experimental.....	55

Figura 36: Fotografías del primer ensayo de absorción de agua.	56
Figura 37: Fotografías del segundo ensayo experimental.	58
Figura 38: Fotografías del segundo ensayo de absorción de agua.....	58
Figura 39: Fotografías del tercer ensayo experimental.....	60
Figura 39: Fotografías del tercer ensayo de absorción de agua.....	61
Figura 41: Fotografías del cuarto ensayo experimental.....	62
Figura 42: Fotografías del cuarto ensayo de absorción de agua.....	63
Figura 43: Fotografías del quinto ensayo experimental.....	65
Figura 44: Fotografías del quinto ensayo de absorción de agua.....	66
Figura 45: Fotografías del sexto ensayo experimental.	68
Figura 46: Fotografías del sexto ensayo de absorción de agua.....	69
Figura 47: <i>Fotografías del séptimo ensayo experimental.....</i>	70
Figura 48: Fotografías del séptimo ensayo de absorción de agua.	71
Figura 49: Resultados de las pruebas de permeabilidad en los ensayos realizados..	73
Figura 50: Resultados de los coeficientes de absorción de agua.	74
Figura 51: Resultados de pruebas de laboratorio rotura de morteros.	76

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo surge de la búsqueda de nuevas soluciones para la protección del ecosistema y el progreso del método constructivo con la reutilización de materiales reciclados, la fabricación de materiales para el uso en el ámbito de la construcción conlleva al uso de materia prima tóxica y dañina para el ecosistema, en muchos de los escenarios a la explotación de recursos naturales, afectando directamente el medio en que vivimos.

De esta manera se está obligado a estudiar y desarrollar nuevas soluciones que cumplan con las demandas y requerimientos, sin causar algún tipo de deterioro, tratando de preservar en la mayor parte posible los recursos naturales y reusar los materiales que le están haciendo daño al mismo. Este proyecto trata sobre la elaboración de un impermeabilizante que contenga como materia prima plástico reciclado y elementos tradicionales de la construcción, tratando de mantener el estándar competitivo con los impermeabilizantes existentes en el sector, analizando la eficacia de estos componentes y así llegar a un material que sea factible usarlo en nuestro medio.

La elaboración de este proyecto se la realizó de acuerdo a un sistema estructurado de cuatro capítulos, donde en cada uno de ellos se dedica a resolver criterios para la elaboración del impermeabilizante, siendo que; en el capítulo 1 se trató el diseño de la investigación, en el cual se detalla el planteamiento del problema, los diferentes tipos de objetivos, siendo estos generales y específico, justificación y delimitación del problema y la hipótesis.

En el capítulo 2 se muestran los trabajos que se han realizado en base a plásticos reciclados sobre diferentes materiales para el uso en el área de la construcción, además de estudios y comparaciones que se han realizado para el trabajo con este tipo de material, estudios y comparaciones realizadas para la elaboración y comportamiento de impermeabilizantes que se utilizan en el campo; además de incluir las normas ecuatorianas, donde se encuentran los parámetros específicos para continuar con la elaboración de nuestro producto.

En el capítulo 3 trata sobre el procedimiento de la investigación, donde se enumeran los métodos aplicados, y se da a conocer los resultados de la encuesta que se realizó a la población; finalmente, en el capítulo 4 se enumera el proceso que se desarrolló en la elaboración del impermeabilizante, se describe la elaboración de las muestras, cada

una con el proceso y proporciones correspondientes, además se analiza cuál de estas mezclas es la más óptima para ser usado en base a su función, análisis de costo, conclusiones y recomendaciones a seguir.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

Fabricación de un impermeabilizante a partir de plástico PET, PEAD y materiales tradicionales para uso en el área de la construcción.

1.2. Planteamiento del Problema.

Unas de las amenazas que tiene el entorno natural son las emisiones de contaminantes y el desecho de residuos que no son reutilizados y tienen una descomposición física a largo plazo, este ocurre por varios factores, como el uso de materiales poco amigables con el medio ambiente en el área de la construcción. Varios de los materiales que más se frecuentan en el área de la construcción son producto de explotaciones de canteras y demás recursos naturales, generando anualmente una gran cantidad de desechos que provienen de la construcción y demolición, lo que crea la necesidad de buscar cada vez más espacios para la generación de vertederos y acelerar la extracción y adquirir la materia prima bajo la explotación de los recursos naturales.

La extracción de los recursos naturales para la fabricación de los materiales tiene mayor demanda conforme avanza el tiempo y las expansiones a nivel constructivo, generando cambios en el entorno natural y por ende aumentando el nivel de contaminación en el planeta. La generación de residuos con un mal uso permite aún más la contaminación del medio ambiente siendo uno de los más recurrentes en nuestro sistema constructivo, ya que no se opta por la reutilización de estos, en nuestro entorno poco se practica este método para preservar el entorno ambiental.

La utilización de plásticos en el medio por su facilidad y durabilidad, se ha convertido en un gran problema a la hora de su degradación, siendo esta de mayor tiempo de lo que se espera, ocasionando la búsqueda de vertederos para su desintegración y cada vez se cuenta con menos áreas para este proceso, la falta de conocimiento de los seres humanos en el tema de reciclaje conlleva a generar desechos que en volumen superan áreas destinadas a este tipo de desechos y terminan llegando al océano, generando más contaminación.

Son cada vez más los plásticos que se desechan en los océanos, aproximadamente el 80% de los desechos, esto genera problemas con la fauna marina, ya que el plástico afecta física e internamente a los animales. El plástico proviene del petróleo y para su obtención se necesita de la explotación de recursos naturales generando pozos petroleros en áreas protegidas, causando deforestación y varios daños ambientales.

1.3. Formulación del problema

¿De qué manera afectará en el área de la construcción la fabricación de un impermeabilizante a partir de los plásticos reciclados y elementos tradicionales?

1.4. Sistematización del problema

- ¿Qué especificaciones técnicas se deben contemplar para la fabricación de un impermeabilizante con materia prima reciclada (plástico)?
- ¿Cuáles son las normativas a seguir para la fabricación de dicho material?
- ¿Qué procesos se deben realizar para verificar el cumplimiento de parámetros de un impermeabilizante?

1.5. Objetivo general

Fabricar un impermeabilizante que contenga plástico PET, plástico PEAD y elementos tradicionales para el área de la construcción.

1.6. Objetivos específicos

- Establecer características de los materiales empleados para su correcto uso.
- Definir por experimentación de dosis el material óptimo para acercarnos a la dosificación más óptima.
- Elaborar pruebas químicas y físicas del nuevo producto para verificar el cumplimiento de parámetros.
- Diseñar la presentación del impermeabilizante para su correcto almacenamiento.

1.7. Justificación del problema

El principio de este estudio está basado en el daño que se produce en el medio ambiente, mediante el uso de materiales no amigables, siendo estos provenientes de la corteza terrestre y sin tendencia a ser reutilizados como se propone, la escasa práctica

de la reutilización de los desechos o escombros es uno de los factores que busca la fabricación de materiales provenientes de estos desechos para que tengan una vida útil muy extensa como lo es el plástico.

La investigación está dirigida al sector de la construcción tanto para empresarios, distribuidores, consumidores y público en general. Este trabajo de investigación desempeña una clara importancia en el ámbito ambiental, siendo por medio de la fabricación de materiales que sean amigables y menos contaminantes a la hora de construir o demoler las estructuras, incidiendo directamente en el cuidado ambiental con menos contaminación.

Como impacto ambiental y social se tendría el impulso hacia la reutilización de materiales de desechos que afectan el cuidado del ecosistema, tratando de preservar los recursos de la naturaleza, evitar la explotación de estos y fomentar la cultura del reciclaje. Este proyecto beneficiaría gran parte de la industria por su coste, tanto, así como el beneficio hacia el medio ambiente, una mejora en el proceso constructivo tradicional, el impulso hacia la reutilización de desechos y la reducción de desalijos en las obras.

1.8. Delimitación de problema

Campo: Educación Superior Pregrado

Área: Arquitectura

Aspecto: Investigación experimental, descriptiva, documental, cuantitativa y de campo.

Tema: “Fabricación de un impermeabilizante a partir de plásticos PET, PEAD y materiales tradicionales para uso en el área de la construcción.”.

Delimitación: Guayaquil

Delimitación Temporal: 6 meses

1.9. Hipótesis

Con la fabricación de un impermeabilizante que contenga plástico PET, plástico PEAD y elementos tradicionales, en enlucidos, se obtendrá una nueva solución para problemas en el sector de la construcción.

1.10. Línea de investigación

Tabla 1

Línea de investigación de la institución / facultad.

Línea de Investigación		
ULVR	FIIC	Sublínea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	1. Materiales de Construcción	A. Materiales innovadores en la construcción.

Fuente: (ULVR, 2020)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico

En la Universidad de Guayaquil se habla sobre los procesos de reciclaje del PET y también sobre la importancia del reciclaje, en la actualidad muchos países están reciclando plástico ya que esto es muy favorable para el medio ambiente, en nuestro país el gobierno logró impulsar el impuesto rescatable de las botellas plásticas no retornables para así poder incitar la concientización de la población y la economía de todas las personas. (Bohórquez Castro, 2015)

Por otra parte, el uso de botellas plásticas (PET) utilizados para mampostería liviana, realizó varios procedimientos que dieron resultados positivos en mejoras de sus propiedades físicas y mecánicas, además de que se redujo una pequeña cantidad de contaminación ambiental ya que se puede reutilizar el PET. También comenta que la mezcla puede ser mejorada por algún componente que ayude a mantener rígido y a alivianar el peso de la unidad estructural. (Valle Mayorga, 2013)

La reutilización de plástico PET en la fabricación de concreto ecológico para la construcción de viviendas a bajos precios, usando como materia prima el cemento Portland Extrafuerte, gravilla de 1/2", arena gruesa, residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, estos residuos reemplazaron a la arena gruesa en los porcentajes en peso de 5%, 10% y 20% respectivamente. Después de varios días se obtuvo como resultado que el concreto con 5% de plástico PET tiene mayor resistencia a la compresión, concluyendo así que hay un ahorro al incorporar el plástico PET al concreto. (Pari, 2016)

Carmen Abreu comenta sobre la fabricación de cubiertas impermeabilizantes a partir de material reciclado, ella realizó varios procedimientos y estudios de dos variantes: sin lámina impermeabilizante superficial y con lámina impermeabilizante de capa superficial. Para la lámina impermeabilizante superficial utilizó virutas de goma formando la capa superficial y para la lámina impermeabilizante de capa superficial utilizó virutas de caucho formando la capa superficial. Los resultados de esta fabricación después de 2 años demuestran no presentar afectaciones ya que en las

viviendas donde habitan personas de bajos recursos sean mujeres embarazadas, niños, ancianos, personas discapacitadas, entre otros, algunos de ellos sufren de enfermedades respiratorias como el asma, debido a la presencia de microorganismos que se desarrollan con las humedades por la falta de impermeabilizantes. (Abreu, Echeverría, Ortega, & García, 2018)

Danny Caivinagua explica sobre la mampostería en seco, tratándose de un tipo lego con ladrillo de plástico PEAD para fines constructivos, realizando varios procedimientos el cual dio resultados positivos creando un tipo de ladrillo igual que un lego el cual se arma y desarma sin problema, también se determinó que el ensayo realizado con polímeros PEAD arrojo buenos resultados ya que al enfriarse se encoge y se puede moldear, este proyecto tiene un concepto innovador y lo mejor es que utilizaron material de polímero PEAD que da mejores resultados mecánicos. (Caivinagua Samaniego, 2018)

La empresa Tabiques y estructuras reciclables S.A de C.V presenta un sistema de construcción a base de un tabique de plástico reciclado ya que ellos tienen la patente de este innovador proyecto, este posee características como ser hueco, térmico y acústico las cuales cuentan con postes de ensambles por lo que sirven con conducto para recibir las instalaciones eléctricas hidráulicas. Este sistema logra un gran ahorro económico y medioambiental ya que su principal elemento es el plástico PEAD. (Salcedo, 2014)

Según la tesis del Arq. Ernesto Piñeros nos comenta que el ladrillo que contiene plástico PET es uno de los mejores método para la construcción ya que ha obtenido buenos resultados debido a que presenta buena forma, textura y un peso mucho más liviano que el bloque normal (cemento y madera) el cual al incorporar el PET se disminuye el peso de los ensayos ya que poseen un peso promedio de 0.784 gr a diferencia del ladrillo común que tiene 1.075 gr en promedio, también debemos tener en cuenta que este tipo de ladrillo a base de PET es mucho más económico y lo más importante es que es de gran ayuda para el medio ambiente. (Piñero Moreno & Herrera Muriel, 2018)

Según la tesis del Ing. Sadiell Jones Fernández comenta que las membranas de impermeabilización están compuestas por lo general de 4 o 5 láminas de distintos materiales, pero generalmente las más utilizadas son las membranas que están compuestas por betún modificado. Teniendo en cuenta que este tipo de membrana de

impermeabilización tiene un bajo costo a diferencia de las importadas y que además de que se realiza una carga térmica de 35°C a la membrana se obtiene buenos resultados ya que los valores de deformación elástica son bajos. (Fernández S. J., 2018)

Según la tesis de la Ing. Diana Rosa Rodríguez Vega comenta que el impermeabilizante denominado mastique asfáltico con polímeros presentó diferentes tipos de análisis, en el análisis energético se necesita un flujo de vapor para poder realizar los procesos de calefacción, el cual recomiendan utilizar un generador de tipo pirotubular este prototipo muestra que es viable económicamente con respecto a los valores obtenidos. Mientras que en el escalado se dan los valores de escala lineal para todas las dimensiones escaladas. Según los resultados de escalado se obtiene la potencia de los agitadores y sus velocidades de agitación. Este tipo de proyecto es de gran ayuda para el medio ambiente ya que también utilizan materiales reciclados para su elaboración, el cual también es la solución a varios problemas de impermeabilización en las edificaciones. (Rodríguez Vega, 2017)

El estudio comparativo de las atribuciones mecánicas entre el adoquín convencional y el adoquín de caucho haciendo análisis comparativo sobre sus ventajas y desventajas, también determinado sus atribuciones mecánicas como son flexión, módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión que se obtiene entre estos. Así el estudio entre los cauchos convencionales y los adoquines de caucho dan un resultado favorable ante la construcción. (Cuzco Naranjo, 2015)

Basándose en la búsqueda de nuevas soluciones en el área de la construcción a favor del cuidado ambiental, se realizó un estudio donde se analiza agregar plástico PET en un concreto preparado de forma tradicional y un concreto donde contienen restos de construcción y demolición, con el fin de conseguir la mezcla apropiada y así poder reemplazar el agregado grueso de forma parcial en el diseño de una mezcla tradicional, para esto se realizaron tantos por cientos de 1, 2, 5 y 10% considerando la variedad de pesos volumétricos entre el agregado grueso con el plástico, realizando así los diferentes tipos de pruebas exigidos por la norma adecuada, siendo estos a los 7, 14, 21 y 28 días de curado. Finalmente, realizados los análisis de la agregación de plásticos en los 2 tipos de concretos se observaron notables diferencias en el comportamiento, determinando así que el porcentaje de 1% del concreto tradicional más plástico es el que obedece con todos los requerimientos mínimos de resistencia, presentando una mejor trabajabilidad en estado fresco y una mejor resistencia a la compresión en

comparación a las demás proporciones y por ende una mayor durabilidad a la abrasión. (Aquino Castro, 2019)

Según Linda y Alessandra en este proyecto se desarrolló un tipo de ladrillo ecológico diseñado a base de plástico PET y aserrín, determinando cuáles serían las proporciones óptimas y a la par analizando su resistencia, se realizaron 4 tipos de tratamiento con diferentes proporciones entre el plástico PET y el aserrín, se sometió el plástico en trozos a una temperatura de 300°C hasta llegar a un punto de disolución donde sea factible la combinación con el aserrín, luego se lo sometió a una ligera presión en una prensa mecánica manual, finalmente para conseguir los resultados se efectuaron las pruebas mecánicas, determinándose que el ladrillo tiene una mayor resistencia y se lo clasificó como bloque NP (no portante) el cuál no podría ser usado con fines estructurales, comprobándose así que estos residuos pueden ser usados como otra alternativa de menor impacto ambiental a un periodo de largo plazo. (Chino Ruiz & Mathios Castro, 2020)

En la actualidad varios países están realizando proyectos para reutilizar el plástico PET y PEAD con el fin de prevenir la contaminación ambiental, por lo que la mayoría de países ha desarrollado desde bloques hasta mamposterías, dando resultados positivos y se ha demostrado que al reciclar no solo ayuda al ecosistema sino que también se tiene un valor económico más bajo, además de que al realizar materiales de construcción con materiales reciclados son más ligeros beneficiando en las catástrofes naturales.

2.2. Marco conceptual

En esta sección se encontrarán conceptos referentes al tema del que se está hablando, esto ayudará a tener una base o un gran fundamento teórico y científico para tener un buen manejo de los materiales reciclados como el plástico y el impermeabilizante. Así mismo se encontrará el proceso de reciclaje de estos materiales y sus clasificaciones.

