



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE
ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

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

TEMA

**“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA TEJA TIPO
ELABORADA CON MORTERO HIDRÁULICO Y
PROTOTIPO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TALLO DE
BANANO.”**

TUTORA:

ARQ. LISSETTE CAROLINA MORALES ROBALINO, MSC.

AUTORA:

**SRA. NATALIA ANGÉLICA DELGADO LOOR
GUAYAQUIL**

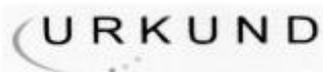
2019



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “Comportamiento Mecánico De Una Teja Tipo Elaborada Con Mortero Hidráulico Y Prototipo Con Adición De Fibra De Tallo De Banano.”	
AUTOR/ES: Natalia Angélica Delgado Loor	REVISORES O TUTORES: Arq. Lissette Carolina Morales Robalino, Msc.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: INGENIERO CIVIL
FACULTAD: Facultad De Ingeniería, Industria Y Construcción	CARRERA: Carrera Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PAGS: 117
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Teja, Fibra, Comportamiento Mecánico, Contaminación Ambiental, Materia Prima.	
RESUMEN: El presente trabajo de investigación experimental, tiene como objetivo principal realizar ensayos manuales y de laboratorio, para obtener datos cuantitativos sobre el comportamiento mecánico de una teja ecológica, fabricada a partir de la fibra del tallo de banano para disminuir la contaminación ambiental que se produce por efecto del uso de materiales tradicionales y por el desecho de esta materia prima en las plantaciones ecuatorianas. Dentro del proceso se realizaron diseños de prototipos donde se demuestra que la fibra triturada y lavada obtiene los resultados óptimos de adición dentro de la mezcla compuesta por cemento, arena y agua. De esta manera se logra obtener un prototipo que cumple las normas de calidad INEN 2420, con respecto a dimensiones, dosificación y	

comportamiento mecánico, para así incorporar al mercado productivo, un producto económico, resistente y liviano.		
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: Natalia Angélica Delgado Loor	Teléfono: 0979802929	E-mail: angeliknataly0107@hotmail.com ndelgadol@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ing. Alex Salvatierra Espinoza, MSC. DECANO Teléfono: (04)259 6500 EXT. 241 DECANATO E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec Ing. Milton Andrade Laborde, MSc. DIRECTOR DE CARRERA Teléfono (04) 259 6500 Ext. 210 E-mail: msndrsdel@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Urkund.docx (D45575840)
Submitted: 12/11/2018 11:28:00 PM
Submitted By: lmoralesr@ulvr.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

<https://docplayer.es/95461399-Universidad-tecnica-de-ambato-facultad-de-diseno-arquitectura-y-artes-carrera-de-diseno-de-modas.html>
<http://carlosjames-carlosjames-1.blogspot.com/>
<http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tres-tipos-de-platano-se.html>

Instances where selected sources appear:

5


MERY CAROLINA MORALES ROBALINO
TESIS: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE TEJAS TIPO
EQUILIBRIA CON MUESTRO HIDRÁULICO Y
PROTOTIPO CON ACCIÓN DE PRESIÓN DE
TRINCHADO DE BARRIDO.
AUTORA: NATALIA ALGECIRA DESINOO LOOZ.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Las estudiante egresada NATALIA ANGÉLICA DELGADO LOOR, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/as suscritos/as y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar Comportamiento Mecánico De Teja Tipo Elaborada Con Mortero Hidráulico Y Prototipo Con Adición De Fibra De Tallo De Banano.

Autor(es)

Firma: _____



NATALIA ANGÉLICA DELGADO LOOR

C.I. 0922203708

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación **COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE TEJA TIPO ELABORADA CON MORTERO HIDRÁULICO Y PROTOTIPO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TALLO DE BANANO**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria Y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “**COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE TEJA TIPO ELABORADA CON MORTERO HIDRÁULICO Y PROTOTIPO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TALLO DE BANANO**”, presentado por los estudiantes **NATALIA ANGÉLICA DELGADO LOOR** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación

Firma:



ARQ. LISSETTE CAROLINA MORALES ROBALINO, MSC.

C.I. 2000071932

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todas las bendiciones recibidas y por guiarme a lo largo de mi carrera universitaria, a mis padres, a mis suegros y de manera especial a mi esposo por brindarme todo su apoyo incondicional, paciencia y confianza durante todo el proceso de investigación.

Mis más profundos agradecimientos a los docentes de la Facultad de Industria y Construcción, Carrera de Ingeniería Civil, de manera especial a mi tutora de tesis la Arquitecta Carolina Morales Msc., por haber compartido sus conocimientos y haberme brindado su apoyo a lo largo de la investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con todo mi amor a mi familia; de manera especial a mi esposo y a mis hijos. A mi esposo, por ser el mejor padre, mejor amigo; además por ser el pilar fundamental dentro de mi carrera universitaria, gracias por las enseñanzas que me ha brindado y por ser mi compañero de vida.

De igual manera quiero dedicarles este triunfo a mis suegros, por apoyarme cuando más los necesite, gracias por extenderme sus manos llenas de generosidad y confianza. Les dedico este trabajo, a las personas antes mencionadas, desde lo más profundo de mi corazón.

INDICE DE CONTENIDO	Pág.
CARATULA.....	i
CERTIFICADO DE SIMILITUDES.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
INDICE DE CONTENIDO.....	i
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	v
ÍNDICE DE TABLA.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICO.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3. Formulación del Problema.....	2
1.4. Sistematización del Problema.....	3
1.5. Objetivos de la investigación.....	3

1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Justificación de la Investigación.	3
1.7. Delimitación de la investigación.....	4
1.8. Hipótesis.....	5
1.8.1. Variable Independiente	5
1.8.2. Variable Dependiente.....	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
2.1. Marco Teórico.....	6
2.1.1. El banano.....	11
2.1.2. Fibras.....	25
2.1.3. Teja.....	32
2.2. Marco Conceptual.....	35
2.3. Marco Legal	45
2.3.1. Normas Nacionales.....	45
Norma Técnica Ecuatoriana: Teja de Hormigón (NTE INEN 2 420:2005).	46
2.3.2. Normativas internacionales.....	48
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.1. Enfoque de la metodología.....	49
3.2. Tipo de investigación.....	49
3.2.1. Investigación Experimental.....	49
3.2.2. Investigación Exploratoria.....	49

