



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:

PROTOTIPO DE PLANCHA PARA CUBIERTA A BASE DE PLÁSTICO

PET, VIDRIO Y PAPEL RECICLADO.

TUTORA:

MSC. SUSANA MARIANA SOTOMAYOR ROBLES

AUTORES:

IBARRA MATA DAVID ANDRES

MATUTE ALAVA CHRISTIAN XAVIER

GUAYAQUIL –ECUADOR

2021

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, vidrio y papel reciclado.	
AUTOR/ES: Ibarra Mata David Andres Matute Alava Christian Xavier	REVISORES O TUTORES: Sotomayor Robles Susana Mariana, MSc. Dis.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: Facultad de ingeniería, industria y construcción	CARRERA: ARQUITECTURA
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 117
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Arquitectura, tratamiento de residuos, materiales de construcción, investigación, diseño.	
El presente estudio de investigación tiene como objetivo el prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, vidrio, papel reciclado y otros elementos tradicionales para el área de la construcción, que permita brindar una alternativa amigable con el medioambiente. Se concluyó con la descripción detallada del proceso de fabricación de la cubierta, desde la caracterización del material hasta la realización de pruebas y ensayos.	
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: Ibarra Mata David Andres Matute Alava Christian Xavier	Teléfono: 0958995304 0985226027	E-mail: daim1993.di@gmail.com cris-jex@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>MSc. Ing. Alex Bolibar Salvatierra Espinoza Cargo: Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción Teléfono: (04)-259 6500 Ext. 242 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p> <p>MSc. María Eugenia Dueñas Cargo: Directora de Carrera de Arquitectura Teléfono: (04)-259 6500 Ext. 209 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

TESIS FINAL

por David Andres - Christian Xavier Ibarra Mata - Matute Alava

Fecha de entrega: 12-abr-2021 10:24p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1557793005

Nombre del archivo: Tesis_final_ibarra_y_Matute.docx (82.56K)

Total de palabras: 14051

Total de caracteres: 73726



TESIS FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Instituto Politecnico Nacional Trabajo del estudiante	1%
2	issuu.com Fuente de Internet	<1%
3	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
4	www.supraciclaje.com Fuente de Internet	<1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
6	www.monografias.com Fuente de Internet	<1%
7	archive.org Fuente de Internet	<1%
8	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.ffrecoleta.com Fuente de Internet	<1%

		<1 %
34	www.amazon.ca Fuente de Internet	<1 %
35	www.larepublica.com.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.msn.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

[Handwritten signature]

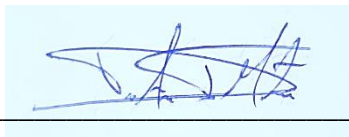
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) **David Andres Ibarra Mata** y **Christian Xavier Matute Alava**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **PROTOTIPO DE PLANCHA PARA CUBIERTA A BASE DE PLÁSTICO PET, VIDRIO Y PAPEL RECICLADO**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

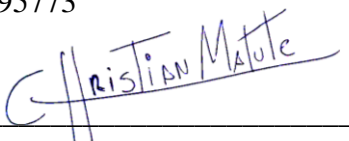
Firma: _____



DAVID ANDRES IBARRA MATA

C.I. 0918395773

Firma: _____



CHRISTIAN XAVIER MATUTE ALAVA

C.I. 0926268194

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación **PROTOTIPO DE PLANCHA PARA CUBIERTA A BASE DE PLÁSTICO PET, VIDRIO Y PAPEL RECICLADO**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA, Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **PROTOTIPO DE PLANCHA PARA CUBIERTA A BASE DE PLÁSTICO PET, VIDRIO Y PAPEL RECICLADO**, presentado por los estudiantes **David Andres Ibarra Mata** y **Christian Xavier Matute Alava**, como requisito previo, para optar al Título de **ARQUITECTO**, encontrándose apto para su sustentación

Firma: -----


MSC. Susana Sotomayor Robles
Tutora del trabajo de investigación
C.I. 0907501050

AGRADECIMIENTO (IBARRA)

Este trabajo de esfuerzo y constancia permanente, al igual que toda mi carrera universitaria, va dedicada a mis padres y familiares. Sin ellos esto nunca hubiera sido posible. Les debo demasiado y por último a mi compañero Cristian Matute quien trabajando hombro a hombro fue gran apoyo en este trabajo.

DEDICATORIA (IBARRA)

Para mis profesores, quienes me ayudaron a crear las bases de mi conocimiento y a mis grandes maestros, quienes terminaron de construirlo. Estuve, estoy y estaré eternamente agradecido.

AGRADECIMIENTO (MATUTE)

Quiero agradecer primeramente a Dios por cada paso que ha dado a mi lado en toda la carrera y tu sabiduría que me permitió avanzar tanto personal como profesionalmente. A la familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido de apoyo durante todo este tiempo. A todas las personas y amigos que de una u otra manera se hicieron presentes con un consejo, una palabra de aliento en este gran logro que representa para mí. A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, por habernos brindado tantas oportunidades y enriquecernos en conocimiento y, por último, pero con una gran estima a gran parte del personal docente por su ética profesional y su valor humano para con sus estudiantes.

DEDICATORIA (MATUTE)

Quiero dedicar este proyecto de investigación primeramente a Dios por su fidelidad y su sabiduría en ayudarme a cumplir esta gran meta en mi vida, a mi madre la Sra. Elisa por el apoyo y la confianza brindada en cada paso que di en todo este ciclo, sin su esfuerzo y amor no lo hubiera conseguido. A mi abuelo Sr. Hipólito por sus consejos y siempre impulsarme a ser mejor, a mi abuela Sra. Iselda quien me daba su bendición y buenos deseos, a mi tía Sra. Margarita por brindarme su apoyo desde Italia siempre pendiente de mis estudios, una mención honorífica a mi familia entera, por siempre estar para mí en todo momento y por último a mi compañero David quien fue de gran apoyo y complemento en este trabajo.

INDINCE GENERAL

1	Introducción.....	1
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.....	5
1.6.	Objetivos Específicos.....	5
1.7.	Justificación.....	5
1.8.	Delimitación del Problema.....	7
1.9.	Hipótesis.....	7
1.10.	Variable independiente.....	7
1.11.	Variable dependiente.....	8
1.12.	Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	8
2	Marco Teórico.....	9
2.1.	Marco teórico referencial.....	9
2.2.	Vivienda con materiales reciclados de interés social.....	11
2.3.	Cubiertas en viviendas.....	12
2.4.	Materiales utilizados para cubiertas.....	13

2.5. Historia del Plástico PET.....	14
2.5.1. Propiedades físicas y químicas del PET	15
2.5.2. Aplicaciones en la Industria del plástico PET	18
2.5.3. Centro de acopio del plástico PET.	19
2.6. Historia del vidrio.....	20
2.6.1. Características del vidrio	21
2.6.2. Propiedades físicas, químicas y térmicas del vidrio	22
2.6.3. Aplicación del vidrio en la industria.....	23
2.6.4. Tipo de vidrio para construcción.	23
2.6.5. Centro de acopio del vidrio.	25
2.7. Historia del papel.....	25
2.7.1. Composición del papel.	26
2.7.2. Aplicación del papel en la industria.	26
2.7.3. Propiedades físicas, químicas y ópticas del papel	27
2.7.4. Características del Papel.....	28
2.7.5. Tipo de papel.	30
2.7.6. Centro de acopio del papel.	31
2.8. Importancia del Reciclaje.....	32
2.9. Arquitecto inspirador.....	33

2.10. Marco Conceptual.....	35
2.10.1. Cubierta.	35
2.10.2. Papel.	35
2.10.3. Vidrio.....	36
2.10.4. Plástico.....	36
2.10.5. Cemento.....	36
2.10.6. Fibrocemento.....	37
2.11. Marco Legal.....	37
2.11.1. Constitución de la República del Ecuador.....	37
2.11.2. Plan nacional para el buen vivir 2013-2017.	37
2.11.3. Normas INEN.....	38
3 Metodología de la investigación.....	40
3.1. Metodología.....	40
3.2. Tipo de investigación.....	40
3.3. Enfoque.....	41
3.4. Técnica e instrumentos.	41
3.5. Población.	41
3.6. Muestra.	42
3.7. Análisis de resultados.	42

4	Propuesta	53
	4.1. Título.	53
	4.2. Descripción de la propuesta.....	53
	4.3. Requerimientos del proyecto.	53
	4.3.1 Materiales y equipo.	54
	4.4. Diagrama de flujo.	57
	4.5. Desarrollo de la metodología y su procedimiento.	57
	4.6. Obtención de la materia prima.....	58
	4.6.1. Triturado del vidrio.....	62
	4.6.2. Triturado del plástico.....	63
	4.6.3. Preparación del papel.....	64
	4.6.4. Procedimientos.	66
	4.7. Acabado.	69
	4.8. Pruebas y ensayos de Laboratorio.	70
	4.8.1. Muestras.....	71
	4.8.2 Prueba Permeabilidad.....	72
	4.8.3. Ensayo de Compresión Simple.	72
	4.8.4. Prueba Térmica.....	78
	4.9. Presupuesto.....	79

4.10. Análisis comparativo	80
4.11. CONCLUSIONES.....	82
4.12. RECOMENDACIONES	83
4.13. Diseño de la cubierta.	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación de FIIC	8
Tabla 2: Proceso de acopio del plástico pet	19
Tabla 3: Composición de los vidrios comerciales	22
Tabla 4: Ejemplos de prueba de resistencia del papel	28
Tabla 5: Tipos de papel	30
Tabla 6: Entrevista 1 realizada a los arquitectos e ingenieros	42
Tabla 7: Entrevista 2 realizada a los arquitectos e ingenieros	44
Tabla 8: Entrevista 3 realizada a los arquitectos e ingenieros	45
Tabla 9: Entrevista 4 realizada a los arquitectos e ingenieros	46
Tabla 10: Entrevista 5 realizada a los arquitectos e ingenieros	47
Tabla 11: Entrevista 6 realizada a los arquitectos e ingenieros	48
Tabla 12: Entrevista 7 realizada a los arquitectos e ingenieros	49
Tabla 13: Entrevista 8 realizada a los arquitectos e ingenieros	50
Tabla 14: Entrevista 9 realizada a los arquitectos e ingenieros	51
Tabla 15: Entrevista 10 realizada a los arquitectos e ingenieros	52
Tabla 16: Requerimientos del proyecto	53
Tabla 17: Tabla de dosificaciones	65
Tabla 18: Tabla de dosificaciones	67
Tabla 19: Presupuesto prototipo 1	79

Tabla 20: Presupuesto prototipo 2.	79
Tabla 21: Análisis comparativo.	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentajes de materiales utilizados para cubiertas.....	14
Figura 2: Degradación de materiales plásticos “pet” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión.	15
Figura 3: Comparación del patrón de fractura de diferentes tipos de vidrio: a) vidrio recocido, b) vidrio termo-endurecido, c) vidrio templado.....	25
Figura 4: Cesar pelli.....	34
Figura 5: Torres gemelas petronas, kuala lumpur, malasia, diseñadas por cesar pelli & associates.	35
Figura 6: Gráfica 1 de entrevista.	43
Figura 7: Gráfica 2 de entrevista.	44
Figura 8: Gráfica 3 de entrevista.	45
Figura 9: Gráfica 4 de entrevista.	46
Figura 10: Gráfica 5 de entrevista.	47
Figura 11: Gráfica 6 de entrevista.	48
Figura 12: Gráfica 7 de entrevista.	49
Figura 13: Gráfica 8 de entrevista.	50
Figura 14: Gráfica 9 de entrevista.	51
Figura 15: Gráfica 10 de entrevista.	52

Figura 16: Papel.....	54
Figura 17: Plástico pet.....	54
Figura 18: Vidrio.....	55
Figura 19: Cemento.....	55
Figura 20: Plástico y cubierta eternit.	55
Figura 21: Recipientes plásticos.....	55
Figura 22: Equipo de protección.	55
Figura 23: Martillo.	55
Figura 24: Bailejo.....	56
Figura 25: Báscula.....	56
Figura 26: Licuadora.	56
Figura 27: Molde.....	56
Figura 28: Diagrama de flujo.	57
Figura 29: Recolección de papel y vidrio para reciclar.....	58
Figura 30: Recolección de plástico.	59
Figura 31: Proceso de separación de plástico para utilización únicamente del plástico tipo pet.	60
Figura 32: Materiales después de ser clasificados.	61
Figura 33: Triturado del vidrio.....	62
Figura 34: Triturado del plástico.....	63
Figura 35: Preparación del papel.....	64

Figura 36: Preparación del papel.....	65
Figura 37: Prototipo 1.	67
Figura 38: Prototipo 2.	68
Figura 39: Acabados de prototipo 1 y 2.....	69
Figura 40: Acabados de prototipo 1 y 2.....	69
Figura 41: Ensayo de laboratorio.	70
Figura 42: Cilindros para la prueba de rotura.	71
Figura 43: Prueba de permeabilidad.	72
Figura 44: Prueba de permeabilidad.....	72
Figura 45: Ensayo de compresión simple.	72
Figura 46: Ensayo de compresión simple.....	72
Figura 47: Tomas del material.	73
Figura 48: Prototipo 1, rotura a los 7 días.....	74
Figura 49: Prototipo 1, rotura a los 7 días.....	74
Figura 50: Prototipo 1 rotura a los 14 días.....	75
Figura 51: Prototipo 1 rotura a los 14 días.....	75
Figura 52: Prototipo 2, rotura a los 14 días.....	76
Figura 53: Prototipo 2, rotura a los 14 días.....	76
Figura 54: Prototipo 2 rotura a los 7 días.....	77
Figura 55: Prototipo 2 rotura a los 7 días.....	77
Figura 56: Prototipo al ambiente.....	78

Figura 57: Fachada frontal.	84
Figura 58: Fachada lateral.	84
Figura 59: Fachada posterior.	85
Figura 60: Planta baja.	85
Figura 61: Planta alta.	86
Figura 62: Planta de cubierta.	86
Figura 63: Corte “a”.	87
Figura 64: Corte “b”.	87
Figura 65: Render perspectiva 1.	88
Figura 66: Render perspectiva 2 visualización en perspectiva de la cubierta a base de pet, papel y vidrio reciclado instalada en la vivienda de interés social.	88
Figura 67: Render perspectiva 3 visualización en perspectiva de la cubierta a base de pet, papel y vidrio reciclado instalada en la vivienda de interés social.	89
Figura 68: Render perspectiva 4 visualización en perspectiva de la cubierta a base de pet, papel y vidrio reciclado instalada en la vivienda de interés social.	89
Figura 69: Render propuesta de colores a utilizar en el prototipo de cubierta.	90
Figura 70: Render dimensiones de cubierta.	90
Figura 71: Render propuesta de pendientes.	91
Figura 72: Render instalación de cubierta.	91

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Entrevista dirigida a los Arquitectos e Ingenieros.	95
--	----

INTRODUCCIÓN

El interés que se despierta en materiales reciclados para ser usados en productos de construcción es totalmente innovador ya que se la considera como la solución a las necesidades del ser humano, debido a esto la metodología de construcción se transformó y evolucionó provocando la “moda” de reusar estos materiales disponibles en áreas comerciales y permitirles un segundo ciclo de vida. El auge de este reciclado de materiales en el área de construcción no viene de este siglo, sino que existe una vasta historia, según algunos historiadores, el reciclaje vino de la mano con el desarrollo de los primeros artesanos, sin embargo, arqueológicamente hablando, se ha demostrado que, en la antigua Grecia, alrededor de 400 a.C, las herramientas usadas provenían de materiales que se fundían para hacer nuevas piezas (Ng & Chau, 2016).

Después la idea se extendió a varias comunas y tomó nuevas formas. En China del siglo I, el ministro de la dinastía Han solicitó que se hirvieran trapos viejos de lino del emperador para hacer el papel, método que llegó hasta Europa en el siglo VII por los árabes. En el occidente medieval, debido a su aumento de población, la cantidad de desechos aumentó y como no existían leyes que llevaran su manejo correcto estas se acumulaban en las calles y ríos, lo cual duró hasta el Renacimiento cuando monarcas como Francisco I comenzó a exigir el uso de cestas para recoger basura y posteriormente a su reutilización. (Soust-Verdaguer , Llatas, & García Martínez, 2016).

Así se mantuvo por años hasta que en el siglo 19 el reciclaje tomó una nueva vida con la revolución industrial. Las fábricas surgían en cada ciudad, los productos manufacturados era el auge de la época mientras que la población urbana crecía aún más. Ya en 1870 se prohibió totalmente el depósito de residuos en las calles y la industria se estaba volviendo más profesional, vendedores de hierro, hombres de harapos y fundidores de metales andaban en calles para recoger cualquier material. En el siglo 20 Europa tenía visto que cualquier chatarra fuera recolectada y fundida para fabricar armas o ferrocarriles. Con el paso de los años el sistema de reciclaje creció rápidamente y su importancia en las áreas de construcción fueron las nuevas tendencias (Hischier, y otros, 2017).

Las planchas de cubiertas para viviendas es una de las principales necesidades de los seres humanos, y actualmente una necesidad que está directamente asociada con el crecimiento de la población a lo que nos lleva un alto impacto ecológico debido a que los desechos hoy en día ocupan los espacios necesarios para los desarrollos necesarios como el uso de materiales de construcción. (Ceja Soto , y otros, 2019).

Este trabajo busca identificar y mejorar las prácticas de reciclaje para producir cubiertas a base de materiales reciclados, en este caso de PET, vidrio y papel. La continua descarga de estos materiales tratados como desperdicios, provoca estragos muy fuertes al medioambiente; malogrando áreas verdes, ríos, océanos, y afectando a la ciudad a través de la obstrucción del alcantarillado, acumulación de desechos en zonas deshabitadas y deterioro del paisaje urbano, incrementando la contaminación y generando caos visual con lo cual se pierden funcionalidad los espacios donde las personas elaboran sus actividades. (Ceja Soto , y otros, 2019).

CAPÍTULO I

Diseño de la investigación.

1.1. Tema.

Prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, vidrio y papel reciclado.

1.2. Planteamiento del Problema.

En la actualidad los residuos del plástico, vidrio y papel son los materiales menos aprovechados por el ser humano. Estos tres elementos se encuentran abundantemente dispuestos en los desechos de la ciudad, de éstos, el vidrio y plástico son los más contaminantes debido a que no son materiales biodegradables. La continua descarga de estos materiales tratados como desperdicios, provoca estragos muy fuertes al medioambiente; malogrando áreas verdes, ríos, océanos, y afectando a la ciudad a través de la obstrucción del alcantarillado, acumulación de desechos en zonas deshabitadas y deterioro del paisaje urbano, incrementando la contaminación y generando caos visual con lo cual se pierden funcionalidad los espacios donde las personas elaboran sus actividades.

Lamentablemente en Guayaquil no se ha adoptado una cultura ecologista o ha mostrado iniciativas resilientes de gran peso para disminuir la problemática ambiental en el manejo de residuos/desechos. La sociedad guayaquileña claramente no muestra interés por el medio ambiente y esto acontece desde sus inicios como ciudad. Antiguamente los desechos ya han ocasionado muchos problemas urbanos, debido a esto se implementó la regeneración y un nuevo planteamiento urbano para mejorar estas condiciones, pero no se logró el cometido. Deduciendo así que, el verdadero problema son los ciudadanos por la falta o poca cultura urbana.

Por otro lado, en la construcción de una vivienda, la cubierta se constituye un elemento fundamental e indispensable, y es la forma de construcción mayormente elegida debido a su belleza estética y accesibilidad financiera. Las planchas de cubierta más usadas hoy en día son las de fibrocemento. Estas planchas, en el mercado son económicas y tienen buena estética, pero no son muy recomendadas para el clima que posee Guayaquil, porque retienen efectivamente el calor emitido por los rayos del sol, dando como resultado un aumento en la

temperatura al interior de la edificación lo que se podría evitar con el uso de un material más adecuado.

En Ecuador se utilizan planchas de fibrocemento para las cubiertas, específicamente las viviendas más longevas utilizan cubierta de fibrocemento compuestas de fibras de asbesto debido a su increíble resistencia durabilidad y relación calidad precio, pero es muy notorio que al cumplir su vida útil ésta es increíblemente nociva para la salud. Por lo tanto, es un riesgo evidente para la salud de las familias que utilizan estas cubiertas. Debido a que el tiempo no cambia notoriamente la plancha, y con un mínimo cuidado ésta se presta a prolongar su uso, una gran cantidad de guayaquileños no renuevan su cubierta, en el mejor de los casos cuando una plancha se rompe esta es reemplazada por una nueva, pero no se renueva la cubierta en su totalidad.

Las planchas para cubierta más usadas después de las de fibrocemento son las de zinc, estas se utilizan mayormente en viviendas de estrato económico bajo por su peso, cualidades térmicas y precio, es sencillo deducir que la utilización de estas planchas es debido a la carencia económica, no se elige su uso ya que aunque es efectivamente funcional no tiene buena estética , por ello la problemática principal es el fibrocemento y se concluye que debería ser reemplazado por un material de ser posible de similares o superiores características, que no cause problemas a la salud con su deterioro, que su tiempo de utilidad sea mayor y que sea una opción más económica con propiedades que aumenten su resistencia y durabilidad.

1.3. Formulación del Problema.

¿Qué impacto tendrá el cambio del material tradicional de las planchas de cubierta por uno de bajo precio y fácil elaboración a la sociedad en la ciudad de Guayaquil?

1.4. Sistematización del Problema.

- ¿Cuáles deben ser las características de la materia prima?
- ¿Cuál será el proceso y tiempo de recolección del plástico PET, papel y vidrio para la elaboración de la materia prima?

- ¿Cuál será la durabilidad del producto cuando es sometido al clima de la ciudad de Guayaquil?
- ¿Cuáles serán las limitantes al implementar el plástico, vidrio y papel en la plancha?

1.5. Objetivo General.

Fabricar un prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, papel y vidrio reciclado para viviendas de interés social.

1.6. Objetivos Específicos.

- a) Determinar las características de la materia prima en la obtención de una composición favorable.
- b) Detallar el proceso y el tiempo que se tomó durante la investigación en la recolección del material y elaboración del molde de los prototipos.
- c) Fabricar diferentes prototipos hasta que la resistencia al clima de la ciudad sea similar a la tradicional
- d) Definir los limitantes que se presenten al implementar dichos materiales reciclados en las pruebas mecánicas del prototipo.

1.7. Justificación.

Las planchas de cubierta de fibrocemento contienen fibras de asbesto que representan un riesgo latente hacia la salud de las personas derivando, a largo plazo, enfermedades como la asbestosis, (una forma de fibrosis pulmonar), placas, engrosamientos y derrames pleurales, y daños del ADN que llevan al desarrollo de cáncer de laringe y pulmón. Por otro lado, a consecuencia de la mala gestión de desechos de las generaciones pasadas y las de hoy en día, las ciudades enfrentan problemáticas en la recolección y gestión de los desechos enfrentándonos una problemática ambiental constante con respecto a la generación desmedida de desechos inorgánicos y orgánicos que no son correctamente dispuestos, reutilizados o aprovechados por las industrias productivas y que en su mayoría terminan depositados en los mares y océanos matando a miles de especies marinas.