2.2.1. Impermeabilizante.

La impermeabilización es un proceso que impide que un material de construcción se humedezca, esta se obtiene de materiales que pueden encajar dentro de sistemas

bituminosos y sistemas sintéticos de los cuales se pueden presentar diferentes tipos de impermeabilizante. (Innovación y cualificación, S.L., 2017)

La impermeabilización en la construcción es necesaria para la durabilidad del resto de los elementos de edificios o casas ya que puede ser propio en la construcción como los decorativos. La mala impermeabilización genera mayor gasto en la reparación de un edificio o de una casa y la correcta impermeabilización implica desde el 1% al 2% del costo total de un edificio o de una casa. (Parra, 2018)

2.2.2. Tipos de impermeabilizantes:

Membranas bituminosas: Este tipo de impermeabilizante era el más utilizado al relacionarse con un material de alejamiento factible pese a que ahora es utilizado con otros materiales, este se utiliza mediante láminas asfálticas los cuales son materiales bituminosos prefabricados en piezas pequeñas. Para poder mantener el material bituminoso debemos colocarlo en un lugar seco, resguardado de las lluvias, el sol y las bajas temperaturas del medio ambiente, se reserva en forma vertical y debe ser usado por orden de llegada a la obra. (Innovación y cualificación, S.L., 2017)

Impermeabilizantes sintéticos: Este tipo de impermeabilizante cuenta con diferentes tipos de materiales, algunos derivados del petróleo, la duración de esto es entre 10 a 50 años dependiendo del tipo de sintético que utilicemos a diferencia de las láminas impermeables, las cuales solo se utiliza bajo cubierta pero no se usa en la intemperie, este tipo de láminas no se atenúa con el paso del tiempo. (Ramirez, 2019)

Este grupo de impermeabilizante cuenta con varios tipos:

- Telas asfálticas.
- Impermeabilización nanotecnológicos.
- Resinas poliméricas.
- Poliuretano de aplicación en frío.
- Resinas acrílicas.
- Láminas impermeables. (Ramirez, 2019)

Impermeabilizante Naturales: Este tipo de impermeabilizante es derivado del reino vegetal siendo el más utilizado el látex, de este se derivan los siguientes compuestos como:

- Clorocaucho, con una alta estabilidad al aire libre, se aplica en frío y con una garantía de 3 años.
- EPDM, caucho de etileno el cual se aplica en frío con una garantía de 5 años. (Ramirez, 2019)

Impermeabilizante inorgánicos de naturaleza pétreo: Este tipo de impermeabilizante cuenta con una variable durabilidad de entre 3, 10 o 50 años los cuales varían dependiendo del tipo de material de impermeabilizante que utilizemos. Algunos de estos impermeabilizantes contienen cemento y fibras de amianto, otros son ecológicos y son muy utilizados en cubiertas. (Ramirez, 2019)

Este grupo de impermeabilizantes cuenta con varios tipos:

- Materiales de cantería.
- Silicona.
- Impermeabilizante Cerámicos.
- Cementosos.
- Fibrocemento. (Ramirez, 2019)

Impermeabilizantes inorgánicos de naturaleza metálica: Este tipo de impermeabilizante se refiere a cubierta, cobre, aluminio natural o lacado, plomo, acero inoxidable, de zinc, acero zincado o galvanizado y hasta de titanio, aunque en la actualidad su uso no es tan común. (Ramirez, 2019)

2.2.3. Plástico

El plástico es un polímero que es capaz de ser moldeado y adoptar cualquier tipo de forma, en la actualidad, es un material bastante utilizado, desde empaques para productos alimenticios hasta materiales de construcción, porque es un material de fácil manejabilidad y tiene una buena capacidad para deformarse. Es el término tradicional para especificar una gran gama de materiales sintéticos o semisintéticos que se utilizan para una enorme cantidad de aplicaciones.

El término plástico proviene del griego “plastikos” que quiere decir “capaz de ser moldeado” siendo esta su principal propiedad. Los primeros plásticos tienen su procedencia en el año de 1840, siendo en el año 1865 donde se obtiene el celuloide, extraído de la celulosa de la madera cuando responde al ácido nítrico, este fue usado

por un buen periodo de tiempo por la industria cinematográfica, siendo que era muy elástico pero inflamable. Después de esto se encontraron en 1909 el nylon y la baquelita, que obtuvieron el lugar de varios productos de madera o metales ligeros.

El plástico tiene un uso excesivo, viéndolo desde el punto de vista cotidiano, el simple hecho de comprar cualquier producto se necesitaría una bolsa plástica para su transportación, ahora, revisándolo desde un punto de vista al por mayor, como por ejemplo un centro comercial o hipermercado, podemos darnos cuenta y tener una idea del gran consumo que tiene este material, teniendo, en varias ocasiones, como destino final la basura. (Castillo Silverio, 2016)

2.2.4. Propiedades de los plásticos

Este material se obtiene del petróleo, del carbón de hulla, del gas natural y de otros elementos orgánicos en los que aparece el carbono.

El excesivo uso de este material es basado a las siguientes características:

- Fácil trabajabilidad.
- No es un buen conductor eléctrico.
- No es un buen conductor térmico, es decir si son muy buenos aislantes.
- Buena resistencia a las condiciones climáticas.
- Su peso es muy ligero.
- Son muy elásticos.
- Se pueden reciclar con facilidad. (Castillo Silverio, 2016)

2.2.5. El plástico PET

El plástico PET es el plástico más común, lo podemos encontrar en los envases de alimentos y bebidas, debido a su baja densidad, su bajo costo y su reutilización. (Turmero, 2015)

Es una materia prima reconocida como un material seguro, no tóxico, fuerte y moldeable que es 100% reutilizable, es un material de fácil reutilización y esto es posible gracias a los puntos de recolección que han sido implementados en varios sectores donde la circulación peatonal es excesiva, al recolectar y reutilizar el plástico PET las veces que sea posible, disminuye la necesidad de producir más de estos materiales, este proceso nos da una gran ventaja a la hora del cuidado ambiental porque se reduce el uso energético para la elaboración de nuevo plástico y también la ventaja

de minimizar la cantidad de residuos sólidos que van al vertedero. (HLP Klearfold, 2018)

2.2.6. Propiedades del PET

- Cristalinidad y transparencia.
- Alta resistencia al desgaste
- Buen coeficiente de deslizamiento
- Buena resistencia química
- Resistencia y rigidez muy altas.
- Elevada resistencia a la deformación térmica. (Angumba Aguilar, 2016)

2.2.7. Características del PET

Los recipientes elaborados con PET tienen varias características para tener en cuenta:

- Sirve como barrera contra la radiación UV, los gases O_2 , CO_2 y la humedad.
 - Es un material impermeable.
 - Ofrece alta dureza y rigidez lo que le hace fuerte al deterioro.
 - Tiene un alto grado de resistencia química con buenas características térmicas.
 - Su superficie puede barnizarse.
 - Los recipientes PET no son biodegradables, pero se pueden reciclar.
 - Es transparente, acogiendo colorantes en su elaboración.
 - Es resistente a temperaturas que pueden variar entre los $-20^{\circ}C$ a los $+60^{\circ}C$.
- (Angumba Aguilar, 2016)

2.2.8. Reciclado del PET

El desarrollo de recuperación de los plásticos se ejecuta por 3 procedimientos diferentes:

Reciclaje mecánico: Este proceso se aplica solo a plásticos termoplásticos, y está constituido por varias etapas que son, recolección o recuperación, clasificación, trituración y pelletizado.

Consiste llevar el material a pequeños trozos e incluirlo en una extrusora para elaborar granza reciclada y luego reutilizarlo de la manera más adecuada en diferentes

tipos de materiales o productos comerciales. Este modo de reciclaje se considerará únicamente para aquellos productores procedentes del consumo. El reciclaje mecánico es la elección más desarrollada para salvar los residuos plásticos, sin embargo, a veces este modo de reciclaje no es el más conveniente, debido que la producción no es suficiente para poder lograr una eficacia económica a través de una eficiencia ecológica. (Angumba Aguilar, 2016)

Reciclaje químico: Este proceso se trata de llevar el plástico a sus componentes originarios, es decir, la inversa a lo que es la obtención de materiales poliméricos, son sometidos a varios tipos de procesos químicos (la pirolisis, la gasificación y otras tecnologías disolventes) para descomponerlos a productos más sencillos, llevándolos a pequeños componentes los cuales podrían reutilizarse y convertirse por reacción química, de esta manera se podría rescatar los monómeros para retornar a elaborar los mismos polímeros. (Opemed, 2020)

Reciclaje mecánico: Se basa en cortar las partes de plásticos PET en diminutos granos y luego procesarlos, siguiendo varias etapas cómo: trituración, lavado y granceado. Hecho esto, la granza se funde y se lo llevaría a su nueva forma. (Twenergy, 2019)

2.2.9. Procedimiento para el reciclado del plástico PET

Manufactura

El plástico PET es un producto que se caracteriza por su baja consistencia, solidez mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, sirve como muro contra los gases, es 100% reciclable y en los envases se lo puede asemejar por el número uno rodeado de tres flecas en el fondo de cada recipiente. Experimentalmente es un material de alta propiedades con la seguridad de ser reutilizado. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

A continuación, se nombrarán las máquinas que se necesitan para cumplir con el procedimiento de reciclaje de envases plásticas, con los debidos procesos y propiedades de cada una de ellas.

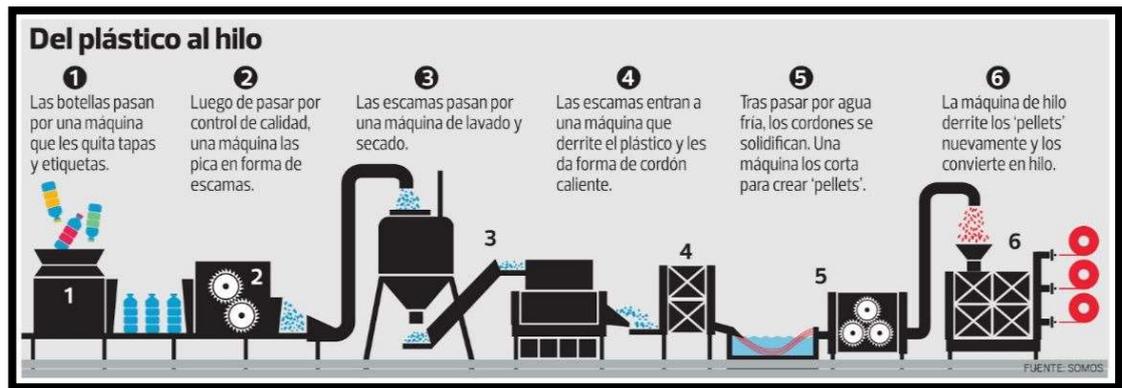


Figura 1: Maquinarias para el reciclado de botellas.
Fuente: (Ovacen, s.f.)

- **Removedor de etiquetas**

Es una máquina que cuenta con diferentes tipos de procesos, para remover las etiquetas de una botella de plástico se debe separar por completo de manera seca antes de ser cortadas, también se debe quitar las tapas para seguir con el proceso de prelavado quitando los elementos que puedan afectar la superficie de la botella. Cuando se termina de realizar todo este procedimiento las botellas pasan a ser secadas para luego pasarlas por el proceso de reutilización. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)



Figura 2: Eliminadores de etiquetas.
Fuente: (Interempresas Media, s.f.)



Figura 3: Máquina removedor de etiquetas.
Fuente: (HUIAO, s.f.)

- **Triturador**

Una vez que son retiradas las etiquetas de las botellas de plástico PET pasan a ser trituradas por una máquina, que tiene como procedimiento colocarlas en una superficie para poder realizar un corte rotativo luego de este proceso, pasan a ser tamizadas donde debe dar como resultado una medida exacta la cual fabrica un material de igual forma y tamaño. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)



Figura 4: Máquina trituradora.
Fuente: (Interempresa, s.f.)

- **Lavado y secado**

En esta máquina se realiza otro tipo de proceso, después del procedimiento de trituración pasa a unos lavaderos industriales donde se encuentran adheridas algunas impurezas, después se realiza el desarrollo del centrifugado donde se quita cualquier material que no se hubiese eliminado por completo en la purificación anterior. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)



Figura 5: Máquina de molido, lavado y secado.
Fuente: (SoloStocks, s.f.)

- **Máquina de extrusión**

En este proceso se puede añadir color preferentemente a la masa dependiendo de lo que pida la persona. Esta máquina derrite el plástico entre 250°C y 280°C la cual crea una masilla uniforme, para que esta máquina pueda derretir el plástico consiste en utilizar un tornillo central que mediante el calor hace que el plástico se derrita. Luego la masa es empujada y dirigida, para así poder tener la forma de hilos. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

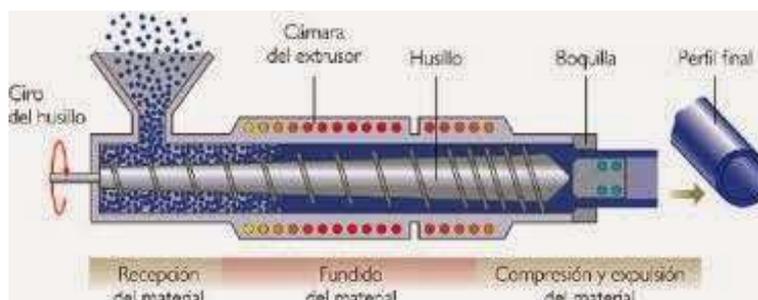


Figura 6: Mini estrujadora de polietileno.
Fuente: (Portal.uah.es, s.f.)

- **Granceado**

Después de pasar el plástico por la máquina estrujadora este sale en forma de hilos luego se coloca en una tina o bañera para poder ser enfriado totalmente. Los hilos atraviesan por la tallarina siendo estos cortados por un cuchillo giratorio. Por último, da como efecto que el plástico se presente como grano o granza para las necesidades de la persona. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

Los granulados de PVC se elaboran adicionalmente con una amplia variedad de métodos como, por ejemplo:



Figura 7:Granceado de plásticos.

Fuente: (Recytrans (soluciones globales para el reciclaje), s.f.)

2.2.10. Datos técnicos del PET

Tabla 2

Datos técnicos del PET.

Propiedades técnicas				
PROPIEDAD		MÉTODO		VALOR
Densidad		ISO 1183	g/cm ³	1.36
Temperatura de Servicio			°C	-40 + 110
Temperatura máxima de servicio en periodos breves			MPa	≥ 160
Esfuerzo en el punto de fluencia		ISO 527	%	80
Elongación a la rotura		ISO 527	MPa	20
Modulo de elasticidad a la tensión		ISO 527	kJ/m ²	3200
Resistencia al impacto		ISO 179/feU	Shore D	82
Dureza		ISO 13000-2	MPa	81
Tiempo limite de rendimiento δ 1/1000	23oC/50%RH 100oC	ISO 899	°C	12
Temperatura de distorsión térmica	Método A	ISO 75	°C	67
	Método B	ISO 75	°C	165
Punto de Fusión	Método A	ISO 3146	1/K 10 -s	255
Coefficiente de expansión lineal térmica		DIN 53752		6
Constante dieléctrica		IEC 250		3.3
Factor de disipación		IEC 250		0.02
Resistencia dieléctrica		IEC 243	KV/mm	50
Resistividad volumétrica		IEC 243	Ω cm	10 ¹⁴
Absorción de humedad a 23°C, 50% RH		IEC 62	%	-0.23
Absorción de Agua a 23oC		IEC 62	%	-0.5

Características principales

- Fabricado sin porosidad
- Homologado para el contacto con alimentos. (FDA,BFR)
- Alta estabilidad dimensional.
- Bajo coeficiente de fricción.
- Buen comportamiento en deslizamiento
- Rígido
- Excelente resistencia al desgaste

Uso habitual

- Ruedas dentadas, piezas de deslizamiento, discos, cojinetes, válvulas, rodamientos de precisión, equipos de productos farmacéuticos, equipos de procesamiento de alimentos, componentes para bombas y todo tipo de piezas sometidas a alta presión y velocidad.

Nota: Aunque nos hemos esforzado por asegurar la exactitud de los datos provistos, Valenciana de Aluminios, Cobres y Plásticos S.A., no garantiza ni acepta ninguna responsabilidad por la exactitud de los mismos.

Fuente: (Valenciana de aluminios, cobres y plásticos S.A, 2016)

2.2.11. Polietileno de alta densidad (PEAD)

El HDPE o polietileno de alta densidad se encuentra presente en nuestra vida cotidiana como botellas plásticas, envases de alimentos, objetos domésticos, cascos, etc. Este tipo de polímero tiene una alta producción en el mundo, ya que es inodoro,

insípido y no tóxico. Las ventajas del PEAD es que se emplea también en la construcción, químicos e industria. (Aristegui, 2015)

2.2.12. Características del PEAD:

- Ligero.
- Flexible en temperaturas bajas.
- Alta resistencia.
- No es tóxico.
- Los productos, agentes químicos no le provocan daño.
- Es reciclable y favorable con el medio ambiente. (Aristegui, 2015)

Tabla 3

Propiedades Eléctricas

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	
Constante dieléctrica a 1MHz	2,3-2,4
Factor de disipación a 1MHz	$1-10 \times 10^{-4}$
Resistencia dieléctrica (KV mm ⁻¹)	22
Resistencia superficial (ohm/sq)	10^{13}
Resistencia de volumen (ohm cm)	$10^{15}-10^{18}$

Fuente: (Plastiductos, s.f.)

Tabla 4

Propiedades Mecánicas.

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Módulo elástico E (N/mm ²)	1000
Coefficiente de fricción	0,29
Módulo de tracción (GPa)	0,5-1,2
Relación de Poisson	0,46
Resistencia a tracción (MPa)	15-40
Esfuerzo de rotura (N/mm ²)	20-30
Elongación a ruptura (%)	12

Fuente: (Plastiductos, s.f.)

Tabla 5**Propiedades térmicas.**

PROPIEDADES TÉRMICAS	
Calor específico (J K ⁻¹ Kg ⁻¹)	1900
Coefficiente de expansión (x 10 ⁶ K ⁻¹)	100-200
Conductividad térmica a 23 °C (W/mK)	0,45-0,52
Temperatura máxima de utilización (°C)	55-120
Temperatura de reblandecimiento (°C)	140
Temperatura de cristalización (°C)	130-135

Fuente: (Plastiductos, s.f.)

Tabla 6**Propiedades físicas.**

PROPIEDADES FÍSICAS	
Absorción de agua en 24h (%)	< 0,01
Densidad (g/cm ³)	0,94-0,97
Índice refractivo	1,54
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia al ultra-violeta	Mala
Coefficiente de expansión lineal (K ⁻¹)	2 x 10 ⁻⁴
Grado de cristalinidad (%)	60-80

Fuente: (Plastiductos, s.f.)

Tabla 7**Resistencia química.**

RESISTENCIA QUÍMICA	
Ácidos-concentrados	Buena-Aceptable
Ácidos-diluidos	Buena
Alcalis	Buena
Alcoholes	Buena
Cetonas	Buena-Aceptable
Grasas y Aceites	Buena-Aceptable
Halógenos	Aceptable-Buena
Hidro-carbonios halógenos	Aceptable-Buena
Hidrocarburos aromáticos	Aceptable

Fuente: (Plastiductos, s.f.)

2.2.13. Obtención del PEAD

El PEAD o polietileno de alta consistencia se reduce por intermedio de un proceso abierto por el catedrático Karl Ziegler, de los años 1949-1955, llamado polimerización de Ziegler-Natta. Esto quiere expresar que es un desarrollo de polimerización catalítica (catalizador de Ziegler-Natta) a baja presión (la presión de fabricación de HDPE está por debajo de los 14 MPA). Cuando se agrega etileno en una suspensión de etilato de aluminio y éster titánico en un aceite, se polimeriza el etileno con desglose de calor, el cual es absorbido por el disolvente, y forma un producto macromolecular. (Plastiductos, s.f.)

2.2.14. Ventajas del plástico

Propiedades únicas:

- Calidad, brillante, translucido, muro contra gases y aroma, impacto, termo formalidad, accesible de grabar con tintas.