3.2.3. Investigación Descriptiva.....	49
3.3. Metodología.....	50
3.4. Población.....	50
3.5. Muestra.....	51
3.6. Técnicas e instrumentos.....	52
3.7. Análisis de resultados.....	53
CAPITULO IV. PROPUESTA.....	63
4.1. Materiales y equipo.....	63
4.1.1. Materiales.....	63
4.1.2. Equipo.....	66
4.2. Proceso de producción de prototipos.....	66
4.2.1. Prototipo 1.....	67
4.2.2. Prototipo 2.....	68
4.2.3. Prototipo 3.....	69
4.2.4. Prototipo 4.....	70
4.2.5. Prototipo 5.....	73
4.2.6. Prototipo 6.....	75
4.2.7. Prototipo 7.....	78
4.3. Análisis comparativo de resultados.....	83
4.3.1. Análisis comparativo del comportamiento mecánico.....	83
4.3.2. Análisis comparativo de costos.....	86
4.3.3. Análisis comparativo de costo unitario.....	86

Conclusiones.....	89
Recomendaciones.....	91
Referencias Bibliográficas.....	92
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	Pág.
<i>Ilustración 1:</i> Tejas Elaboradas con Caucho Reciclado.	6
<i>Ilustración 2:</i> Teja fabricada.	6
<i>Ilustración 3:</i> Teja fabricadas.	7
<i>Ilustración 4:</i> Teja Ecológica.	8
<i>Ilustración 5:</i> Papel con Fibra de Tallo de Banano.	8
<i>Ilustración 6:</i> Artesanías elaboradas.	9
<i>Ilustración 7:</i> Artesanías elaboradas con fibras de Pseudotallo de banano.	9
<i>Ilustración 8:</i> Papel a Base de Residuo de Banano.	10
<i>Ilustración 9:</i> Materiales de construcción elaborados con fibra del tallo de banano.	11
<i>Ilustración 10:</i> Cuerda elaborada con fibra del tallo banano.	11
<i>Ilustración 11:</i> Planta de banano.	14
<i>Ilustración 12:</i> Vista de la raíz de la planta.	14
<i>Ilustración 13:</i> Pseudotallo de la planta del banano.	15
<i>Ilustración 14:</i> Hoja de la planta de banano.	16
<i>Ilustración 15:</i> Hijo de la planta de banano.	17
<i>Ilustración 16:</i> Flores de la planta de banano.	17
<i>Ilustración 17:</i> Fruto de la planta de banano.	18

<i>Ilustración 18:</i> Siembra de la planta de banano.....	19
<i>Ilustración 19:</i> Resiembra con cornos.	19
<i>Ilustración 20:</i> Control de Maleza.....	20
<i>Ilustración 21:</i> Poda o deshije.....	21
<i>Ilustración 22:</i> Deshoje de la planta de banano.....	21
<i>Ilustración 23:</i> Apuntalamiento de la planta con caña guadua.....	22
<i>Ilustración 24:</i> Labores de cosecha.	23
<i>Ilustración 25:</i> Labores de poscosecha.....	23
<i>Ilustración 26:</i> Clasificación de las Fibras.	26
<i>Ilustración 27:</i> Fibras Vegetales.....	27
<i>Ilustración 28:</i> Extracción de la Fibra de Banano.	28
<i>Ilustración 29:</i> Desfibrado.....	28
<i>Ilustración 30:</i> Fibra de Hilo y Fibra Suave.	29
<i>Ilustración 31:</i> Fibra Malla, Fibra Fina y Fibra Pelo.....	29
<i>Ilustración 32:</i> Trituración de la fibra.	30
<i>Ilustración 33:</i> Características Físicas de la fibra del banano.	31
<i>Ilustración 34:</i> Características Química de la fibra del banano.	31
<i>Ilustración 35:</i> Tejas.	32
<i>Ilustración 36:</i> Ficha Técnica de la Teja.	33
<i>Ilustración 37:</i> Proceso de elaboración de una teja.	34

<i>Ilustración 38:</i> Tipo de curado.....	34
<i>Ilustración 39:</i> Ensayo: Impermeabilidad y Resistencia.	35
<i>Ilustración 40:</i> Teja de Hormigón.	35
<i>Ilustración 41:</i> Teja de Arcilla.....	36
<i>Ilustración 42:</i> Teja de metal.	36
<i>Ilustración 43:</i> Teja de arcilla.	37
<i>Ilustración 44:</i> Teja micro concreto.....	37
<i>Ilustración 45:</i> Cemento Tipo 1.....	38
<i>Ilustración 46:</i> Cemento.	39
<i>Ilustración 47:</i> Fibra procesada.....	39
<i>Ilustración 48:</i> Máquina Vibradora.	40
<i>Ilustración 49:</i> Lámina Plástica.	40
<i>Ilustración 50:</i> Moldes Plásticos.....	41
<i>Ilustración 51:</i> Tanque de Curado.	41
<i>Ilustración 52:</i> Curado Primario.	42
<i>Ilustración 53:</i> Curado Secundario.	42
<i>Ilustración 54:</i> Curado Final.	43
<i>Ilustración 55:</i> Ensayo de Permeabilidad.	44
<i>Ilustración 56:</i> Ensayo de Impacto.	44
<i>Ilustración 57:</i> Ensayo de Resistencia a la Flexión.	45

<i>Ilustración 61:</i> Fibra tipo Malla.....	63
<i>Ilustración 62:</i> Fibra en tiras.....	64
<i>Ilustración 63:</i> Fibra Picada.....	64
<i>Ilustración 64:</i> Fibra molida.	65
<i>Ilustración 65:</i> Fibra triturada.....	65
<i>Ilustración 66:</i> Fibra triturada y lavada.	66
<i>Ilustración 67:</i> Tejas fabricadas con adición de fibra.....	66
<i>Ilustración 68:</i> Proceso de elaboración con fibra gruesa.....	67
<i>Ilustración 69:</i> Producto final no aceptable.....	67
<i>Ilustración 70:</i> Proceso de elaboración con fibra tipo malla.....	68
<i>Ilustración 71:</i> Teja terminada con fibra tipo malla.	69
<i>Ilustración 72:</i> Proceso de elaboración de teja con fibra en tiras.	70
<i>Ilustración 73:</i> Mortero con fibra picada.....	71
<i>Ilustración 74:</i> Curado en molde con fibra picada.	71
<i>Ilustración 75:</i> Curado húmedo con fibra picada.	72
<i>Ilustración 76:</i> Curado a Sombra con fibra picada.....	72
<i>Ilustración 77:</i> Curado en molde con fibra molida.....	73
<i>Ilustración 78:</i> Curado húmedo con fibra molida.	74
<i>Ilustración 79:</i> Curado a Sombra con fibra molida.	74
<i>Ilustración 80:</i> Peso de la teja con fibra molida.	75