Muchos países a nivel mundial, en la actualidad, utilizan la tecnología como un medio útil para contrarrestar la problemática ambiental a través de la correcta separación y reciclaje de los residuos orgánicos e inorgánicos, que luego, se convierten en materias primas útiles para industria de la construcción, ya que ellos cuentan con cultura ecológica plenamente difundida y en uso diario y constante.

En el Ecuador, el acceso y uso de tecnología dentro de la industria de la construcción representa un reto desafiante y desconocido que se convierte en un campo de estudio inexplorado e interesante que llegaría a provocar un impacto significativo en la economía circular y en la reducción de residuos a través del uso de éstos para la fabricación de cubiertas a base de plástico PET, papel y vidrio que lleguen a reemplazar la cantidad cubiertas que contienen contaminantes que a mediano-largo plazo generará severas consecuencias en la salud de las personas quienes utilizan y se encuentran en permanente contacto con estos materiales.

El impacto ambiental es el principal factor por el que se elaboran las planchas de cubierta. Ya que estas están conformadas de material reciclable y si se producen masivamente el cambio sería inmenso. Además de fomentar el reciclaje iniciando su elaboración, sería mucho más agradable visualmente la ciudad y el manejo de desechos sería mucho más eficiente y rápido.

Por lo tanto, se desarrollará una conciencia ecológica ya que se contribuirá a la disminución de la contaminación a favor del medio ambiente y al mismo tiempo, se buscará ayudar a toda edificación que sea vulnerable a la acción de los elementos de la naturaleza y a la reducción del costo de la adquisición de cubiertas para los proyectos de construcción de viviendas interés social fomentando de esta forma, su utilización en viviendas particulares ya que tendría mejores propiedades físicas y mecánicas que la tradicional. Y contribuir en gran medida a la economía de las familias que optan por una vivienda segura. Es importante destacar que es dirigido en torno a la preservación de la salud de los miembros que conviven en la vivienda.

Socialmente sería bien recibido debido a los beneficios a corto y largo plazo en cuanto a costo y buen manejo de desechos. Si es implementado en viviendas el recibimiento sería aún mayor ya que objetivamente sería más viable económicamente, dando así oportunidad a más personas con necesidad de vivienda propia a obtener una por medio de planes habitacionales gubernamentales gracias a la reducción de costos unitarios por vivienda. Recalcando que es necesario conservar el patrimonio rural y urbano, que asegure los derechos de las presentes y futuras generaciones.

El beneficio de crear un material de construcción a base del reciclaje y experimentar con una plancha de cubierta innovadora, novedosa y de bajo costo permitirá crear un impacto positivo en la comunidad Guayaquileña. Además, de mejorar el saneamiento de las viviendas y reducir costos de construcción. En términos generales dando como resultado una ciudad urbanísticamente funcional y limpia, dando paso a facilitar futuras mejoras a la ciudad. Tomando como referencia este hecho, podríamos lograr grandes cambios.

1.8. Delimitación del Problema.

Campo:	Educación Superior, Pregrado.
Área:	Arquitectura.
Aspecto:	Investigación Experimental.
Tema:	Prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, vidrio y papel reciclado.
Delimitación Espacial:	Guayaquil, Ecuador.
Delimitación Temporal:	18 meses.

1.9. Hipótesis.

¿La elaboración de planchas para cubierta a base de plástico PET, vidrio y papel reciclados ayudará a la construcción de viviendas de interés social?

1.10. Variable independiente.

Plástico PET, vidrio y papel reciclado.

1.11. Variable dependiente.

Prototipo de plancha de cubierta para viviendas.

1.12. Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1: *Línea de investigación de FIIC*

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	LÍNEA: Materiales de Construcción	SUBLÍNEA: Materiales innovadores en la construcción
---	---	---

Fuente: FIIC (2019).

CAPÍTULO II

2.Marco Teórico.

2.1 Marco teórico referencial

Los investigadores colombianos del estudio “Diseño y construcción de láminas Ecodrywall” expresan, que el plan se propuso para saciar una problemática que se localizó en un proceso beneficioso, el cual es bastante profundo y necesario en el mercado, debido a que tiene monumental demanda, es decir bastante acogida. A pesar que el material drywall son laminadas llevadas a cabo a base de yeso, cal agua y otras materias primas, como consecuencia que el objetivo del plan sea la sustitución de dichos materiales, por materiales reciclables los cuales no generan contaminación ambiental y paralelamente no produzcan patologías en el tracto respiratorio, los materiales seleccionados para hacer estas novedosas placas mencionadas son el cartón, la cascarilla de arroz, aserrín y el plástico. (Bernal & Cabezas, 2017).

Por otro lado, los autores bolivianos del artículo titulado “Elaboración de planchas celu-plásticas por medio del reciclaje de celulosa residual y tereftalato de polietileno (pet).” fueron en averiguación de exponer un producto novedoso y sustituto con superiores cualidades que la madera natural escogió a generar madera plástica mediante la mezcla de celulosa y polietileno de tereftalato (PET). Esto fue realizado así ya que se percataron que la agricultura produce monumentales porciones de desperdicios vegetales, los mismo que no se han expuesto a un conveniente proceso de supresión y reciclado. (Arellano Barragán, et al., 2016).

Tomando en cuenta además que dentro de nuestro medio existe gigantescas porciones de desperdicios creados por productos de consumo humano masivo, y de esta manera incrementando el grado de contaminación. Su objetivo fue crear un nuevo producto y descargar los niveles de contaminación en el medio, tanto forestal como el humano, es por ello que se combinó 2 tipos de desperdicios: celulosa residual y polietileno de tereftalato por medio del procedimiento de exposición al calor. Con la cual se origina una plancha celu-plástica muchísimo más resistente que la clásica (Arellano Barragán, et al., 2016).

A partir de la perspectiva de creador ecuatoriano de la tesis titulada "Paneles prefabricados para cubiertas por medio de la utilización de resina de poliéster" se expone que, en la indagación se ha llevado a cabo un estudio de los primordiales materiales de cubiertas y sus procesos de construcción más representativos. En funcionalidad del estudio se ha hecho una iniciativa de panel, es decir un prototipo, para cubiertas construido con resina de poliéster isoftálica, neopentiglicol y tallos de *schoenoplectus californicus*, a lo que se conoce como material compuesto. Para llegar a crear dicho panel experimental se ha mantenido un proceso metodológico de creación donde se ha predeterminado anteriormente: la matriz (resina de poliéster isoftálica con NPG), la disposición de las fibras, el dimensionamiento y anclaje, la interacción de porciones de materiales (85% de resina y 15% de fibra) y el color final. Como resultado se hacen probetas creadas con las misma metodología que se establecieron en el proceso de diseño, para que se apliquen en ellas, 4 pruebas físicas y mecánicas diferentes, siendo estas pruebas las siguientes: flexión (ASTM D790), compresión (ASTM D695), absorción de agua (ASTM D570) y densidad (ASTM D792), esto se hizo con el objetivo de sustentar su implementación como un material de cubierta traslúcido, presentando una elección constructiva el entorno arquitectónico (Merchán & Patricio, 2018).

Conforme el artículo que redactó la investigadora del "El tetrapack", además de ser el material perfecto para el almacenamiento de alimentos sólidos y ciertas sustancias líquidas, puede utilizarse en las obras y el diseño interior de estas. Fue entonces hasta que la compañía Ecuaplastic incorporó este material en sus productos en el 2013. A lo largo de las construcciones de casas y desarrollo urbano sustentable Hábitat III que se realizó en Quito, se presentó la idea como una solución en el campo de la obra el utilizar dichos materiales, entonces la iniciativa fue de conseguir una composición firme, que cumpla con los requerimientos de sus pobladores y que también sea amigable con el ambiente. Según Édgar Mora, quien es el gerente general, los envases tetrapack que llegan a las recicladoras se parten en sus elementos primordiales: plástico (20%), aluminio (5%) y cartón (75%). Tanto como el plástico y el aluminio son útiles para producir cubiertas de polialuminio

que a su vez se usan en techos y en paredes externas. A esto corresponde el 60% de la producción de esta organización. (Castellanos, 2016).

El objetivo del análisis es usar los residuos derivados de la industria de creación para obtener un nuevo factor prefabricado constructivo para mampostería (bloque de hormigón), con aplicación en la ciudad de Riobamba. La necesidad que se tuvo para llegar a esta indagación radica en que la disposición errónea de residuos de creación, en botaderos o sitios poco adecuados, lo que se convirtió en un problema social, ambiental y económico. (Montesdeoca, 2018).

Por esto, uno de las metas primordiales fue detectar la potencialidad de los residuos de creación y demolición (RCD) como elección a las materias primas naturales. Asimismo, se evidenció su capacidad para conformar un nuevo material que minimice los volúmenes existentes de residuos, para ayudar a la conservación ambiental. Para lograrlo, se llevó a cabo ensayos de granulometría, masa unitaria suelta (MUS), masa unitaria compacta (MUC), contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso específico y colorimetría, los cuales evaluaron e identificaron las cualidades físicas, mecánicas y químicas de los residuos (hormigón y ladrillo), mismos que han permitido obtener una dosificación óptima para el factor prefabricado. Los exámenes y resultados finales de resistencia a compresión, contenido de humedad y absorción fueron óptimos y son los que respaldan un nuevo componente prefabricado normado que cumple con los estándares de calidad INEN 3066. Tal cual, este análisis promueve a los RCD como una materia prima sostenible, que no solo disminuye el precio y efecto ambiental, sino que también aporta al beneficio social y económico nacional (Montesdeoca, 2018).

2.2 Vivienda con materiales reciclados de interés social

En un estudio actual se ha investigado y presentado el desarrollo de un tipo de cubierta que utiliza placas planas prefabricadas de hormigón ligero, que se encuentran impermeabilizadas con harina de neumáticos de desechos reciclados, reemplazando así a la placa ondulada de fibrocemento convencional de uso extendido a nivel nacional. Debido a que era un nuevo material de construcción, realizaron diversos muestreos de materiales y aditivos para las dosificaciones de concreto liviano probadas y los ensayos

de compresión simple, flexión, permeabilidad y peso volumétrico de las nuevas placas planas. Se elabora con ello un análisis económico comparativo entre una cubierta construida con esta Placa Plana elaborada prefabricada y un techo compuesto por placa ondulada convencional de fibrocemento. El estudio determinó que la producción de la cubierta bioclimática, de bajo costo, para un tipo de vivienda social de uso común en Ecuador, va a contribuir con la reducción de materiales contaminantes al medio ambiente humano. (Silva Arteaga, 2020)

En este estudio experimental se fabricaron las mencionadas placas planas de concreto ligero de 1,0m X 0,4m X 0,04m. Se utilizaron alternativas de diseño con áridos livianos de baja transmisión térmica, a base de desperdicios de bloques de arcilla cocida de fabricación local. Estos diseños fueron considerados para que puedan ser utilizadas en vivienda social como elementos para techado en un futuro. La aplicación de este novedoso sistema de impermeabilización en la parte superior de la plancha experimental, a partir del uso de harina de llanta reciclada, tendrá como principal beneficio la limpieza del medio ambiente humano y la reducción de los costos de fabricación del producto. (Silva Arteaga, 2020).

El estudio experimentó la permeabilidad e indicaron que la plancha es impermeable al paso de agua lluvia. Por lo que presentaron el desarrollo del diseño de esta cubierta para vivienda social ofreciendo una metodología práctica y económica de armado para este tipo de cubierta liviana. Concluyó que, con el desarrollo de estas placas planas impermeables y recicladas, es posible crear un tipo de cubierta para viviendas sociales más económicas y bioclimáticas. (Silva Arteaga, 2020).

2.3. Cubiertas en viviendas

La cubierta es el elemento constructivo que cubre a la edificación, y cumple un amplio rango de funciones, entre ellas esta proteger los espacios debajo de él, estén expuestos o no a la intemperie. El aspecto más importante es drenar las precipitaciones eficientemente, protegiendo del sol, viento y proveyendo de privacidad a sus habitantes. Se deben utilizar diferentes tipos de cubiertas dependiendo del diseño de la edificación o el requerimiento

funcional que se le quiere dar. Diferentes fuerzas actúan sobre la cubierta y esta las transfiere directamente a los cimientos. Generalmente el criterio más importante al escoger un tipo de cubierta es la apariencia, el tamaño y por último las normativas del sector juegan un papel fundamental (Awwad, Suliman, & Safran, 2018).

2.4. Materiales utilizados para cubiertas

Los principales materiales que se utilizan para la cubierta pueden estar divididos en los minerales, como el fibrocemento, concreto, asbesto y arcilla. Metálicos como las láminas de acero y zinc. Y los orgánicos como el asfalto, madera y fibras vegetales. Las tejas de arcilla cocida tienen un tiempo de vida de 300 años, son amigables con el medio ambiente y no son combustibles, tienen una resistencia a las temperaturas frías y a la corrosión debido a que absorbe el calor durante el día y lo libera en la noche, lo que hace una buena opción para ahorrar energía en climas fríos. Las desventajas son su peso que es de 50 a 65 kg/m², fragilidad, la dificultad en su instalación, y su alto costo (Romanova & Skanavi, 2017).

El concreto cemento es una mezcla de cemento, arena y algunos minerales con una vida útil de alrededor de 50 años. Las láminas de asbesto se obtienen de la mezcla del cemento portland, fibras de asbesto y agua, es barato, duradero y no combustible. La desventaja es su fragilidad, su alta absorción de líquido, no es amigable con el medio ambiente y es nocivo para la salud. Las cubiertas metálicas son láminas de acero galvanizado que se componen de dos lados, uno anticorrosivo compuesto de zinc o Aluzinc y el otro lado de un polímero protector de estructuras o partículas tintadas de roca. Las ventajas de este material es su bajo peso que es de 4 a 5 kg/m² con una durabilidad de 30 a 50 años, gran resistencia al clima y por último de fácil y rápida instalación. (Romanova & Skanavi, 2017).

Material a ser utilizado en cubierta (% de permisos de construcción)

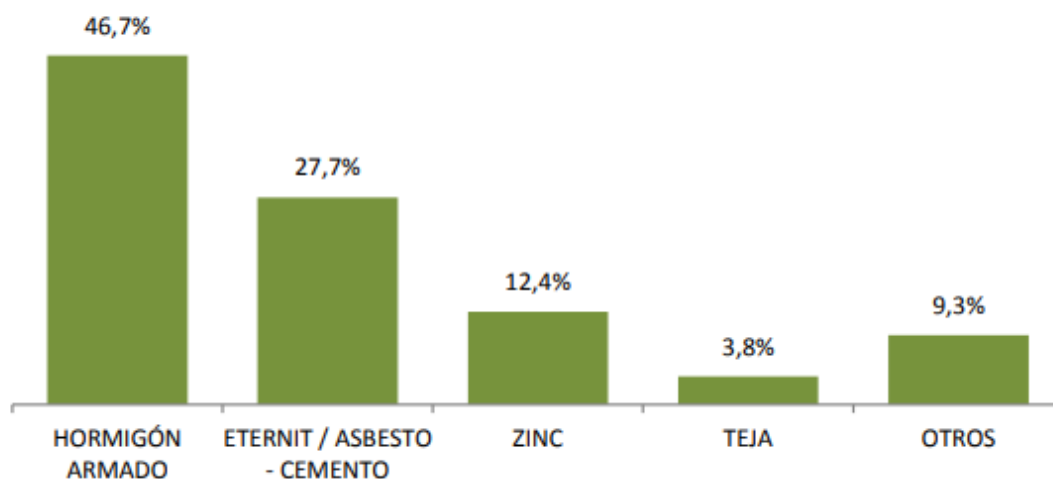


Figura 1: Porcentajes de materiales utilizados para cubiertas.

Fuente: (INEC, 2016).

2.5. Historia del Plástico PET

La creación de materiales poliméricos es del siglo XIX y fue debido a que un personaje que se dedicaba a fabricar bolas de billar ofreció recompensa monetaria a quien encontrara el sustituto del marfil natural, por ello, Wesley Hyatt, a pesar de que no fue quien se llevó dicha recompensa, realizó el método de procesar en base de presión de nitrato de celulosa de baja concentración de nitración, no obstante patentó su producto con el nombre de “celuloide” este ayudó en la fabricación de diferentes objetos populares. Por el año 1920 Staudinger, en base al primer descubrimiento, fue más allá con sus investigaciones sobre polímeros y fue así que se creó la terminología “macromolécula” desde aquel año, se puede considerar la existencia de los plásticos. El resto de los años, hasta la actualidad, solo se han dedicado a las investigaciones de dichos polímeros y en su formación. (Suasnavas Flores, 2017).

Fue en los 60 que se profundizó a ciencia cierta sobre su estructura y sobre la interacción con otro tipo de sustancias y con ello se pudo crear tipos de plásticos que llegaron a ser parte del consumo de la vida diaria de personas. Con el pasar de los años, se han ido modificando los materiales de dicho plástico como objetivo de ser de alto nivel

de industrialización en la sociedad. Por otro lado, su reciclado es un tema tan popular hoy en día ya que grandes organizaciones lo aplican en otros tipos de materiales y crean mejores instrumentos. (Suasnavas Flores, 2017).

2.5.1. Propiedades físicas y químicas del PET

Los polímeros son conocidos como macromoléculas originadas de la unión de 1 o varias moléculas por enlaces covalentes. Las micromoléculas se combinan para formar dichos polímeros (monómeros). Los poliésteres lineales más utilizados son aquellos cuyo ácido tereftálico y dioles alifáticos, en PET es etilenglicol. Los átomos de carbono que forman la cadena principal una hibridación sp^3 , por lo tanto, los orbitales estarán orientados como un tetraedro alrededor del átomo de carbono y el ángulo de enlace entre dos carbonos vecinos será de aproximadamente 109° (Suasnavas Flores, 2017).

En el caso de una molécula lineal, por ejemplo, la molécula es simple, no polar, las diferentes cadenas se atraen entre sí por intermoleculares débiles del tipo London (dipolo inducido-dipolo inducido). Por tanto, el polietileno es material blando y de baja temperatura de fusión, pero en PET, la cadena principal de grupos aromáticos es voluminosos y aumenta su rigidez. El anillo de benceno ofrece no solo un aumento de la rigidez, sino también una mayor resistencia química a la saponificación. Las atracciones polares entre los grupos carbonilo dan la resistencia a la tracción de estos materiales, por lo tanto, de todos los tereftalatos de polialquileno, el más resistente es el etilenglicol (Suasnavas Flores, 2017).

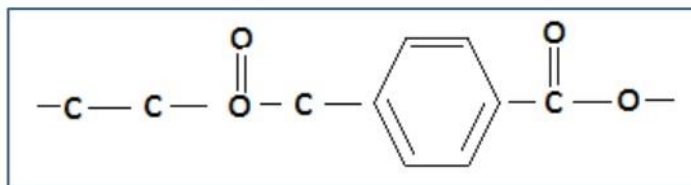


Figura 2: Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión.

Fuente: (Suasnavas Flores, 2017).

PET es una resina termoplástica, a nivel industrial se obtiene mediante la reacción de polimerización de dos petroquímicos secundarios, el monómero de etilenglicol y el

monómero tereftálico o éster metílico del ácido tereftálico. (Muñoz, 2012). En un primer paso, los monómeros reaccionan con el pre-polímero de PET. Sin embargo, la viscosidad de este pre-polímero es demasiado baja para envases, fibras o cualquier otra aplicación. Por lo tanto, la viscosidad del polímero PET debe ser por otra reacción de condensación del material PET, la fase fundida a temperaturas de hasta 280 °C. El producto de reacción de esterificación (agua o metanol) y el exceso de monómero (etilenglicol) se eliminan al vacío. Los productos de reacción finales son gránulos (Suasnavas Flores, 2017).

La resistencia al ataque químico es debido a los grupos funcionales que componen los monómeros y estructura. El PET tiene resistencia química a los hidrocarburos, alcoholes y aceites, éter, bases diluidas y ácidos. El anillo de benceno ofrece no solo una mayor rigidez, sino también una mayor resistencia química a la saponificación que en si es la reacción para la formación de jabones. La principal causa es la disociación de grasas en álcali, separando la glicerina y los ácidos grasos (Suasnavas Flores, 2017).

El PET es insoluble en solventes orgánicos, aunque tiene una solubilidad en mayor o menor grado en ciertos solventes como, por ejemplo: cetonas, compuestos clorados y alcoholes de cuatro u ocho carbonos, solventes halogenados, aromáticos, cetonas de bajo peso molecular y bases. Durante el procesamiento del PET hay que tener en cuenta un factor que es su carácter higroscópico, es decir que es capaz de absorber la humedad del medio en donde se encuentre, debido a que en estado fundido muestra una gran sensibilidad a la hidrólisis (Suasnavas Flores, 2017).

La masa plástica principal del PET se va eliminando con el tiempo de forma permanente, debido a la influencia de las condiciones externas como, por ejemplo: la temperatura ambiental, radiaciones solares, humedad del medio, contaminantes atmosféricos, etc.; estas condiciones ambientales, conllevan a una modificación en las propiedades estéticas del PET por ejemplo: su color, desecación, variaciones en sus dimensiones es decir tamaño, debilitamiento de las propiedades mecánicas, resquebrajamiento o aparición de fisuras en su estructura, pero de todas maneras, debido

a su cristalinidad y transparencia se le atribuye una buena resistencia al envejecimiento (Suasnavas Flores, 2017).

Generalmente a los poliésteres cuando se les aplica temperaturas mayores a los 70°C van perdiendo sus propiedades naturales, debido a que el calor provoca dichos cambios químicos en la masa plástica, entonces durante la exposición al calor se van produciendo: reacciones de eliminación, despolimerización, descomposición, fragmentación y reacciones en los grupos funcionales. Para permitir su llenado con sustancias calientes se han logrado mejoras en los equipos modificando ciertas partes. Sin embargo, la temperatura máxima a la que el PET alcanza a resistir, sin modificar de manera abrupta su estructura, es de 71 °C, pero el PET cristalizado alcanza a resistir temperaturas de hasta 230 °C (Suasnavas Flores, 2017).

Esto demuestra que la cualidad de barrera de un material se caracteriza por la “permeabilidad”. Esta permeabilidad en los plásticos se la conoce como la cantidad de un determinado gas, (muy común el vapor de agua y oxígeno y menos común el nitrógeno y dióxido de carbono), que traspasa el material por una determinada unidad de superficie, en un periodo de tiempo y dependiente de condiciones. Un ejemplo para entender dicho texto es que, en la organización de los alimentos, siempre se solicita material con excelentes propiedades de barrera para cuando menor sea la permeabilidad a un gas, mayor será su barrera. Entonces el PET presenta muy buena barrera al dióxido de carbono, al oxígeno y a la humedad (Suasnavas Flores, 2017).