Costo/Performance:

- El costo del PET padece de menos variedad que el de otros polímeros.

Disponibilidad:

- Hoy en día el PET se produce en varias partes del mundo, como en América del Sur y Norteamérica, Europa, Asia y Sudáfrica. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

2.2.15. Desventajas del plástico

- **Secado:** Cualquier tipo de poliéster tiene que ser secado para así esquivar el desgaste de propiedades. La humedad del plástico al incorporarse al procedimiento tiene que ser de máximo 0.005%. También se puede realizar un secado por radiación infrarroja, pero este es de un costo mucho más alto. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

- **Costo de equipamiento:** Los conjuntos de inyección por soplado con biorientación presumen un buen desembolso aplicados a una gran fabricación. En extrusión por soplado se pueden usar equipos convencionales de PVC, obteniendo más variable en la elaboración de diferentes tamaños y formas. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

- **Temperatura:** Los poliésteres no tienen buenas características cuando están a temperaturas mayores a 70°C a diferencia del PET cristalizado que resiste hasta temperaturas de 230°C. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

- **Intemperie:** No es recomendable su uso en la intemperie. (Izurieta Pilay & Rodríguez Almeida, 2018)

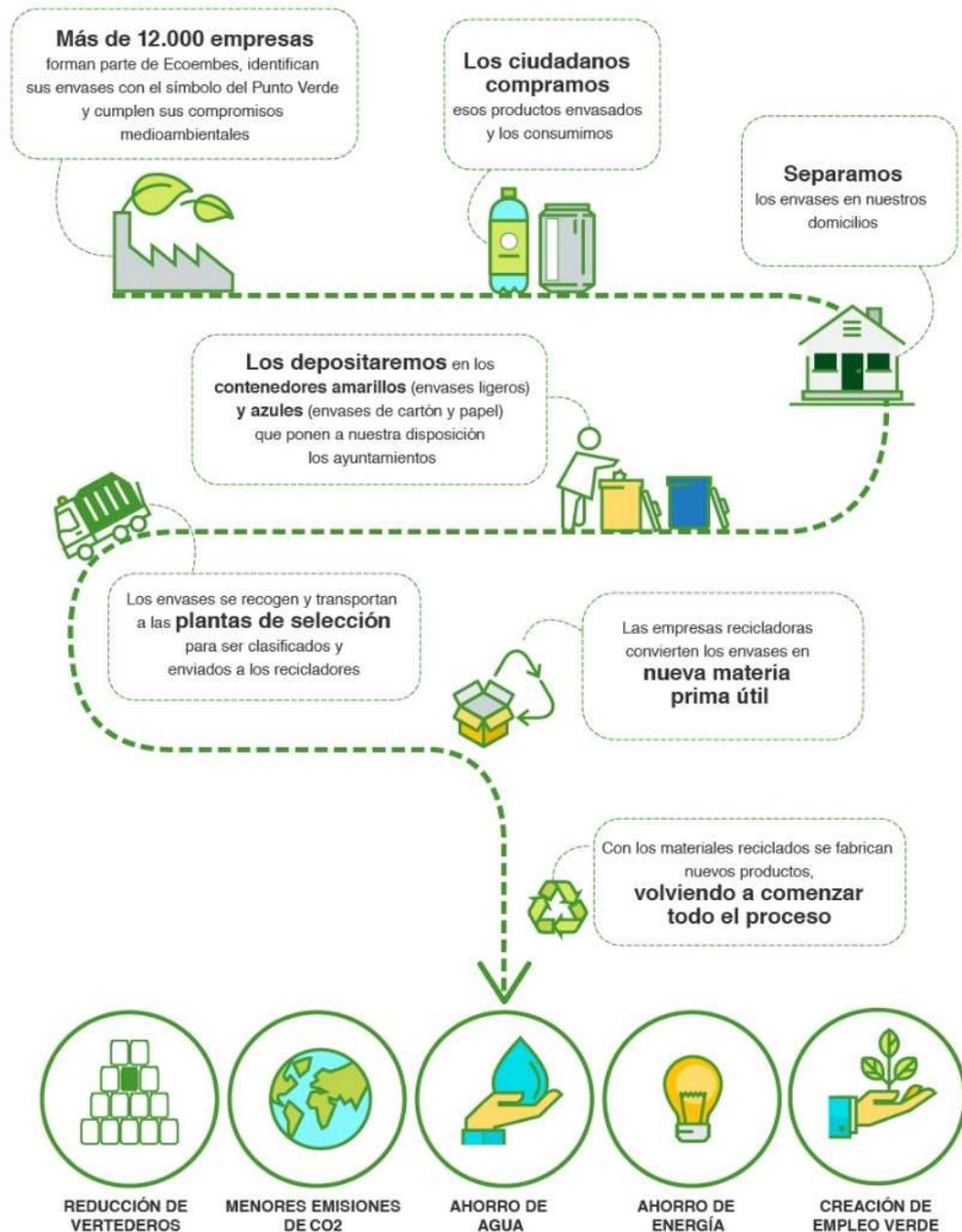


Figura 8:Proceso de recogida, selección y reciclaje.

Fuente: (Ecoembes, s.f.)

2.3. Marco legal

La propuesta de nuestro impermeabilizante tiene como designio aplicar y respetar las Normas Ecuatorianas de construcción "NEC" dentro de la construcción que garantice a la población vivir y conservar un ambiente sano y ecológico y la seguridad estructural de la edificación. Utilizando los métodos ancestrales para la construcción; por lo tanto, hemos citado los siguientes artículos:

2.3.1. Constitución de la república del Ecuador.

Sección Segunda.

Ambiente Sano.

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*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

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. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

Sección Sexta

Hábitat y Vivienda

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

Capítulo Noveno

Responsabilidades

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: 6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

Sección Octava

Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

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:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. 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. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

Art. 387.- Será responsabilidad del Estado:

1. Facilitar e impulsar la incorporación a la sociedad del conocimiento para alcanzar los objetivos del régimen de desarrollo.
2. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay.
3. Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.
4. Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.
5. Reconocer la condición de investigador de acuerdo con la Ley. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

Sección Primera

Naturaleza y Ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

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

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

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

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones

ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

Sección Tercera

Patrimonio natural y ecosistemas

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-October-2008, 2015)

Sección Cuarta

Recursos Naturales

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan

condiciones de vida con dignidad. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

Sección Quinta

Suelo

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador 20-0ctubre-2008, 2015)

2.3.2. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017

Objetivo 3: “Mejorar la calidad de vida de la población” (Senplades, 2013 - 2017)

3.9. Garantizar el acceso a una vivienda adecuada, segura y digna:

d. Promover la construcción de viviendas y equipamientos sustentables que optimicen el uso de recursos naturales y utilicen la generación de energía a través de sistemas alternativos. (Senplades, 2013 - 2017)

e. Definir, normar, regular y controlar el cumplimiento de estándares de calidad para la construcción de viviendas y sus entornos, que garanticen la habitabilidad, la accesibilidad, la seguridad integral y el acceso a servicios básicos de los habitantes, como mecanismo para reducir el déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda. (Senplades, 2013 - 2017)

f. Generar estrategias de mejoramiento de viviendas deterioradas y en condiciones inadecuadas, riesgosas o de hacinamiento. (Senplades, 2013 - 2017)

Objetivo 7: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global” (Senplades, 2013 - 2017)

Contaminación ambiental

Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental, como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida, continúa siendo sumamente importante para garantizar el derecho humano a vivir en un ambiente sano, pilar fundamental en la sociedad del Buen Vivir. (Senplades, 2013 - 2017)

7.1. Asegurar la promoción, la vigencia y la plena exigibilidad de los derechos de la naturaleza: (Senplades, 2013 - 2017)

a. Diseñar e implementar un marco normativo que garantice los derechos de la naturaleza e instaure mecanismos intersectoriales, transversales e integrados, de prevención, control, sanción y restauración integral de daños y pasivos socio ambientales, asegurando las compensaciones respectivas y la no repetición de los daños o afectaciones. (Senplades, 2013 - 2017)

7.2. Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios: (Senplades, 2013 - 2017)

g. Reconocer, respetar y promover los conocimientos y saberes ancestrales, las innovaciones y las prácticas tradicionales sustentables de las comunidades, pueblos y nacionalidades, para fortalecer la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, con su participación plena y efectiva. (Senplades, 2013 - 2017)

j. Impulsar incentivos y tecnología apropiada para la conservación de la naturaleza, sus bosques, zonas de nacimiento y recarga de agua y otros ecosistemas frágiles, enfocados en particular en las comunidades y los individuos más dependientes del patrimonio natural para su sobrevivencia. (Senplades, 2013 - 2017)

7.8. Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental en los procesos de extracción, producción, consumo y pos consumo: (Senplades, 2013 - 2017)

a. Fomentar el uso de tecnologías limpias y la incorporación de enfoques de economía circular en las actividades de extracción, producción, consumo, y pos consumo, a fin de reducir la contaminación ambiental. (Senplades, 2013 - 2017)

h. Desarrollar e implementar normas técnicas y estándares de calidad ambiental en el manejo integral de todo tipo de residuos, especialmente desechos peligrosos, aceites, minerales usados, hidrocarburos, desechos especiales, eléctricos y electrónicos, sustancias químicas y radioactivas, emisiones y vertidos y los contaminantes orgánicos persistentes, así como el uso de las radiaciones ionizantes, para precautelar la salud de las personas y reducir la contaminación ambiental. (Senplades, 2013 - 2017)

2.3.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC”, promovida por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda

(MIDUVI), tiene como objetivo principal la actualización del Código Ecuatoriano de la Construcción (2001), con la finalidad de regular los procesos que permitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en todo tipo de edificaciones como consecuencia de las características del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento; especificando parámetros, objetivos y procedimientos con base a los siguientes criterios:

- (i) establecer parámetros mínimos de seguridad y salud.
- (ii) mejorar los mecanismos de control y mantenimiento
- (iii) definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad
- (iv) reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética.
- (v) abogar por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad.
- (vi) fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados.

((MIDUVI), 2014)

Los requisitos establecidos en la NEC serán de obligatorio cumplimiento a nivel nacional; por lo tanto, todos los profesionales, empresas e instituciones públicas y privadas tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir los requisitos establecidos para cada uno de los capítulos:

- **NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)**

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

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

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

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

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

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

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

- **EC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado**

Contempla el análisis y el dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional. ((MIDUVI), 2014)

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

Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerzas laterales y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas. ((MIDUVI), 2014)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

La metodología es una secuencia de procedimientos y habilidades de solidez científico que se aplican en el desarrollo de la investigación para alcanzar un resultado posiblemente válido. (Coelho F. , 2019)

Este proceso se centrará en la elaboración de la muestra de un impermeabilizante que contiene plástico reciclado (PET, PEAD) y materiales tradicionales los que serán sometidos a pruebas de laboratorio para certificar su propiedades físicas y mecánicas. La investigación experimental, descriptiva y exploratorio son idóneas en la metodología para el avance del proyecto.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación Experimental

Es un procedimiento que se basa en manipular las variables de un objetivo, que serán sometidas a determinados procesos, para estudiar sus consecuencias o progresos que producen. (Significados, 2019)

Esta investigación consiste en manipular intencionalmente una o más variables independientes, lo que nos permitirá observar el fenómeno estudiado al realizar pruebas, para luego determinar ventajas e incremento en su utilización lo que llevará a la fabricación de un material amigable con el medio ambiente, realizando las pruebas necesarias y cumpliendo con los parámetros establecidos por las normativas, se verificará su utilidad en el medio de la construcción a través de pruebas de laboratorio.

3.2.2. Investigación Descriptiva

Esta clase de investigación consiste en describir características de cualquier fenómeno que se pretenda estudiar. (Rica, 2017)

Esta investigación consiste en estudiar, evaluar las condiciones y características de los materiales, realizar pruebas experimentales, pruebas de laboratorio, recolección y comparación de dichos datos.

3.2.3. Investigación Documental

Con este tipo de estudio se obtiene, selecciona, compila, organiza, interpreta y analiza datos sobre un propósito de estudio a través de documentos existentes. (Significados, 2020)

Con esta investigación se obtendrá información por medio de sitios web, libros, tesis, entre otros, que se analizará para obtener un primer acercamiento al tema que será de gran utilidad para el desarrollo del prototipo de impermeabilizante ecológico.

3.2.4. Investigación Cuantitativa

Esta investigación se basa en la recolección de información, que será medida por medio de estadísticas, herramientas matemáticas e informáticas, esto permite realizar conclusiones de forma general. (Significados, 2019)

De esta manera se conseguirá datos concretos, expresados de forma numérica como: propiedades de los plásticos, factores que influyen en impermeabilizantes, datos sobre reutilización de plásticos, dosificaciones, pruebas de permeabilidad, de resistencias, estadísticas de encuesta, entre otros, datos que serán validados para dar conclusiones.

3.2.5. Investigación de Campo

Por medio de esta investigación se recolecta nueva información proveniente de fuentes primarias en un lugar determinado, para un objetivo en especial. (QuestionPro, 2018)

Por este método se recopilará información a través de entrevista a la población para analizar sus opiniones, como también fotografías de la aplicación de materiales impermeables, de enlucidos y visitas a plantas de reciclaje de plásticos para conseguir datos importantes.

3.3. Enfoque

El enfoque es la perspectiva en que el investigador se aproxima al proyecto, que cambiará dependiendo de los tipos de resultados que se esperan encontrar. (Yanez, 2019).

Dado el propósito del presente tema de investigación, este será sometido al siguiente enfoque:

3.3.1. Enfoque cuantitativo:

Se basa del estudio de métodos de recopilación de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir y definir cuáles serán los conceptos que se usarán para explicar el tema de investigación. (Anonymous, 2014)

3.4. Técnica e instrumentos.

La escala de Likert es un instrumento de medida que sirve para medir el nivel de aceptación del encuestado con cualquier tema que se plantee, los resultados capturan el grado de los sentimientos del encuestado hacia el tema. (Llauradó, 2014)

El método adecuado para esta investigación se la realizará por medio de encuestas, mediante preguntas valoradas, que estará basada en la recolección de información por el mecanismo de un formulario impreso. Este formulario constará de interrogantes con respuesta en una escala del 1 al 5 tipo Likert tomando como referencia los siguientes parámetros:

1. Totalmente de acuerdo.
2. De acuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
4. En desacuerdo.
5. Totalmente en desacuerdo.

3.5. Población.

Población se refiere al grupo grande de personas por lo general inaccesibles que se desea estudiar. (Olivero, 2016)

Las encuestas irán dirigidas a ciudadanos de la provincia del Guayas, profesionales, trabajadores de construcción, propietarios de distribuidores de materiales y constructoras, para evaluar sus experiencias y opiniones referentes al tema.

3.6. Muestra.

Muestra es una agrupación de elementos característico y limitado que se sustrae de la población alcanzable. (Olivero, 2016)

Se consideró como población de estudio a los habitantes del cantón Samborondón. En el cantón Samborondón existen aproximadamente 67.590 habitantes según él (INEC, 2010). Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de la población finita.

CONSIDERANDO EL UNIVERSO FINITO

FORMULA DE CALCULO

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N-1) + (Z^2 * p * q)}$$

Donde:

Z = nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z)

p = Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado

q = Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = 1-p

Nota: cuando no hay indicación de la población que posee o no el atributo, se asume 50% para p y 50% para q

N = Tamaño del universo (Se conoce puesto que es finito)

e = Error de estimación máximo aceptado

n = Tamaño de la muestra

Figura 9:Fórmula para el cálculo de universo finito.

Fuente: (Estadística, 2015)

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,50) (0,50) (67.590)}{(0,05)^2 (67.590 - 1) + (0,50) (0,50) (1,96)^2}$$

$$n = \frac{64913,44}{169,93}$$

$$n = 382$$

Por medio de la fórmula que considera el universo finito se obtuvo como resultado una población de 382 habitantes.

3.6.1. Análisis de resultados.

A continuación, se mostrarán los resultados y análisis obtenidos mediante las encuestas realizadas en el sector de Samborondón.

ENCUESTA DIRIGIDA AL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN.

1. ¿Usted cree que es factible trabajar con plástico reciclado?

Tabla 8

Respuesta al trabajo con plástico reciclado.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	183	48 %
De acuerdo	126	33 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	54	14 %
En desacuerdo	19	5 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

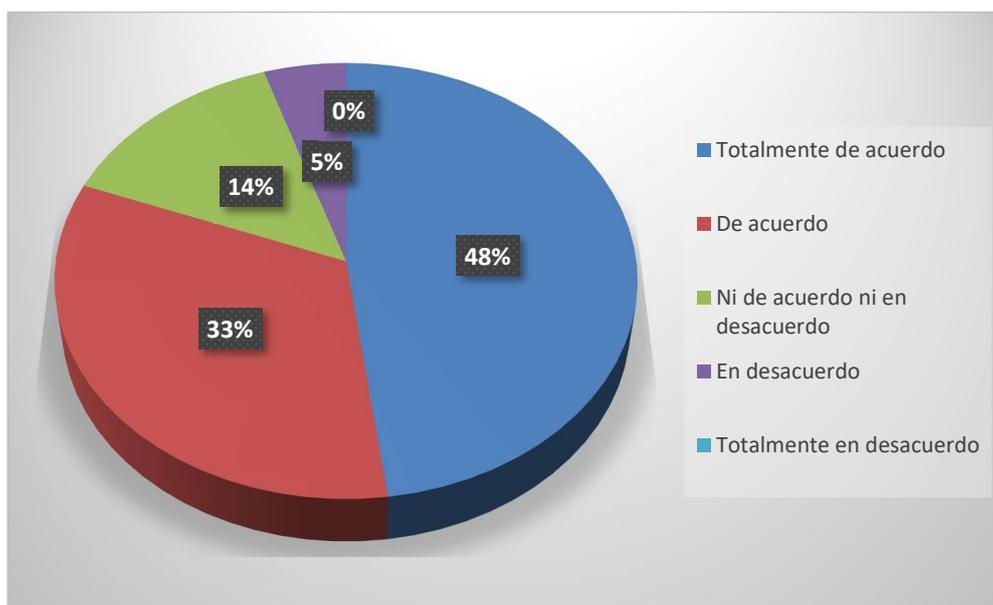


Figura 10: Respuesta al trabajo con plástico reciclado.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 9 los resultados de la primera pregunta que da a conocer que el 48 % está totalmente de acuerdo, el 33 % de acuerdo, el 14 % ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 5 % en desacuerdo. Según estos resultados la población ve como buena alternativa el uso del plástico reciclado para diferentes procesos.

2. ¿Cree usted que usando como materia prima el plástico reciclable (PET/PEAD) se podrá fabricar un impermeabilizante?