<i>Ilustración 81: Curado en molde con fibra triturada.</i>	76
<i>Ilustración 82: Curado húmedo con fibra triturada.</i>	76
<i>Ilustración 83: Curado a sombra con fibra triturada.</i>	77
<i>Ilustración 84: Ensayo de permeabilidad con fibra triturada.</i>	78
<i>Ilustración 85: Mortero con fibra triturada y lavada.</i>	78
<i>Ilustración 86: Curado en molde con fibra triturada y lavada.....</i>	79
<i>Ilustración 87: Curado húmedo con fibra triturada y lavada.....</i>	79
<i>Ilustración 88: Curado a sombra con fibra triturada y lavada.</i>	80
<i>Ilustración 89: Ensayo de peso con fibra triturada y lavada.</i>	81
<i>Ilustración 90: Ensayo de Permeabilidad con fibra triturada y lavada.</i>	81
<i>Ilustración 91: Ensayo de Impacto con fibra triturada y picada.....</i>	82
<i>Ilustración 92: Ensayo de Rotura a Flexión con fibra triturada y lavada.</i>	82

ÍNDICE DE TABLA	Pág.
<i>Tabla 1:</i>	46
<i>Tabla 2:</i>	48
<i>Tabla 3:</i>	53
<i>Tabla 4:</i>	54
<i>Tabla 5:</i>	55
<i>Tabla 6:</i>	56
<i>Tabla 7:</i>	57
<i>Tabla 8:</i>	58
<i>Tabla 9:</i>	59
<i>Tabla 10:</i>	60
<i>Tabla 11:</i>	61
<i>Tabla 12:</i>	62
<i>Tabla 13:</i>	67
<i>Tabla 14:</i>	68
<i>Tabla 15:</i>	69
<i>Tabla 16:</i>	70
<i>Tabla 17:</i>	73
<i>Tabla 18:</i>	75
<i>Tabla 19:</i>	78

<i>Tabla 20:</i>	83
<i>Tabla 21:</i>	83
Tabla 22:.....	86
<i>Tabla 23:</i>	87
Tabla 24:.....	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS	Pág.
<i>Gráfico 1:</i> Encuesta Materiales a ser utilizados en cubiertas de Edificaciones 2016.....	51
<i>Gráfico 2:</i> Tabulación 1.....	53
<i>Gráfico 3:</i> Tabulación 2.....	54
<i>Gráfico 4:</i> Tabulación 3.....	55
<i>Gráfico 5:</i> Tabulación 6.....	56
<i>Gráfico 6:</i> Tabulación 5.....	57
<i>Gráfico 7:</i> Tabulación 6.....	58
<i>Gráfico 8:</i> Tabulación 7.....	59
<i>Gráfico 9:</i> Tabulación 8.....	60
<i>Gráfico 10:</i> Tabulación 9.....	61
<i>Gráfico 11:</i> Tabulación 10.....	62

INTRODUCCIÓN

El banano es una fruta exótica que se cultiva en países tropicales, por lo tanto, su producción dentro del territorio ecuatoriano, se da en la región litoral o costa. Actualmente el país, cuenta con 224.137 hectáreas dedicadas a este cultivo herbáceo, siendo uno de los mayores productores a nivel mundial. A saber, el banano figura como el segundo producto de exportación ecuatoriano después del crudo del petróleo. Durante los últimos 5 años el banano ha generado un saldo comercial positivo de 2,74 miles de millones representando el 16,3% de las exportaciones entre el petróleo, camarones y flores.

Las cubiertas tipo teja son elementos estructurales que en ciertos casos son colocadas en viviendas, estas son elaboradas a base de cemento hidráulico y otro tipo de materiales que contaminan el medio ambiente. La teja tipo a base de la fibra del pseudotallo es un producto que ofrece diferentes ventajas por ser un reciclado, este material (pseudotallo) también es utilizado para elaborar cemento para viviendas, fundas de papel y cuerdas que han sido beneficiosos en la comunidad.

La presente investigación tiene como tema central analizar el comportamiento mecánico aprovechando las particularidades que tiene la fibra del tallo del banano pseudotallo "*musa paradisiaca*", al ser combinada con mortero hidráulico, para la elaboración de cubiertas tipo teja proyectadas para viviendas. Este proyecto enfoca su importancia en aprovechar la fibra del tallo del banano para conseguir un producto liviano y resistente, promoviendo su economía e incentivando un cambio en su matriz productiva.

Se realiza un análisis comparativo entre una teja tradicional y una teja ecológica determinar cuánto porcentaje desperdicio puede ser aprovechado mediante un proyecto sostenible. Con el trabajo de investigación se busca determinar el comportamiento mecánico del pseudotallo como materia prima al ser combinado con el cemento hidráulico para demostrar la viabilidad técnica, financiera y económica dentro de la construcción de una vivienda.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

Comportamiento mecánico de una teja tipo elaborada con mortero hidráulico y prototipo con adición de fibra de tallo de banano.

1.2. Planteamiento del Problema.

Actualmente, Ecuador figura como uno de los principales exportadores de banano en América y a nivel mundial, su proceso productivo durante la pos-cosecha genera residuos orgánicos que podrían ser aprovechados como materia prima dentro del sector constructivo, si se implantara un tratamiento adecuado para analizar las características físicas y el comportamiento mecánico para producir y elaborar productos sostenibles para el medio ambiente.

En este sentido, el pseudotallo de banano de la “*musa paradisiaca*” provee gran cantidad de fibras naturales, que han sido aplicadas a proyectos investigativos de artesanía, papelería, cordelería, y construcción. Sin embargo, su auge no ha tenido mayor representatividad dentro de la matriz productiva nacional, debido a la baja oferta de materiales ecológicos cuyo comportamiento mecánico incentiven su utilización dentro de las obras civiles.

Las necesidades y exigencias de las ciudades modernas, han generado un efecto sobre la forma tradicional de ejecutar las técnicas de elaboración de cubiertas tipo teja, y que éstas cumplan con la demanda de los usuarios, ante la necesidad de contar con mejores productos que cumplan una mayor eficiencia; además, de buscar y desarrollar una mezcla modificada con la adición del tallo de la planta de banano (Pseudotallo).

1.3. Formulación del Problema.

¿De qué manera influye al comportamiento mecánico, el aporte de la fibra del tallo del banano en una teja ecológica?

1.4. Sistematización del Problema.

¿Qué problemas genera el desperdicio del pseudotallo al ambiente?

¿Cuál es la resistencia óptima para mejorar el comportamiento mecánico de una teja ecológica fabricada a partir del pseudotallo de banano?

¿Qué costo debería tener una teja ecológica para ser competitiva dentro de la matriz productiva ecuatoriana?

1.5. Objetivos de la investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Analizar el comportamiento de teja con mortero hidráulico mediante ensayos manuales y de laboratorio con adición de fibra de tallo de banano para elaboración de un prototipo de teja ecológica.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Comparar el comportamiento mecánico de una teja tradicional con los prototipos de teja de mortero con fibra de tallo de banano para obtener un eco material resistente y liviano.
- Diseñar un producto ecológico que cumpla con las condiciones necesarias para emplearse en cubiertas tipo teja.
- Definir el costo del producto para mantener su sostenibilidad ambiental, económica y social.