La densidad se relaciona con la elaboración de los plásticos, debido a que influye en el peso. La densidad es un factor económico de sobrevalorado costo en la industria plástica ya que es el que decide al momento de elegir el uso de un plástico con otro. Aquí entra el elemento estudiado, El PET en estado amorfo tiene su densidad que oscila entre 1.33 – 1.37 g/cm³, en estado cristalino una densidad que oscila entre 1.45 – 1.51 g/cm³ (Suasnavas Flores, 2017).

Cuando se habla de la cantidad de calor que se transmite un cuerpo se la define como la conductividad térmica, es decir la cantidad de calor que transmiten los materiales plásticos a través de ellos. En el caso de PET se evidencia un valor de conductividad térmica de 0.24 W/mxK. Con esta propiedad se conoce que el plástico tiene un buen aislamiento térmico, ya que es el que presenta valores bajos. (Suasnavas Flores, 2017).

En cuanto la absorción de agua, se la conoce como la cantidad de esta que los plásticos pueden contener en su estructura después de estar en contacto por un largo periodo en un ambiente húmedo, de calor y esto es una influencia directa para el peso del material. Esta característica es muy importante en la fabricación de piezas ya que si estas absorben mucha humedad o calor podrían modificar su tamaño. El PET presenta una absorción de agua menor al 0.7 % durante 24 horas (Suasnavas Flores, 2017).

Entonces las propiedades ópticas estarían relacionadas con la morfología y estructura del material, las principales son: índice de refracción y transmisión de la luz, estas propiedades influyen en la turbidez, brillo y transparencia del mismo material. Los materiales amorfos, cuando no contienen impurezas, poseen mayor transparencia, por el contrario, cuando contienen estructuras cristalinas estas pueden interferir con el paso de la luz. El PET tiene una transmisión de luz del 89% y un índice de refracción de 1.576 (Suasnavas Flores, 2017).

Hoy en día se han realizado ya múltiples investigaciones que confirman que el PET es un plástico resistente a las microbacterias, ya que al ser inerte no pueden atacarlo, por esta muy útil característica en el PET no existe la proliferación de bacterias, hongos o parásitos relacionados con la descomposición del mismo material. Al ser no biodegradable conservan sus características a través del tiempo, lo que le proporciona una larga vida útil (Suasnavas Flores, 2017).

2.5.2 Aplicaciones en la Industria del plástico PET

El plástico PET no es considerado un material necesario o indispensable en cualquier obra gris de una edificación. Pero se lo puede utilizar para acabados y equipamiento. En

la industria es preferiblemente utilizado para la fibra textil, por ejemplo como en forma de artículos de relleno, de productos tales como sacos de dormir, cojines, almohadillas, fibras para correas, tejeduras, cinchas, almohadillas de limpieza y fregado, fibras para alfombra, fabricación de moquetas y suelos sintéticos, tejidos para tapizados, entretejas, camisetas y otras prendas (Cárdenas González, Castellanos Velázquez, González Guerrero, & Hernández Delgadillo, Acopio logístico inteligente de envases de plástico (PET), para su trituración esbelta y marketing, 2016).

También en flejes con las que se hacen cintas de ligar y atar, principalmente para balas, cajas rígidas o artículos voluminosos sobre pallets. En laminas que se utilizan para elaborar bandejas, envases ligeros y flexibles, barquetas para la comercialización de frutas. Piezas y productos industriales obtenidas mediante procesos de inyección para lo que se demanda una alta calidad de escama o mejor forma de granza. En la industria de la electrónica es utilizado para fabricas carcasas de tv, radio, cajas de cd, carcasas de pequeños electrodomésticos, cajas y conectores eléctricos, la producción de piezas para la automoción tales como retrovisores, piezas de los equipos de audio, de los equipos de climatización y envases en general (Cárdenas González, Castellanos Velázquez, González Guerrero, & Hernández Delgadillo, Acopio logístico inteligente de envases de plástico (PET), para su trituración esbelta y marketing, 2016).

2.5.3 Centro de acopio del plástico PET.

El proceso de reciclaje de estos envases consta de diferentes etapas, pero las tres principales para su acopia son las siguientes.

Tabla 2: *Proceso de acopio del plástico PET.*

PROCESO DE ACOPIO DEL PLASTICO PET.	
Primera etapa	Se acopia y se transporta el PET a centros donde se procede a: segregar, descontaminar, compactar o molirse y almacenarse.
Segunda etapa	A partir de un proceso industrial en donde la hojuela del PET, que dejo la primera etapa, se expone a sustancias químicas, físicas y térmicas, se procede a ser reciclado, molido, lavado, control de

	PVC, separado, secado, pelletizado, post-condensado y almacenado.
Tercera etapa	En esta se realiza la manufactura en donde la hojuela, ya limpia y libre de otros residuos, es transportada para la venta a ciertos fabricantes de productos

Fuente: (Cárdenas González, Castellanos Velázquez, González Guerrero, & Hernández Delgadillo, 2016).

2.6. Historia del vidrio

Las personas han usado vidrio natural, especialmente la obsidiana “el vidrio volcánico” antes de aprender como fabricarlo. La obsidiana fue utilizada para la producción de diversos productos como por ejemplo cuchillas, puntas de flechas, joyería y moneda. los historiadores de la antigua roma mencionan a los mercantes fenicios como los primeros en crear el vidrio en la región de Siria alrededor del 5000 a.C. pero de acuerdo con la arqueología, la primera creación del vidrio fue en el este de Mesopotamia y Egipto alrededor del 3500 a.C. y el primer vaso fue creado en 1500 a.C. en Egipto y Mesopotamia (Karusu, Bereket, Biryán , & Sanoglu, 2017).

En Mesopotamia la industria del vidrio fue revivida en el 700 a.C. y en Egipto en los 500´s a.C. en los 500 años, Egipto, Siria y otros países a lo largo de la costa este del mar mediterráneo fueron el centro de manufactura del vidrio. En sus comienzos fue muy difícil y lento de fabricar por el poco conocimiento que tenían de este, aparte los hornos para fundir el vidrio eran muy pequeños y el calor que producían casi no bastaba para fundirlo en su totalidad. Pero en el primer siglo a.C., los artesanos sirios inventaron la caña de soplar, esto revolucionó la producción de vidrio ya que su producción fue más fácil, rápida y barata. Sin embargo, esta producción de vidrio floreció en el impero romano y luego se extendió desde Italia sobre todos los países que esta regía. Y en el 1000 d.C. la ciudad egipcia de Alexandria fue el centro de fabricación de vidrio más importante (Karusu, Bereket, Biryán , & Sanoglu, 2017).

La floreciente industria del vidrio se estableció en Europa a finales del siglo 13 cuando la industria del vidrio fue establecida en Venecia en la época de las cruzadas (1096-1270). En 1291, equipo para la creación de vidrio fue transferido a la isla veneciana de Murano donde el “cristallo” (vidrio tintado) fue inventado por Angelo Borovier. A pesar de los esfuerzos de los artesanos venecianos que dominaban la industria del vidrio para tener esa tecnología en secreto, rápidamente se difundió alrededor de Europa. En Alemania y otros países nórdicos europeos la fabricación del vidrio comenzó a hacerse importante a finales 1400’s y comienzos de 1500’s (Karusu, Bereket, Biryán , & Sanoglu, 2017).

George Ravenscroft (1618-1681), un fabricante de vidrio inglés, invento el vidrio de plomo en 1674 y después de 1890, la fabricación, desarrollo y uso del vidrio incremento rápidamente. En 1902, Irving W. Colburn invento la lámina cilíndrica dibujada a máquina que hace posible la producción masiva de vidrio para ventanas. La tecnología mecánica para la producción en masa se convirtió en el último escalón de la revolución industrial con la maquina automática sopladora de botellas en 1903 inventada por Michael Owens que producía 2500 botellas por hora. En 1904, el ingeniero americano Michael Owens patentó la maquina automática sopladora de botellas. En 1959 Sir Alastair Pilkington inventó la revolucionaria técnica de producción de vidrio flotado, método que consistía en verter vidrio sobre una superficie plana de una placa de metal. El método de Pilkington es usado en el 90% de la manufactura de vidrio hoy en día (Karusu, Bereket, Biryán , & Sanoglu, 2017).

2.6.1. Características del vidrio

El vidrio es un sólido no cristalino usualmente transparente, altamente prácticos, tecnológicos y de uso decorativo como en las ventanas, mesas, optoelectrónicos, etc. Científicamente el término “vidrio” es usualmente definido como un concepto amplio, agrupando todo solido que posee una estructura no cristalina (amorfa) en escala atómica y que presenta una transición vidria cuando se calienta y se transforma a estado líquido. El vidrio transmite, refleja y refracta la luz; estas cualidades pueden mejorar cortándolo y puliéndolo para crear lentes ópticos, primas, cristalería fina y fibra óptica para la

transmisión de datos de alta velocidad por luz (Karusu, Bereket, Biryán , & Sanoglu, 2017).

2.6.2. Propiedades físicas, químicas y térmicas del vidrio

El término vidrio designa una sustancia transparente, que posee propiedades físicas de dureza, rigidez y fragilidad, además de la transparencia. El vidrio también posee una serie de propiedades que son características del estado líquido, y se clasifica como un líquido de muy alta viscosidad. A diferencia de los cristales, el vidrio no tiene un punto de fusión agudo, pero como los sólidos cristalinos, el vidrio muestra elasticidad (Hasanuzzaman, Rafferty, Sajjia, & Olabi, 2016).

La durabilidad química es una propiedad de un material que se mide por su capacidad para resistir la acción corrosiva del agua, solución de ácidos acuosa, álcalis y sales. La durabilidad química de los vidrios es superior a la mayoría de los metales. Sin embargo, el vidrio que no contiene silicato es susceptible a disolverse en solución acuosa, especialmente con soluciones de Ph bajo. Casi todo tipo de vidrio se disuelven fácilmente en ácido fluorhídrico (HF). El vidrio que posee excelente durabilidad química, también son atacados significativamente si se expone a un Ph muy alto o bajo, particularmente a temperaturas elevadas. La ventaja del vidrio, es que si al mezclarse con diferentes compuestos químicos se obtendrán diferentes tipos de este con base a su composición se clasificarán en: (Hasanuzzaman, Rafferty, Sajjia, & Olabi, 2016).

Tabla 3: *Composición de los vidrios comerciales.*

Composición de los vidrios comerciales.				
Elementos	Sódico – cálcico	Plomo	Borosilicato	Sílice
Sílice	70 – 75%	53 – 68%	73 – 82%	96%
Sodio	12 – 18%	5 – 10%	3 – 10%	
Potasio	0 – 1%	1 – 10%	0.4 – 1%	
Calcio	5 – 14%	0 – 6%	0 – 1%	
Plomo		15 – 40%	0 – 10%	

Boro			5 – 20%	3 – 4%
Aluminio	0.5 – 3%	0 – 2%	2 – 3%	
Magnesio	0 – 4%			

Fuente: (Hasanuzzaman, Rafferty, Sajjia, & Olabi, 2016).

2.6.3. Aplicación del vidrio en la industria.

El vidrio puede ser tintado añadiéndole sales metálicas, y también puede ser pintado. Estas dos cualidades dieron paso a el extenso uso del vidrio en la fabricación de objetos de arte y en particular en vidrieras. Aunque es muy frágil, el vidrio de silicato es extremadamente duradero, y existen muchos ejemplos de fragmentos de vidrio de las primeras culturas fabricantes de vidrio. Debido a que el vidrio puede ser formado o moldeado de cualquier forma, y además porque es un producto estéril, ha sido tradicionalmente usado para la fabricación de recipientes: cuencos, jarrones, botellas, frascos y vasos (Karusu, Bereket, Biryan , & Sanoglu, 2017).

2.6.4. Tipo de vidrio para construcción.

Los tres tipos de vidrio más utilizados en aplicaciones estructurales son el vidrio recocido, termo-endurecido y templado. Cada tipo de vidrio tiene rasgos característicos que son claves para la capacidad de carga y el nivel de seguridad de los elementos estructurales. (Kozłowski, Malewski, Akmadžić, & Vrdoljak, 2019).

El **vidrio recocido** es el producto básico del proceso de flotación, este tipo de vidrio es muy sensible al choque térmico y al calentamiento provocando grietas, manchas. La característica principal del vidrio recocido es su superficie perfectamente plana, por lo que este tipo de vidrio no presenta distorsiones ópticas ni anisotropía debido a ello su patrón de fractura es en grandes piezas con bordes afilados. (Kozłowski, Malewski, Akmadžić, & Vrdoljak, 2019).

La hoja del vidrio recocido puede colocarse a un proceso de tratamiento térmico que implica calentarla a una temperatura cercana a la temperatura de transformación del vidrio y enfriarla rápidamente con una corriente de aire frío. El resultado de este proceso es la formación de tensiones superficiales de compresión (en un espesor de aproximadamente el

20% del espesor de la hoja) y tensiones de tracción en el medio del espesor. La introducción de tensión durante el proceso de endurecimiento aumenta la resistencia del vidrio recocido de dos a tres veces y aumenta su resistencia al choque térmico y la fatiga estática. Dependiendo del valor de tensión introducido en el proceso de endurecimiento térmico, se pueden identificar los otros dos tipos de vidrio: vidrio termo-endurecido y vidrio templado. Ambos tipos de vidrio se forman en el mismo proceso de tratamiento térmico, sin embargo, en el caso del vidrio reforzado térmicamente, la velocidad de enfriamiento es menor, lo que genera una menor tensión a lo largo del espesor de la hoja. (Kozłowski, Malewski, Akmadžić, & Vrdoljak, 2019).

El **vidrio templado** contiene inclusiones de sulfuro de níquel en la masa de vidrio y son consideradas unas de las principales desventajas del vidrio templado ya que son responsables de su agrietamiento impredecible y espontáneo tiene su característica de que se rompe en pedazos pequeños (del tamaño de un dado), lo que reduce significativamente el riesgo de lesiones graves y lesiones a las personas que se encuentran cerca. Por esta razón, este tipo de vidrio se denomina comúnmente vidrio de seguridad. Sin embargo, el nombre puede ser engañoso porque a menudo un elemento hecho de vidrio templado no se descompone en fragmentos individuales y, a menudo, se unen, creando una masa que, en caso de una caída desde una altura significativa, puede causar lesiones graves a las personas que se encuentran debajo. (Kozłowski, Malewski, Akmadžić, & Vrdoljak, 2019).

El elemento de **vidrio termo-endurecido** Este se usa ampliamente en la construcción, que es un sistema compuesto que consta de al menos dos paneles de vidrio unidos entre sí por una película de polímero especial. Su característica de rompimiento es en forma de largos fragmentos. (Kozłowski, Malewski, Akmadžić, & Vrdoljak, 2019).

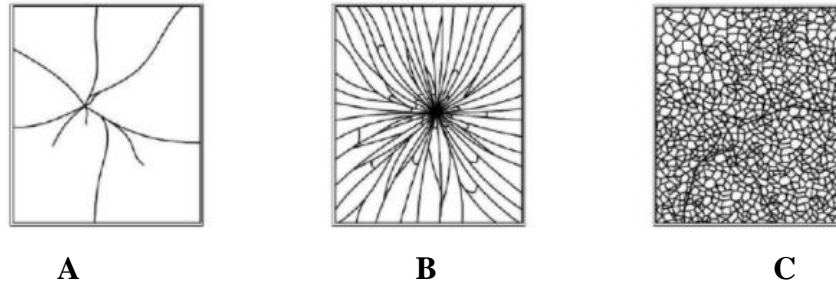


Figura 3: Comparación del patrón de fractura de diferentes tipos de vidrio: a) vidrio recocido, b) vidrio termo-endurecido, c) vidrio templado.

Fuente: (Kozłowski, Malewski, Akmadžić, & Vrdoljak, 2019).

2.6.5. Centro de acopio del vidrio.

Actualmente, el método de recolección requiere que la contaminación se controle con mucho cuidado. Lo novedoso de esto es que la compra de vidrio supone un gran ahorro de materias primas, es el único material 100% reciclable. Los centros de reciclajes que adquieren por medidas monetarias los tipos de vidrio como: Vidrio verde mezclado, vidrio blanco, vidrio de color, vidrio topacio de cerveza, vidrio de espejo, vidrio extra claro, vidrio laminar, vidrio doble cristal, vidrio de seguridad, vidrio de parabrisas, vidrios especiales, etc. (DeBrincat & Babic, 2018).

Por cada tonelada de vidrio recuperado que se utiliza en la fabricación de vidrio flotado, se ahorran 1,2 toneladas de materia prima. Esto reduce los requisitos para la minería y la explotación de canteras, así como el procesamiento y transporte asociados. Las reducciones de energía y CO₂ de estas actividades no se han incluido en el análisis del proyecto piloto, pero son significativas. (DeBrincat & Babic, 2018).

2.7. Historia del papel.

En cuanto al papel, es un producto básico que fue descubierto en China y que comenzó a fabricarse en el siglo II d.C. Asimismo, se hizo a partir de un manual de componentes textiles o de algodón de cañas de bambú o corteza de cáñamo, así como otras especies vegetales que dan las llamadas fibras (Lasso, 2019).

Estas fibras mencionadas se entrelazan naturalmente con la ayuda de agua para formar filamentos de lo que comúnmente se conoce como papel. Sin embargo, a lo largo de las

décadas se ha experimentado con mejores procedimientos que han traído pastas mecánicas y químicas, fabricadas a partir de constituyentes artificiales basados en el petróleo (Casey, 2017).

2.7.1 Composición del papel.

Cuando hablamos de su elaboración se conoce que su principal componente es la “celulosa” esta es la fibra utilizada como materia prima para crear papel, viene de diferentes orígenes, forestal o vegetal, pero que principalmente es usada de la madera (forestal) debido a su alto contenido de celulosa. (Amies, 2017).

El proceso de fabricación de papel se basa en fibras de celulosa húmedas que se unen de forma aleatoria cuando se secan con sujeción. El proceso del papel generalmente implica la separación inicial de estas fibras de celulosa para formar una pulpa húmeda única, para luego con algunas formas de tratamiento, como batir y refinar, mientras está en el estado de pulpa, mejorara la calidad del producto final, para así formar lo que conocemos como hoja. A menudo se lleva a cabo algún procesamiento adicional antes o durante el secado para adquirir el acabado deseado. (Amies, 2017).

La digestión es el proceso que elimina la lignina y otros componentes de la madera de las fibras de celulosa que se utilizarán para fabricar papel. La lignina es el "pegamento" que mantiene unida la madera; se descompone rápidamente y decolora el papel si se deja en la pulpa, la materia prima se descompone en sus fibras individuales mediante trituración. En este proceso la fibra se rompe en trozos más pequeños y se libera relativamente poca lignina, lo que da como resultado un papel "leñoso" de mala calidad. Por ello, la extracción industrial de las fibras se realiza mediante procesos químicos que utilizan sosa cáustica para disolver el material no deseado, dejando solo las fibras útiles para la fabricación de papel. El proceso utiliza equipos para hervir el material, a alta presión, para que pueda tener lugar un procesamiento rápido. (Amies, 2017).

2.7.2 Aplicación del papel en la industria.

Distintos motivantes han impulsado buena parte de los avances en la industria del papel, dichas innovaciones han dado como resultado que la atención se oriente a mejorar

el proceso de reciclado del mismo. Más aún, la industria ha empleado métodos para permitir prolongar la vida útil de la fibra virgen de celulosa industrializada a través de la madera, para de esta manera mantener el consumo de materia prima a niveles balanceados y estables, al mismo tiempo preservar el medio ambiente. (Bajpai, 2018).

2.7.3 Propiedades físicas, químicas y ópticas del papel

El conocimiento de las propiedades del papel y su reacción a la humedad relativa, la temperatura, la radiación y la contaminación mejora la comprensión de la razón fundamental detrás del diseño de la investigación. Estos factores ambientales inician mecanismos de degradación de hidrólisis, oxidación y reticulación (VAN DER REYDEN, 1922).

Las propiedades químicas de una hoja de papel se derivan principalmente de variables de los componentes de la pasta o de la pasta y de los procesos de formación o fabricación. Las variables de formación incluyen el peso base, el calendario y las variables de fabricación, como la velocidad, el drenaje, el secado y la unión de fibras (VAN DER REYDEN, 1922).

Por ejemplo, el material de pulpa con el que se fabrica un papel tiene propiedades específicas, que incluyen cristalinidad, unión de fibras, viscosidad y secado, que afectan la naturaleza de la hoja final. A nivel molecular, la celulosa, el componente principal y más estable de las fibras de papel tiene propiedades impuestas por su estructura que crea regiones amorfas y cristalinas en las fibrillas. Las regiones amorfas son aleatorias, flexibles y accesibles al agua, mientras que las regiones cristalinas están ordenadas, rígidas, inertes y relativamente impermeables al agua (VAN DER REYDEN, 1922).

Las propiedades físicas de las hojas de papel están determinadas por el peso base, el grosor, la densidad, las dos caras, la suavidad, la permeabilidad, el manejo, la rigidez, la rugosidad y la porosidad, que a su vez afectan las propiedades de la hoja de suavidad, dureza, compresibilidad, estabilidad dimensional, rizado, y fuerza. La atención tiende a centrarse en las medidas de resistencia. Son algunas propiedades mecánicas o de resistencia y ejemplos de los respectivos métodos de prueba (VAN DER REYDEN, 1922).

Tabla 4: Ejemplos de prueba de resistencia del papel.

Resistencia al pliegue	Obstaculizada por una amplia desviación estándar debido al área limitada, se puede medir con el medidor de resistencia plegable MIT.
Resistencia al desgarro	Incluida la resistencia al desgarro de los bordes o la resistencia al desgarro interno, se puede medir usando la prueba de desgarro de Elmendorf.
Resistencia al estadillo	Prueba más común en la industria del papel, pero no usada en la conservación del papel y se mide por la prueba Mullen.

Fuente: (VAN DER REYDEN, 1922).

Las propiedades ópticas del papel incluyen color, brillo, blancura, reflectancia, brillo, opacidad, transparencia o transmitancia de luz y fluorescencia. Las mediciones se realizan con reflectómetros, espectrofotómetros, colorímetros y goniómetros. Los resultados pueden informarse en varios modos, incluido el porcentaje de reflectancia y coeficientes de dispersión y absorción de Kubelka-Munk (VAN DER REYDEN, 1922).

2.7.4. Características del Papel.

La densidad o gravedad específica del papel se calcula a partir del peso base y el calibre y puede variar en amplios límites. Los papeles más comunes están en el rango de 0,5 a 0,7 gramos por centímetro cúbico (Małachowska, Dubowik, Lipkiewicz, Przybysz, & Przybysz, 2020).