Tabla 9

Respuesta a la fabricación de un impermeabilizante con plástico reciclado.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	149	39 %
De acuerdo	92	24 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	78	20 %
En desacuerdo	41	11 %
Totalmente en desacuerdo	22	6 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

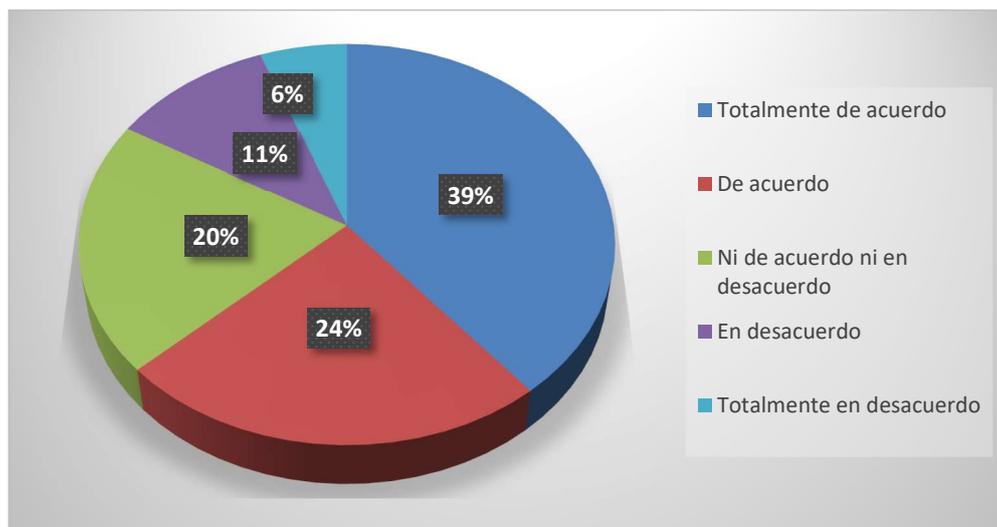


Figura 11: Respuesta a la fabricación de un impermeabilizante con plástico reciclado.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 10 los resultados de la segunda pregunta que da a conocer que el 39 % está totalmente de acuerdo, el 24% de acuerdo, el 20 % ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 11 % en desacuerdo y el 6 % totalmente en desacuerdo. Según los resultados obtenidos una mayor parte la población considera idóneo la fabricación de este impermeabilizante.

3. ¿Piensa usted que en los diferentes procesos de la construcción se pueda aplicar este nuevo impermeabilizante ecológico?

Tabla 10

Respuesta a la aplicación de un nuevo impermeabilizante ecológico en los procesos de construcción.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	162	42 %
De acuerdo	107	28 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	83	22 %
En desacuerdo	30	8 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

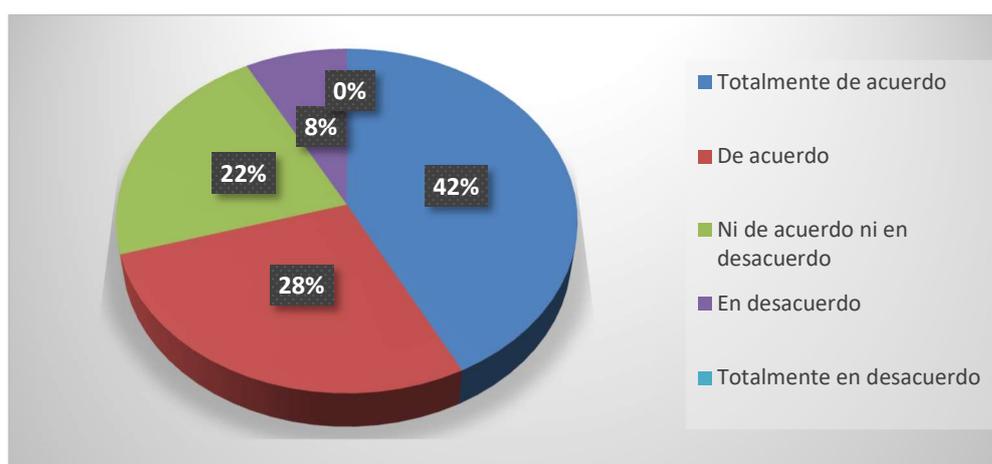


Figura 12: Respuesta a la aplicación de un nuevo impermeabilizante ecológico en los procesos de construcción.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 11 los resultados de la tercera pregunta que da a conocer que el 42 % está totalmente de acuerdo, el 28 % de acuerdo, el 22 % ni de acuerdo ni en desacuerdo, y el 8 % en desacuerdo. Eso indica que la población encuestada ve factible el uso de este prototipo en varios procesos de la construcción.

4. ¿Considera usted que la elaboración de un impermeabilizante a base de materiales reciclados proporcionará algún tipo de ahorro en el m2 de construcción?

Tabla 11

Respuesta al ahorro por m2 de construcción utilizando productos a bases de materiales reciclados.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	207	54 %
De acuerdo	127	33 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	48	13 %
En desacuerdo	0	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

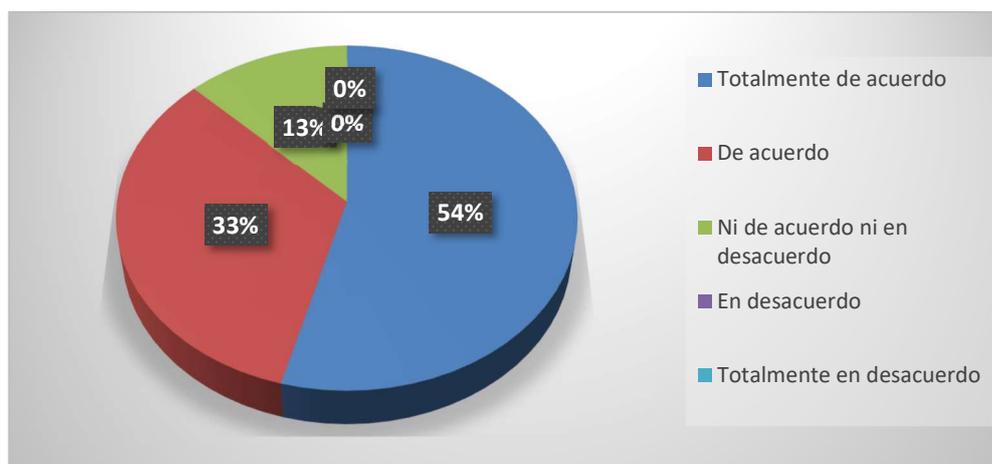


Figura 13: Respuesta al ahorro por m2 de construcción utilizando productos a bases de materiales reciclados.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 12 los resultados de la cuarta pregunta que da a conocer que el 54 % está totalmente de acuerdo, el 33 % de acuerdo, y el 13 % ni de acuerdo ni en desacuerdo. Eso quiere decir que los encuestados consideran que al utilizar este prototipo en las construcciones le generan un ahorro ya que parte del prototipo es con material reciclado (plástico P.E.T).

5. ¿Cree usted que es complejo fabricar materiales de construcción a base de plástico reciclable?

Tabla 12

Respuesta a la complejidad de fabricar materiales de construcción con material reciclado.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	219	57 %
De acuerdo	98	26 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	65	17 %
En desacuerdo	0	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

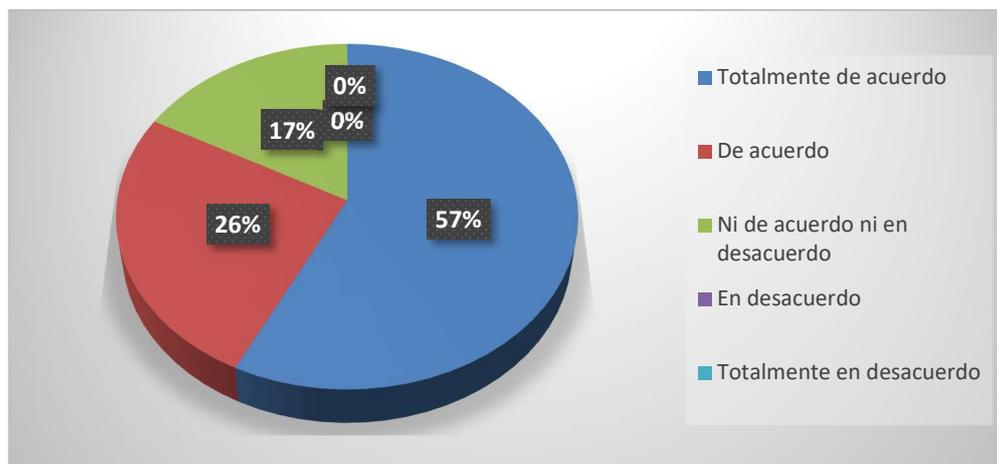


Figura 14: Respuesta a la complejidad de fabricar materiales de construcción con material reciclado.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 13 los resultados de la quinta pregunta que da a conocer que el 57 % está totalmente de acuerdo, el 26 % de acuerdo, y el 17 % ni de acuerdo ni en desacuerdo. Eso quiere decir que la población considera compleja la fabricación de este prototipo.

6. ¿Considera usted que al fabricar nuevos impermeabilizantes ecológicos se necesita más información acerca de su elaboración y aplicación?

Tabla 13

Respuesta a la necesidad de más información para la elaboración y aplicación de nuevos impermeabilizantes.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	197	51 %
De acuerdo	110	29 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	75	20 %
En desacuerdo	0	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

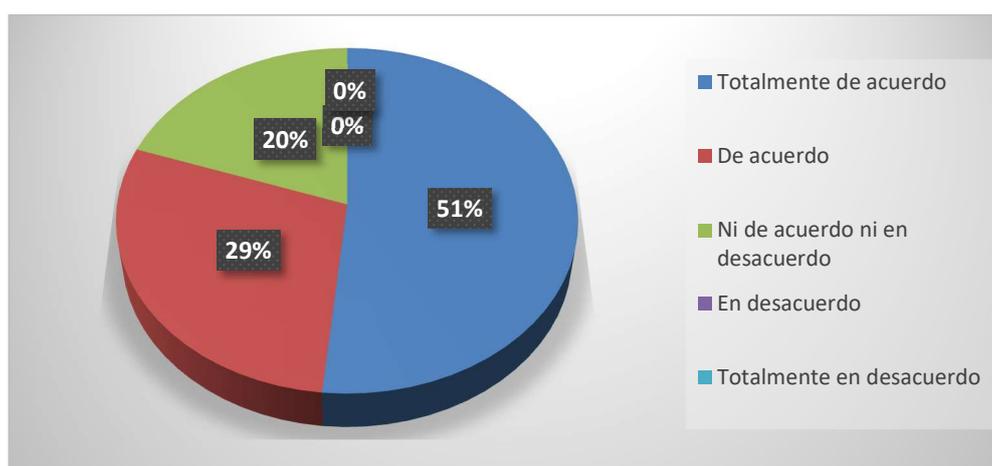


Figura 15: Respuesta a la necesidad de más información para la elaboración y aplicación de nuevos impermeabilizantes.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 14 los resultados de la sexta pregunta que da a conocer que el 51 % está totalmente de acuerdo, el 29 % de acuerdo, y el 20 % ni de acuerdo ni en desacuerdo. Eso quiere decir que los encuestados consideran que no está de más la capacitación en nuevos productos que se aplicarían en uno o varios procesos de construcción.

Pregunta 7.- ¿Considera usted que el uso de impermeabilizantes ecológicos ayudará a la reducción de la polución del medio ambiente?

Tabla 14

Respuesta sobre la reducción de la polución del medio ambiente.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	175	46 %
De acuerdo	102	26 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	87	23 %
En desacuerdo	18	5 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

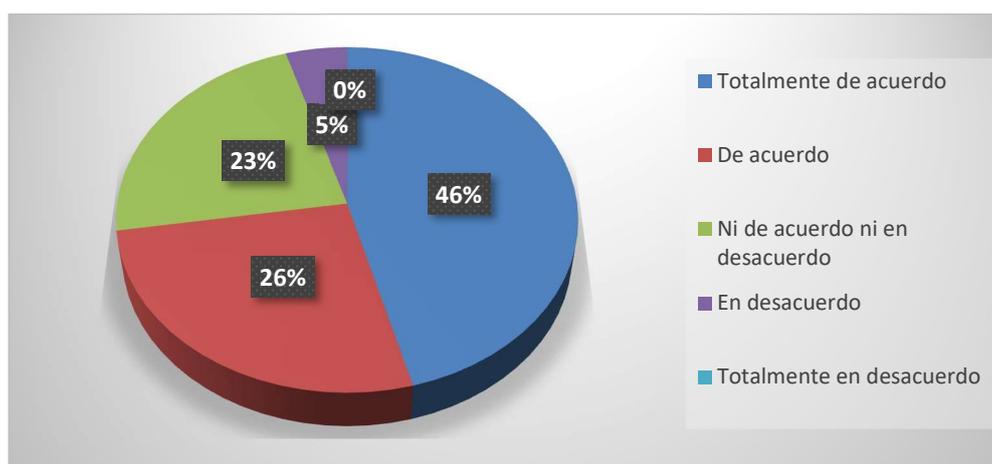


Figura 16: Respuesta sobre la reducción de la polución del medio ambiente.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 15 los resultados de la séptima pregunta que da a conocer que el 46 % está totalmente de acuerdo, el 26 % de acuerdo, el 23 % ni de acuerdo ni en desacuerdo, y el 5 % en desacuerdo. Eso indica que la población encuestada considera que utilizando productos ecológicos como nuestro prototipo ayudará a disminuir la contaminación por que se estaría utilizando como materia prima materiales reciclados.

8. ¿Cree usted que un impermeabilizante ecológico puede competir con impermeabilizante del mercado?

Tabla 15

Respuesta a la competición con los impermeabilizantes existentes en el mercado.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	114	30 %
De acuerdo	98	26 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	75	19 %
En desacuerdo	61	16 %
Totalmente en desacuerdo	34	9 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

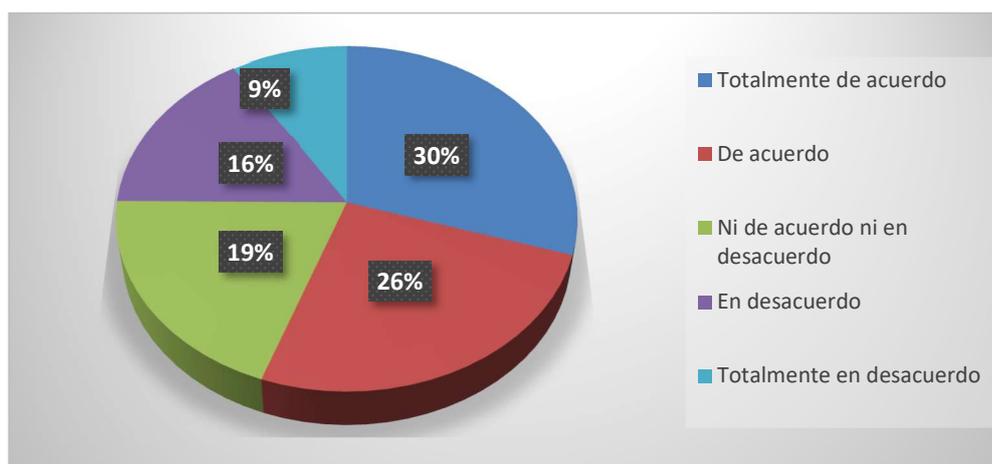


Figura 17: Respuesta a la competición con los impermeabilizantes existentes en el mercado.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 16 los resultados de la octava pregunta que da a conocer que el 30 % está totalmente de acuerdo, el 26 % de acuerdo, el 19 % ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 16 % en desacuerdo y el 9 % totalmente en desacuerdo. Eso nos da a conocer que la población encuestada considera que hay diferentes materiales con las misma propiedades físicas y mecánicas que otros aditivos convencionales y mejor aún si las tendría un material reutilizable lo cual ayudaría mucho al impacto ambiental.

9. ¿Cree usted que el sector de la construcción daría buena acogida a estos impermeabilizantes ecológicos?

Tabla 16

Respuesta sobre la acogida a impermeabilizantes ecológicos.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	164	43 %
De acuerdo	103	27 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	89	23 %
En desacuerdo	26	7 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

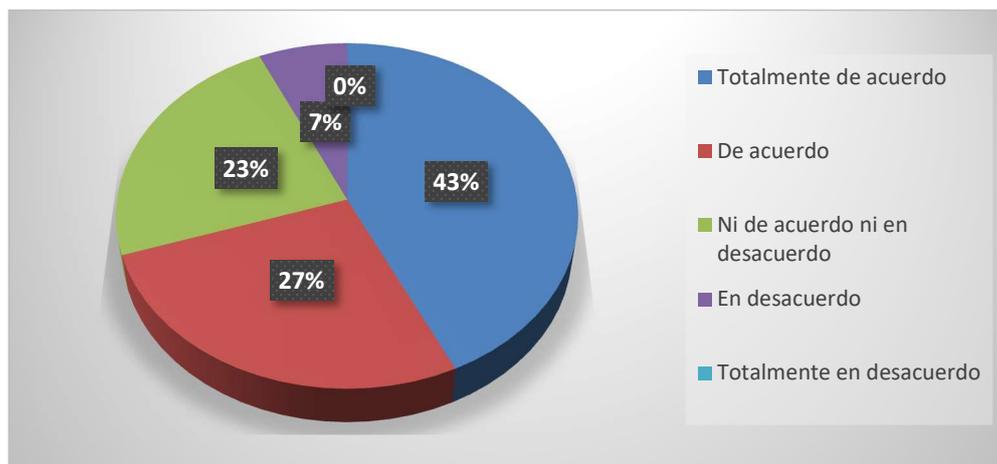


Figura 18: Respuesta sobre la acogida a impermeabilizantes ecológicos.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 17 los resultados de la novena pregunta que da a conocer que el 43 % está totalmente de acuerdo, el 27 % de acuerdo, el 23 % ni de acuerdo ni en desacuerdo, y el 7 % en desacuerdo. Eso indica que la población encuestada considera que la industria de la construcción le dará buena acogida a este tipo de impermeabilizante ecológico.

10. ¿Cree usted que utilizando residuos plásticos le ayudarían a alivianar peso en los diferentes procesos de construcción?

Tabla 17

Respuesta sobre el alivianamiento de peso en procesos constructivos.