1.6. Justificación de la Investigación.

Debido al gran desperdicio existente por el proceso productivo para la exportación de banano, se busca implementar un eco material que potencie las bondades de la fibra del pseudotallo para disminuir las consecuencias generadas por el impacto de su huella ecológica. Lo que a su vez contribuye con el objetivo número 7 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, que garantiza los derechos de la naturaleza y promueve la sostenibilidad ambiental, territorial y global del medio ambiente.

De esta manera, se plantea incluir un mecanismo útil e innovador que garantice la sostenibilidad y la aplicabilidad del desperdicio de la fibra del banano en nuevos proyectos experimentales que disminuyan la contaminación ambiental. A saber, el prototipo de teja liviana a base del tallo del banano (pseudotallo), busca brindar características similares a la teja tradicional a nivel térmico, acústico y resistente, considerando el factor económico, ambiental y social.

Este proyecto de elaboración de tejas ecológicas a base del pseudotallo de la planta de banano, quiere dar solución a la problemática que presentan la elaboración del producto en viviendas del Ecuador, sobre el alto consumo de materiales como el cemento y los áridos, que se utilizan en su elaboración y que ocasionan alta contaminación. Es por ello, que la aplicación de estos conocimientos será adquirirlos a lo largo de la investigación, dado que la creación de las tejas ecológicas, tendría una concientización en las poblaciones.

Crear un enfoque ecológico con la implementación de materiales reciclados, buscando nuevas formas de empleo en el área de la construcción. De manera particular el proyecto busca desarrollar una mezcla de hormigón hidráulico modificada con la inclusión de la fibra del tallo del banano de esta manera aportar alternativas para revalorizar el uso de estos residuos como beneficios medioambientales en la construcción de una cubierta tipo teja.

1.7. Delimitación de la investigación.

Campo:	Educación Superior. Tercer Nivel.
Área:	Ingeniería Civil.
Aspecto:	Investigación Experimental.
Tema:	Comportamiento mecánico de una teja tipo elaborada con mortero hidráulico y prototipo con adición de fibra de tallo de banano.
Delimitación espacial:	Ecuador.
Delimitación temporal:	6 meses.

1.8. Hipótesis.

Se logrará mejorar el Comportamiento mecánico de teja tipo elaborada con mortero hidráulico y prototipo con adición de fibra de tallo de banano.

1.8.1. Variable Independiente

Comportamiento mecánico de tipo teja con mortero hidráulico.

1.8.2. Variable Dependiente.

Prototipo con adición de fibra de tallo de banano.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico.

Según Hidalgo (2018), en su trabajo titulado “Elaboración de teja utilizando como materia prima caucho reciclado”, planteo como objetivo general determinar la mejor mezcla para la fabricación de tejas en función de volúmenes de adición de caucho. Llegando a la conclusión, de que la incorporación de caucho en la mezcla para la fabricación de tejas influyo sobre el producto terminado, el material adicionado demostró un buen comportamiento de adherencia con los materiales.



Ilustración 1: Tejas Elaboradas con Caucho Reciclado.
Fuente: Pamela Carolina Hidalgo Chávez.(2018)

Se examina como referente internacional el proyecto de “Diseño de Teja prefabricada de bajo coste que incorporan residuos industriales de carácter puzolánico para uso en países en vías de desarrollo. Aplicación al caso de Cali-Colombia. 2009.” Este trabajo va dirigido a estudiar la viabilidad de reciclar materiales de carácter puzolánico, como lo es la ceniza de la cascarilla de arroz que es residuos agrícolas de la cual se obtienen tejas prefabricadas de bajo coste.



Ilustración 2: Teja fabricada.
Fuente: Rosana Méndez. (2009)

La autora Rosana Méndez Muschler, rescata que al sustituir el cemento por puzolana se obtiene un producto con mejoras considerables en la trabajabilidad de los morteros, en la resistencia de compresión, resistencia a la flexión, al mismo tiempo en los ensayos de impacto, de impermeabilidad y la reducción del coste mediante la de fabricación del prototipo.

Se estudia el proyecto “Análisis y propuesta de mejoras al proceso productivo de la teja de micro concreto (tmc), en talleres de producción de la empresa Ecotec.s.a, del municipio de Diriamba-Carazo, en el segundo semestre del año 2012.” Ante todo, los autores, propone nuevas alternativas de estudio, para mejorar el proceso productivo de la Teja de Micro Concreto, mediante el análisis de las etapas de producción y alcance de resultados para determinar la manera precisa, el tiempo exacto en que se van a realizar el producto identificando y los puntos deficientes a fin de que se aumente la productividad.



Ilustración 3: Teja fabricadas.
Fuente: Felipe Medrano Muños.(2012)

Se analiza como referencia el proyecto “Elaboración de tejas ecológicas mediante la reutilización de botellas plásticas y cartón para ayudar al medio ambiente, disminuyendo la contaminación ambiental en la ciudadela Juan Montalvo en el periodo abril – agosto 2016.” En este proyecto, se recicla cartón y botellas plásticas para obtener tejas ecológicas que contribuyen en la disminución de la contaminación del medio ambiente generando beneficios para la sociedad de la ciudadela Juan Montalvo. Los autores rescatan de este proyecto lo importante del reciclaje mediante un mecanismo útil para el ambiente al elaborar tejas ecológicas.



Ilustración 4: Teja Ecológica.
Fuente: Vanessa Vallejo.(2016)

En el proceso de cosecha y poscosecha del banano, se generan grandes cantidades de residuos en las plantaciones bananeras, las cuales pueden ser utilizadas como materia prima para la elaboración de productos amigables con el medio ambiente que reduzcan el fenómeno de deforestación en países que se dediquen a este cultivo. El proceso de extracción de la fibra del pseudotallo, resulta una alternativa viable y sostenible para la elaboración de un producto de necesidad básica como el papel a partir de una material de desecho.

No solo con la obtención de la fibra de banano se puede realizar papel artesanal, si no también distintos subproductos fabricados de manera similares, ya que ofrece características físicas ideales para procesos de elaboración, por ejemplo: empaque, bolsas, cuadernos y láminas de cartón. Debido a que el producto terminado es resistente, permeable y su producción es de bajo costo; es apto para generar empleo y rentabilidad. (Amy & Andrea, 2015)



Ilustración 5: Papel con Fibra de Tallo de Banano.
Fuente: Katherine Torres Guzmán.(2015)

Se estudia como referente nacional el proyecto “Análisis de la utilización del tallo del banano como fuente de fibra, para potencializar la producción de las artesanías del cantón El Triunfo y su futura exportación.” En este proyecto se expone la idea de analizar la fibra del tallo del banano para la utilización y

potencialización en la elaboración de artesanías, para un mayor bienestar económico de las Mujeres Emprendedoras del Cantón el Triunfo que al mismo tiempo mejora la calidad de vida ayudando al medio ambiente.



Ilustración 6: Artesanías elaboradas.