La fuerza del papel es determinada por los siguientes factores en combinación: (1) la resistencia de las fibras individuales del material, (2) la longitud promedio de la fibra, (3) la capacidad de unión entre fibras de la fibra, que se ve reforzada por el batido y refinado acción, y (4) la estructura y formación de la hoja (Małachowska, Dubowik, Lipkiewicz, Przybysz, & Przybysz, 2020).

La resistencia a la rotura cuando se somete a diversas tensiones es una propiedad importante en prácticamente todos los tipos de papel. La mayoría de los papeles requieren una cierta resistencia mínima para resistir el tratamiento recibido por el producto en uso, el papel debe ser lo suficientemente resistente para permitir un manejo eficiente en la fabricación. La resistencia a la tracción es la mayor tensión longitudinal que puede soportar una hoja de papel sin romperse. La tensión se expresa como la fuerza por unidad de ancho de una muestra de prueba. (Małachowska, Dubowik, Lipkiewicz, Przybysz, & Przybysz, 2020).

Las propiedades ópticas más importantes del papel son brillo, color, opacidad y brillo. Es el grado en que los papeles y cartones blancos o casi blancos reflejan la luz del extremo azul del espectro. Esta reflectancia se mide con un instrumento que ilumina el papel con un ángulo de incidencia promedio de 45 ° y una longitud de onda de 457μ (micrones) (Małachowska, Dubowik, Lipkiewicz, Przybysz, & Przybysz, 2020).

La opacidad es una de las propiedades más deseadas de los papeles de impresión y escritura. El desempeño satisfactorio de dichos papeles requiere que haya poca o ninguna "transparencia" de imágenes de un lado a otro de la hoja (Hasanuzzaman, Rafferty, Sajjia, & Olabi, 2016).

Los términos brillo, deslumbramiento, acabado y suavidad se utilizan para describir las características de la superficie del papel. El término amplio acabado se refiere a las características generales de la superficie de la hoja. La suavidad se refiere a la ausencia de irregularidades en la superficie, ya sea en condiciones visuales o de uso. El brillo se refiere al brillo de la superficie y connota un aspecto generalmente agradable. El deslumbramiento se utiliza para un reflejo más intenso y un efecto más desagradable. (Hasanuzzaman, Rafferty, Sajjia, & Olabi, 2016).

2.7.5. Tipo de papel.

Los papeles Varían en apariencia, fuerza y muchas otras propiedades según el tipo y la cantidad de fibra utilizada y cómo se procesan las fibras en la fabricación de papel y cartón. Entre estos tipos tenemos:

Tabla 5: *Tipos de papel.*

TIPOS DE PAPEL	
Papel libre de ácidos	No contiene ácidos libres, lo que proporciona una mayor permanencia y durabilidad.
Papel de albúmina	De impresión fotográfica ampliamente utilizado desde aproximadamente 1850-1890.
Papel de amianto	Ignífugo delgado y flexible que contiene fibras de amianto afieltradas
Papel de billete de banco	De lino puro incrustado con hilos de seda.
Papel secante papel fino	Suave y muy absorbente fabricado sin ningún tipo de encolado.
Papel para planos	De reproducción fotográfica que, cuando se revela, aparece azul con líneas blancas.
Papel bond	Superficie resistente y lisa, papel de alta calidad preparado para escribir o imprimir.
Bristol	Un cartón blanco rígido y vidriado hecho pegando láminas pesadas juntas y luego comprime con prensas hidráulicas
Papel carbón para duplicar	Preparado con una fina capa cerosa de negro lámpara o carbón.
Papel de copia	Blanco uniforme, liso, de buena calidad y con buena reflectividad, hecho para uso en fotocopiadoras
Glassine un papel delgado	Semitransparente y brillante que es fuerte pero flexible
Papel de glaseado	Superficie brillante preparado agregando cera y luego calandrando
Vitela japonesa	Grueso de color marfil fabricado con el interior de la corteza de un árbol en Japón.
Papel kraft	Grueso y resistente hecho de pulpa de sulfato sin blanquear.
Papel de contabilidad	Plegable resistente hecho con trapos y encolado con pegamento.
Papel maché	Hecha de trozos de papel mezclados con pegamento, tiza o arcilla.
Papel de seguridad	Usado para cheques que contiene tintes, químicos o grabado para prevenir borrados.
Papel de lija	Papel grueso con fina capa de abrasivo adherida a un lado.
Papel de alquitrán	De construcción resistente al agua pesado que se fabrica empapando papel en una solución de alquitrán.
Papel de seda fino	Textura fina, papel semitransparente.

Papel de calco	Fabricación de láminas delgadas, transparentes o translúcidas para calco originales dibujos.
Papel impermeable	Hecho empapando papel en una solución de bórax-goma laca y luego cubriéndolo con cera
Vegetal pergamino	Papel translúcido hecho que simula la apariencia y textura de los animales pergamino.

Fuente:(Kirwan, 2011).

2.7.6. Centro de acopio del papel.

El consumo de papel recuperado ha estado en continuo crecimiento durante el pasado décadas. Según la Confederación de Industrias Papeleras Europeas (CEPI), el uso del papel recuperado estuvo casi a la par con el uso de fibra virgen en 2005. Este desarrollo ha impulsado por el progreso tecnológico y la buena competitividad de precios de los materiales reciclados fibra, sino también por la conciencia ambiental, tanto del productor como del consumidor (Cabalova, Kačík, Geffert, & Kačíková, 2011).

La principal materia prima para la producción de papel son las fibras de pulpa obtenidas mediante un complicado proceso químico a partir de materiales naturales, principalmente de la madera. El reciclaje de papel, simplificado, significa el desfibrado, triturado y secado repetidos, cuando se alteran las propiedades mecánicas del material secundario, las propiedades químicas de las fibras, el grado de polimerización de los componentes polisacáridicos de la pulpa, principalmente de celulosa, su estructura supramolecular, el estructura morfológica de las fibras, rango y nivel de enlaces entre fibras, por ejemplo, la causa de las alteraciones antes mencionadas es el envejecimiento de las fibras en el reciclaje y fabricación del papel, principalmente en el proceso de secado. El reciclaje provoca la hornificación de las paredes celulares que resulta en el declive de algunas propiedades de la pulpa. Se debe a las alteraciones irreversibles en la estructura celular durante el secado (Cabalova, Kačík, Geffert, & Kačíková, 2011).

El secado es un proceso que va acompañado de un cierre parcialmente irreversible de pequeños poros en la pared de la fibra, así como una mayor resistencia al hinchamiento durante la rehumectación. Durante el secado, los esfuerzos cortantes se formatean en la zona de unión interfibrilar. Las tensiones formateadas en las fibras y entre ellas afectan las

propiedades mecánicas en el papel de secado. El efecto adicional se debe al tensado de la pasta húmeda en la máquina de papel. Durante el secado y reciclado, las fibras se destruyen. Es importante comprender la pérdida de la fuerza de unión de las fibras químicas que se están secando (Cabalova, Kačík, Geffert, & Kačíková, 2011).

También se produce una reorientación y una mejor alineación de las microfibrillas. Todo esto provoca una estructura intensamente unida. En un lavado posterior con agua, la microestructura de la pared celular de la fibra permanece más resistente a las fuerzas de deslaminación porque algunos enlaces de hidrógeno no se vuelven a abrir. Toda la fibra es más rígida y quebradiza (Cabalova, Kačík, Geffert, & Kačíková, 2011).

2.8. Importancia del Reciclaje.

En el mundo moderno, enterrar toda nuestra basura no es una solución sostenible. Mientras que los humanos primitivos producían muy pocos desechos, y los que se producían se biodegradarían rápidamente, los humanos modernos producen cantidades mucho mayores de desechos, muchos de los cuales no son biodegradables. Además, muchos tipos de desechos pueden dañar el suelo, las aguas subterráneas y el hábitat circundante. (Mohammed, 2016).

También se sabe que la basura en descomposición produce gases nocivos que se mezclan con el aire y pueden causar problemas respiratorios en las personas. Al inspeccionar cuidadosamente la vegetación alrededor de los vertederos, puede determinar el daño que pueden causar la basura y los desechos si no se tratan al aire libre. (Mohammed, 2016).

Todos los sectores de nuestra sociedad contribuyen a la sólida problemas de desperdicio. De hecho, se estima que cada continente produce aproximadamente 900.000 toneladas de residuos sólidos al año. Su utilidad se basa en que:

- Mantiene los desechos fuera de las instalaciones de eliminación de desechos existentes, extendiendo sus vidas.

- Reduce la demanda de energía y la necesidad de materias primas materiales utilizados en la fabricación de nuevos productos.
- Reduce la contaminación del aire y el agua que puede producirse durante la fabricación de nuevos productos.
- Reduce los riesgos para nuestra salud y el medio ambiente.

(Mohammed, 2016).

2.9. Arquitecto inspirador.

Cesar Pelli.

Nacido el 12 de octubre de 1926 en San Miguel de Tucumán, Argentina; fallecido el 19 de julio de 2019 en New Haven, Connecticut), arquitecto estadounidense nacido en Argentina que fue ampliamente considerado como uno de los arquitectos más destacados del siglo XX. Obtuvo su licenciatura en arquitectura en la Universidad Nacional de Tucumán, se trasladó a los Estados Unidos para asistir a la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, donde obtuvo una maestría en 1954. Inició su carrera profesional en la firma de Eero Saarinen and Associates en Bloomfield Hills, Michigan y Hamden, Connecticut, donde, entre otros proyectos, trabajó en la terminal de Trans World Airlines en el Aeropuerto Internacional John F. Kennedy en la Ciudad de Nueva York (Augustyn, Zelazko, & Mahajan, 2020).

Cesar Pelli fue un gran director de diseño en Daniel, Mann, Johnson, & Mendenhall en Los Ángeles de 1964 a 1968 y en Gruen Associates, también en Los Ángeles, de 1968 a 1977. Después se desempeñó como decano de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Yale de 1977 a 1984 y estableció (1977) su propia compañía, Cesar Pelli and Associates (ahora Pelli Clarke Pelli) en New Haven, Connecticut. Durante este período, el estilo tenso de sus primeros trabajos evolucionó hacia edificios revestidos de piedra de mayor calidad escultórica (Augustyn, Zelazko, & Mahajan, 2020).

Entre sus obras más conocidas se encuentran las Pacific Design Center en Los Ángeles, la embajada de Estados Unidos en Tokio, la expansión y renovación de la Museo de Arte Moderno en la ciudad de Nueva York, el World Financial Center y Winter Garden

en la ciudad de Nueva York, la Torre Canary Wharf en Londres y la Torre Carnegie Hall en la ciudad de Nueva York. El Pacific Design Center, que destaca por su exterior de vidrio azul opaco y reflectante y su diseño geométrico, le dio a Pelli un reconocimiento temprano. La expansión de su galería y la torre residencial del Museo de Arte Moderno fueron aclamadas como una reelaboración innovadora de un importante hito cultural. Pelli también diseñó los dos pasos cónicos circulares Torres Petronas en Kuala Lumpur, Malasia. En 2004 Pelli recibió el Premio Aga Khan de Arquitectura por su diseño (Augustyn, Zelazko, & Mahajan, 2020).



Figura 4: Cesar Pelli.

Fuente: (Augustyn, Zelazko, & Mahajan, 2020).



Figura 5: Torres Gemelas Petronas, Kuala Lumpur, Malasia, diseñadas por Cesar Pelli & Associates.
Fuente: (Augustyn, Zelazko, & Mahajan, 2020).

2.10. Marco Conceptual.

2.10.1. Cubierta.

La existencia de la cubierta se remonta hace cientos de miles de años, desde que el hombre ideó las bases de lo que ahora es una vivienda. Su función primordial es proteger de los agentes externos el interior de la edificación, hoy en día cumple con un sinnúmero de funciones adicionales tal como embellecer la estética de la edificación, reducir el sonido exterior, aliviar el peso muerto sobre la construcción, ayudar a la estabilidad de la estructura, acondicionar el clima interior de la edificación, etc. En la arquitectura el diseño de cubierta es parte fundamental de la construcción, por eso al elaborarla se deben tener en cuenta varios aspectos desde las necesidades del cliente hasta las condiciones ambientales sociales y culturales, por ello la cubierta es y siempre será uno de los pilares fundamentales en la construcción.

2.10.2. Papel.

Hoy en día el papel es de los materiales más importantes para la humanidad, desde su creación y expansión al mundo se ha utilizado mayormente con fines académicos y del deseo

del hombre a la trascendencia, el papiro fue utilizado justamente con estos fines y es gracias a este, que se conoce información tan antigua como detalles de personajes históricos, catástrofes, guerras, relatos, planos, dibujos, pinturas, etc. Que sin la existencia del papel nunca se hubieran podido ni imaginar. Adicional a esto el papel se emplea para embalaje de materiales, tapices y planos con los cuales se rigen y especifican normativas y diseños en la construcción.

2.10.3. Vidrio.

Creado a partir de la fundición de algunos minerales el vidrio es un material que al ser descubierto se le atribuyeron poderes místicos, su transparencia y colores al encontrarlo en estado natural hacia creer a nuestros antepasados que era una obra divina. Hoy en día se sabe muy bien el proceso de creación del vidrio y no por eso sigue siendo bastante sorprendente lo que se ha echo y se puede hacer con él, en el área de la arquitectura especialmente en el diseño de fachadas y diseño interior el vidrio crea un gran impacto visual ya que además de ser utilizado en ventanas en la construcción, se utiliza en artículos ornamentales luminarias y tecnología que dan vida a las edificaciones. Además de su función estética este brinda soluciones terminas y por último a la iluminación interior.

2.10.4. Plástico.

El plástico ha sido uno de los mayores avances de la humanidad en los últimos siglos, creado a partir de material pétreo su alta durabilidad, maleabilidad, resistencia y precio lo hacen uno de los materiales favoritos a elegir en la industria. El uso cotidiano del plástico hace casi imposible imaginar como seria nuestro mundo sin su invención, así mismo se puede ver prácticamente cualquier equipo o material utilizado en la construcción que utiliza o se necesitó la utilización del plástico para su fabricación, desde las cintas reflectivas pasando por las tuberías de agua servida y potable hasta simplemente las plumas que se utilizan en obras se puede decir que el plástico está en todas partes.

2.10.5. Cemento.

Elaborado a partir de la combinación de minerales que al mezclarse con agua producen una reacción química en la cual con el paso del tiempo los valores de resistencia física del material para el cual se está utilizando aumentan rápidamente, el cemento es el material

comúnmente más asociado a la construcción. Antiguamente se utilizaba mortero que era la forma primitiva del cemento, pero su finalidad era la misma a la de hoy en día, incrementar la resistencia, unión de diferentes materiales y encargarse de la fuerza que trabaja a compresión en las edificaciones. Es por eso que en cualquier parte del mundo si se quiere construir una gran edificación el cemento es la respuesta.

2.10.6. Fibrocemento.

El fibrocemento es un material que destaca por su alta resistencia y durabilidad, el compuesto que le da estas características es el asbesto, el asbesto ha sido utilizado en el fibrocemento por años. Hoy en día se sabe que el asbesto es increíblemente dañino para la salud, la asbestosis es una enfermedad que ataca las vías respiratorias derivándose en el peor de los casos en cáncer. El fibrocemento tiene una vida útil de al redor 20 a 25 años, después de este periodo el fibrocemento pierde sus propiedades y el asbesto se desprende del elemento, por su parte el asbesto tiene una vida útil de alrededor de 30 años es decir que el riesgo es latente al culminar la vida útil de una cubierta de fibrocemento, más aún cuando en construcción es de las cubiertas más escogidas para su uso.

2.11. Marco Legal.

2.11.1. 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 (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2015).

2.11.2. 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).

2.11.3. Normas INEN

NTE INEN 2221-3: Paneles de acero. Requisitos y métodos de ensayo “esta norma establece los requisitos mecánicos, químicos y dimensionales para los paneles de acero” (NEC, 2016).

NTE INEN 758-1: Prevención de incendios. Techos, determinación de la resistencia a la exposición externa al fuego. Método de ensayo “esta norma establece el método de ensayo para determinar la resistencia de techos al fuego, cuando la exposición es externa” (NEC, 2013).

NTE INEN 1320-2: Láminas onduladas de crisotilo-cemento. Requisitos e inspección “esta norma establece los requisitos que deben satisfacer las láminas onduladas de crisotilo-cemento empleadas principalmente en la construcción de techados, divisiones interiores, exteriores, y cerramientos de diferentes tipos de edificaciones” (NEC, 2016)

INEN 1314: Productos de asbestocemento. Terminología. “esta norma establece la terminología de las materias primas y materiales utilizados en la fabricación de los productos de asbesto cemento de dichos productos y de sus propiedades y ensayos.” (NEC, 1985)

INEN 1315: Láminas onduladas de asbestocemento. Determinación de la resistencia de flexión. “esta norma establece el método para determinar la resistencia a la rotura por flexión en las láminas onduladas de asbesto cemento” (NEC, 1985)

INEN 1316: Láminas de asbestocemento. Determinación de la absorción de agua. “esta norma establece el método para determinar la absorción de agua en las láminas de asbesto cemento” (NEC, 1985).

INEN 1317: Láminas onduladas de asbesto cemento. Ensayo de impermeabilidad “esta norma establece el método para comprobar la impermeabilidad de las láminas onduladas de asbesto cemento” (NEC, 1985).

INEN 1318: Láminas onduladas de asbestocemento. Determinación de características geométricas. “esta norma establece los métodos de determinación de las características

geométricas de las láminas onduladas de asbesto cemento empleadas principalmente en la construcción de edificios” (NEC, 1985).

INEN 1319: Láminas de asbesto cemento. Determinación de la densidad. “esta norma establece el procedimiento para determinar la densidad de las láminas de asbesto cemento” (NEC, 1985).

CPE INEN 13: Código de practica para colocación de láminas de asbesto cementó en cubiertas de edificios. “este código establece los requisitos y el método de colocar y sujetar láminas de asbesto-cemento en la instalación y mantenimiento de cubiertas de edificios para propender a la seguridad y eficiencia de dichas cubiertas.” (NEC, 2006).

CAPÍTULO III

Metodología de la investigación

3.1. Metodología.

En esta investigación se utilizará el método cualitativo por medio de entrevistas a profesionales involucrados en el diseño construcción y remodelación de viviendas, es decir, que estén directamente involucrados en la colocación, renovación y selección de cubiertas. Para así obtener resultados profesionales y reales que nos ayuden a encontrar el resultado buscado.

3.2. Tipo de investigación.

Exploratoria: Esta investigación consideró diseñar planchas para cubiertas a base de plástico PET, vidrio y papel reciclado para conseguir que la mezcla de estos materiales resulte ser aceptable para la construcción y además de ser un buen aislante térmico y resistente se espera llegar a un resultado óptimo fabricando prototipos que cumplan con lo teóricamente estipulado e investigado con relativa facilidad y poco tiempo de elaboración y bajo costo para así facilitar su creación de forma casera y al mismo tiempo incrementar su viabilidad para así adoptar este nuevo material y reemplazar el convencional para su fabricación masiva.

Descriptiva: Se exploró todas las posibles combinaciones en lo que se refiere a proporciones para la creación del material de acuerdo a documentos referentes a la reutilización de desechos para la construcción en textos, revistas científicas y tesis, los materiales que se eligieron son los que de acuerdo a estos documentos son los más desechados y menos aprovechados, el plástico PET, papel y vidrio. A su vez se decidió adoptar el método tradicional de instalación de la cubierta para su mejor aceptación y cause el menor impacto posible en su utilización en el mercado actual. En esta investigación se estima estudiar y analizar el grado de aprobación de emplear las planchas para cubierta a base de plástico vidrio y papel reciclado y para conocerlo, se utilizará la técnica de la entrevista.

Documental: Se analizará y se comparará paso a paso la elaboración, prueba y errores con proyectos similares para así poder tomar esas directrices y llegar un producto ideal,

esperando poder usar toda la información que sea posible y mejorar procedimientos ya investigados.

3.3. Enfoque.

Se ha definido como una investigación cualitativa basándonos en el producto que se espera alcanzar, requerirá de cuanta aprobación tenga el producto considerado en los datos cuantificables que obtendremos.

3.4. Técnica e instrumentos.

Observación: Se realizaron visitas de campo donde se pudo analizar el comportamiento del material, resistencia, aspecto y método de instalación de las cubiertas usadas comúnmente en los diferentes sectores sociales de la ciudad, especialmente en sectores específicos la problemática se agrava debido a la utilización de cubiertas que apenas alcanzan a satisfacer las necesidades básicas de sus propietarios.

Entrevista: Por medio de la entrevista se toman los datos como referencia para deducir interés y recopilar datos de la zona para así el diseño sea más enfocado a sus necesidades. Se utilizará la escala de Likert. Estará compuesta de una serie de ítems a modo de afirmación, y se presentan a los sujetos buscando su criterio. Los ítems son la información que el entrevistador desea recaudar. Cada ítem al final tendrá una valoración total de modo numérico. La ponderación final se recolecta y se ordena en la escala para poder interpretar los resultados requeridos. (Bedoya Laguna, 2017).

3.5. Población.

La población seleccionada para la investigación fueron los profesionales de la construcción quienes tienen experiencia en la elección e instalación del material para cubiertas en viviendas de interés social. Estos profesionales son los arquitectos e ingenieros de las constructoras Ing. Jorge Luis Malo Romero, Ing. Freddy Páez Eguez y LAMSCO.

3.6. Muestra.

Se tomaron de la constructora Ing. Jorge Luis Malo Romero siete ingenieros y tres arquitectos, de la constructora Ing. Freddy Páez Eguez un ingeniero y un arquitecto y finalmente de LAMSCO siete ingenieros y un arquitecto, como resultado un total de quince ingenieros y cinco arquitectos fueron tomados como muestra para la entrevista para recolección de datos.

3.7. Análisis de resultados.

Pregunta 1.- ¿Es óptimo el proceso de recolección de vidrio papel y plástico PET para el reciclaje en la ciudad?