OPCIONES	ENCUESTADOS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	151	40 %
De acuerdo	134	35 %
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	66	17 %
En desacuerdo	19	7 %
Totalmente en desacuerdo	12	3 %
Total	382	100 %

Fuente: Encuestas a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

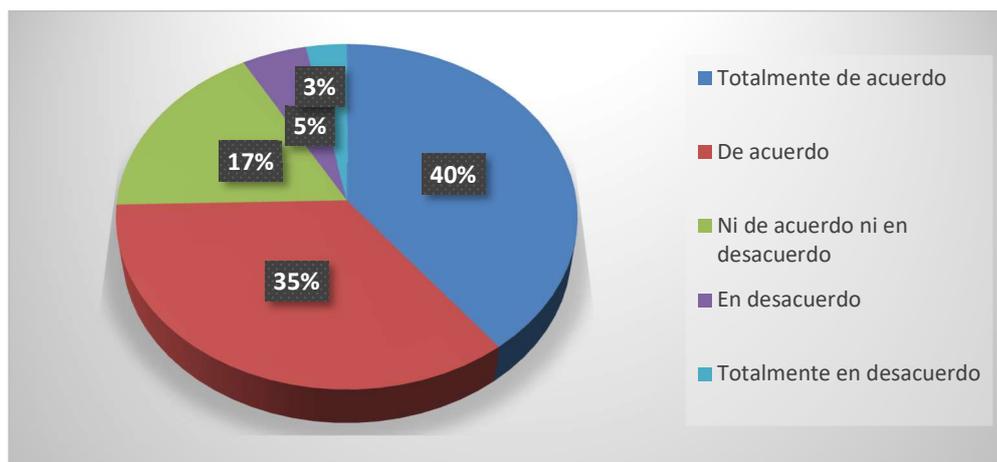


Figura 19: Respuesta sobre el alivianamiento de peso en procesos constructivos.

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Samborondón

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: Se aprecia en la figura 18 los resultados de la décima pregunta que da a conocer que el 40 % está totalmente de acuerdo, el 35 % de acuerdo, el 17 % ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 5 % en desacuerdo y el 3 % totalmente en desacuerdo; eso nos da a conocer que los habitantes encuestado consideran que una de las propiedades del plástico es alivianar peso.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Tema

Fabricación de un impermeabilizante a partir de plástico PET, PEAD y materiales tradicionales para uso en el área de la construcción.

4.2. Descripción de la propuesta.

Según el tema propuesto que engloba a los impermeabilizantes se direccionó esta propuesta al impermeabilizante cementoso, a un mortero impermeable utilizado para el proceso de enlucido de paredes.

Este prototipo tomó como referencia un mortero tradicional que es la mezcla de cemento portland, arena fina y agua, partiendo de esta referencia se reemplazó el agregado fino (arena) en menor o mayor cantidad por plástico reciclado para de esta manera llegar a un mortero impermeable.

El diseño del prototipo tuvo como objetivo poseer las características de un mortero impermeable tradicional, como repeler el agua, reducir el fisuramiento, tener gran trabajabilidad, buena adherencia, un acabado liso y una presentación en polvo.

La ventaja de este mortero fue ser elaborado con plástico reciclado y ayudar a disminuir las emisiones de CO₂ provenientes de la industria de la construcción.

4.3. Procedimiento para la fabricación del prototipo.

En la fabricación del impermeabilizante ecológico a base de plástico reciclado PET, PEAD y materiales tradicionales, se utilizó una técnica artesanal que se detallará en el desarrollo del experimento. Para fabricar el prototipo de impermeabilizante se utilizó los materiales y herramientas que se muestran a continuación.

Materiales:



Figura 20: Botellas PET.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 22: Plástico PET en polvo.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 21: Cemento.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 23: Arena.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 24: Almidón de yuca.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 25: Agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Herramientas y Equipos:

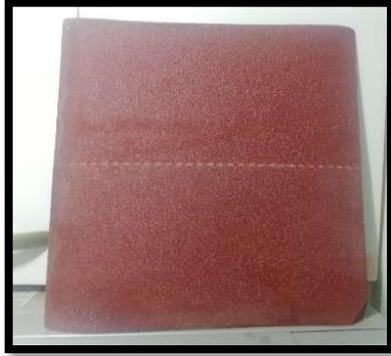


Figura 26 :Lija roja 50.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 29:Esmeril.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 27:Tamizador.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 30:Gramera.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 28:Tijera.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 31:Pegamento.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 32: Recipiente para la mezcla.
Fuente: T Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 33: Bailejo
Fuente: Almacenes Boyacá.

Esquema de procesos para la elaboración del impermeabilizante ecológico.

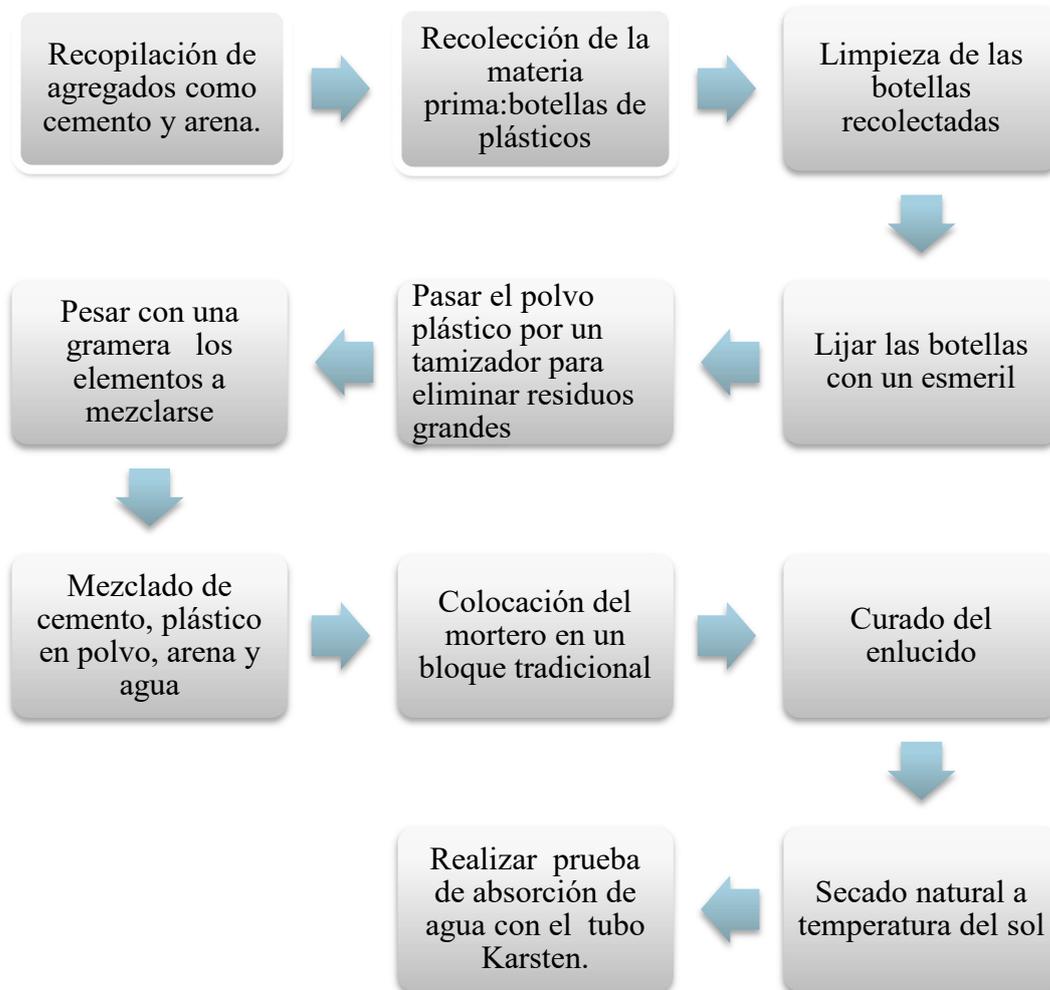


Figura 34: Esquema de procesos.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Procedimiento.

- **Recolección y limpieza de las botellas PET y PEAD:**

Su recolección inicia una vez sean consumidos los productos, los envases dejan de realizar su función para el que fue creado y pasa a ser un desperdicio. Siendo en ese momento donde se recolectan las botellas para someterse a un proceso de limpieza para ser utilizado como aglomerantes en la fabricación del mortero impermeable.

Recolectadas las botellas se procede a la limpieza de las mismas para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos como: residuos de bebidas, tierra, arena, detergentes, papel entre otros.

- Primero se retira la etiqueta, no se deja ningún residuo.
- Se limpia la botella con agua caliente y se enjagua.
- Seguido se agrega detergente, se deja reposar 20 minutos y se agita constantemente para desprender residuos pegados.
- Se vuelve a enjugar la botella y se verifica que esté limpia, si todavía no está limpia se vuelve a repetir el proceso.

- **Procedimiento para la obtención del polvo plástico PET y PEAD:**

La recolección empieza con el lijado de las botellas de plástico PET y PEAD con un esmeril, se coloca una lija roja de 50 y la botella a un extremo del esmeril para que se cumpla el proceso de lijado.

Obtenido el polvo plástico por medio del lijado con el esmeril se observó que este proceso deja partículas grandes y pequeñas de plástico, entonces se procede a tamizar todo lo lijado. Realizado este proceso se obtiene un material listo para el mezclado con los otros agregados.

- **Mezclado de los materiales:**

Recolectado todos los materiales, se procede a pesar cada uno de ellos por medio de una gramera, lo que nos da una lectura en gramos, el pesado de los materiales va de acorde a las dosificaciones para cada uno de los ensayos a realizarse.

Para la mezcla de todos los materiales se utilizó un recipiente mediano y un bailejo, ya obtenida la dosificación a utilizar en cada uno de los ensayos, se procede a colocar el cemento dosificado en el recipiente, seguido se vierte la arena y el polvo plástico dosificado, se mezclan los tres materiales con un bailejo hasta que la unión de estos

tres materiales dé como resultado una mezcla homogénea, se coloca el agua con precaución hasta llegar a la consistencia requerida, mientras se va colocando el agua se va mezclando con el bailejo todos los materiales hasta obtener un mezcla trabajable.

- **Aplicación, curado y secado de mortero impermeable:**

Una vez obtenida la mezcla homogénea y manejable se procede a aplicarla en un bloque tradicional, el bloque debe estar humedecido para que no absorba el agua del mortero impermeable, se coloca la mezcla con el bailejo de tal modo que toda la superficie del bloque quede cubierta con la mezcla, terminado el proceso de aplicación se deja secar el mortero impermeable al sol, se curó el enlucido agregándole agua por los próximo 7 días, para hidratarlo y evitar grietas.

- **Pruebas de permeabilidad del agua:**

El ensayo de absorción del agua permite calcular la oposición al paso de agua en un ambiente de presión baja. Se distribuye una columna de agua en la superficie del material aplicado y de esta forma se determina la penetración del agua en el material en periodos de tiempo establecidos.

La base circular del tubo de ensayo (tubo karsten) se fija en la superficie a evaluar por medio de una masilla plástica, una vez fijado se vierte el agua hasta llegar al nivel deseado, según la altura del agua en el tubo, se ejercerá una presión sobre la superficie que se asemeja al efecto de una lluvia acompañada con vientos, cuya velocidad se calcula con la siguiente formula.

$$V \text{ (m/s)} = (1600 * q)^{0.5}$$

La formulación presentada equivale a la presión que se presenta en (KN/m²), tomando en cuenta que:

V = A la velocidad del viento en metros por segundo.

Q = Es el caudal del agua en centímetros cúbicos por segundo.

Dicha fórmula asume que un 1cm de altura de columna de agua es igual a la presión de 0.095 KN/m² lo que decreta las siguientes correlaciones.

Tabla 18*Prueba de permeabilidad de agua.*

Velocidad del viento	Altura de columna de agua
(km/h)	(cm)
50	2.0
100	5.0
140	9.5

Fuente: (Wagner, 2000)

Se emplea la expresión $WAC = WAC\ 15' - WAC\ 5'$ en base a los valores de coeficiente de absorción del agua en los tiempos de 5,10,15 minutos para de esta manera calcular el grado permeabilidad.

La siguiente tabla ha considerado niveles de grado de permeabilidad del agua que va en función de la filtración o penetración del agua en un tiempo de 10 minutos.

Tabla 19*Grado de permeabilidad en función del agua.*

Penetración en cm ³ en 10 minutos	Estimación
Más de 3,0	Permeabilidad muy alta
De 2,4 a 3,0	Permeabilidad Alta
De 1,0 a 2,4	Mediana Permeabilidad
De 0,4 a 1,0	Baja Permeabilidad
De 0,2 a 0,4	Impermeabilidad Relativa
De 0,1 a 0,2	Impermeable
Menos de 0,1	Sin Actividad Capilar

Fuente: (Fernández C. S., s.f.)

4.4. Fabricación del impermeabilizante ecológico.

Para dar inicio a este proceso de fabricación primero se recopila el polvo en plástico que se genera lijando el plástico con un esmeril, posteriormente se procede a tamizar y separar las partículas grandes de las pequeñas (polvo plástico), seguido se elabora la mezcla entre la arena, polvo plástico, cemento y agua, en proporción, para así generar una especie de mortero tradicional y a su vez impermeable, una vez aplicado el mortero en el bloque se deja de secar al ambiente.

Para los prototipos experimentales del impermeabilizante ecológico (mortero impermeable) proviene del desarrollo de la mezcla según las proporciones de un mortero tradicional, reemplazando en ciertas cantidades la arena con el plástico hasta llegar a su reemplazo total.

A continuación, se detallará las proporciones totales para la elaboración del prototipo impermeabilizante:

4.5. Desarrollo del experimento. (Ensayo 1)

Tabla 20

Relaciones de agregados para la mezcla del mortero tradicional.

Materiales	Cantidad
Cemento	0.25 kg
Arena	0.75 kg
Agua	0.14 kg

Fuente: Primer ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 35: Fotografías del primer ensayo experimental.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como primer ensayo se fabricó un mortero tradicional, el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.25 kg de cemento, 0.75 kg de arena fina seca y 0.14 kg de agua potable, se inició pesando con una gramera cada uno de los materiales, seguido se realizó la mezcla entre el cemento y la arena en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

4.5.1. Resultados del Ensayo 1.



Figura 36: Fotografías del primer ensayo de absorción de agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el primer ensayo experimental del mortero tradicional, se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 0.4 ml, a los 10 minutos 0.7 ml y a los 15 minutos el agua se había filtrado 1.3 mm.

4.5.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 1).

Tabla 21

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H₂O	Mortero tradicional
WAC 5'	0.4 ml
WAC 10'	0.7 ml
WAC 15'	1.3 ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se aplicó la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC\ 15' - WAC\ 5'$$

$$WAC = 0.4\ \text{ml} - 1.3\ \text{ml}$$

$$WAC = 0.9\ \text{ml}$$

Se tomará como referencia los resultados obtenidos como base para comparar con los siguientes experimentos donde se incorporará el plástico en polvo.

4.6. Desarrollo del experimento. (Ensayo 2)

Tabla 22

Relaciones de agregados para la mezcla del primer mortero impermeable.

Materiales	Cantidad
Cemento	0.25 kg
Arena	0.73 kg
Plástico en polvo	0.02 kg
Agua	0.14 kg

Fuente: Segundo ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 37: Fotografías del segundo ensayo experimental.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como segundo ensayo se fabricó un prototipo mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.25 kg de cemento, 0.73 kg de arena fina seca, 0.02 kg de plástico en polvo y 0.14 kg de agua potable, se inició pesando con una gramera cada uno de los materiales, seguido se realizó la mezcla entre el cemento, la arena y el plástico en polvo en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

Cabe recalcar que al mezclar el plástico en polvo en esa proporción no afectó a la trabajabilidad ni al mayor consumo de agua, tampoco presentó fisuramiento ni desprendimiento a sus 7, 15 y 28 días.

4.6.1. Resultados del Ensayo 2.

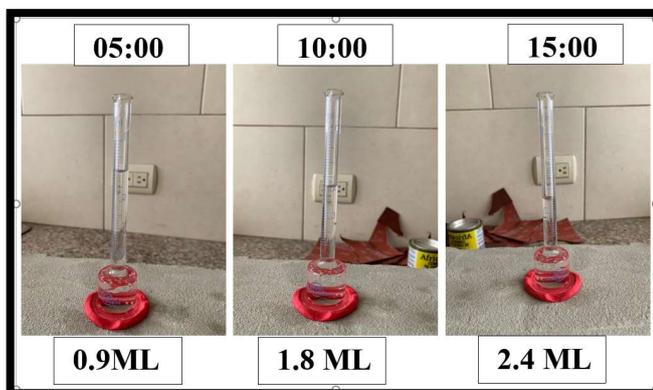


Figura 38: Fotografías del segundo ensayo de absorción de agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el segundo ensayo experimental del mortero tradicional, se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 0.9 ml, a los 10 minutos 1.8 ml y a los 15 minutos el agua se había filtrado 2.4 ml.

4.6.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 2).

Tabla 23

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H₂O	Mortero tradicional
WAC 5'	0.9 ml
WAC 10'	1.8 ml
WAC 15'	2.4 ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Aplicamos la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC 15' - WAC 5'$$

$$WAC = 0.9 \text{ ml} - 2.4 \text{ ml}$$

$$WAC = 1.5 \text{ ml}$$

Se tomó como referencia el ensayo del mortero tradicional (ensayo 1), se puede observar con facilidad que hubo mayor penetración del agua en este mortero impermeable (impermeabilizante ecológico) en comparación al mortero tradicional debido a ese análisis se procederá a un tercer ensayo.

4.7. Desarrollo del experimento. (Ensayo 3)

Tabla 24

Relaciones de agregados para la mezcla del segundo mortero impermeable.

Materiales	Cantidad
Cemento	0.25 kg
Arena	0.38 kg
Plástico en polvo	0.37 kg
Agua	0.71 kg

Fuente: Tercer ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 39: Fotografías del tercer ensayo experimental.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como tercer ensayo se fabricó un prototipo mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.25 kg de cemento, 0.38 kg de arena fina seca, 0.37 kg de plástico en polvo y 0.71 kg de agua potable, se inició pesando con una gramera cada uno de los materiales, seguido se realizó la mezcla entre el cemento, la arena y el plástico en polvo en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

Cabe recalcar que, al mezclar el plástico en polvo en una proporción similar a la de la arena la mezcla se hizo menos manejable se secaba con facilidad y subió el

porcentaje de agua, no presentó fisuras, pero si un desprendimiento de partículas una vez ya fraguado.

4.7.1. Resultados del Ensayo 3.



Figura 40: Fotografías del tercer ensayo de absorción de agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el tercer ensayo experimental del mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 3.4 ml, a los 10 y 15 minutos el agua se había filtrado 7.0 ml, se había filtrado totalmente.

4.7.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 3).