Fuente: Torres Amy, Veras Andrea.(2015)

En la actualidad, el pseudotallo del banano es considerado como un material ecológico ya que su fibra vegetal es utilizada para la elaboración de artesanías, por su estructura suave y manejable para realizar diseños como: carteras, bolsos, sombreros, bisutería, prendedores y adornos transformándose en piezas únicas al ser elaboradas manualmente. Con la producción de las artesanías se abren nuevas fuentes laborables, convirtiéndose en fuentes de ingresos monetarios para las familias dedicadas a realizar esta labor, vendiéndolas a mercados nacionales e internacionales. (Amy & Andrea, 2015)



Ilustración 7: Artesanías elaboradas con fibras de Pseudotallo de banano.

Fuente: Katherine Torres Guzmán.(2014)

Se analiza el proyecto “Elaboración de papel a base de residuos de banano, 2014.” En este trabajo, se propone desarrollar un producto amigable con el medio

ambiente a partir de reciclar los residuos del banano, con el objetivo de producir papel a base de esta materia prima, analizando la factibilidad económica y financiera aprovechando el alto nivel de productividad. Logrando satisfacer la demanda creciente de productos que sean amigables con el medio ambiente.



Ilustración 8: Papel a Base de Residuo de Banano.
Fuente: Andres Cortez.(2014)

Uno de los mayores problemas que causan las grandes industrias en la elaboración de productos para la construcción es la contaminación del ecosistema, debido a esto, se han realizado nuevos procesos experimentales menos agresivo con el medio ambiente mediante en el cual se aprovechan los residuos naturales provenientes de la planta del banano; es decir, se extrae la fibra del pseudotallo la cual al ser mezclada con el cemento hidráulico se logra crear un material ideal para construir.

La fibra del tallo de banano no reemplaza la armadura principal en las estructuras; sin embargo, si mejora las propiedades físicas y mecánicas al ser combinados con otros materiales dándole mayor resistencia, mejor peso y rigidez por esta razón el aporte de este material logra reducir los costos de producción y lo hace más sustentables para la industria. La fibra es adecuada para ser utilizada en la fabricación de bloques para paredes, cemento para losas, y elementos que no estén sometidos a grandes esfuerzos de tracción y compresión como cubiertas tipo teja y baldosas. (Coordinacion de Investigación Científica, 2013)

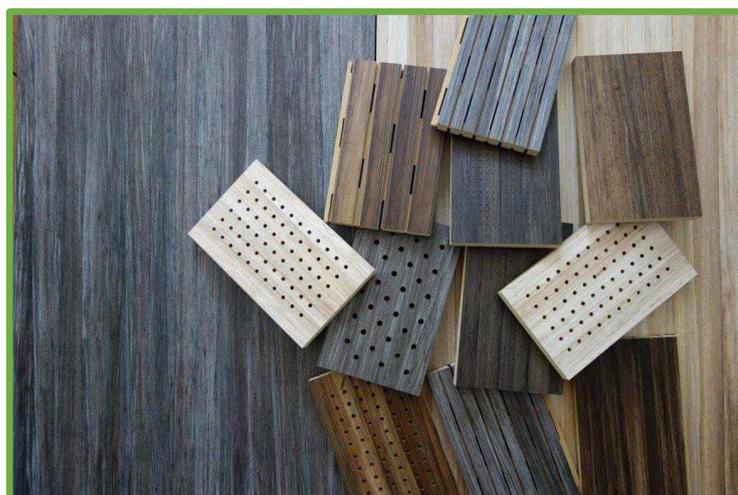


Ilustración 9: Materiales de construcción elaborados con fibra del tallo de banano.
Fuente: <https://myprofetecnologia.wordpress.com>. Recuperado el 7/Julio/2018.

Existen varias técnicas para elaborar cuerdas y cordajes con la fibra del tallo del banano pueden realizarse en forma de cordón y entrenzado. Se debe utilizar la fibra dura dado que es resistente a la tensión y difícilmente se deteriora por la acción del agua dulce, agua salada o de otros agentes naturales como el sol y el viento. Es un material de alta flexibilidad y baja conductividad térmica, por ello sirven como tejidos en cubiertas de sillas, tapetes y pantallas de lámparas, convirtiéndose en un material potencial ideal para la exportación. (Amy & Andrea, 2015)



Ilustración 10: Cuerda elaborada con fibra del tallo banano.
Fuente: Artesanías de Colombia s.a.

2.1.1. El banano.

El banano o plátano es uno de los cultivos más importantes para la extracción de productos alimenticios a nivel mundial, se trata de un monocultivo tropical, herbáceo y perenne gigante por su disponibilidad a lo largo del año. Pertenece al grupo de familias *Musáceae*, siendo su nombre científico del género *Musa* y especie *Paradisiaca*. Su nombre varía de acuerdo al país: en Argentina, Colombia, Perú,

Puerto Rico, Uruguay y República Dominicana se lo conoce como plátano; en Ecuador, República Dominicana, Panamá y Colombia como banano y en Venezuela es llamado cambur.

El banano es una fruta básica en la canasta familiar y en el alimento diario de personas en gran parte del mundo, estos se pueden consumir crudos o cocinados además, sirven para el alimento de ganado. Su ciclo de vida empieza a partir del sembrado, estos se dan en climas cálidos puesto que no germinan de semillas sino de un rizoma que llega a crecer de 2 a 5 metros de altura y tallo que resulta de la unión de vainas foliares. Para concluir, la planta de banano tiene un ciclo reproductivo de 9 a 12 meses otorgando un solo racimo y es decir que posterior a su vida útil, el pseudotallo es cortado y desechado.

El Antropólogo Doctor Herbert Spinden anuncia que su origen se remonta a las húmedas regiones tropicales del Sur de Asia, incluyendo el noreste de la India, Bruma, Camboya y partes de la China del Sur, así como las islas mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Formosa”. En Ecuador su exportación inicio en el año 1910 y su verdadera comercialización empezó en la década de 1950 exclusivamente a Perú y Chile.

Variedades del banano.

Los tipos de banano que se siembran y cosechan en el Ecuador son según, (Castro, 2012):

Gros Michel. - Su nombre común es Michel, mide entre 3.3 a 5.3 m, esta planta es grande y vigorosa con racimos pesados, frutos grandes de color verde amarillo. La característica más importante de este banano es de ser achatado por sus extremos gracias a esta particularidad es fácil de ser transportado y a su vez exportado a varios países; además, es resistente a la plaga “mal de Panamá”.

Cavendish Enana.- Su nombre común es enano o canarias, originaria de China, su fruto es de color amarillo oro, mide de 10 a 12 cm de largo, su pulpa es blanda y compacta de sabor dulce, gracias a estas características es el plátano de exportación

más común a nivel mundial. Es susceptible plaga de Sigatoka Negra y al nematodo barrenador.