Tabla 6: *Entrevista 1 realizada a los arquitectos e ingenieros.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	0	0%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	5	25%
Totalmente en desacuerdo	15	75%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

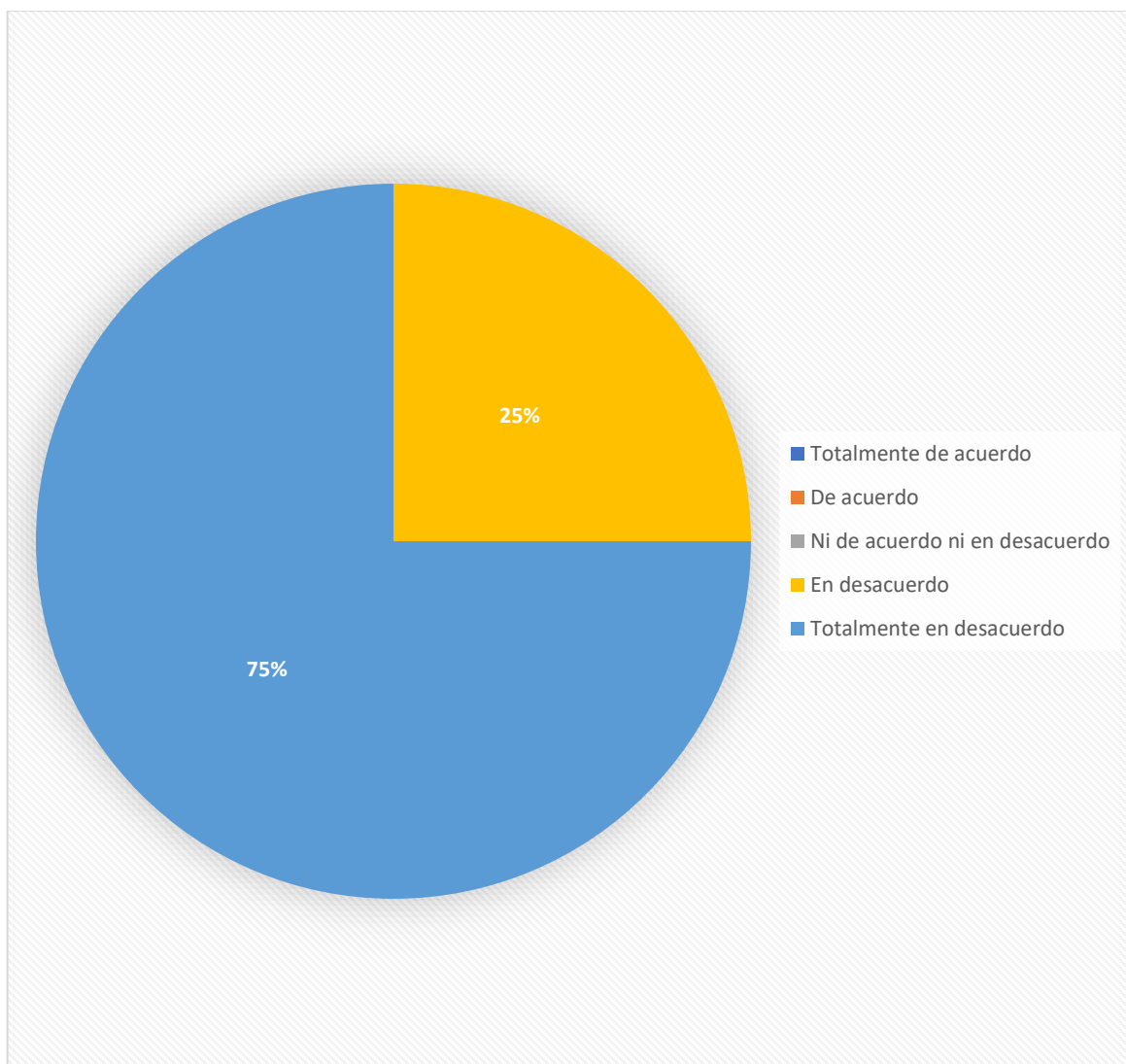


Figura 6: Gráfica 1 de entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - El resultado de esta pregunta arroja que un 0% de los entrevistados está Totalmente de acuerdo, el 0% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 25% está en Desacuerdo y un 75% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 2.- ¿Considera usted que es beneficioso la reutilización del vidrio papel y plástico PET en la ciudad?

Tabla 7: Entrevista 2 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	20	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

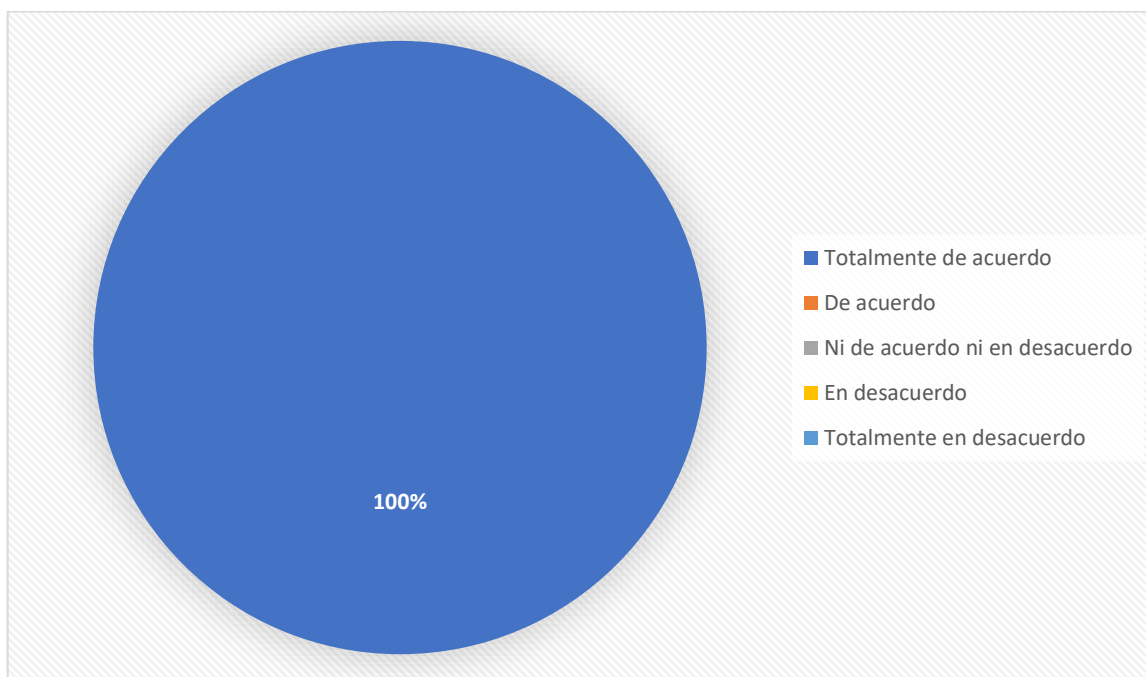


Figura 7: Gráfica 2 de entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 100% de los entrevistados está Totalmente de acuerdo que es beneficioso la reutilización del vidrio papel y plástico PET, el 0% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 3.- ¿La utilización de los elementos reciclados en vez de los materiales convencionales utilizados en cubiertas es beneficioso para la construcción?

Tabla 8: Entrevista 3 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	18	90%
De acuerdo	2	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

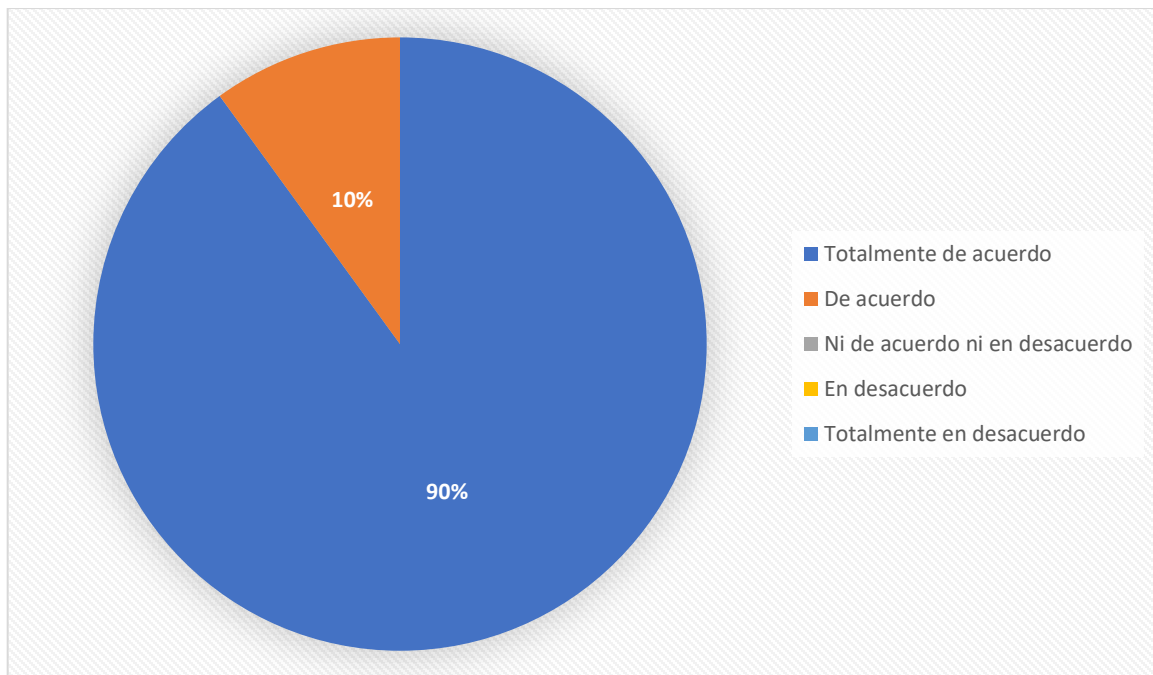


Figura 8: Gráfica 3 de entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 90% de los entrevistados está Totalmente de acuerdo en los elementos reciclados son beneficioso para el medio ambiente, el 10% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 4.- ¿Los elementos constructivos a base de materiales reciclables pueden tener la misma facilidad de adquisición que los convencionales?

Tabla 9: Entrevista 4 realizada a los arquitectos e ingenieros

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	12	60%
De acuerdo	5	25%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	5%
En desacuerdo	2	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

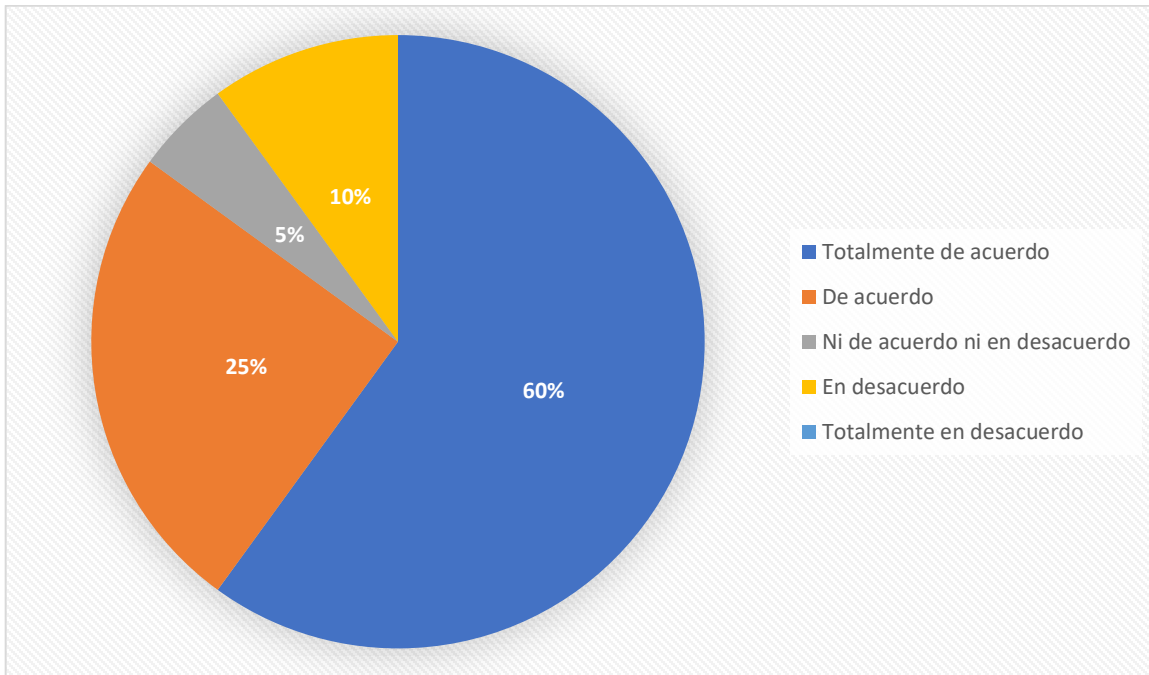


Figura 9: Gráfica 4 de entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 60% de los entrevistados está Totalmente de acuerdo que el uso de elementos constructivos a base de materiales reciclables sea factible, el 25% está De acuerdo, el 5% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 10% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 5.- ¿Elegiría usted una plancha para cubierta, compuesta de materiales reciclados en la construcción?

Tabla 10: Entrevista 5 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	11	55%
De acuerdo	3	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	20%
En desacuerdo	2	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

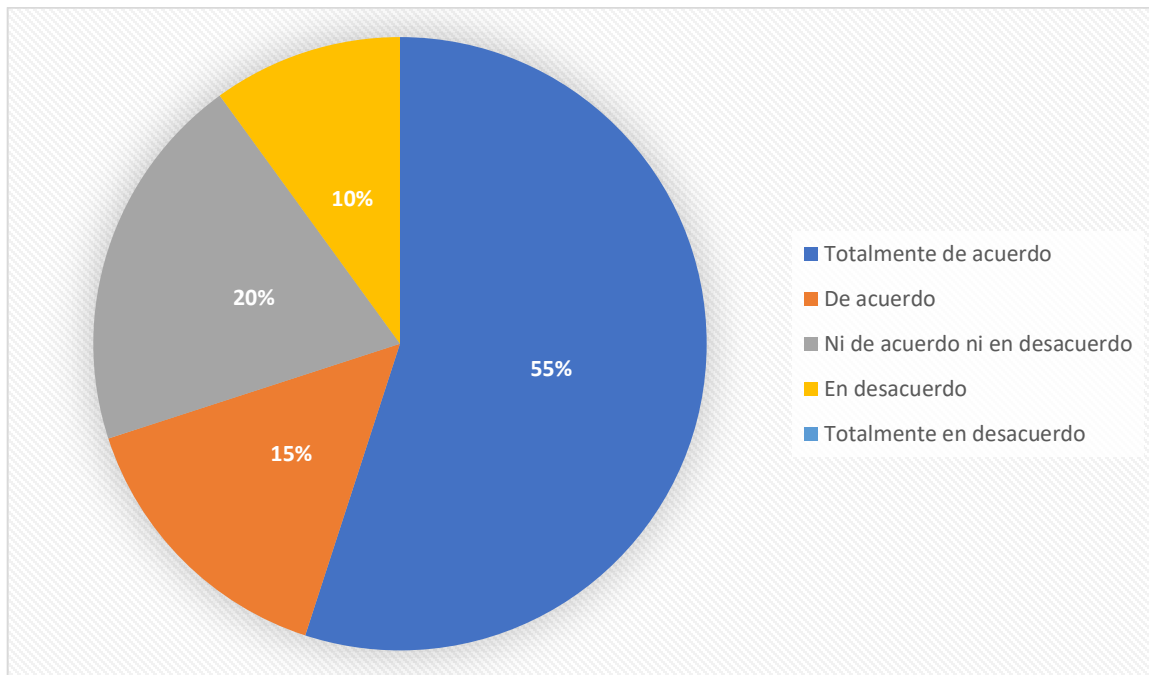


Figura 10: Gráfica 5 de Entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un 55% de los entrevistados está Totalmente de acuerdo de Elegir una plancha compuesta de materiales reciclados, el 15% está De acuerdo, el 20% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 10% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 6.- ¿Considera usted que sea factible la implementación de este nuevo material en una cubierta de una vivienda?

Tabla 11: Entrevista 6 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	15	75%
De acuerdo	3	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	2	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

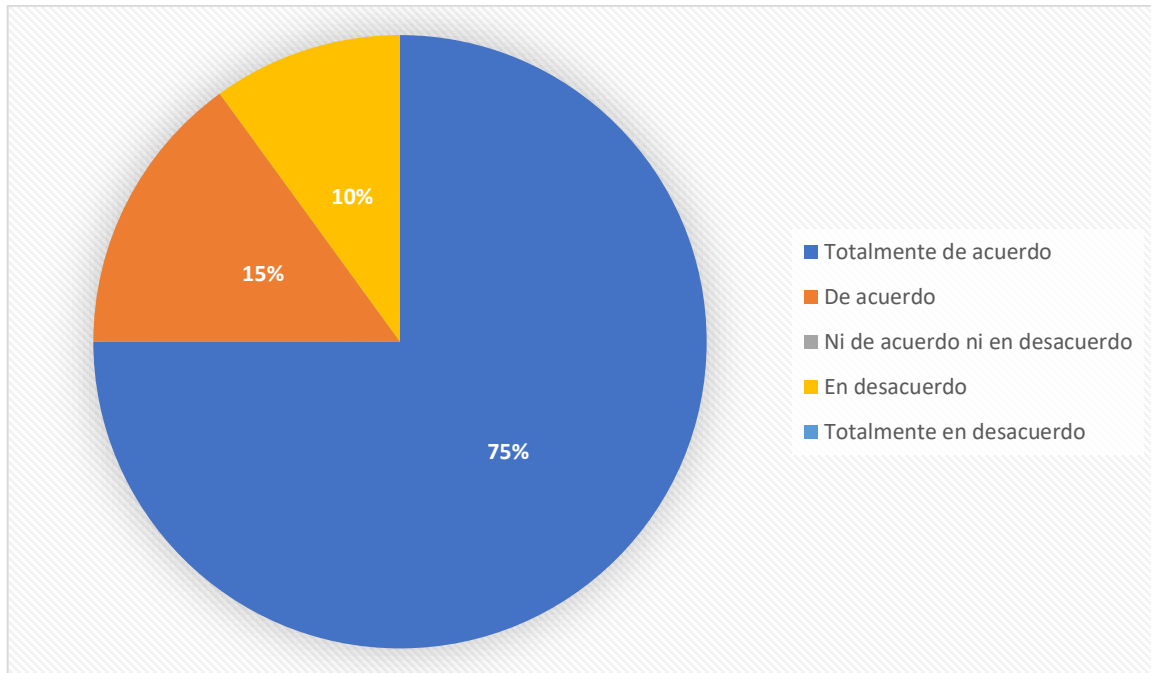


Figura 11: Gráfica 6 de Entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 75% de los entrevistados está Totalmente de acuerdo en que la implementación de este nuevo material es factible, el 15% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 10% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 7.- ¿Considera usted que la plancha para cubiertas de material reciclado, tendría acogida en el mercado?

Tabla 12: Entrevista 7 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	0	0%
De acuerdo	9	45%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	25%
En desacuerdo	5	25%
Totalmente en desacuerdo	1	5%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

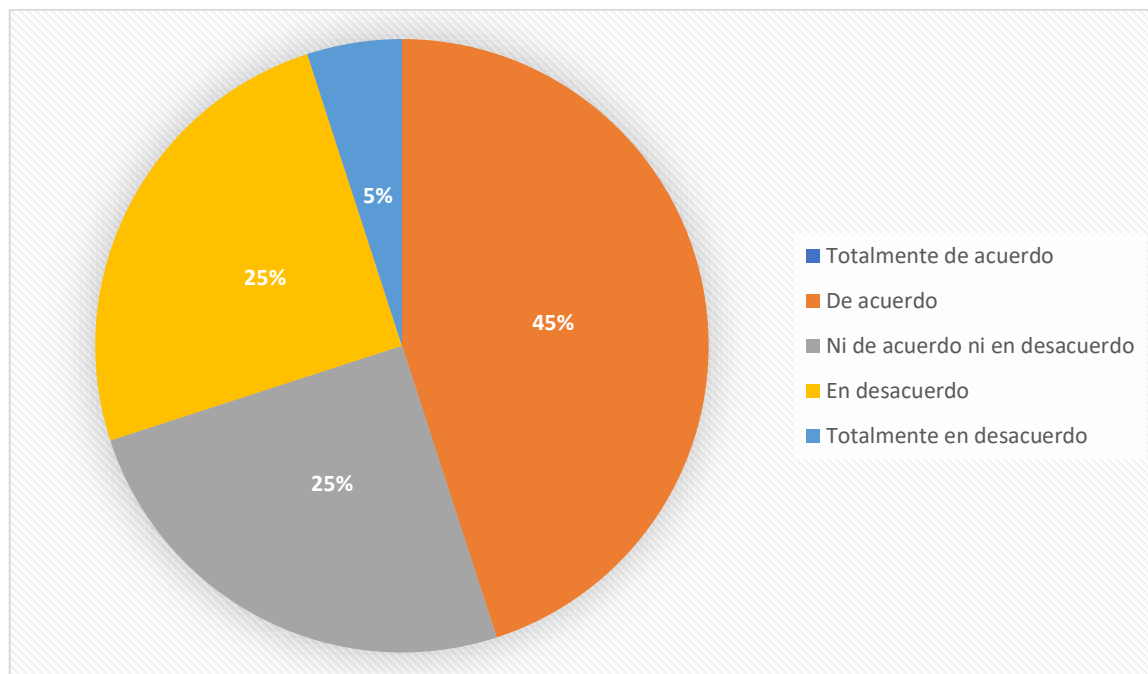


Figura 12: Gráfica 7 de Entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un 0% de los encuestados está Totalmente de acuerdo, el 45% está De acuerdo, el 25% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 25% está En desacuerdo y un 5% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 8.- ¿Compraría usted una plancha a base de materiales reciclados para su vivienda, que cumple con las normas INEN?

Tabla 13: Entrevista 8 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	0	0%
De acuerdo	5	25%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10	50%
En desacuerdo	5	25%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

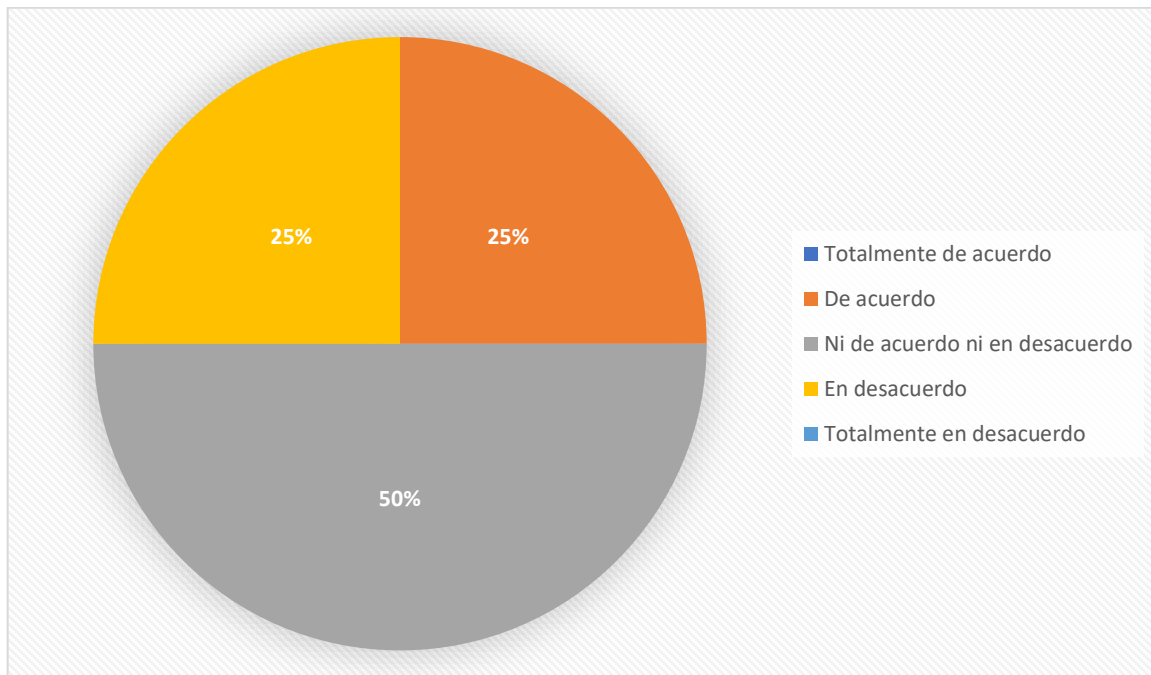


Figura 131: Gráfica 8 de Entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 0% de los encuestados está Totalmente de acuerdo, el 25% está De acuerdo, el 50% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 25% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 9.- Considera usted ¿Una plancha a base de materiales reciclados tenga la misma resistencia que una tradicional?