Tabla 25

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H₂O	Mortero tradicional
WAC 5'	3.4 ml
WAC 10'	7.0 ml
WAC 15'	7.0 ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Aplicamos la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC\ 15' - WAC\ 5'$$

$$WAC = 3.4\ \text{ml} - 7.0\ \text{ml}$$

$$WAC = 3.6\ \text{ml}$$

Se tomó como referencia el ensayo del mortero tradicional (ensayo 1), se puede observar con facilidad, que hubo mayor penetración del agua en este mortero impermeable (impermeabilizante ecológico), los resultados no mejoraron, el agua se filtra fácilmente en el mortero lo que con lleva a un cuarto ensayo experimental.

4.8. Desarrollo del experimento. (Ensayo 4)

Tabla 26

Relaciones de agregados para la mezcla del tercero mortero impermeable.

Materiales	Cantidad
Cemento	0.25 kg
Arena	0.65 kg
Plástico en polvo	0.09 kg
Agua	0.27 kg
Almidón	0.01 kg

Fuente: Cuarto ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 41: Fotografías del cuarto ensayo experimental.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como cuarto ensayo se fabricó un prototipo mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.25 kg de cemento, 0.09 kg de plástico en polvo, 0.65 kg de arena fina, 0.01 kg de almidón y 0.27 kg de agua potable, en este cuarto ensayo se agrega el almidón un polímero natural que lo generan las plantas que al entrar en contacto con el agua se hidroliza y toma un aspecto pegajoso basándonos en ese criterio se lo agregó a este ensayo para que ayude a unir las partículas de la arena y plástico en polvo.

Se realizó la mezcla entre el cemento, arena, almidón y el plástico en polvo en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

Cabe recalcar que, la mezcla no presentó fisuramiento ni desprendimiento a sus 7, 15 y 28 días.

4.8.1. Resultados del Ensayo 4.

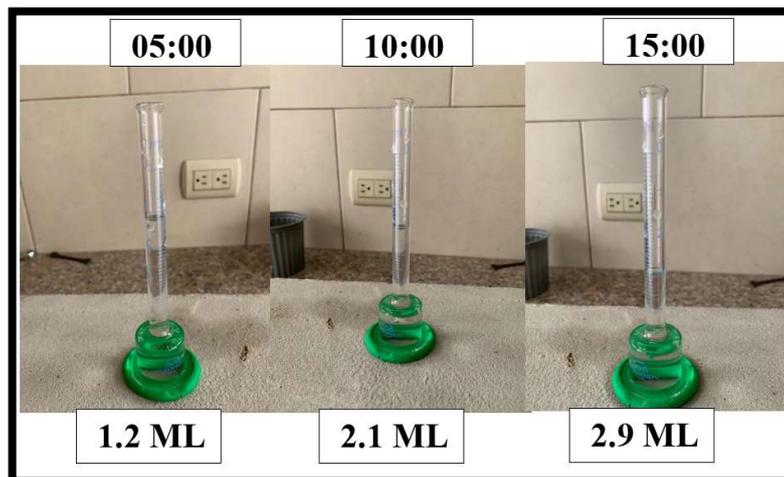


Figura 42: Fotografías del cuarto ensayo de absorción de agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el cuarto ensayo experimental del mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 1.2 ml, a los 10 minutos el agua se había filtrado 2.1 ml y a los 15 minutos el agua se había filtrado 2.9 ml.

4.8.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 4).

Tabla 27:

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H₂O	Mortero tradicional
WAC 5'	1.2 ml
WAC 10'	2.1 ml
WAC 15'	2.9 ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Aplicamos la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC\ 15' - WAC\ 5'$$

$$WAC = 1.2\ ml - 2.9\ ml$$

$$WAC = 1.7\ ml$$

Se tomó como referencia el ensayo del mortero tradicional (ensayo 1), se puede observar con facilidad, que hubo mayor penetración del agua en este mortero impermeable (impermeabilizante ecológico), los resultados siguen siendo negativos, el agua se filtra fácilmente en el mortero lo que con lleva a un quinto ensayo experimental.

4.9. Desarrollo del experimento. (Ensayo 5)

Tabla 28

Relaciones de agregados para la mezcla del cuarto mortero impermeable.

MATERIALES	CANTIDAD
Cemento	0.25 kg
Plástico en polvo	0.25 kg
Agua	0.35 kg

Fuente: Quinto ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 43: Fotografías del quinto ensayo experimental.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como quinto ensayo se fabricó un prototipo mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.25 kg de cemento, 0.25 kg de plástico en polvo y 0.35 kg de agua potable, en este quinto experimento vamos a reemplazar totalmente la arena fina tomando en cuenta que en los ensayos anteriores la unión de la arena con el plástico dejan pasar con facilidad el agua, en este experimento tomamos la proporción base del cemento que es 0.25 kg y para la proporción del polvo se basó en volumetría, ósea que el mismo recipiente que puede albergar 0.75 kg de arena se lo utilizó para llenarlo de plástico en polvo al momento de pesarlo con la gramera peso solo 0.25 kg.

Se realizó la mezcla entre el cemento, y el plástico en polvo en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se

expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

Cabe recalcar que, la mezcla no presentó fisuramiento ni desprendimiento a sus 15 días.

4.9.1. Resultados del Ensayo 5.

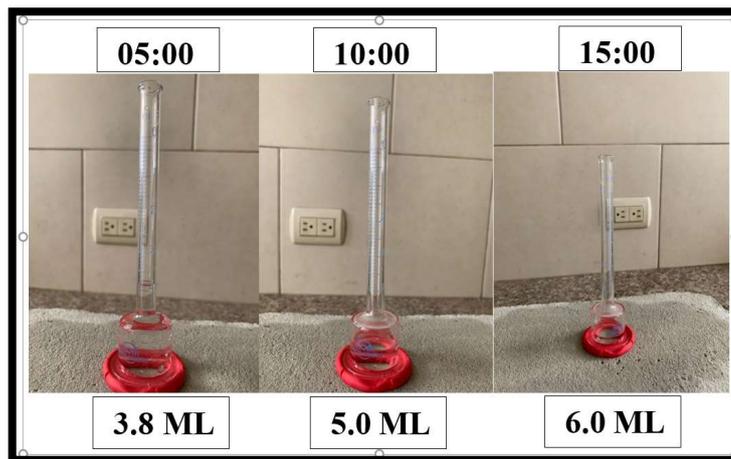


Figura 44: Fotografías del quinto ensayo de absorción de agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el quinto ensayo experimental del mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 3.8 ml, a los 10 minutos el agua se había filtrado 5.0 ml y a los 15 minutos el agua se había filtrado 6.0 ml.

4.9.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 5).

Tabla 29

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H₂O	Mortero tradicional
WAC 5'	3.8 ml
WAC 10'	5.0 ml
WAC 15'	6.0ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Aplicamos la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC 15' - WAC 5'$$

$$WAC = 3.8 \text{ ml} - 6.0 \text{ ml}$$

$$WAC = 2.4 \text{ ml}$$

Se tomó como referencia el ensayo del mortero tradicional (ensayo 1), se puede observar con facilidad, que hubo mayor penetración del agua en este mortero impermeable (impermeabilizante ecológico), los resultados siguen siendo negativos, el agua se filtra fácilmente en el mortero lo que con lleva a un sexto ensayo experimental.

4.10. Desarrollo del experimento. (Ensayo 6)

Tabla 30

Relaciones de agregados para la mezcla del quinto mortero impermeable.

Materiales	Cantidad
Cemento	0.40 kg
Plástico en polvo	0.40 kg
Agua	0.35 kg

Fuente: sexto ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 45: Fotografías del sexto ensayo experimental.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como sexto ensayo se fabricó un prototipo mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.40 kg de cemento, 0.40 kg de plástico en polvo y 0.35 kg de agua potable, en este sexto experimento también se reemplazará totalmente la arena fina, en este experimento vamos aumentar las proporciones tanto del cemento y polvo plástico, basándonos en que al tener mayor peso del polvo plástico se obtendrá mayor volumen por ese motivo se aumentará la proporción del cemento para que la mezcla no quede pobre.

Se realizó la mezcla entre el cemento, y el plástico en polvo en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

Cabe recalcar que, la mezcla no presentó fisuramiento ni desprendimiento a sus 7, 15 y 28 días.

4.10.1. Resultados de Ensayo 6.

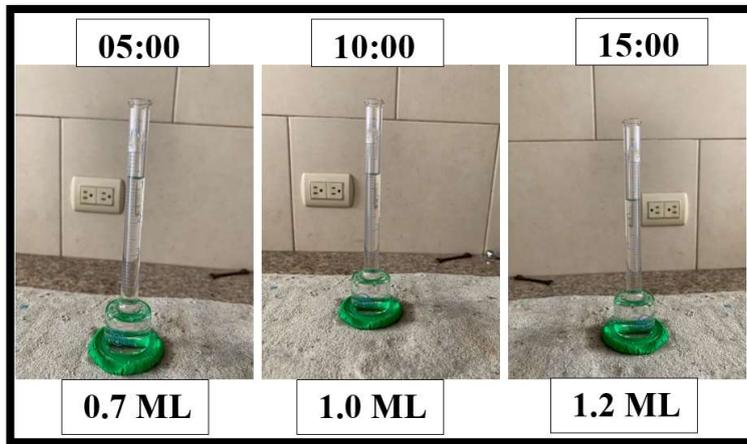


Figura 46: Fotografías del sexto ensayo de absorción de agua.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el sexto ensayo experimental del mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 0.7 ml, a los 10 minutos el agua se había filtrado 1.0 ml y a los 15 minutos el agua se había filtrado 1.2 ml.

4.10.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 6).

Tabla 31

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H ₂ O	Mortero tradicional
WAC 5'	0.7 ml
WAC 10'	1.0 ml
WAC 15'	1.2 ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Aplicamos la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC\ 15' - WAC\ 5'$$

$$WAC = 0.7\ ml - 1.2\ ml$$

$$WAC = 0.5\ ml$$

Se tomó como referencia el ensayo del mortero tradicional (ensayo 1), se puede observar con facilidad, los resultados del ensayo mejoraron totalmente, la absorción del agua ha sido menor a los ensayos anteriores. Sin embargo, se realizará una séptima prueba tratando de mejorar la mezcla para mayor retención del agua.

4.11. Desarrollo del experimento. (Ensayo 7)

Tabla 32

Relaciones de agregados para la mezcla del quinto mortero impermeable.

Materiales	Cantidad
Cemento	0.40 kg
Arena	0.30 kg
Plástico en polvo	0.30 kg
Agua	0.55 kg

Fuente: sexto ensayo experimental.

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).



Figura 47: Fotografías del séptimo ensayo experimental.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Como séptimo ensayo se fabricó un prototipo mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), el cual se tendrá como base para hacer comparaciones de absorción de agua, manejabilidad entre otros, a los futuros experimentos.

Se trabajó con la siguiente dosificación 0.40 kg de cemento, 0.30 kg de arena fina seca, 0.30 kg de plástico en polvo y 0.55 kg de agua potable, en este séptimo

experimento aumentamos la proporción de cemento también se disminuyó los porcentajes de arena y plástico en polvo basándonos en el ensayo anterior, tratando de mejorar la mezcla para obtener mayor retención del agua, seguido se realizó la mezcla entre el cemento, la arena y el plástico en polvo en un recipiente hasta tener un tono uniforme una vez obtenido la mezcla ideal se procede a verter el agua con precaución para que la mezcla quede totalmente homogénea y trabajable, para luego ser aplicada con un bailejo a un bloque tradicional victoria de 40 x 20 cm. Se expuso el mortero al secado natural con su curado respectivo para luego de dos semanas hacer las pruebas de absorción de humedad.

Cabe recalcar que, al aumentar el cemento y reducir las proporciones de plástico en polvo y arena, la mezcla se hizo manejable, bajo el porcentaje de agua, no presentó fisuramiento ni desprendimiento a sus 7, 15 y 28 días.

4.11.1. Resultados de Ensayo 7.

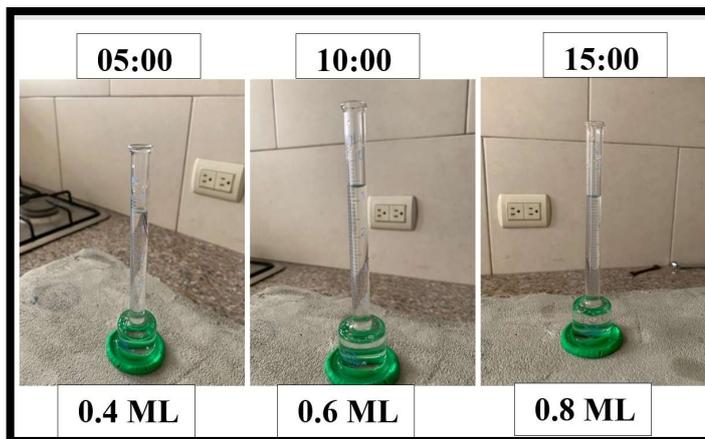


Figura 48: Fotografías del séptimo ensayo de absorción de agua.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se elaboró este ensayo de absorción de agua a los 28 días después de haber realizado el cuarto ensayo experimental del mortero impermeable ecológico (impermeabilizante ecológico), se utilizó un tubo karsten para medir la absorción de agua. Se tomó como base el tiempo de 5, 10, 15 minutos para observar la reacción de cada ensayo.

Se observó que a los 5 minutos el agua se había filtrado 0.4 ml, a los 10 minutos el agua se había filtrado 0.6 ml y a los 15 minutos el agua se había filtrado 0.8 ml.

4.11.2. Prueba de absorción de agua (Ensayo 7).

Tabla 33:

Ensayo de permeabilidad del agua.

Ensayo de permeabilidad del agua	
Mililitros de agua	7.0 ml
Coefficiente de absorción de H₂O	Mortero tradicional
WAC 5'	0.7 ml
WAC 10'	1.0 ml
WAC 15'	1.2 ml

Elaborado: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Aplicamos la fórmula de absorción del agua mencionado anteriormente para obtener en el tiempo de 10 minutos el valor de penetración del agua.

$$WAC = WAC\ 15' - WAC\ 5'$$

$$WAC = 0.4\ \text{ml} - 0.8\ \text{ml}$$

$$WAC = 0.4\ \text{ml}$$

Se tomó como referencia el ensayo del mortero tradicional (ensayo 1), se puede observar que los resultados del ensayo mejoraron totalmente, la absorción del agua ha sido menor a los ensayos anteriores. Sin embargo, se debe hacer un análisis en base a la tabla de estimación de permeabilidad del agua.

4.12. Análisis de los resultados de las pruebas de permeabilidad.

De acuerdo a las pruebas de permeabilidad realizadas en todos los ensayos experimentales se obtuvieron los siguientes resultados.

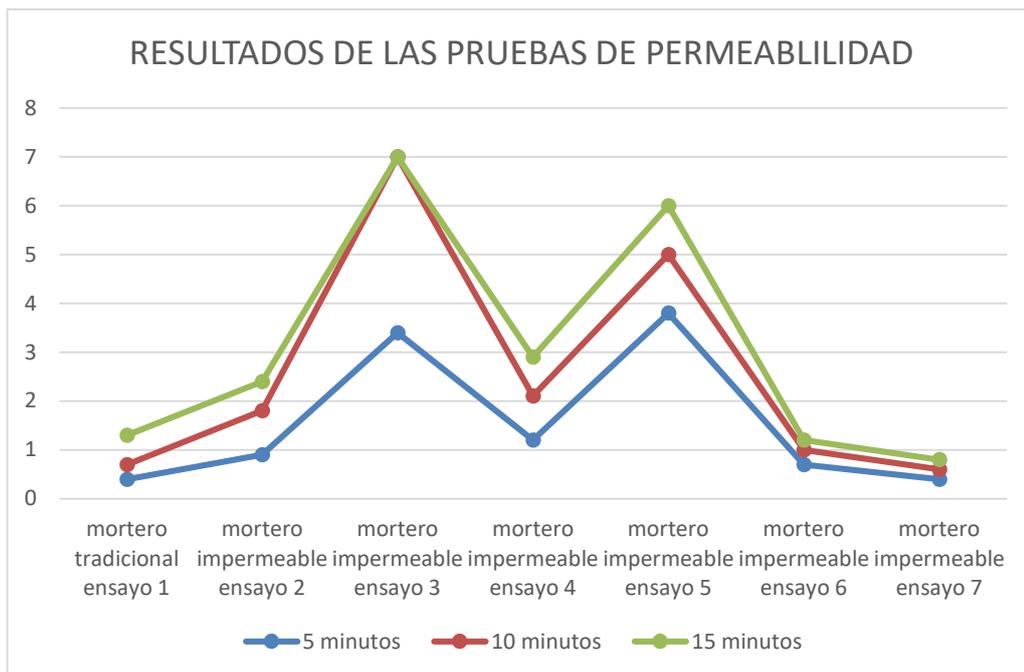


Figura 49: Resultados de las pruebas de permeabilidad en los ensayos realizados.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se puede observar en la figura 47 la absorción y retención del agua en todos los ensayos realizados, tomando como referencia los periodos de tiempo 5, 10 y 15 minutos, el gráfico muestra que el punto más alto es la mayor absorción del agua y los puntos menores la mayor retención, los ensayos 2, 3, 4 y 5 según el gráfico absorbieron mayor cantidad de agua y los ensayos 1, 6 y 7 según el gráfico fueron los que retuvieron considerablemente el agua.

Una vez obtenido estos resultados se proceda a analizar el coeficiente de absorción del agua (WAC) que se podrán observar en el siguiente gráfico.

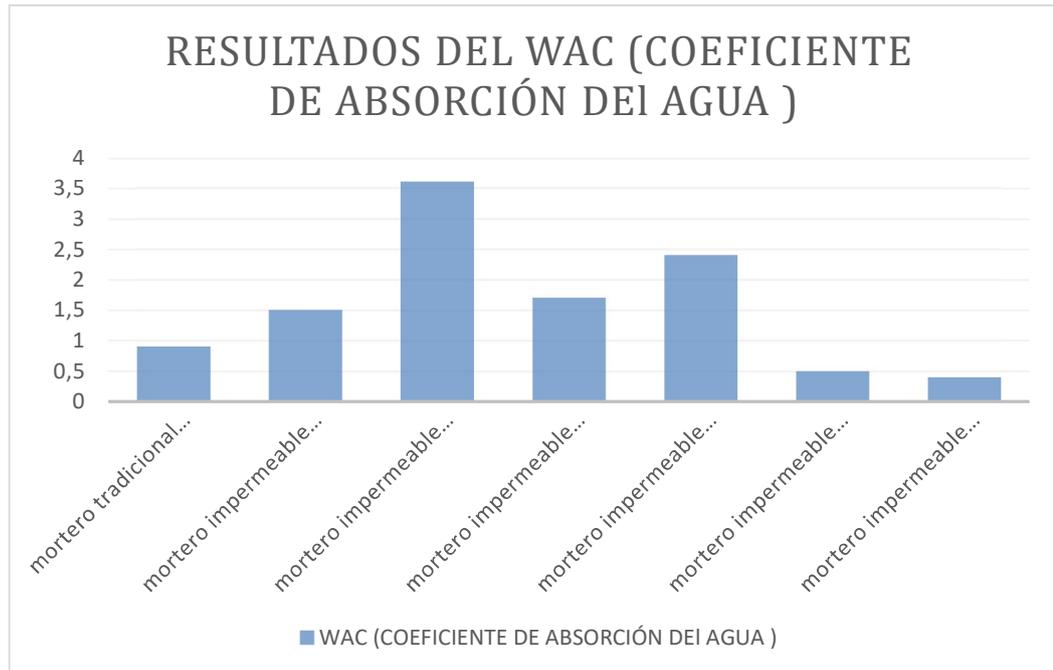


Figura 50: Resultados de los coeficientes de absorción de agua.