Hawaian Style.- Se lo conoce como Maqueño o Guineo Verde, su apariencia es cilíndrica, por cada racimo se puede cosechar hasta 80 dedos (frutos) por ende es el tipo de banano que da más frutos, se consume cocido o frito, tiene piel rosada y un aspecto regordete, cuando madura el sabor en la pulpa es pegajosa y muy dulce. La plaga más común en esta variedad es el picudo negro, es una larva que afecta al tallo de la planta y evita su crecimiento.

Baby Banana.- es conocido comúnmente como orito, es una planta de poco vigor, por lo cual puede alcanzar a medir 4m de altura, sus hojas son largas, anchas y brillosas. El racimo es pequeño pero con numerosos dedos cortos, gruesos y recto, por este motivo el racimo madura rápido. La pulpa es de color amarillo, suave pastoso, muy dulce con olor concentrado. (Ortiz, 2012).

Usos del banano.

Uno de los usos más importantes que se le da al banano es en la alimentación, ya que este es un fruto rico en vitaminas y minerales como el potasio, magnesio y fibra además, contiene alta concentración de carbohidratos esenciales para nutrir a las personas especialmente a los deportistas ayudando a regular los niveles de energía en el cuerpo en el durante y post entrenamiento. También se los puede utilizar en recetas culinarias preparando platos típicos del Ecuador como: patacones, caldo de bola, tortillas con queso, corviches, etc.

Esta fruta posee grandes beneficios para la salud en general como es mejorar la salud del corazón, protege el sistema cardiovascular, incrementa la salud ocular por contener vitamina A, regula la salud digestiva por la fibra que contiene, mejora el estado de ánimo debido a los altos niveles de triptófano que es un aminoácido que promueve una sensación de bienestar; además, contiene vitamina B6 que mejora la calidad del sueño, mientras que el magnesio relaja los músculos. (UNISIMA, 2017).

Morfología del banano.

La morfología del banano se compone de las siguientes partes: (Meneses & Mejía, 2014)



Ilustración 11: Planta de banano.

Fuente: <https://www.swisscontact.org>. Recuperado el 2/junio/2018.

Sistema radicular.

Conocida también como Raíz, se encarga de absorber y conducir el agua hacia toda la planta, sus raíces son de color blancas o amarillentas. Su diámetro fluctúa entre los 5 y 8 mm, su longitud llegando alcanzar los 2,5 a 3 m lateral y hasta 1,5 m en profundidad. Este sistema está formado por raíces primarias y secundarias que se reproducen constantemente por si existieran daños por los nematodos (gusanos microscópicos que se alimentan de las raíces y de otra parte de la planta).

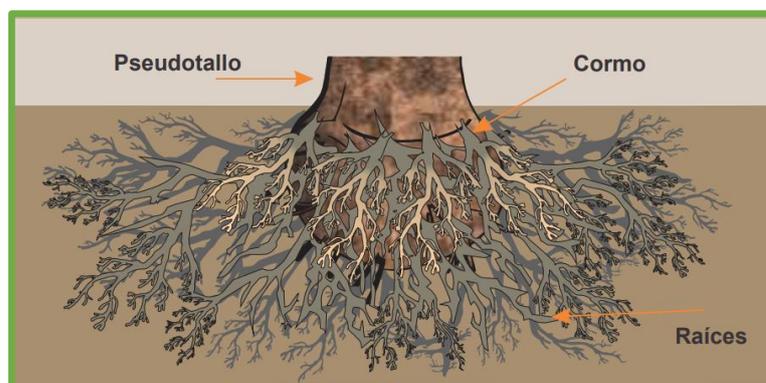


Ilustración 12: Vista de la raíz de la planta.

Fuente: <https://www.swisscontact.org>. Recuperado el 2/junio/2018.

Rizoma.

Es el tallo subterráneo de la planta porque crece debajo de la tierra, también se lo conoce como bulbo o cormo; por medio de este se producen los hijos o rebrotes, que dan origen al pseudotallo, raíces y yemas vegetativas. Es una cúpula aplanada desde la cual se forman las hojas y esporádicamente la inflorescencia (crecimiento de flores que luego desarrollan los frutos). (Meneses & Mejía, 2014).

Pseudotallo.

El pseudotallo también llamado tronco o penca es un tallo falso formado por un conjunto de cacetas o vainas foliares superpuestas, apretadas y en espiral. Su función es sostener el racimo cuyo peso aproximado es de 50 kg por ende es la parte más resistente de la planta. Su estructura es carnosa y está formada principalmente por agua, este se encarga de absorber la humedad para transportarla hacia toda la planta, por lo tanto, es una fuente potencial de las biomásas lignocelulósica residuales que contienen grandes cantidades de azúcares y carbohidratos.

El tallo al comenzar a crecer se vuelve color blanco y al tener contacto con la luz solar se torna verde-amarillado, además su aspecto es brillante y esbelto con pigmentaciones de color marrón al mismo tiempo tiene una altura desde la base del pseudotallo hasta el pedúnculo entre 2m y 3m, y de 0.50 m de diámetro. Así mismo por cada planta madre surgen de 4 a 5 hijos los cuales producirán frutos una sola vez en todo su ciclo de cultivo. (Meneses & Mejía, 2014)



Ilustración 13: Pseudotallo de la planta del banano.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018).

Hojas.

Las hojas están compuestas por un sistema foliar, y están conformadas por: las vainas foliares, las cuales se origina en el corno de la planta. Los pseudopeciolos, se forman en el extremo de las vainas foliares las que se estrechan y adelgazan hacia la lámina foliar y; por último, las láminas foliares o limbo que son láminas delgadas de color verdes en su cara superior y menos verdosas en su cara inferior. (Meneses & Mejía, 2014)

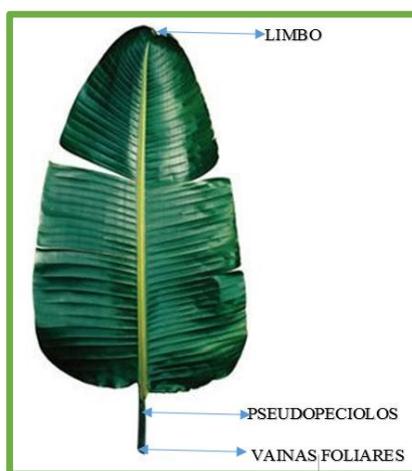


Ilustración 14: Hoja de la planta de banana.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018).

Hijo.

Se denomina hijo al brote o cogollo lateral que se desarrolla desde el rizoma y crece muy cerca de la planta madre. Morfológicamente hablando existen 3 tipos de hijos: de espada o colino, de agua y de retoño o cepa. El hijo de espada es aquel que está pegado a la planta madre y es identificado por su vigor y desarrollo, además tiene la forma de cono invertido, su base es ancha en la parte superior, sus hojas son delgadas y terminan en punta. Es conveniente dejar este tipo de hijo como semilla porque producen racimos y frutas de buena calidad.