Tabla 14: Entrevista 9 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	5	25%
De acuerdo	5	25%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10	50%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

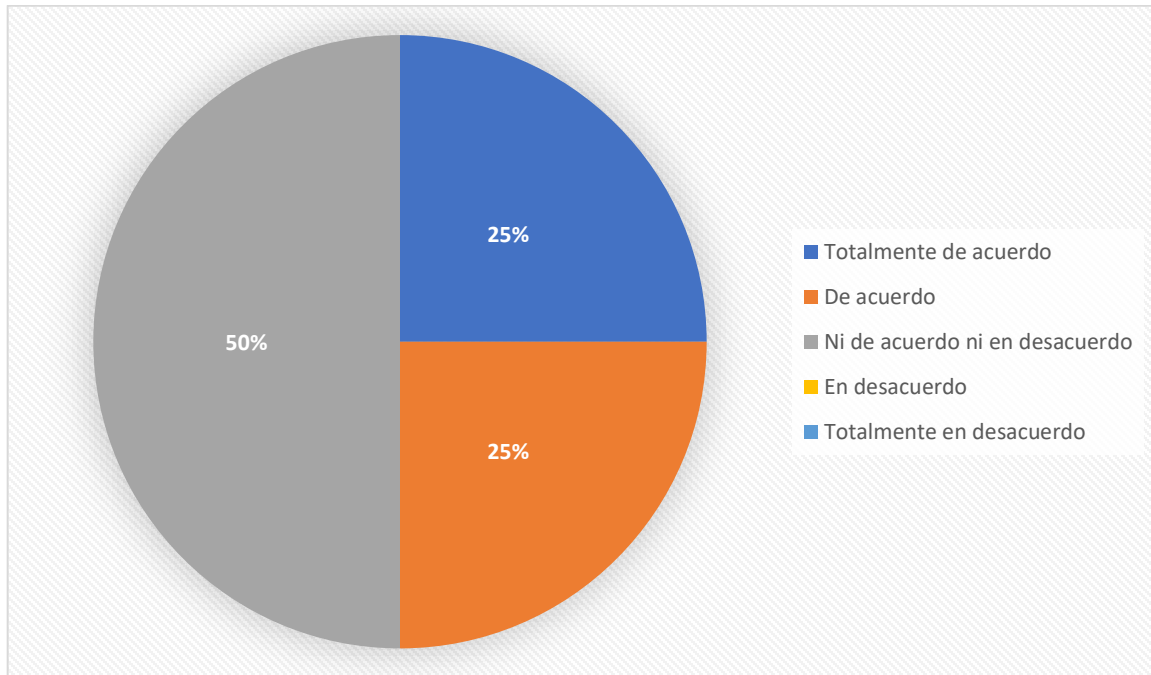


Figura 14: Gráfica 9 de Entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un 25% de los encuestados está Totalmente de acuerdo, el 25% está De acuerdo, el 50% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

Pregunta 10.- ¿Elegiría usted una plancha a base de materiales reciclados sobre una tradicional por su menor costo?

Tabla 15: Entrevista 10 realizada a los arquitectos e ingenieros.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	0	0%
De acuerdo	5	25%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10	50%
En desacuerdo	5	25%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

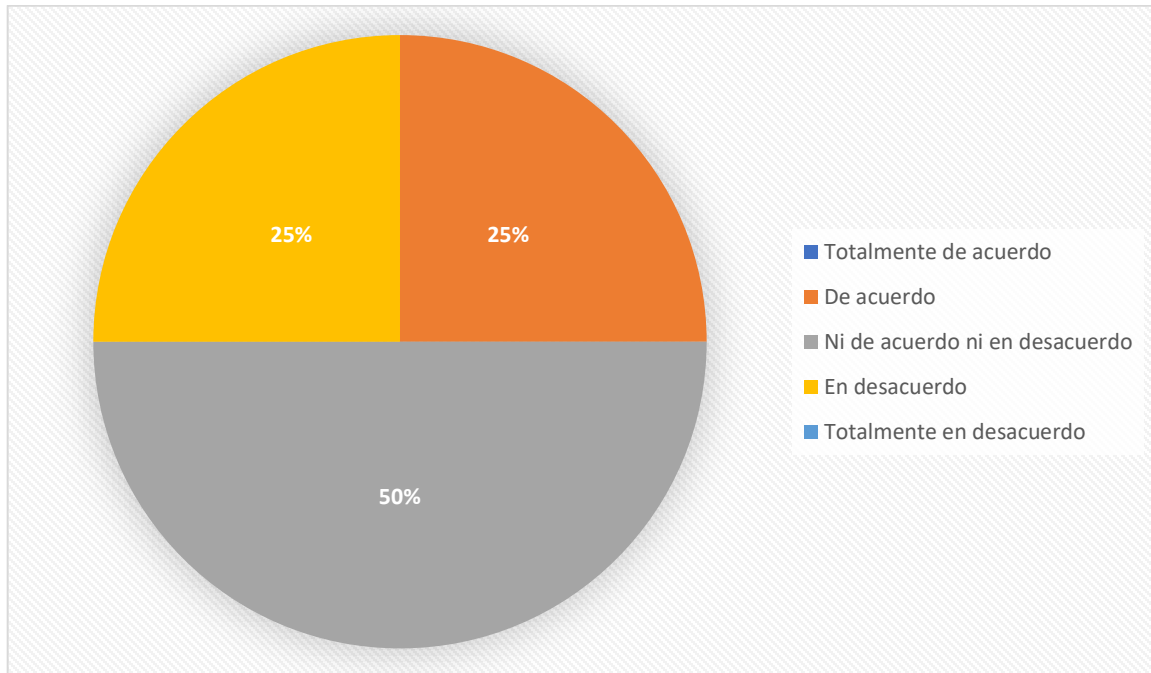


Figura 15: Gráfica 10 de Entrevista.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Análisis. - Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un 0% de los encuestados está Totalmente de acuerdo, el 25% está De acuerdo, el 50% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 25% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

CAPÍTULO IV

Propuesta

4.1. Título.

Prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, vidrio y papel reciclado.

4.2. Descripción de la propuesta.

El objetivo de esta investigación es la elaboración de un prototipo de plancha para cubierta a base de plástico PET, vidrio y papel reciclado para reemplazar a la cubierta convencional incrementado así la reutilización de desechos, aminorando el precio y los problemas de salud que causa.

4.3. Requerimientos del proyecto.

Tabla 16: *Requerimientos del proyecto.*

MATERIA PRIMA	HERRAMIENTAS	MAQUINARIAS	OBTENCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA MEZCLA	OBSERVACIONES
Vidrio	Martillo Tina plástica	zaranda	Triturado con el martillo hasta obtener granulometría casi similar a las hojuelas del plástico PET	Pasada por la zaranda para evitar impurezas
PET	Tina plástica	Triturada de fábrica, pesaje en balanza	Hojuelas de plástico PET de la empresa recicladora.	Vienen limpias, lavadas y esterilizadas por kilos.
Papel	Tina plástica Agua	Mezcla manual	Retazos triturados Mezclada en tina de forma manual	dejar remojando un día antes de la mezcla

Cemento	Tina plástica Bailejo	Mezcla manual	Mezcla manual hasta conseguir la consistencia ideal	Mezclar con los demás materiales
Molde1	Cartón y plástico	Molde	Molde plano para observación del comportamiento de diferentes dosificaciones.	1 moldes Medidas 50x50x0,1
Molde2	Cubierta de Eternit	Plástico de base	Se delimitaron las medidas de la cubierta	Medidas 50x50x0,1 y 0.75x0.40

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

4.3.1 Materiales y equipo.

La materia prima que se usará en este proyecto investigativo es el cemento, agua, papel, plástico PET y el vidrio reciclado. El equipo necesario para la elaboración de los prototipos de cubierta es: lamina de plástico, cubierta Eternit reciclada, recipientes plásticos, guantes de cuero, gafas protectoras, martillo, bailejo, báscula, licuadora y el molde que está conformado de plástico, cartón y cinta adhesiva, finalmente para la mano de obra fueron necesarias dos personas.



Figura 16: Papel.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 17: Plástico PET.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

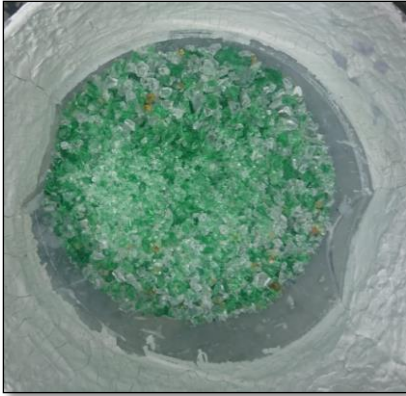


Figura 18: Vidrio.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 19: Cemento.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 20: Plástico y cubierta Eternit.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 21: Recipientes plásticos.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 22: Equipo de protección.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 23: Martillo.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 24: Bailejo.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 25: Báscula.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 26: Licuadora.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 27: Molde.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

4.4. Diagrama de flujo.

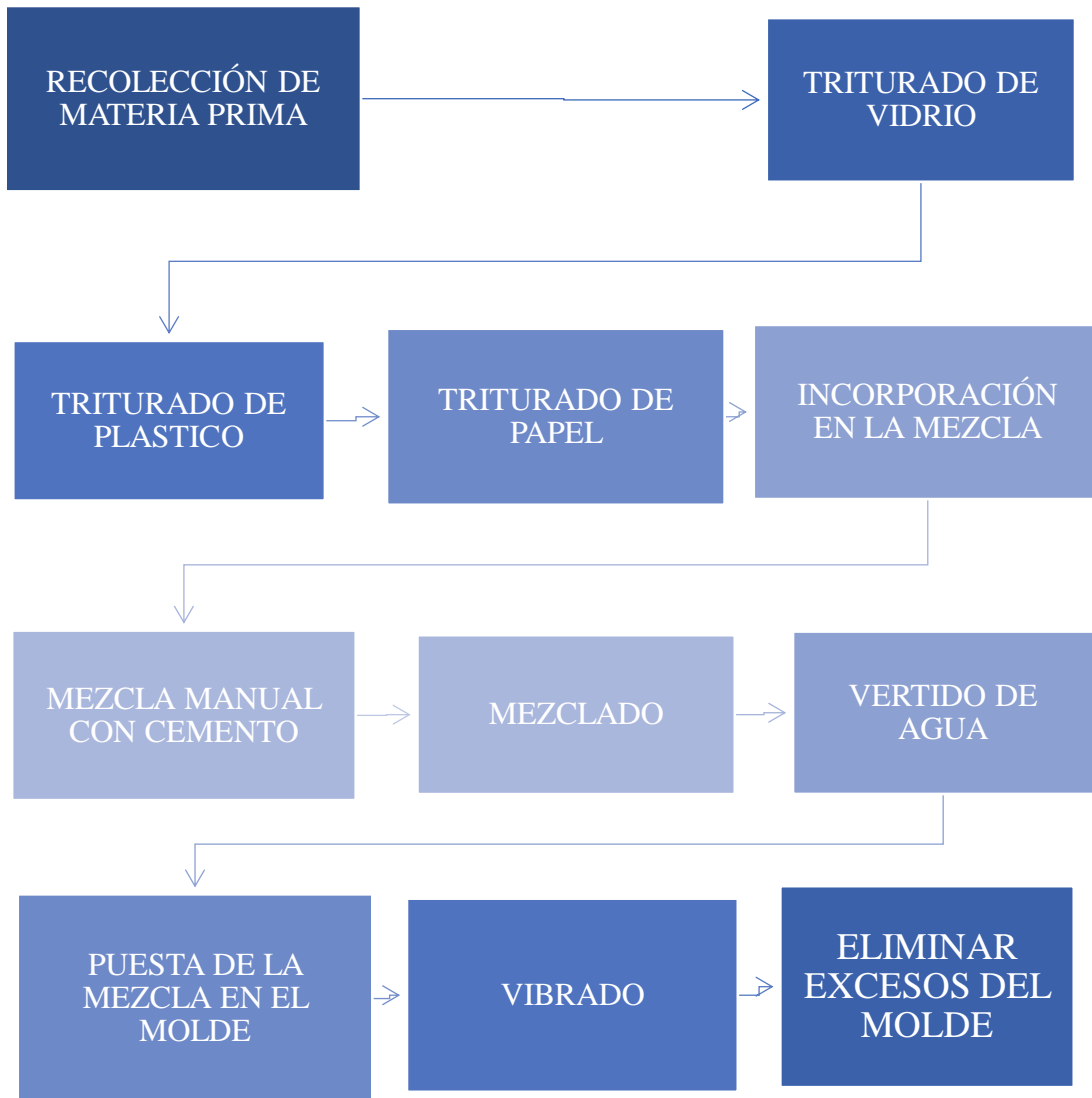


Figura 28: Diagrama de flujo.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

4.5. Desarrollo de la metodología y su procedimiento.

Esta investigación se realiza por medio de varios procesos y pruebas con el objetivo de presentar un producto de cubierta a base de papel, plástico PET y vidrio. En principio, se inicia con el levantamiento de información primaria y secundaria sobre los tipos de cubierta, sus implicaciones y beneficios; adicional a esto, se recopilan los materiales (materia prima)

necesarios para el diseño y prototipado de cubierta. También, se diseña el diagrama de flujo de la producción de la cubierta para ambos prototipos (1 y 2) en el que se realiza la experimentación con la dosificación de los materiales; se seleccionan las proporciones (dosificaciones) idóneas para cada prototipo. Finalmente, se llevan a cabo los ensayos físicos (permeabilidad y compresión simple) para cada uno de los prototipos y análisis de precio unitario.

4.6. Obtención de la materia prima.



Figura 29: Recolección de papel y vidrio para reciclar.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Primero se analizó los posibles métodos de obtención del material para después llegar a la conclusión de que se reciclaría a partir de los desechos de nuestra vivienda, al terminar la recolecta es notable observar la gran cantidad de material obtenido a partir de los desechos de solo una semana (ver figura 23), el vidrio en su gran mayoría esta compuesto por botellas y el papel está compuesto en su mayoría por hojas de impresión, los dos fueron separados correctamente para poder seguir con el proceso de limpieza y triturado.



Figura 30: Recolección de plástico.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

La recolección del plástico fue más sencilla que la del vidrio y el papel debido a que este se desecha en mayores cantidades, se separó y aplasto para su mejor manejo y conservación. Al conocer que la gran mayoría de las tapas de los envases plásticos están compuestas de PET se mantuvieron con sus respectivos envases, además estas ayudaron a que se mantengan aplastadas y debido a que estaban selladas el aire no ingreso a las botellas manteniéndolas en ese estado mientras se terminaban de recolectar todos los materiales.



Figura 31: Proceso de separación de plástico para utilización únicamente del plástico tipo PET.
Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Al terminar de recolectar todos los materiales y herramientas necesarias, se comenzó a verificar y clasificar en plástico en dos: plástico PET y otros. Para identificarlo se inspeccionó cada botella, generalmente en la base del envase se puede visualizar la simbología y letras donde especifica que es PET. Se sacaron todas las tapas y se las clasificó como PET, el material restante fue colocado nuevamente en fundas para su posterior desecho. El proceso de clasificación duró menos de una hora.



Figura 32: Materiales después de ser clasificados.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Tanto el papel vidrio y plástico PET fueron colocados en fundas plásticas de manera separada después de su clasificación para así poder seguir con el proceso de lavado, triturado y licuado de cada material. El volumen del plástico es mucho mayor al de los demás desechos (ver figura 26) debido a esto antes de realizar el tratado de los materiales para su posterior uso en la fabricación del prototipo de la cubierta se realizó una segunda recolección de vidrio y papel por una semana adicional, se pudo apreciar que el desperdicio del plástico semanal por familia es de un volumen significativo. Lo que quiere decir que su reutilización sería bastante más sencilla por su facilidad de recolección.

4.6.1. Triturado del vidrio.



Figura 33: Triturado del vidrio.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

El vidrio después de su recolección se limpió con agua y detergente, eliminando así cualquier agente ajeno al vidrio. Este fue colocado en un saco y utilizando las debidas precauciones se procedió a martillar de manera continua hasta que los pedazos de vidrio queden disminuidos a pequeñas piezas con forma similar entre sí (ver figura 27). El saco se abrió dos veces para poder corroborar de que el tamaño de ninguna pieza sea significativamente diferente a las demás. Finalmente, se lo coloco en envases plásticos para su conservación.

4.6.2. Triturado del plástico.



Figura 34: Triturado del plástico.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

El proceso de triturado de plástico fue bastante largo. Debido a que se necesitaban partículas de tamaño similar a las del vidrio se experimentó usar un molino, pero este no dio buenos resultados ya que la mayoría del plástico resultaba quemado debido a la fricción que el molino ejercía sobre el plástico PET. Utilizar una licuadora resultó factible pero solo para las tapas y debido a que su recolección era mucho más lenta se optó finalmente por visitar una planta recicladora donde se compró las hojuelas de PET ya tratadas y listas para utilizarse en la mezcla de los materiales para la elaboración de la cubierta.

4.6.3. Preparación del papel



Figura 35: Preparación del papel.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

El primer paso a seguir para la obtención de la mayor cantidad de celulosa a partir del papel es cortar o trozar el papel, la cantidad de celulosa varía dependiendo el tipo de papel, debido a esto se escogió un solo tipo que fueron las horas de impresión usadas. trozar el papel fue el método más rápido debido a la gran cantidad de papel que se utilizó. El proceso fue bastante simple, pero a su vez desgastante físicamente debido a que el papel se rompió a mano sin ningún tipo de herramienta que facilite el proceso. Al igual que el plástico y vidrio este se depositó en envases plásticos para facilitar el siguiente paso.



Figura 36: Preparación del papel.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

El papel reciclado paso por un proceso de selección donde principalmente se eliminaba el material que contenía impurezas, luego se dejó remojando un día entero dentro de un recipiente plástico lleno de agua, se optó por este método, debido a que recortar el papel es un proceso mucho más lento, el papel remojado se lo licuo hasta tener una consistencia espesa y homogénea, es importante recalcar que este proceso preferentemente se realiza poco antes de la elaboración de la cubierta ya que al contener agua es complicado mantenerlo en buen estado por tiempo prolongado.

4.6.4. Procedimientos.

Para la obtención de una mezcla ideal se realizaron procesos de prueba y error dando como resultados los siguientes procesos:

- **Prototipo 1.**

Materiales.

Tabla 17: *Tabla de dosificaciones.*

TABLA DE DOSIFICACIONES					
Material	Vidrio	Plástico PET	Papel	Cemento	Agua
Proporciones	1	1	2	4	1
Porcentaje	11.11%	11.11%	22.22%	44.44%	11.11%
Peso	1kg	1kg	2kg	4kg	1kg

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Procedimiento

- Se mezclan los materiales en un recipiente hasta tener una consistencia óptima.
- Se prepara el molde.
- Se realiza el vaciado de la mezcla.
-

Secado.

- 1 día para desmoldar.
- 14 días para alcanzar resistencia adecuada.

Resultado.



Figura 37: Prototipo 1.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

- **Prototipo 2.**

Materiales.

Tabla 18: *Tabla de dosificaciones.*

TABLA DE DOSIFICACIONES					
Material	Vidrio	Plástico PET	Papel	Cemento	Agua
Proporciones	1	1	2.5	5	1
Porcentaje	9.52%	9.52%	23.81%	47.62%	9.52%
Peso	1kg	1kg	2.5kg	5kg	1kg

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Es importante recalcar que el cemento y el papel en el Prototipo 2 están en proporción 2 a 1 en la mezcla y el vidrio y plástico PET se colocan sobre el material cuando este ya está en proceso de secado. Debido a esto el plástico PET y vidrio no deben ser utilizados en la mezcla en un inicio. Es por eso que en la tabla de dosificaciones se refleja más peso en el cemento y papel que en el vidrio y plástico PET.

Procedimiento.

- Se mezclan el papel con el cemento en un recipiente hasta tener una consistencia óptima.
- Luego se procede a colocar (esparcir) el vidrio en la superficie del prototipo hasta crear una capa protectora.
- Luego se procede a colocar (esparcir) el plástico PET en la superficie del prototipo hasta crear una capa protectora.
- Se prepara el molde.
- Se realiza el vaciado de la mezcla.

Secado.

- 1 día para desmoldar.
- 14 días para alcanzar resistencia adecuada.

Resultado.



Figura 38: Prototipo 2.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

4.7. Acabado.



Figura 39: Acabados de prototipo 1 y 2.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 40: Acabados de prototipo 1 y 2.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Respecto al acabado se puede apreciar que la plancha que tiene separado el plástico y vidrio de la mezcla es más rustico mientras la que combina todos los materiales logra asemejarse a las planchas convencionales de fibrocemento, el acabado no es perfecto debido a que se realizó manualmente y de forma casera su elaboración sin embargo por cumplir con las normativas que cumplen las cubiertas tradicionales es útil y fácil de elaborar.