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Se obtuvieron los resultados a través de la fórmula de absorción del agua (WAC) que se pueden observar en la figura 49, este gráfico indica, en su punto más alto la mayor absorción y en los más bajos la menor absorción de agua o mayor retención de agua, el ensayo que retuvo la mayor cantidad de agua es el ensayo 7 con 0.4 ml de absorción de agua menor a los otros ensayos e incluso al mortero tradicional, ya obtenido el ensayo con menor absorción de agua se hace la estimación de permeabilidad en la tabla 1, a continuación los resultados.

4.13. Análisis del prototipo final.

El prototipo que más se acercó a nuestro objetivo es el prototipo número 7, teniendo como resultado una absorción de 0.40 ml una cantidad baja en relación a los demás prototipos realizados, por este motivo este prototipo será sometido a la tabla de estimación de permeabilidad de agua para analizar su permeabilidad, así mismo a las pruebas de resistencia a la compresión y comparativa de precios.

La prueba fue validada por el Ing. Qco. Wilson Bermejo.

Tabla 34

Resultados de la absorción del agua en base a estimaciones de permeabilidad.

Coefficiente de absorción de agua	Estimación
WAC _(ENSAYO 7) =0.40 ml	Baja permeabilidad y permeabilidad relativa

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Según la tabla 19, elaborada por los resultados de pruebas de permeabilidad y estimación de absorción del agua, nos da a conocer como resultado final que el producto desarrollado presenta baja permeabilidad y permeabilidad relativa.

Con estos resultados no llegamos al objetivo que es tener un producto totalmente impermeable.

4.14. Análisis de los resultados de las pruebas de compresión para morteros.

Los morteros tradicionales, cemento y arena deben acogerse a la norma ecuatoriana NTE INEM 0247 (ASTM C207). Deben cumplir con los parámetros de buena plasticidad, ser capaz de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y tener buena plasticidad.

A continuación, la siguiente tabla demuestra los valores de resistencia mínimos a la compresión, así como dosificación y tipos de morteros.

Tabla 35:

Tipos de morteros, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días.

Tipo de mortero	Resistencia mínima a compresión a 28 días (MPa)	Composición en partes por volumen		
		Cemento	Cal	Arena
M20	20.0	1	-----	2.5
M15	15.0	1	----- 0.5	3.0
		1		4.0
M10	10.0	1	----- 0.5	4.0
		1		5.0
M5	5.0	1	----- 1.0	6.0
		1		7.0
M2.5	2.5	1	----- 2.0	7.0
		1		9.0

Fuente: NEC (Capítulo 1 cargas y materiales) pág. 22

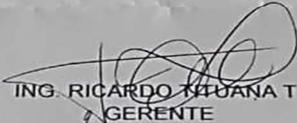
Según el NEC la resistencia a la compresión de un mortero de 28 días, tendrá un valor máximo a 1.5f'm y un valor mínimo a 1.2 f'; en ningún caso la resistencia a la compresión a los 28 días será menor a 10 MPa. (NEC, 2013).

INGENIERIA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES

ROTURA A LA COMPRESION DE MORTEROS

BORLETI S.A.
OBRA : TESIS (MORTERO IMPERMEABLE)
PARA : TUTIVEN HIDALGO JOSHUE ANDRE
ORDENA : SR. ANDRE TUTIVEN
UBICACIÓN : CDLA LAS ORQUIDEAS, NORTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL
FECHA : PROVINCIA DEL GUAYAS
 28-jul-2020

TOMA No.	FECHA TOMA	FECHA ROTURA	EDAD Días	RESISTENCIA Kg/cm ² .
MORTERO IMPERMEABLE				
1	28-jun-20	28-jul-20	30	22
1	28-jun-20	28-jul-20	30	30
1	28-jun-20	28-jul-20	30	26


 ING. RICARDO MIGUANA T.
 GERENTE

NOTA: LAS PROBETAS FUERON TOMADAS Y TANSPORTADAS POR EL CONTRATISTA HACIA NUESTRO LABORATORIO.

AUTDPISTA. TERMINAL TERRESTRE PASCUALES, COOP VALLE DE LOS GERANIOS (VERGELES-CERRO COLORADO) MZ.1386 SL.14
 PBX: 4608464 - insueco@yahoo.com
hormigones@borleti.com.ec
 GUAYAQUIL - ECUADOR

Figura 51: Resultados de pruebas de laboratorio rotura de morteros.
Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Análisis: La NEC redacta que la resistencia a la compresión de un mortero de 28 días no puede ser menor a 10 Mpa, con esta referencia se revisa los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio del mortero impermeable y en las tres pruebas realizadas se puede observar que ninguno supera o está en igualdad a 10 Mpa. Esto quiere decir que el prototipo de mortero impermeable no cumple con los parámetros de resistencia para un mortero.

4.15. Comparativa de precios del prototipo de mortero impermeable (impermeabilizante ecológico).

Tabla 36

Precio de cemento portland.

Descripción	Unidad	peso	precio
Cemento portland tipo 1	kg	50	\$ 7.68
Cemento portland tipo 1	g	400	\$ 0.06

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Tabla 37

Precio de la arena fina.

Descripción	Unidad	peso	precio
Arena fina	kg	1350	\$ 18.36
Arena fina	g	300	\$ 0.004

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Tabla 38

Precio de botellas plásticas recicladas.

Descripción	Unidad	cantidad	precio	Equivalente a gramos en base al lijado del plástico
Botellas de plástico	unid	1	\$ 0.02	-----
Botellas de plástico	unid	80	\$ 1.60	300g

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Tabla 39

Valores por mano de obra.

Tabla de valores de mano de obra.				
descripción	unidad	tiempo	Precio /hora	Valor total
Lijado de botellas de plástico	300 g	5 horas	\$ 2.5	\$ 12.50

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Tabla 40

Valor en dólares del ensayo 7.

Valor del prototipo (ensayo 7) 1kg			
Cemento portland tipo 1	g	400	\$ 0.06
Arena fina	g	300	\$ 0.004
polvo de plástico	g	300	\$ 1.60
Mano de obra	horas	5	\$ 12.5
Total	g	1000	\$ 14.16

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Tabla 41

Valor comparativo con una presentación comercial.

Valor del prototipo en una presentación comercial de 25kg			
Prototipo (ensayo 7)	kg	1	\$ 14.16
Prototipo (ensayo 7)	kg	25	\$ 354

Fuente: Tutivén J. & Baque J. (2020).

Respectivamente con la dosificación del ensayo 7, 1kg de este prototipo tiene un costo de \$14.16, si se hace la comparación con una presentación comercial de 25 kg el valor de este prototipo tendría un valor de \$ 354 un valor que está muy por encima del valor comercial para una presentación de 25 kg, con este precio en esa presentación nos deja fuera del mercado comercial.

CONCLUSIONES

Este proyecto investigativo se basa en dar una mayor optimización a materiales reciclables como elementos para elaborar productos innovadores que puedan ser empleados en la industria de la construcción. Como uno de los primeros antecedentes se realizó una investigación con el fin de hallar un historial sobre la utilización e incorporación de materiales reciclables, como lo es el plástico reciclable tipo PET y PEAD para elaborar un impermeabilizante en este caso cementoso convirtiéndolo en ecológico, se llevó una fase de experimentación donde se dieron varias dosificaciones para obtener diferentes muestras, hasta llegar a una más acertada. Terminado el presente estudio de investigación se obtuvieron los resultados suficientes para llegar a las siguientes conclusiones:

Una vez sometidos todos los ensayos a las pruebas experimentales de permeabilidad del agua, se obtuvo como prototipo más acertado al ensayo 7, debido a que fue el prototipo que menor paso de agua obtuvo, dicho prototipo no presentó fisuras en un tiempo determinado de 7, 14 y 28 días, lo que demuestra que el plástico reciclado en polvo es resistente y flexible, pero según la tabla de estimación de la permeabilidad del agua, este prototipo se ubicó en la estimación de baja permeabilidad y permeabilidad relativa, de esta manera el impermeabilizante ecológico propuesto no alcanzó la ubicación de ser totalmente impermeable.

Este prototipo también fue sometido a pruebas de resistencia a la compresión, a los 28 días desde su fabricación, obteniendo resultados en promedio de 2.5 Mpa, resultados que están por debajo de lo que dice la norma NTE INEN 0247 (ASTM C207) la cual da a conocer que para morteros la resistencia mínima debe ser 10 Mpa. Con estos resultados obtenidos se da a conocer que este proyecto de investigación no alcanzó los objetivos general y específicos propuestos en capítulos anteriores.

Después de haber realizado las pruebas antes mencionadas se realizó un análisis de precios unitarios de los materiales y la ejecución para la obtención de los mismos (mano de obra) con lo que se procedió a la fabricación de este prototipo número 7, dando como resultado un valor de \$354 en la presentación comercial de 25 Kg siendo una sobrevaloración en comparación a impermeabilizantes cementosos en el mercado que se encuentran entre los \$12 a \$14. Lo que lleva a considerar a este prototipo no apto para ser utilizado como impermeabilizante, ni económicamente favorable.

La hipótesis que se propuso al comienzo de esta investigación, no ha sido aprobada debido a los resultados obtenidos tanto económico como de laboratorio, dando a conocer que el prototipo de impermeable ecológico no podrá aportar como solución a problemas en el sector de la construcción.

Con esta investigación realizada se trata de motivar a la ciudadanía para que se practique de una manera más adecuada el reciclaje, a una mejor optimización de residuos plásticos u otros desechos e incluso a un incentivo monetario con el fin de crear nuevos productos que ayuden a causar menos impactos al medio ambiente y generar un nuevo sistema constructivo en base a la reutilización de materiales.

RECOMENDACIONES

- Es necesario la limpieza de las botellas plásticas recicladas previo al lijado de las mismas para la obtención de polvo plástico.
- Es importante utilizar maquinaria para el lijado de las botellas plásticas de preferencia un esmeril con lija roja número 50, ya que se ahorra tiempo y se obtiene mayores volúmenes del polvo plástico.
- Es importante utilizar EPP al momento de realizar el proceso de lijado de las botellas plásticas para evitar que las partículas del plástico entren a nuestro organismo causando daños al mismos.
- Verificar el uso de dosificaciones para morteros, relación agua, cemento, arena que influye a la resistencia y elasticidad del material para disminuir los agrietamientos.
- La arena no debe ser de mar, debe ser fina, limpia y estar totalmente seca al momento del mezclado de los materiales.
- Se debe verter poco a poco el agua para obtener una mezcla homogénea.
- Al momento de aplicar la mezcla en el bloque, este debe estar hidratado para que este no absorba el agua de la mezcla.
- Se debe curar la mezcla por los próximos 7 días, las veces necesarias, de preferencia tres veces al día.
- Se recomienda hacer las pruebas de absorción de agua con los equipos adecuados (tubo karsten) a los 28 días después de aplicar la mezcla en el bloque.
- Se debe mantener la hermeticidad al momento de fijar el tubo karsten sobre la superficie a realizar la prueba.
- Se recomienda hacer la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días, para así obtener su máxima resistencia.

GLOSARIO

Probeta. - Es un instrumento de plástico o de vidrio que se utiliza en los laboratorios para contener y medir un líquido o un gas. Se trata de un tubo transparente que incluye una graduación para que el observador pueda saber que volumen ocupa la sustancia albergada en su interior. (Definicion.de, 2019)

Mortero. - Son un tipo de material plástico que se da con la mezcla de un aglomerante, agua y arena. (CEMIX, 2017)

Tepetate. - Es un horizonte del suelo endurecido, considerado a veces como un material paralitológico. (Gama Castro, 2019)

Paraxileno. - Es una sustancia química esencial para el proceso de fabricación de botellas de plástico PET y fibras de poliéster. (Facts, 2019)

Hidrófugos. - Es el que no deja pasar la humedad evitando las filtraciones de agua. (Idroless, 2015)

Poliuretano. - Es un agente químico ampliamente utilizado en diversos procesos industriales. Es una resina sintética que se obtiene mediante condensación de poliésteres. (Ecured)

Lámina Galvanizada. - Es una lámina de acero que ha sido sometido a un proceso de inmersión en caliente que recubre la lámina al 100% de zinc, con la finalidad de prevenir la corrosión. (Torices)

Resinas sintéticas. - Son un material que contempla propiedades similares a las resinas naturales, es un líquido viscoso capaz de endurecer de forma permanente. (Valencia, 2015)

Extrusión. - Acción de prensado, moldeado y conformado de una materia prima (metal o plástico), que, por flujo continuo, con presión o empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. (Construmatica, (s.f))

Biomasa. - Es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. (Biomasa, 2013)

Aerogeneradores. – Es un dispositivo que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. (Acciona)

Granza. – Partícula o trozo de un material (ladrillo, plástico, etc) cuyas medidas se encuentran entre 15 y 25 mm, es el resultado de la molienda o extrusión. (Caivinagua Samaniego, 2018)

Molienda. - Es un proceso mediante el cual se reduce el tamaño del material mineralizado a menos de 0,2 milímetros, de manera que sea adecuado para la flotación. (minería, 2018)

Inmersión. – Es un término que es empleado para indicar la acción de introducir un sólido (bien sea una cosa o un ser humano) dentro de una sustancia líquida. (Conceptodedefinicion.de, 2019)

Maleabilidad. - Características de los metales que permite la obtención de láminas muy delgadas. (minería, 2018)

Inclemencia. - Rigor del tiempo atmosférico, generalmente usado para el frío o el viento. (Alegsa, 2017)

Polipropileno. – Es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. (Petroquim, (s.f))

Glicolisis. – Conjunto de reacciones químicas del interior de la célula que degradan algunos azúcares, obteniendo energía en el proceso. (Española, 2019)

Policarbonato. - Es un termoplásticos con propiedades muy interesantes en cuanto a la resistencia al impacto, resistencia al calor y transparencia óptica. (Policarbonato, (s.f))

Alcoholisis. – Escisión de la molécula de un compuesto orgánico por la acción de un alcohol. (Educalingo, 2016)

Poliestireno. - Es una espuma plástica de carácter termo plástico, constituida por un conjunto de partículas de estructura celular cerrada unidas íntimamente entre sí. (Molduras, (s.f))

Despolimerizar. - Es el proceso que convierte el polímero en un monómero, en una mezcla de monómeros u oligómeros. (Polimeros, (s.f))

Corolario. – Es una preposición que se deduce de lo demostrado con anterioridad, por lo que no requiere de una prueba particular. (Porto J. P., 2014)

Eólico. – Es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. (Twenergy, 2019)

Termoformable. – Tiene la capacidad de formarse utilizando calor y presión. (Educalingo, 2016)

Silicio. – Es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre. Es un metaloide con marcado lustre mecánico y sumamente quebradizo. (Lenntech, 2019)

BIBLIOGRAFIA

- (MIDUVI), M. d. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>.
- Abreu, C. M., Echeverría , M., Ortega, A., & García , H. (2018). *Fabricación de cubiertas impermeabilizantes a partir de material reciclado*. Vigo, España: Universidad de Vigo. Obtenido de https://paginas.fe.up.pt/~tem2/Proceedings_TEMM2018/data/papers/7416.pdf
- Acciona. (s.f.). España .
- Achena, H. (2017).
- Aguado Alonso, L. (2010). *Archivo digital UPM*. Obtenido de <http://oa.upm.es/5497/>
- Alegsa. (2017).
- Altamirano, G. (2013).
- Angumba Aguilar, P. J. (2016). *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25297/1/tesis.pdf>
- Anonymous. (28 de 1 de 2014). *investigacion*. Obtenido de investigacion: <http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>
- Aquino Castro, Y. J. (2019). *Estudio comparativo de la Influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional*. Trujillo, Perú: Universidad nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13347/Aquino%20Castro%2c%20Yordy%20Jhoan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arapack. (2018).
- Arias Odón, F. G. (2012). *El proyecto de la investigación*. Caracas: Episteme,C.A.

- Aristegui, J. R. (06 de Agosto de 2015). *Aristegui Maquinaria* . Obtenido de <https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>
- Biomasa, P. d. (2013). *Biomasa*.
- Blatem, P. (2015).
- Bohórquez Castro, K. V. (2015). *Procesos de reciclaje del PET*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8782>
- Boletinagrario.com. ((s.f)). *Impermeabilizante*. (RAE).
- Caivinagua Samaniego, D. I. (2018). *Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente*. Loja - Ecuador: Universidad técnica particular de Loja. Obtenido de <https://docplayer.es/76775920-Universidad-tecnica-particular-de-loja-la-universidad-catolica-de-loja-area-tecnica.html>
- Caivinagua, D. (2018). Ecuador.
- Caivinagua, D. (2018). *Manposteria en seco*.
- Cardenas, A. (2013).
- Carrera Hidalgo, Á. I. (- de - de 2015). *repositorio.espe*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12358>
- Castillo Silverio, Y. A. (23 de 3 de 2016). *Monografias.com*. Obtenido de Monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos107/polimeros-plasticos/polimeros-plasticos.shtml>
- Cedex. (2013).
- CEMIX. (2017). *que es mortero*.
- Chino Ruiz, L. A., & Mathios Castro, A. C. (2020). *Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruru (Ormosia coccinea) de las industrias madereras en Ucayali, Perú*.

Pucallpa, Perú: Universidad nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4305/UNU_AMBIENTAL_2020_T_LINDA-CHINO_ALESSANDRA-MATHIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cincinnati, B. (2019). *Granceado*. <https://www.bcc-extrusion.com/es-es/aplicaciones/granceado.html>.

Coelho, F. (2019). *Metologia*.