Los hijos de agua tienen una conexión débil con la planta madre por crecer separados de ella, son de hojas anchas y su pseudotallo es angosto, este hijo no conviene para siembra porque al crecer son de baja producción. Por último, se encuentran los de retoño, que son hijos grandes por tener yemas (brotes) laterales, estos crecen más rápido y pueden llegar a confundirse con los hijos de agua, por tal motivo deben ser eliminados o aprovechados como material de abono. El hijo

escogido para reemplazar a la planta madre se llamará sucesor. (Meneses & Mejía, 2014).



Ilustración 15: Hijo de la planta de banano.

Fuente: <http://www.promusa.org> recuperado 30/mayo/2018.

Inflorescencia o flores.

La inflorescencia, es el proceso en el cual aparecen las flores que luego se convierten en frutos. Aparece alrededor de un año y emerge en la parte alta de la planta, nace desde el rizoma y crece a través del centro de pseudotallo en forma de espiga, formada de flores protegidas por gruesas brácteas de color púrpura que luego caen. Las flores femeninas son las primeras en brotar, a medida que estas se desarrollan en frutos aparecen las flores masculinas, las cuales producen polen, en este proceso nace una tercera flor, que se la llama hermafrodita y se puede aflorar en el raquis entre las flores femeninas y las masculinas, estas por lo general no se desarrollan como frutos. (Meneses & Mejía, 2014)



Ilustración 16: Flores de la planta de banano.

Fuente: <https://es.dreamstime.com>. Recuperado 30/mayo/2018.

Frutos.

A partir de las flores femeninas, comienza a formarse el fruto, el cual se compone del péndulo que es el tallo que soporta la inflorescencia y la fija al rizoma. El racimo, tarda entre 80 y 180 días en desarrollarse que durante el proceso de crecimiento se dobla por el peso y puede ser de 50 kg ya que crece de 7 a 30 cm de largo y hasta 5cm de ancho. Además, contiene de 5 a 20 manos cada uno con 2 a 20 dedos, además su color varía dependiendo de la calidad y el estado de maduración. El raquis, es el tallo que soporta el racimo, comienza desde la primera mano hasta la yema masculina que es la parte final del racimo, que al mismo tiempo indica si está apto para ser cortado. (Meneses & Mejía, 2014)



Ilustración 17: Fruto de la planta de banano.

Fuente: <http://www.promusa.org> recuperado 30/mayo/2018.

Siembra y cosecha del banano.

Las plantaciones de banano tienen actividades vegetativas continuas generando crecimiento y fructificación todo el año, por lo cual se debe disponer de varios sistemas de siembra. Antes de proceder a realizar las plantaciones se debe tener en consideración la selección de la semilla, temperatura, precipitación, tipo de suelo, fuentes de agua, vías de acceso y buenos drenajes para que la planta tenga buen tamaño y se coseche un fruto grande. (Guerrero, 2013)

Siembra.

Una vez diseñado el sistema de siembra se debe tener en consideración algunos aspectos como la temperatura, que en promedio debe de ser de 27°C; el terreno,

debe estar limpio y húmedo para proceder a marcar los puntos donde van hacer colocadas las semillas, luego se procede a hacer una excavación de manera manual para que en los hoyos se coloquen, dejando de 2 a 3 cm por encima de la semilla para que esta no quede expuesta al sol. (Guerrero, 2013)



Ilustración 18: Siembra de la planta de banano.

Fuente: <http://www.agropecuarios>. Recuperado 31/agosto/2018.

Resiembra.

La resiembra se debe realizar de 4 a 6 semanas después de la siembra ya que en este tiempo se detecta las enfermedades, plagas y la mala siembra. Este proceso se realiza con los hijos tipo espada es decir; se separan de la planta madre y se siembran sin podar sus raíces ni cortar el pseudotallo. El objetivo es introducir unidades faltantes en los espacios vacíos, con el fin de que las nuevas plantas aprovechen la luz a fin de que no tengan desventajas en el crecimiento, y se pueda cosechar un racimo de buena calidad. (Guerrero, 2013).



Ilustración 19: Resiembra con cornos.

Fuente: <https://www.swisscontact.org>. Recuperado 31/agosto/2018.

Fertilización.

En la planta de banano la fertilización es decisiva, sobre todo en las primeras fases de crecimiento, ya que con esto el fruto desarrolla y obtiene su máximo

rendimiento de producción. Para cumplir con este objetivo es necesario recurrir a diversos nutrientes tales como: en mayor cantidad Nitrógeno (N), Fósforo (Mn), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Ms) y Azufre (S) y; en menor cantidad: Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mg), Cobre (Cu) y Boro (B). Se recomienda una fertilización balanceada y moderada cada 5 meses con los nutrientes ya mencionados, con la finalidad de que el racimo (fruto) no presente plagas ni enfermedades. (López & Espinoza, 2015).

Control de malezas.

En los cultivos de banano la maleza reduce la producción de la planta y dificulta las diferentes labores que se realizan en el proceso de crecimiento como la aplicación de fertilizantes, la cosecha, la calidad de la fruta; debido a que se enredan en el pseudotallo. Además, afectan a la reducción de altura de la planta madre, grosor del pseudotallo, peso del racimo, crecimiento lento del fruto, brote de pocos hijos y retraso de las flores femeninas haciendo más largo el ciclo del cultivo. (Plaza, 2012).

Existen 3 métodos para controlar la maleza: Primero, por control químico, es el más utilizado en la mayoría de las plantaciones, son plaguicidas tóxicas que permanecen en el suelo debido a que causan erosión y pérdida de material orgánico. Segundo, por control manual, también llamado plateo, es necesario realizarlo con machete sobre el cultivo en un radio de 1m a partir del pseudotallo; y finalmente, el control mecánico, denominado chapia, en el cual se utiliza guadaña y consiste en la poda de las malezas en las calles a una altura de 5 cm, evitando descubrir el suelo. (Aguirre-Buitrago, 2014).



Ilustración 20: Control de Maleza.

Fuente: <http://lomioes-daniel.blogspot.com>. Recuperado 31/agosto/2018.

Poda o deshije.

Este proceso se realiza con la finalidad de mantener una plantación en condiciones adecuadas, consiste en seleccionar o regular el número de hijos eliminando los más débiles; así mismo se realiza 2 meses después de la siembra, dejando 2 o 3 brotes. Un buen deshije consiste en seleccionar los hijos más grandes, por encima de 1m de altura, vigoroso, y de mayor profundidad. Es conveniente, que una vez visualizado los hijos que no serán útiles, desecharlos mediante eliminación de los pseudotallo en forma diagonal, a una altura de 0,10 m de la superficie del suelo sin causar daño a la plata madre. (Dávalos, 2015).



Ilustración 21: Poda o deshije.

Fuente: <http://lomioes-daniel.blogspot.com>. Recuperado 31/agosto/2018.