4.8. Pruebas y ensayos de Laboratorio.


 CONSEES CIA. LTDA. CONSULTORES ESPIN ESPARZA <small>Dirección: Cda. El Paraíso - Calle 29 de Mayo Solar # 12 Teléfono: 0593-04-4572018 - e-mail: contacto@consees.com.ec www.consees.com</small>						
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO						
PROYECTO: Tesis David Ibarra				FECHA: 30mar/2021		
AGREGADO GRUESO: _____			AGREGADO FINO: _____			
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO: _____			RESISTENCIA DISEÑADA: --- Kg/cm ²			
DIÁMETRO CILINDRO: 10,16 cm.		ALTURA: 15,24 cm.		AREA: 81 cm ²		
CILINDRO	No.	FECHA		DIAS	CARGA MÁXIMA Kg.	ESFUERZO COMPRESION Kg/cm ²
		TOMA	ROTURA			
PRUEBA # 1 - CON VIDRIO	1	23mar./2021	30mar./2021	7	3.774	47
	2	23mar./2021	06abr./2021	14	7.841	97
	3	23mar./2021	20abr./2021	28	---	---
PRUEBA # 2 - CON PAPEL	1	23mar./2021	30mar./2021	7	19.795	232
	2	23mar./2021	06abr./2021	14	21.000	259
	3	23mar./2021	20abr./2021	28	---	---
---	---	---	---	---	---	---
Observaciones: _____						
Realizado por: K.H.C. Operador: P.R.						
Verificado por: Ing. Guillermo Espin E.			Presidente: Ing. Noemí Espin Esparza			

Figura 41: Ensayo de laboratorio.
 Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

4.8.1. Muestras.



Figura 42: Cilindros para la prueba de rotura.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Se acudió al laboratorio de suelos donde se alquilaron cilindros donde se fundiría el material y poder realizar los ensayos de compresión correspondientes como dicta la norma. Tanto al prototipo 1 como al prototipo 2 se le tomaron 3 muestras a cada uno, se fundieron el mismo día y se decidió realizar la rotura a los 7 días, la segunda rotura a los 14 días y la última rotura a los 28 días donde el hormigón alcanza su resistencia máxima.

4.8.2 Prueba Permeabilidad



Figura 43: Prueba de permeabilidad.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 44: Prueba de permeabilidad.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

El ensayo de permeabilidad establece si un material es resistente o impide la filtración de agua cuando es sometido a esta, el ensayo se realizó colocando 3 litros de agua directamente sobre la cubierta prototipo (ver figura 37) por el periodo de una semana y diariamente inspeccionar si el agua atravesó la cubierta (ver figura 38). El resultado de la prueba fue favorable ya que no se infiltró agua a través del prototipo y se produjo una absorción mínima del líquido en él.

4.8.3. Ensayo de Compresión Simple.



Figura 45: Ensayo de compresión simple.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 46: Ensayo de compresión simple.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

El ensayo de compresión consiste en colocar un cilindro del material a ensayar después de colocarlo bajo agua normalmente por una semana para luego con un pistón (ver figura 39) someter el cilindro a una fuerza que aumenta constantemente hasta que el material falla, es decir se rompe, la fuerza que se necesitó para su rotura es la que nos ayudara a llevar a cabo una comparativa entre el material de la investigación y el fibrocemento usado en la cubierta convencional.



Figura 47: Tomas del material.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Al tomar las muestras se anota la fecha y que tipo de muestra es (ver figura 41) la muestra se elabora a partir del material elaborado en el laboratorio con las directrices de la dosificación dada para cada prototipo. En nuestro caso las muestra última muestra que será sometida a el ensayo de compresión deberá esperar un periodo de 28 días sumergida en agua hasta su rotura. Todas las muestras fueron tomadas específicamente para obtener el esfuerzo de compresión que resiste cada una.

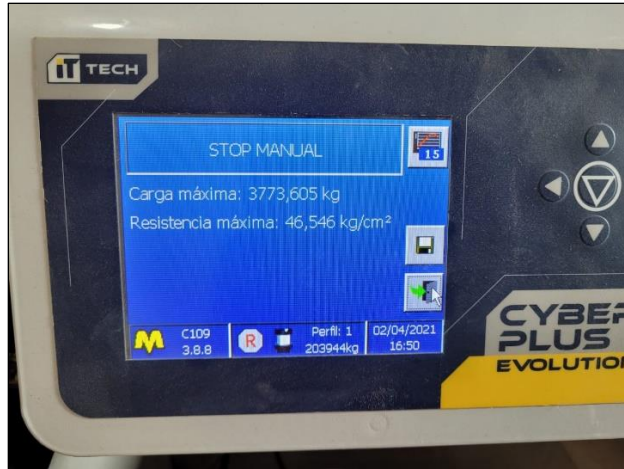


Figura 48: Prototipo 1, rotura a los 7 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 49: Prototipo 1, rotura a los 7 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

La prueba de rotura de esta toma se realizó 7 días después de la elaboración del cilindro con las dosificaciones del prototipo 1 donde se pueden apreciar los resultados (ver figura 42) y adicionalmente se visualiza de qué manera se rompió el cilindro, los componentes de su interior (ver figura 43) y también el procedimiento que se lleva a cabo para realizar la prueba. Los resultados de rotura de cilindro a los 7 días fueron favorables para el prototipo 1.



Figura 50: Prototipo 1 rotura a los 14 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 51: Prototipo 1 rotura a los 14 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

La prueba de rotura de esta toma se realizó 14 días después de la elaboración del cilindro con las dosificaciones del prototipo 1 donde se pueden apreciar los resultados (ver figura 44) y adicionalmente se visualiza de qué manera se rompió el cilindro, los componentes de su interior (ver figura 45) y también el procedimiento que se lleva a cabo para realizar la prueba. Los resultados de rotura de cilindro a los 14 días fueron favorables para el prototipo 1.



Figura 52: Prototipo 2, rotura a los 14 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 53: Prototipo 2, rotura a los 14 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

La prueba de rotura de esta toma se realizó 14 días después de la elaboración del cilindro con las dosificaciones del prototipo 2 donde se pueden apreciar los resultados (ver figura 46) y adicionalmente se visualiza de qué manera se rompió el cilindro, los componentes de su interior (ver figura 47) y también el procedimiento que se lleva a cabo para realizar la prueba. Los resultados de rotura de cilindro a los 14 días fueron favorables para el prototipo 2.



Figura 54: Prototipo 2 rotura a los 7 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 55: Prototipo 2 rotura a los 7 días.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

La prueba de rotura de esta toma se realizó 7 días después de la elaboración del cilindro con las dosificaciones del prototipo 2 donde se pueden apreciar los resultados (ver figura 48) y adicionalmente se visualiza de qué manera se rompió el cilindro, los componentes de su interior (ver figura 49) y también el procedimiento que se lleva a cabo para realizar la prueba. Los resultados de rotura de cilindro a los 7 días fueron favorables para el prototipo 2.

4.8.4. Prueba Térmica.



Figura 56: Prototipo al ambiente.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Para la prueba térmica se colocó la plancha desde que se elaboró desde el mes de enero del 2021 hasta marzo del 2021 en la intemperie recibiendo sol y lluvia todos los días, donde no presentó ningún desgaste o deformidad. Según el INOCAR en el mes de enero hubo una precipitación mensual acumulada de 173.6mm cuando lo normal es 168.9mm, en el mes de febrero hubo una precipitación mensual acumulada de 172.9mm cuando lo normal es 289.1mm y en el mes de marzo hubo una precipitación mensual acumulada de 200.5mm cuando lo normal es de 271mm.

Como resultado se deduce que es factible utilizar la cubierta en exteriores por tiempo prolongado debido a que después de todas las pruebas la plancha no sufrió ningún daño, así mismo es recomendable hacer futuras investigaciones donde se exponga la cubierta por periodos mucho más largos para poder visualizar su resistencia real debido a que las cubiertas de fibrocemento comunes tienen una vida útil de varios años en comparación de nuestro ensayo que tuvo una duración de meses.

4.9. Presupuesto.

Tabla 19: Presupuesto prototipo 1.

PROTOTIPO 1

PLANCHA DE PAPEL, PLASTICO PET Y VIDRIO RECICLADO 75x40				
MATERIAL	PESO		PRECIO	TOTAL
VIDRIO RECICLADO	1	kg	\$ 0.50	\$ 0.50
PLÁSTICO PET RECICLADO	1	kg	\$ 1.00	\$ 1.00
PAPEL	2	kg	\$ 0.40	\$ 0.80
AGUA	0.001	m3	\$ 1.84	\$ 0.01
CEMENTO	4	kg	\$ 0.15	\$ 0.60
TRANSPORTE	1	unidad	\$ 0.50	\$ 0.50
MANO DE OBRA	1	unidad	\$ 3.60	\$ 3.60
TOTAL				\$ 7.01

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Tabla 20: Presupuesto prototipo 2.

PROTOTIPO 2

PLANCHA DE PAPEL, PLASTICO PET Y VIDRIO RECICLADO 75x40				
MATERIAL	PESO		PRECIO	TOTAL
VIDRIO RECICLADO	1	kg	\$ 0.50	\$ 0.50
PLÁSTICO PET RECICLADO	1	kg	\$ 1.00	\$ 1.00
PAPEL	2.5	kg	\$ 0.40	\$ 1.00
AGUA	0.001	m3	\$ 1.84	\$ 0.01
CEMENTO	5	kg	\$ 0.15	\$ 0.75
TRANSPORTE	1	unidad	\$ 0.50	\$ 0.50
MANO DE OBRA	1	unidad	\$ 3.60	\$ 3.60
TOTAL				\$ 7.36

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

(Se toma en consideración que la plancha de Eternit está en el mercado hoy en día por el precio de \$12,75, también es importante recalcar que el costo de la mano de obra, transporte y materiales reciclados podrían disminuir u obviarse).

4.10. Análisis comparativo

Tabla 21. *Análisis comparativo.*

Cuadro comparativo entre los prototipos 1 y 2 con la cubierta de fibrocemento			
Características	Plancha para cubierta (Prototipo 1)	Plancha para cubierta (Prototipo 2)	Cubierta de fibrocemento
Costo	\$7.01	\$7.36	\$12.75
Módulo de rotura (MPa)	9.51	25.4	10-14
Ensayo de permeabilidad	=	=	=
Dimensiones	=	=	=
Durabilidad	?	?	25-30 años

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

De acuerdo a las pruebas físicas realizadas y al análisis de precio unitario comparando la cubierta de fibrocemento de Eternit con los prototipos 1 y 2 a base de material reciclado; se llega a la conclusión que:

a) Los costos del prototipo 1 resultan 45% menor del precio de la cubierta de fibrocemento de Eternit.

b) Los costos del prototipo 2 resultan 42% menor del precio de la cubierta de fibrocemento de Eternit.

c) El módulo de rotura del prototipo 1 (a los 14 días) resulta ser inferior por 0.49 MPa a la cubierta de fibrocemento de Eternit.

d) El módulo de rotura del prototipo 2 (a los 14 días) resulta ser superior por 11.40 MPa a la cubierta de fibrocemento de Eternit.

e) A través del ensayo de permeabilidad se obtuvo que los valores del prototipo 1,2 y cubierta de fibrocemento son iguales.

f) Las dimensiones de los tres productos varían dependiendo de las necesidades.

g) La durabilidad de la cubierta de fibrocemento se conoce que es 25-30 años mientras que de los prototipos 1 y 2 serían necesarios futuros proyectos de investigación que determinen su durabilidad.

4.11. CONCLUSIONES

Como resultado del desarrollo del prototipo de cubierta a base de plástico PET, papel y vidrio reciclado, se fabricaron 2 tipos de cubierta de bajo costo y sencilla elaboración, tomando en cuenta las pruebas necesarias para cumplir con las normas y así puedan ser utilizadas en un futuro cercano como reemplazo de la cubierta tradicional, ayudando al buen manejo de desechos, reutilización de materiales y accesibilidad a una vivienda digna.

Para la obtención de este prototipo se utilizaron hojuelas de PET, vidrio triturado manualmente y el papel licuado con agua lo que facilitó la obtención de una mezcla homogénea debido a la granulometría de cada uno de estos materiales; adicionalmente, se elaboraron dos moldes diferentes a) base de cartón y plástico y b) cubierta de fibrocemento reciclada con plástico y cartón; y, se fabricaron dos prototipos diferentes para las pruebas físicas que resultaron ser el ensayo a la compresión simple (mecánica) y permeabilidad (física), no existiendo pruebas químicas ejecutadas. Los resultados obtenidos en el proceso y al finalizar su elaboración, prueba de rotura de cilindro donde los dos prototipos llegaron a valores similares a los que de la mezcla de hormigón liviano. Se probó que poseen gran resistencia a los factores ambientales debido a que los prototipos desde hace 3 meses siguen expuestos al aire libre en época de lluvia. El material impidió que el agua utilizada en la prueba de permeabilidad traspase la cubierta en los siete días que se mantuvo sobre el prototipo.

Se elaboró adicionalmente un diseño de cubierta para las viviendas de interés social del plan habitacional casa para todos del MIDUVI en el cual se presenta la disposición de las planchas y correas para su correcta instalación, la visualización de la cubierta en bruto instalada en la vivienda además de tecnicidades y colores de cubiertas que son comúnmente utilizados hoy en día.

Por último, se expone un análisis de precio unitario representado en un cuadro de valores en dólares americanos en el cual se evidencia la comparativa de precios de una de las cubiertas más utilizadas y el prototipo de cubierta donde se evidencia que la ventaja de la cubierta a partir de materiales reciclados es casi el doble en los dos casos refiriéndose a costos y debido a su composición contrarresta el daño a la salud que producen los materiales tradicionales.

4.12. RECOMENDACIONES

- Con la obtención de este prototipo de plancha de cubierta a base de plástico PET, papel y vidrio reciclado para viviendas de interés social se consigue crear una línea base de información y ensayos que pueden ser utilizados y amplificados en futuros proyectos eco-sostenibles capaces de reducir el uso de materiales convencionales de las planchas para cubierta, reemplazándolas por materiales eco-amigables contribuyendo a la reducción de la huella ecológica del Ecuador y a la economía circular.
- Adicionalmente, en este trabajo se lograron determinar las características de la materia prima que facilitó la elaboración de la cubierta de tal forma que resultaran dejarse como evidencia aquellos elementos idóneos para la obtención de la plancha, por lo que se recomienda continuar con el desarrollo de una dosificación de material que dé como resultado planchas para cubierta aún más ligeras y resistentes a la compresión y flexión que las obtenidas. Para su producción deberán realizarse en serie y con equipos apropiados para lograr convertirla en prefabricada y obtener un mejor elemento final.
- Este proyecto brinda un aporte significativo con la creación de moldes para ambos prototipos quienes brindan una apariencia más elegante y similar a las planchas de cubierta convencionales, es necesario continuar investigando las formas y diseños más adecuados para diferentes propósitos e incluso variando las dosificaciones de las mismas a fin de obtener un resultado similar a un menor costo de producción y de venta.
- Con la ejecución de pruebas físicas y mecánicas del prototipo se constata la efectividad de ambos prototipos añadiendo además su factibilidad económica; por lo que se recomienda que los materiales reciclados deberán, en un futuro, ser obtenidos en mayor medida de manera particular para que no exista la necesidad de adquirirlos y para esto se debe incentivar a la ciudadanía ecuatoriana a mejorar la gestión de los desechos sólidos contribuyendo al ciclo de las 4R.
- Finalmente, para futuras investigaciones se recomienda incorporar pigmentaciones vegetales, libre de toxinas y metales pesados, que pudieran brindarle un aspecto más comercial pero que además complementen el propósito de la creación de estas planchas, que es la adopción de materias primas más amigables con el medio ambiente y menos nocivos para la salud humana.

4.13. Diseño de la cubierta.

Para implementación de la cubierta en un proyecto se tomó en cuenta el diseño de las viviendas de interés social del gobierno actual, plan habitacional casa para todos por el MIDUVI. Del cual se elaboró el modelado 3D y renderizado dando, así como resultado la visualización de las presentaciones de la vivienda con la cubierta instalada, colores a considerar para la cubierta y métodos de instalación de cubierta.



Figura 57: Fachada frontal.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

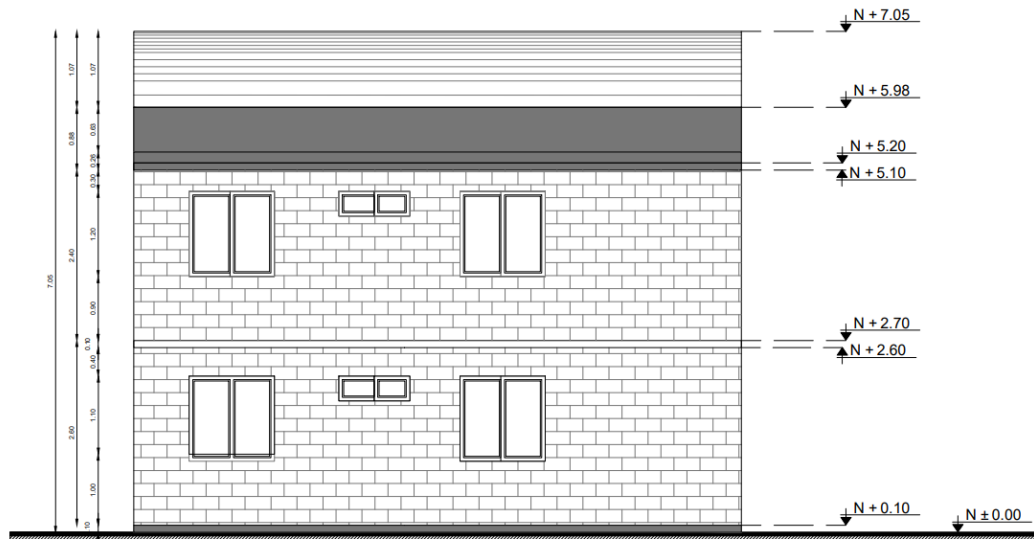


Figura 58: Fachada lateral.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

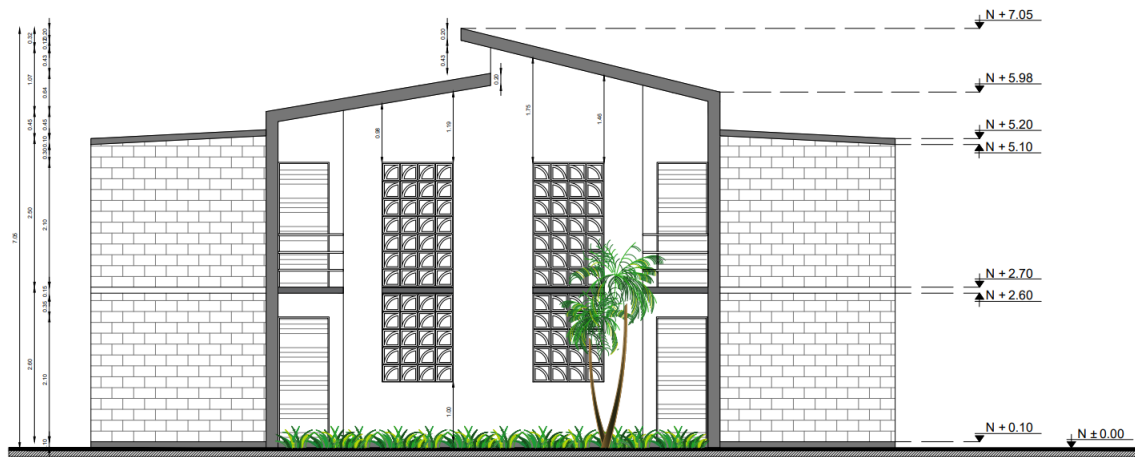


Figura 59: Fachada posterior.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