Coelho, F. (17 de 5 de 2019). *Significados*. Obtenido de Significados: <https://www.significados.com/metodologia/>

comercializaciondepel.blogspot.com. (2015). *comercializacion del PET*.

Conceptodedefinicion.de. (2019). *Inmersion*.

Conceptos, D. (2019).

Construmatica. ((s.f)). *Extrusion*.

Copyrigh. (2008-2020). *Definicion*. Obtenido de <https://definicion.de/arcaico/>

Corporation, F. (2019).

Cuzco Naranjo, A. M. (2015). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el adoquín convencional y el adoquín de caucho*. Quito: Universidad central del Ecuador. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/407845598/ANALISIS-COMPARATIVO-DE-LAS-PROPIEDADES-MECANICAS-ENTRE-ADOQUIN-CONVENCIONAL-Y-EL-ADOQUIN-CON-CAUCHO-pdf>

definicion.de. (2018).

Definicion.de. (2019). *probeta*.

Deobold B, V. D. (2006). *estrategia de la investigacion descriptiva*.

- Ecoembes. (s.f.). *Ecoembes*. Obtenido de Ecoembes:
<https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/proceso-recogida-seleccion-reciclaje>
- Ecuador, C. d. (s.f.).
- Ecuador, C. d. (2015). *Constitucion de la Republica del Ecuador 20-0ctubre-2008*.
<https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/CONSTITUCI%C3%93N-DE-LA-REP%C3%9ABLICA-DEL-ECUADOR.pdf>.
- Ecured. (s.f.). *Poliuretano*.
- EDOMEX. (2018).
- Educalingo. (2016).
- Elaplas. (2016).
- Española, R. A. (2019).
- Estadística*. (17 de 8 de 2015). Obtenido de Estadística:
<http://estadisticaproyectos.blogspot.com/2015/09/como-calcular-la-muestra-de-una.html>
- Etal, H. (2003). *enfoque cuantitativo* .
- Facts, C. S. (2019). *Paraxileno*.
- Fernández, C. S. (s.f.). *Patología+Rehabilitación+Construcción*. Obtenido de Patología+Rehabilitación+Construcción:
<https://www.patologiasconstruccion.net/2012/11/ensayo-de-permeabilidad-en-fachadas-tubo-en-l-o-tubo-rilem/>
- Fernández, S. J. (2018). *Diseño de membrana para impermeabilizar cubiertas con agregado de virutas de neumáticos, utilizando técnicas de elementos finitos*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas. Obtenido de http://cefas.umcc.cu/miac/thesis/4ed/2018_Sadiell_Jones_Fernandez.pdf
- Gaggino, J. L. (2014). *bloque de plastico reciclado* . Argentina.

Gama Castro, W. (2019).

Golfo, M. ((s.f)). Mexico.

Goteras. ((s.f)). *Tipos de impermeabilizantes*.

GUAYAQUIL, U. L. (s.f.). *UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL*. Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>

Hernández Sampieri, F. y. (2014). *Metodología de la investigación*.

HLP Klearfold. (19 de 7 de 2018). *HLP Klearfold*. Obtenido de HLP Klearfold: <https://hlpklearfold.es/que-es-el-plastico-pet/>

<https://ovacen.com/wp-content/uploads/2016/04/fabricacion-de-plastico-hilos.jpg>.

(s.f.). Obtenido de <https://ovacen.com/wp-content/uploads/2016/04/fabricacion-de-plastico-hilos.jpg>

HUIAO. (s.f.). *HUIAO*. Obtenido de HUIAO: <http://spanish.selfadhesiveinsulationpins.com/sale-10152991-5m-length-pet-bottle-label-remover-machine-stripping-rate-99-in-stock.html>

Idroless. (2015). *Hidrofugos*.

INEC. (2010). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Innovación y cualificación, S.L. (2017). *Montaje mecánico de instalaciones solares fotovoltaicas*. Antequera, Málaga: IC Editorial. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=_QpADwAAQBAJ&pg=PT234&dq=impermeabilizaci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwijtqedrendAhUF2VMKHbuFDkMQ6AEILTAB#v=onepage&q=impermeabilizaci%C3%B3n&f=false

Interempresa. (s.f.). *Canales Sectoriales Interempresa*. Obtenido de Canalea Sectoriales Interempresa: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/242683-Que-son-las-maquinas-trituradoras-de-plasticos-y-para-que-sirven.html>

Interempresas. (2019).

Interempresas Media. (s.f.). *Interempresas Media*. Obtenido de http://www.interempresas.net/Limpieza_Industrial/FeriaVirtual/Producto-Eliminadores-etiquetas-adhesivos-industria-alimentaria-Ambersil-Label-Adhesive-Remover-FG-149324.html

Islam, M. J. (2016).

Izurietta Pilay, J. S., & Rodríguez Almeida, A. P. (2018). *Elaboración de un adoquín para revestimiento de camineras, a partir del plástico PET I y el caucho reciclados*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2507/1/T-ULVR-2303.pdf>

Jurado, C. (2016).

Lenntech. (2019).

Llauradó, O. (12 de 12 de 2014). *netquest*. Obtenido de netquest: <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>

Madrimasd. (2009). *que son los tepetates?*

Maita, J. (2016).

Maquiclick, M. I. (2014). *maquina de extrusion*. <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/maquinas-extrusion-funcionan/>.

Maquinaria, A. (2015).

Mariano, T. Q. (2017). Argentina, Lanus .

Marti, E. B. (03/04/2019). *que es una trituradora* .

Martinez, C. (s.f. de s.f. de 2019). *lifeder.com*. Obtenido de lifeder.com: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

Meckesheim, H. (2012). *Removedor de etiquetas*.

- MIDUVI. (19 de Agosto de 2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda "MIDUVI": <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- mineria, M. d. (2018). Santiago de Chile .
- Miño, B. V. (2015). *Pucesa.edu.ec*. Obtenido de https://scholar.google.com.ec/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Impermeabilizantes+con+materiales+reciclados&btnG=#d=gs_qabs&p=&u=%23p%3Dgj_QhlwzaSEJ
- Molduras. ((s.f)).
- Mora Portilla, A. (2014). Propuesta de diseño y desarrollo preliminares de un prototipo de baldosa para piso a partir del PET reciclado y la cascarilla de arroz para una vivienda de interés social. *Yachana, revista científica*, 84-90.
- Moran, M. (2017). *Analisis y propuestas de un sistema de ostos para el reciclaje*.
- Naranjo, C. (2015).
- NEC. (2013). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/7761087/NORMA_ECUATORIANA_DE_LA_CONSTRUCCION_NEC_CAPITULO_1_CARGAS_Y_MATERIALES
- Olivero, D. F. (30 de 8 de 2016). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/ug-dipa/captulo-2-muestra#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%3A%20conjunto%20de%20sujetos,cual%20se%20realiza%20el%20estudio.&text=Una%20muestra%3A%20es%20un%20subconjunto,el%20que%20se%20toma%20datos>.
- Opemed. (21 de 6 de 2020). *Opemed*. Obtenido de Opemed: <http://gestionderesiduosonline.com/que-es-el-reciclaje-quimico/>
- Ovacen. (s.f.). *Ovacen* . Obtenido de Ovacen (Cómo hacer una máquina para reciclar plástico): <https://ovacen.com/como-hacer-una-maquina-para-reciclar-plastico/>

- Pari, B. 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*. Trujillo-Peru: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/6bb2/28ab00cfcf8908be38ce519fa487b13f3e01.pdf>
- Parra, S. G. (2018). *Análisis técnico y económico de dos soluciones de impermeabilización de losas en la región metropolitana*. Santiago de Chile, Chile.: Universidad Andrés Bello Facultad de Ingeniería . Obtenido de <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7443>
- Petroquim. ((s.f)). Santiago de Chile.
- Piñero Moreno, M., & Herrera Muriel, R. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda*. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22382>
- PlasticsEurope. (2019).
- Plastiductos. (s.f.). *Plastiductos (Tabla de resistencias mecánicas)*. Obtenido de Plastiductos (Tabla de resistencias mecánicas): <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
- Policarbonato, A. y. ((s.f)). Coyoacán.
- Polimeros, T. e. ((s.f)).
- Portal.uah.es. (s.f.). *Portal.uah.es*. Obtenido de Portal.uah.es: https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof121896/docencia/PRAC_MORTEROS-1.pdf
- Porto, J. P. (2014).
- Porto, J. P. (2018).
- Puangpinyo, T. (2017).

- QuestionPro. (26 de 1 de 2018). *QuestionPro*. Obtenido de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/es/investigacion-de-campo.html>
- QuestionPro. (2019). *Likert*.
- Quiminet. (2010).
- Ramirez, O. J. (2019). *Impermeabilización de la cubierta de las casas de adobe en la ciudad de Otuzco caracterizando un mortero a base de baba de nopal en el año 2018*. Trujillo, Perú: Universidad privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniería.
- Recytrans (soluciones globales para el reciclaje). (s.f.). *Recytrans (soluciones globales para el reciclaje)*. Obtenido de Recytrans (soluciones globales para el reciclaje): <https://www.recytrans.com/blog/el-reciclaje-del-plastico/>
- Reference, W. (2005). *Granza*.
- Reyes Palapa, C. (2013). *El PET como sistema alternativo para la construcción de muros en la vivienda*. Mexico, D.F.: Universidad autónoma metropolitana.
- Rica, U. C. (2017).
- Rodríguez Vega, D. R. (2017). *Propuesta de un diseño de planta para el proceso de producción del impermeabilizante de cubierta mastique asfáltico con polímero*. Matanzas, Cuba: Universidad de matanzas facultad de ciencias técnicas. Obtenido de http://cefas.umcc.cu/miac/thesis/3ed/2017_Diana_Rosa_Rodriguez_Vega.pdf
- Salcedo, O. F. (2014). Sistema de construcción de vivienda sustentable a base de tabique de plástico reciclado. *Legado de arquitectura y diseño*, 109-125. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947303008.pdf>
- Senplades. (2013 - 2017). *Senplades "Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017: https://www.itb.edu.ec/views/layout/default/docs/instituto/ea493b_PlanNacional_para_el_Buen_Vivir_2013_2017.pdf

Significados. (10 de 12 de 2019). *Significados*. Obtenido de Significados:
<https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>

Significados. (9 de 1 de 2020). *Significados*. Obtenido de Significados:
<https://www.significados.com/investigacion-documental/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20documental%20o%20bibliogr%C3%A1fica,%2C%20registros%20audiovisuales%2C%20entre%20otros.>

SoloStocks. (s.f.). *Solostocks*. Obtenido de Solostocks:
<https://www.solostocks.com.mx/venta-productos/maquinaria-procesar-plasticos/otra-maquinaria-procesar-plastico/molido-lavado-y-secado-de-plastico-1268581>

Textoscientificos.com. (2005).

Torices, A. (s.f.). *Lamina Galvanizada de acero*. Estado de Mexico.

Turmero, P. (9 de 4 de 2015). *Monografias.com*. Obtenido de Monografias.com:
<https://www.monografias.com/trabajos104/los-plasticos/los-plasticos.shtml>

Twenergy. (2019).

Twenergy. (30 de 5 de 2019). *Twenergy*. Obtenido de Twenergy:
<https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/reciclaje/reciclado-de-plasticos-542/>

Universia. (4 de 8 de 2017). *Universia*. Obtenido de Universia:
<https://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

Universidad Laica Vicente Rocafuerte . (s.f.). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>

Usha, F. (2009).

Valencia, E. e. (2015). *Resinas sinteticas*.

- Valenciana de aluminios, cobres y plásticos S.A. (1 de 2016). *Valenciana de aluminios, cobres y plásticos S.A.* Obtenido de Valenciana de aluminios, cobres y plásticos S.A: http://www.valencianadeacp.com/images/valenciana/fichas_tecnicas/plasticos/Ficha%20Tecnica%20PET-arnite-VAPC.pdf
- Valle Mayorga, C. A. (2013). *Utilizacion de botellas plasticas tipo PET como unidad estructural para manposteria liviana*. Riobamba-Ecuador: Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2638>
- Villagrán Jiménez, C. A. (Octubre de 2012). *Universidad politécnica salesiana Ecuador*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3831>
- Wagner, C. (2000). El tubo Karsten. *Revista Bit*, 48-49.
- Waroonkun, T. (2016).
- Yanez, D. (2019). *lifeder.com*. Obtenido de *lifeder.com*: <https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion/>
- Zambrano Palma, E. A. (2013). *Análisis del impacto económico ambiental en las industrias plásticas del Ecuador: Diseño de una planta reprocesadora de residuos plásticos PET que impulse el consumo local*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5321/1/UPS-GT000454.pdf>
- Zuniga, T. (2016).

ANEXO 1.

ENCUESTAS A LOS HABITANTES DEL CANTÓN SAMBORONDÓN

“FABRICACIÓN DE UN IMPERMEABILIZANTE A PARTIR DE PLÁSTICO PET, PEAD Y MATERIALES TRADICIONALES PARA USO EN EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN.”.



Interrogante 1.- ¿Usted cree que es factible trabajar con plástico reciclado?

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

Interrogante 2.- ¿Cree usted que usando como materia prima el plástico reciclable (PET/PEAD) se podrá fabricar un impermeabilizante?

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

Interrogante 3.- ¿Piensa usted que en los diferentes procesos de la construcción se pueda aplicar este nuevo impermeabilizante ecológico?

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

Interrogante 4.- ¿Considera usted que la elaboración de un impermeabilizante a base de materiales reciclados proporcionará algún tipo de ahorro en el m2 de construcción?

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

Interrogante 5.- ¿Cree usted que es complejo fabricar materiales de construcción a base de plástico reciclable?

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

Interrogante 6.- ¿Considera usted que al fabricar nuevos impermeabilizantes ecológicos se necesita más información acerca de su elaboración y aplicación?

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

Interrogante 7.- ¿Considera usted que el uso de impermeabilizantes ecológicos ayudará a la reducción de la polución del medio ambiente?

Totalmente de acuerdo	
------------------------------	--

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

Interrogante 8.- ¿Cree usted que un impermeabilizante ecológico puede competir con impermeabilizante del mercado?

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

Interrogante 9.- ¿Cree usted que el sector de la construcción daría buena acogida a estos impermeabilizantes ecológicos?

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

Interrogante 10.- ¿Cree usted que utilizando residuos plásticos le ayudarían a alivianar peso en los diferentes procesos de construcción?

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

ANEXO 2.

INFORME DE ENSAYOS.

Informe de I+D (Morteros)



Guayaquil, 24 de abril de 2020

Los resultados de este informe corresponden a las pruebas realizadas de absorción de agua del proyecto de investigación para la "Fabricación de un impermeabilizante a partir de plástico PET, PEAD y materiales tradicionales para uso en el área de la construcción".

A quien corresponda:

Datos de las muestras				
Fecha de análisis: 1/03/2020		Reporte final: 15/04/2020		
Tipo: mortero cementoso	Cantidad: 7 muestras	Sustrato : Bloque		
Resultados de absorción de agua.				
Muestra	Métodos	Resultados en periodo de tiempo		
		5 min	10 min	15 min
1	Absorción del agua por tubo karsten	0.4	0.7	1.3
2	Absorción del agua por tubo karsten	0.9	1.8	2.4
3	Absorción del agua por tubo karsten	3.4	7	7
4	Absorción del agua por tubo karsten	1.2	2.1	2.9
5	Absorción del agua por tubo karsten	3.8	5	6
6	Absorción del agua por tubo karsten	0.7	1	1.2
7 (Patron)	Absorción del agua por tubo karsten	0.4	0.6	0.8
Resultados (coeficiente de absorción de agua).				
Muestra	Métodos	Resultados		
1	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	0.9 ml		
2	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	1.5 ml		
3	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	3.6 ml		
4	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	1.7 ml		
5	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	2.4 ml		
6	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	0.5 ml		
7 (Patron)	Formulación (WAC) coeficiente de absorción del agua	0.4 ml		

Informe de I+D (Morteros)



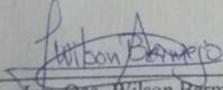
Resultado final		
Parámetros	Métodos	Resultados
Baja permeabilidad	Estimación de permeabilidad del agua.	0.4 ml

Interpretación de la tabla de estimación de permeabilidad del agua.	
Penetración en cm ³ en 10 minutos	Estimación
Más de 3,0	Permeabilidad muy alta
De 2,4 a 3,0	Permeabilidad Alta
De 1,0 a 2,4	Mediana Permeabilidad
De 0,4 a 1,0	Baja Permeabilidad
De 0,2 a 0,4	Impermeabilidad Relativa
De 0,1 a 0,2	Impermeable
Menos de 0,1	Sin Actividad Capilar

Nota: Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente a los ensayos realizados por los estudiantes André Tutivén y Jorge Baque acorde a los procedimientos especificados. Los resultados reflejados y su utilización está autorizado como documento para el proyecto de investigación previo a la obtención del título de arquitecto.

Conclusión: De acuerdo con los resultados obtenidos la muestra 7 tiene como resultado final una baja permeabilidad del agua, con lo cual se concluye que el Plástico en la forma utilizada no impermeabiliza los morteros y solo actúa como material inerte dado a que permite dar un buen acabado final sobre la superficie.

Atte.


 Ing. Geo. Wilson Bermejo
 Specialist Mortars

ANEXO 3.

RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABOTARIO ROTURA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO.

**BORLETI S.A.**
OBRA PARA ORDENA UBICACIÓN
FECHA

INGENIERIA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES
ROTURA A LA COMPRESION DE MORTEROS

: TESIS (MORTERO IMPERMEABLE)
: TUTIVEN HIDALGO JOSHUE ANDRE
: SR. ANDRE TUTIVEN
: CDLA. LAS ORQUIDEAS, NORTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL
: PROVINCIA DEL GUAYAS.
: 28-jul-2020

TOMA No. MORTERO IMPERMEABLE	FECHA TOMA	FECHA ROTURA	EDAD Dias	RESISTENCIA Kg/cm ² .
1	28-jun-20	28-jul-20	30	22
1	28-jun-20	28-jul-20	30	30
1	28-jun-20	28-jul-20	30	26


ING. RICARDO TIJUANA T.
GERENTE

NOTA: LAS PROBETAS FUERON TOMADAS Y TANSPORTADAS POR EL CONTRATISTA HACIA NUESTRO LABORATORIO.

AUTOPISTA. TERMINAL TERRESTRE PASCUALES, COOP VALLE DE LOS GERANIOS (VERGELES-CERRO COLORADO) MZ.1386 SL.14
PBX: 4608464 - insueco@yahoo.com
hormigones@borletti.com.ec
GUAYAQUIL - ECUADOR

ANEXO 4.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