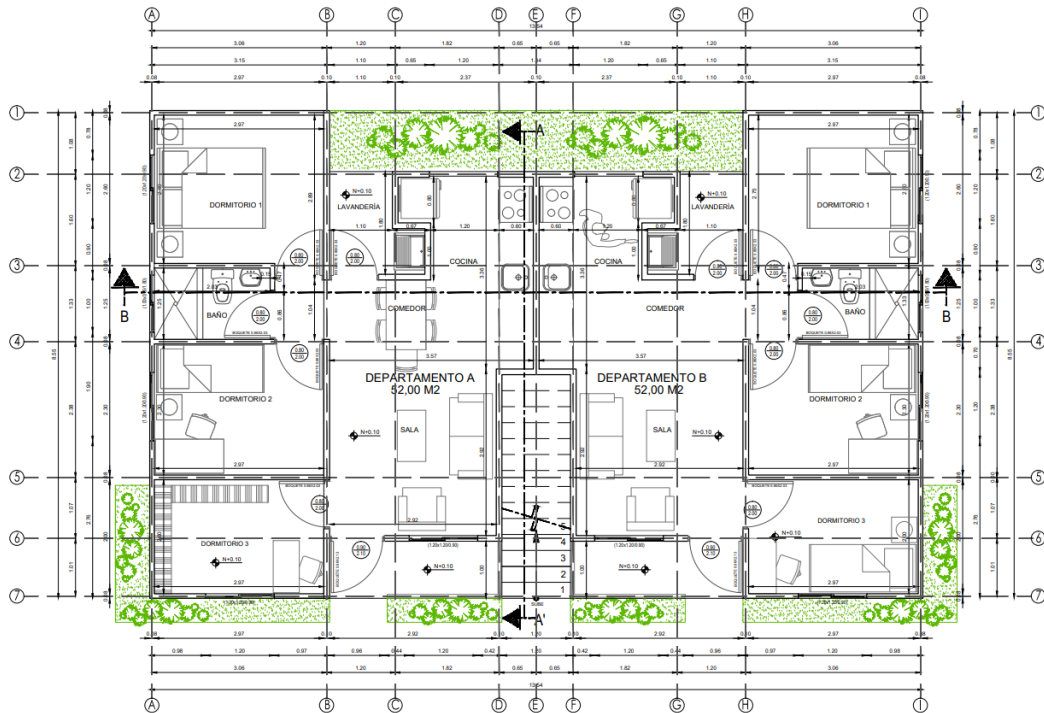


Figura 60: Planta baja.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

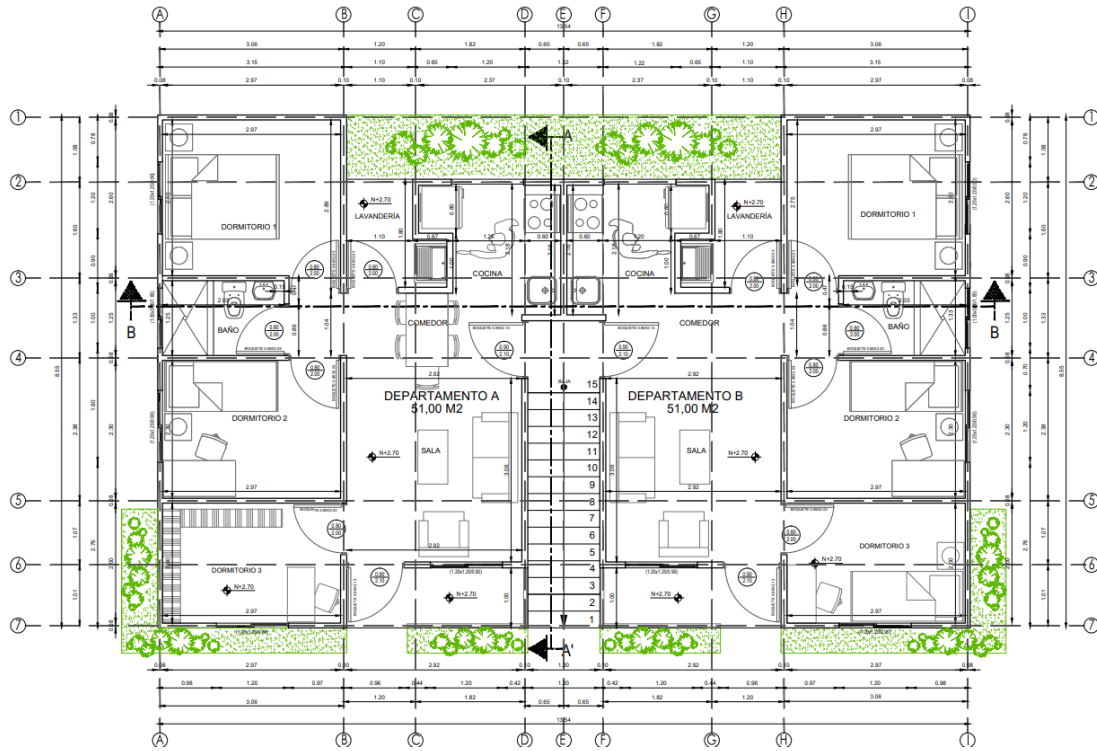


Figura 61: Planta alta.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

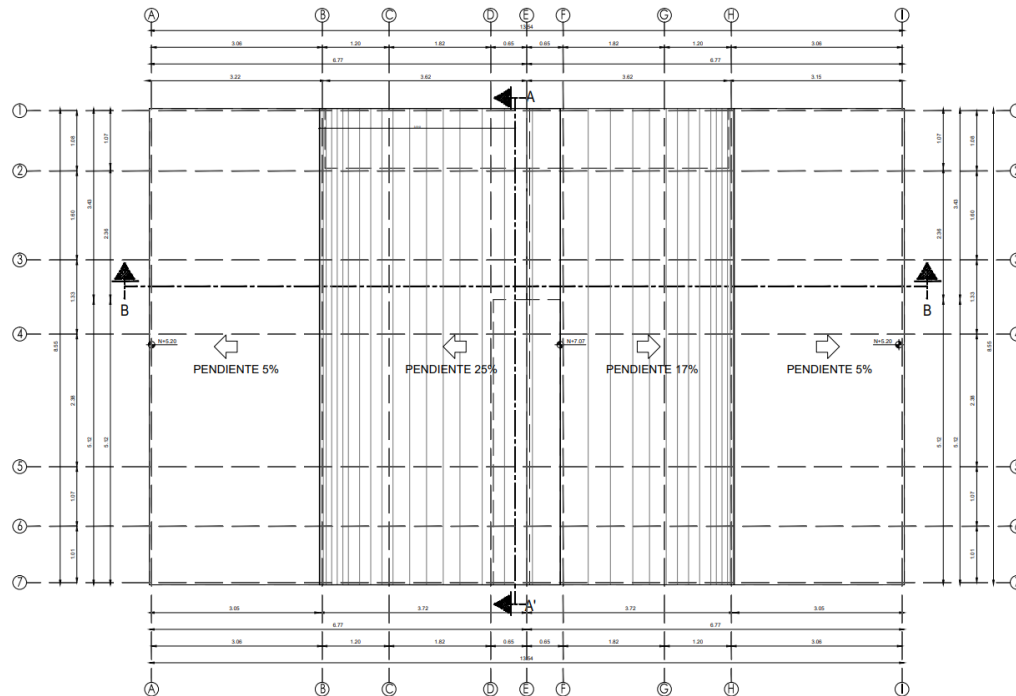


Figura 62: Planta de cubierta.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

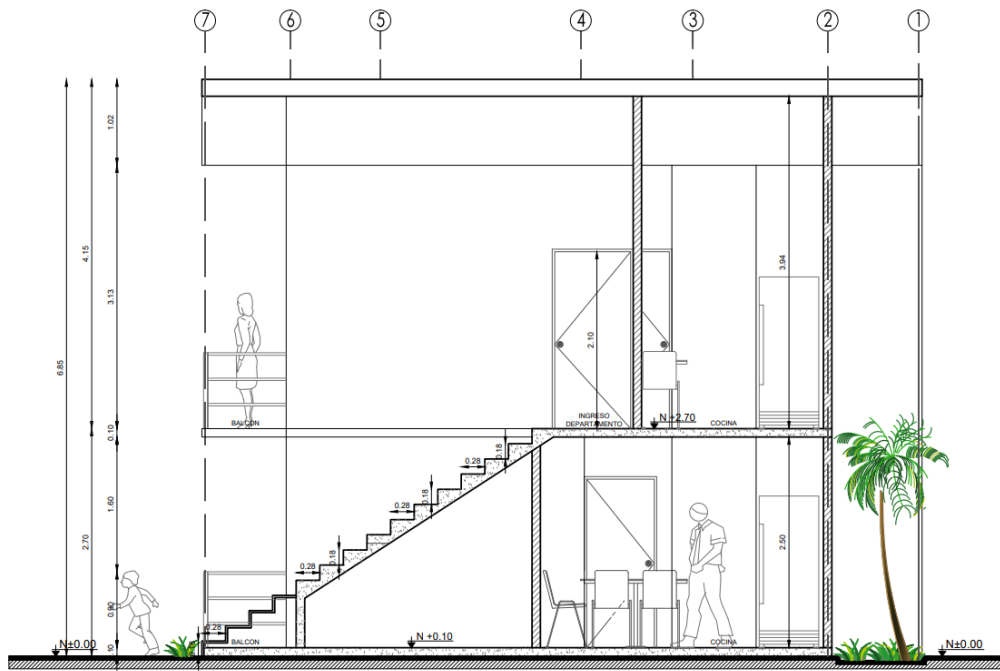


Figura 63: Corte “A”.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

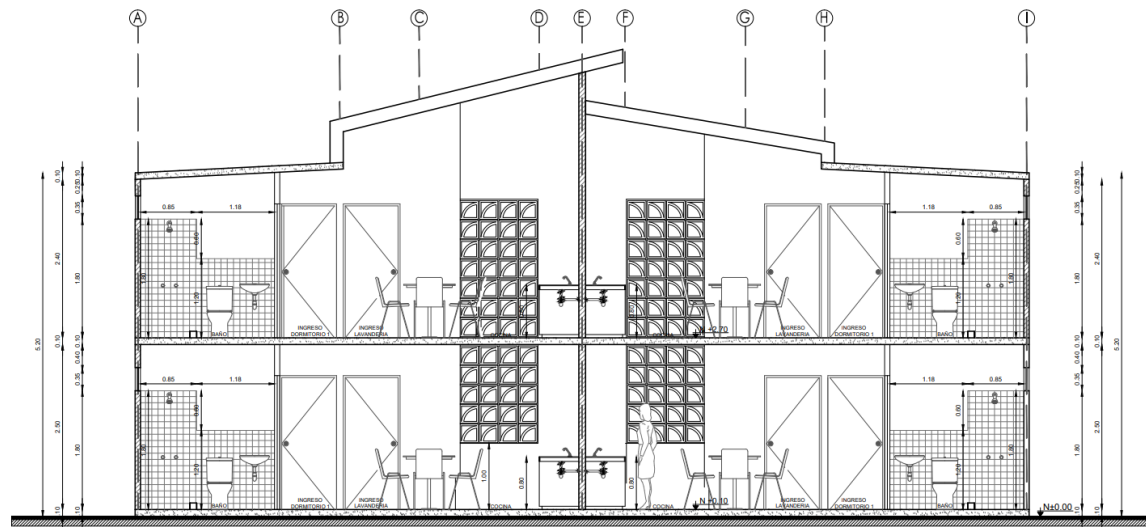


Figura 64: Corte “B”.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 65: Render perspectiva 1.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 66: Render perspectiva 2 Visualización en perspectiva de la cubierta a base de PET, papel y vidrio reciclado instalada en la vivienda de interés social.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 67: Render perspectiva 3 Visualización en perspectiva de la cubierta a base de PET, papel y vidrio reciclado instalada en la vivienda de interés social.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 68: Render perspectiva 4 Visualización en perspectiva de la cubierta a base de PET, papel y vidrio reciclado instalada en la vivienda de interés social.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 69: Render propuesta de colores a utilizar en el prototipo de cubierta.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

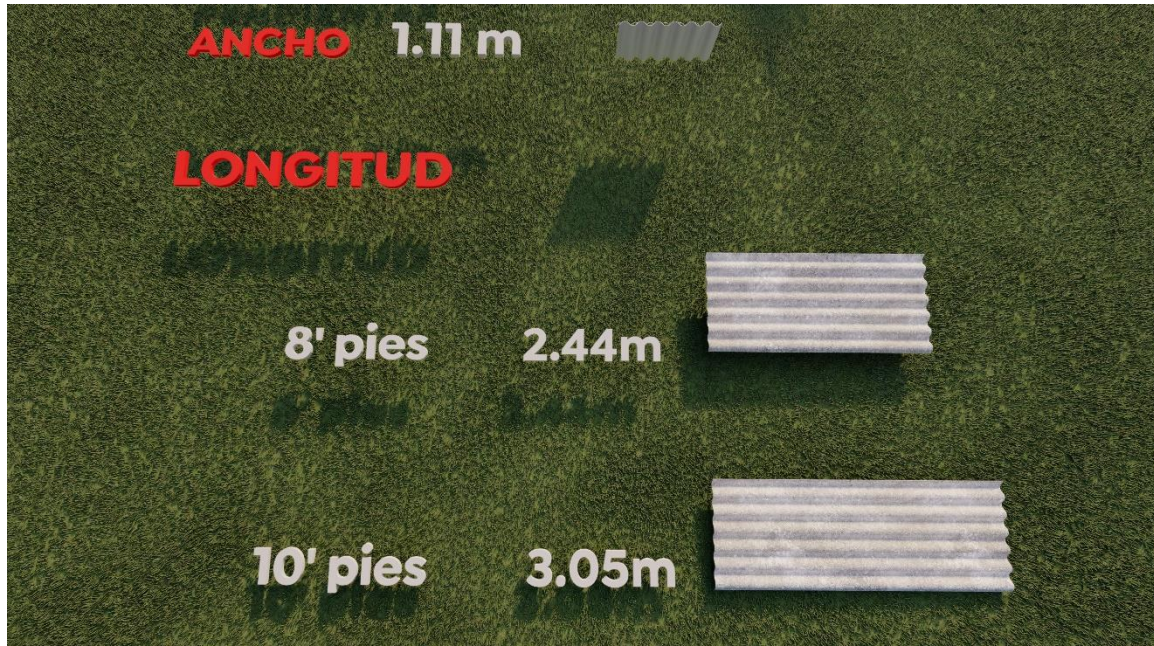


Figura 70: Render dimensiones de cubierta.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

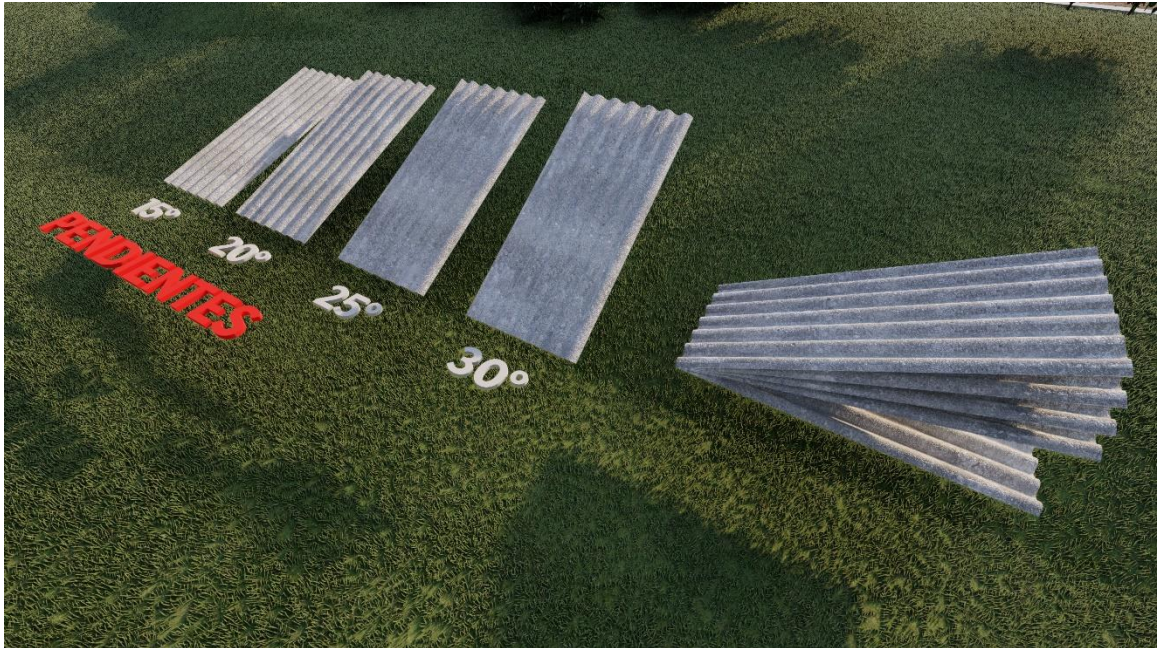


Figura 71: Render propuesta de pendientes.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).



Figura 72: Render instalación de cubierta.

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).

Bibliografía

- Kirwan, M. (2011). Paper and Paperboard Packaging. *Food and Beverage Packaging Technology*, 214 - 224.
- Amies, E. (2017, Octubre 23). *doc-developpement-durable.org/*. Retrieved from doc-developpement-durable.org/: <https://www.doc-developpement-durable.org/file/Fabrications-Objets-Outils-Produits/bois&papier/Paper%20Making.pdf>
- Arellano Barragán, L., Albiño Velasco , F., Mora Zurita , D., Mosguidt Ramos , D., Sobenis Hinojosa , G., & Velasco Sánchez , C. (2016). ELABORACIÓN DE PLANCHAS CELU-PLASTICAS A TRAVÉS DEL RECICLAJE. *Universidad&Ciencia*, 52 - 58. Retrieved from <http://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/242>
- Augustyn, A., Zelazko, A., & Mahajan, D. (2020, Octubre 8). Cesar Pelli. *Britannica*, T. *Editors of Encyclopaedia*, pp. 3-7.
- Awwad, B. A., Suliman, M., & Safran, M. (2018). Study of Different Pitched Roof Types. *Civil and Environmental Research* , 10(3), 98. doi:ISSN 2224-5790
- Bajpai, P. (2018). *Biermann's Handbook of Pulp and Paper: Volume 1: Raw Material and Pulp Making*. Elsevier.
- Bedoya Laguna, C. A. (2017). *Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Retrieved from <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6881/BedoyaLagunaCristianAlberto2017.pdf;jsessionid=15798DAB78BC24D6BDF967C0D6493B3D?sequence=1>
- Bernal, A., & Cabezas, I. (2017). *Repositorio Corporación universitaria Minuto De Dios*. Obtenido de Repositorio Corporación universitaria Minuto De Dios: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/6007/TIND_BernalGambaAndreaJulieth_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabalova, I., Kačík, F., Geffert, A., & Kačíková, D. (2011). The Effects of Paper Recycling and its Environmental Impact. *researchgate*, 332 -338.
- Cárdenas González, T. A., Castellanos Velázquez, E., González Guerrero, M., & Hernández Delgado, V. (2016). Acopio logístico inteligente de envases de plástico (PET), para su trituración esbelta y marketing. *Acopio logístico inteligente de envases de plástico (PET), para su trituración esbelta y marketing*. Ciudad de México, México. Retrieved from <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18013/Tesis%20equipo%20PET%2023-02-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cárdenas González, T. A., Castellanos Velázquez, E., González Guerrero, M., & Hernández Delgado, V. (2016). Acopio logístico inteligente de envases de plástico (PET), para su trituración esbelta y marketing. *Acopio logístico inteligente de envases de plástico (PET), para su trituración esbelta y marketing*. Ciudad de México, México. Retrieved from <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18013/Tesis%20equipo%20PET%2023-02-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casey, R. (2017, Julio 17). *Casey Printing*. Retrieved from <https://www.caseyconnect.com/blog/how-is-paper-made>

- Castellanos, G. (2016, Noviembre 05). *El Comercio*. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/construir/vivienda-futuro-tetrapack-casa-reciclaje.html>
- Ceja Soto , F., Pérez Bue, J., Mendoza López, M., Manzano Ramírez, A., Pérez Ramos , M., Reyes Araiza, J., & Ramírez Jiménez, R. (24 de julio de 2019). Métricas de sostenibilidad para la carcasa y la evaluación del rendimiento térmico de un prototipo de bajo costo fabricado con botellas de poli (tereftalato de etileno). *MDPI*, 4 - 30. doi:<https://doi.org/10.3390/recycling4030030>
- Constitucion de la Republica del Ecuador . (2015, diciembre 21). *Constitucion de la Republica del Ecuador 2008*. Retrieved from <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/CONSTITUCI%C3%93N-DE-LA-REP%C3%9ABLICA-DEL-ECUADOR.pdf>
- DeBrincat, G., & Babic, E. (2018). *Re-thinking*. Glasgow G2 1RW, Reino Unido: ARUP.
- Hasanuzzaman, M., Rafferty, A., Sajjia, M., & Olabi, A. G. (2016). Properties of Glass Materials. *Elsevier*, 1 - 12. doi:10.1016/B978-0-12-803581-8.03998-9
- Hischier, R., Weidema, B., Althaus, H., Bauer , C., Jungbluth, N., & Humbert, S. (2017). Implementación de métodos de evaluación del impacto del ciclo de vida. *Ecoinvent*, 533 - 551.
- INEC. (2016, Enero - Diciembre 30). *Ecuador en cifras*. Retrieved 2021, from Gob: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2016/2016_EDIFICACIONES_PRESENTACION.pdf
- Karusu, B., Bereket, O., Biryán , E., & Sanoglu, D. (2017, 02 14). The Latest Developments in Glass Science and Technology. *The Latest Developments in Glass Science and Technology*. Eskişehir, Turquía. doi:10.31202/ecjse.318204
- Kozłowski, M., Malewski, A., Akmađić, V., & Vrdoljak, A. (2019, Diciembre 18). GLASS IN STRUCTURAL APPLICATIONS. *Pregledni rad*, 47 - 55. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/338608864_GLASS_IN_STRUCTURAL_APPLICATIONS
- Lasso, S. (2019, Noviembre 1). *Características del papel*. Retrieved from <https://www.aboutespanol.com/caracteristicas-del-papel-180062>
- Małachowska, E., Dubowik, M., Lipkiewicz, A., Przybysz, K., & Przybysz, P. (2020, septiembre 3). Analysis of Cellulose Pulp Characteristics and. *Sustainability*, 12(17), 112 - 124. doi: <https://doi.org/10.3390/su12177219>
- Merchán, H., & Patricio, A. (2018). *Repositorio UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA*. Retrieved from <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1751>
- Mohammed, D. (2016, 03 07). *linked in*. Retrieved from La importancia de la gestión y el reciclaje de residuos: <https://www.linkedin.com/pulse/importance-waste-management-recycling-dee-mohammed>
- Montesdeoca, R. B. (2018). *Repositorio de Tesis de Grado y Postgrado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Retrieved from APLICACIÓN DEL USO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA, ANÁLISIS DE COSTO E IMPACTO AMBIENTAL: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14857/TESIS%20MAS%202018%20%28RA%C3%9AL%20CARRASCO%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- NEC. (1985, 06). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/1314.pdf>
- NEC. (1985, 06). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/1315.pdf>
- NEC. (1985, 06). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/1316.pdf>
- NEC. (1985, 06). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/1318.pdf>
- NEC. (1985, 06). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/1319.pdf>
- NEC. (1985, 06). *NORMAS ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/1317.pdf>
- NEC. (2006). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from https://181.112.149.204/buzon/normas/cpe_inen_13.pdf
- NEC. (2013). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_758-1.pdf
- NEC. (2016, 05). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2221-3.pdf
- NEC. (2016, 05). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Retrieved from https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_1320-2.pdf
- Ng, W., & Chau, C. (2016). New life of the building materials- recycle, reuse and. *Elseiver*, 2884 – 2891 .
- Romanova, I., & Skanavi, N. (2017). The selecting of roofing material for pitched., (p. 2). Moscow. doi:10.1051/mateconf/201711700147
- Senplades. (2013 - 2017). *Senplades "Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo*. Retrieved from Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017: https://www.itb.edu.ec/views/layout/default/docs/instituto/ea493b_PlanNaciona_para_el_Buen_Vivir_2013_2017.pdf
- Silva Arteaga, J. (2020, Marzo 06). PLACA PLANA DE CONCRETO LIGERO IMPERMEABILIZADA. Guayaquil.
- Soust-Verdaguer , B., Llatas, C., & García Martínez, M. (2016). Simplificación en la evaluación del ciclo de vida de las viviendas unifamiliares. *Construir. Rein*, 103 , 215–227.
- Suasnavas Flores, D. F. (2017). Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión. *Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión*. Quito, Pichincha, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13224/Degradaci%C3%B3n%20de%20PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VAN DER REYDEN, D. (1922). INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA RECIENTE EN CONSERVACIÓN DE PAPEL. *JAIC*, 117 - 138.

ANEXOS

Anexo 1: *Entrevista dirigida a los Arquitectos e Ingenieros.*

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS ARQUITECTOS E INGENIEROS

Pregunta 1.- ¿Es óptimo el proceso de recolección de vidrio papel y plástico PET para el reciclaje en la ciudad?

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

Pregunta 2.- ¿Considera usted que es beneficioso la reutilización del vidrio papel y plástico PET en la ciudad?

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

Pregunta 3.- ¿La utilización de los elementos reciclados en vez de los materiales convencionales utilizados en cubiertas es beneficioso para la construcción?

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

Pregunta 4.- ¿Los elementos constructivos a base de materiales reciclables pueden tener la misma facilidad de adquisición que los convencionales?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	

En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

Pregunta 5.- ¿Elegiría usted una plancha para cubierta, compuesta de materiales reciclados en la construcción?

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

Pregunta 6.- ¿Considera usted que sea factible la implementación de este nuevo material en una cubierta de una vivienda?

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

Pregunta 7.- ¿Considera usted que la plancha para cubiertas de material reciclado, tendría acogida en el mercado?

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

Pregunta 8.- ¿Compraría usted una plancha a base de materiales reciclados para su vivienda, que cumple con las normas INEN?

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

Pregunta 9.- Considera usted ¿Una plancha a base de materiales reciclados tenga la misma resistencia que una tradicional?

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

Pregunta 10.- ¿Elegiría usted una plancha a base de materiales reciclados sobre una tradicional por su menor costo?

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

Elaborado por: Ibarra & Matute (2021).