Deshoje.

El objetivo del deshoje es cortar las hojas no funcionales al ras, para evitar el contagio de enfermedades como la Sigatoka. Este proceso, se realiza por lo general una vez a la semana, aunque de ser necesario se lo debe realizar diariamente cuando la hoja en mal estado afecte en el desarrollo del racimo. Esta actividad consiste en eliminar las hojas dobladas y secas, al mismo tiempo que se deben cortar de abajo hacia arriba paralelas al pseudotallo, sin dejar codos para que de este modo no acumule agua dentro del tallo. (Dávalos, 2015)



Ilustración 22: Deshoje de la planta de banano.

Fuente: <http://lomioes-daniel.blogspot.com>. Recuperado 31/agosto/2018.

Si este proceso se realiza de manera inadecuada puede causar desgarraduras en las vainas del pseudotallo. Es conveniente, no cortar más hojas de las necesarias; pues disminuyen el área foliar dentro del ciclo vegetativo de la planta de banano. Se debe tener en consideración que para cosechar un racimo de buen tamaño y de una excelente calidad de dedos, se requiere un mínimo de 14 hojas funcionales, las cuales nace en promedio una en 7 días. (Enrique Álvarez, diciembre, 2013).

Apuntalamiento.

Esta labor consiste en sujetar la planta para evitar la caída del racimo, causando pérdidas importantes a los productores. Existen dos maneras de apuntalar; la primera, consiste en amarrar con piola la planta con fruto a la base de otra en dirección opuesta al racimo, este método no es muy común en las plataneras; y la segunda, se usa caña guadua estas se colocan directamente al pseudotallo. Cuando se apuntala se debe evitar dañar el tallo para que no se malogren la planta por las plagas y enfermedades. (Santiago Ulloa, 2017).



Ilustración 23: Apuntalamiento de la planta con caña guadua.
Fuente: Fernando Hurtado. (2017)

Cosecha.

Según Moreno M. & Candanaza C., (2012) “La cosecha para el agricultor significa recoger la fruta y alistarla para la entrega al comprador o comercializadores.” Consiste en seleccionar los frutos dependiendo de la madurez y alistarlos para su distribución, además los racimos tardan en estar listos entre 12 y

14 semanas después de la inflorescencia dependiendo de la temperatura del ambiente. Este proceso se realiza con un machete afilado haciendo un corte en cruz en el pseudotallo, hasta que se doble, luego se sujeta el racimo evitando que se golpee o maltrate para después transportarlo.



Ilustración 24: Labores de cosecha.

Fuente: Fernando Hurtado. (2017)

Poscosecha.

Según Moreno M. & Candanoza C., (2012) “La post-cosecha del banano consiste en el alistamiento para distribuirlo en fresco a través de los diferentes canales de comercialización, o para la exportación a mercados internacionales”. Este proceso se debe hacer en un lugar adecuado, con espacios disponibles para la operación y mantenimiento de equipo así también como para el traslado de materiales o del producto y movimiento del personal.



Ilustración 25: Labores de poscosecha.

Fuente: Delfor Freire. (2017)

La poscosecha inicia desde el corte del pseudotallo, cosecha y recibido del racimo después comienza la labor de desmane, acción de separar los dedos del racimo, seguido de la selección del fruto con las características deseadas, clasificación, lavado del racimo, control de hongos y posteriormente empaçado verificando su calidad y dimensión. La correcta manipulación del fruto favorece su contenido y evita las pérdidas económicas al momento de ser comercializado.

Residuos de cosecha y poscosecha.

Según INEC (2015). “Se entiende por Residuos todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el uso, pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de la vida de la materia”. En las plantaciones, después de la cosecha y poscosecha del racimo, se generan grandes cantidades de residuos orgánicos tales como el pseudotallo, raíces, raquis vainas foliares, bellotas y; residuos químicos como los pesticidas, envases plásticos, fundas y mallas; convirtiéndose en grandes contaminantes del medio ambiente.

Reutilización de los residuos de cosecha y poscosecha.

En los cultivos, una parte de los residuos vegetales son utilizados como abono verde y alimentación para ganado, la otra parte es incinerada en las plantaciones causando degradación del ecosistema. Es importante recalcar que cada desperdicio vegetal contiene fuentes potenciales de fibras, que se extraen y pueden ser utilizados como materia prima en diferentes productos, permitiendo generar ingresos a pequeños productores mediante la venta de estos materiales en proceso de manufactura.

Es pertinente mencionar que los residuos orgánicos como el pseudotallo, el vástago, la cáscara de la fruta y el raquis, presente en el cultivo del plátano, se pueden reutilizar en productos nuevos e innovadores, que permitan buscar procesos a corto o largo plazo para que estos residuos reciban tratamientos adecuados en los cuales las fibras puedan ser aprovechadas para obtener etanol, artesanías, materiales de construcción, papelería, empaques y cordelería. (Carrión, 2013)

2.1.2. Fibras.

Según la RAE (2017), se entiende por fibra a cada uno de los elementos que entran por composición de los tejidos orgánicos, animales o vegetales. Se puede decir que cualquier material compuesto al cual se le incorporan fibras mejoran sus características, sus propiedades mecánicas y soportan cargas superiores ya que refuerzan su composición. Podemos añadir que las fibras son estructuras largas o cortas, delgadas que se doblan con facilidad y que además tienen un buen desempeño como aislante térmico, resistentes a la fuerza de tracción, compresión y absorción de la materia prima. (Perdomo & Andrés, 2015)

Clasificación de las fibras.

Las fibras según su origen se dividen en dos grandes grupos: El primero se clasifica dentro de las fibras naturales, cuya materia prima proviene de la naturaleza pero han sido tratadas por el hombre; estas a su vez se clasifican en animales, minerales y vegetales. Las de origen animal, generalmente son fibras proteicas que están compuestas por folículos y glándulas como la lana, el pelo y la seda; también de origen mineral, son inorgánicas como el cuarzo ya que contiene propiedades carcinogénicas y por último; de origen vegetal el cual se obtiene de semillas, frutos, hojas y tallos que se dejan como residuos en los cultivos.

Y en segundo lugar, están las fibras químicas, denominadas así porque no provienen de la naturaleza y son producidas artificialmente a partir de materiales macromoleculares se consiguen a partir de polímeros de diferente procedencia además; se caracterizan porque son resistentes a los agentes externos, absorben poco la humedad del ambiente y se mezclan con otras fibras.

Están divididas en fibras artificiales, proceden de materiales orgánicos básicamente de celulosa o de proteína animal o vegetal, son fibras manufacturadas a partir de materia prima natural. Y las fibras sintéticas que son extraídas por síntesis orgánica de diversos productos derivados del petróleo, además puede variar su aspecto, color, brillo, resistencia y capacidad de aislamiento térmico, las más utilizadas son el poliéster, fibras acrílicas y el polietileno (PET).

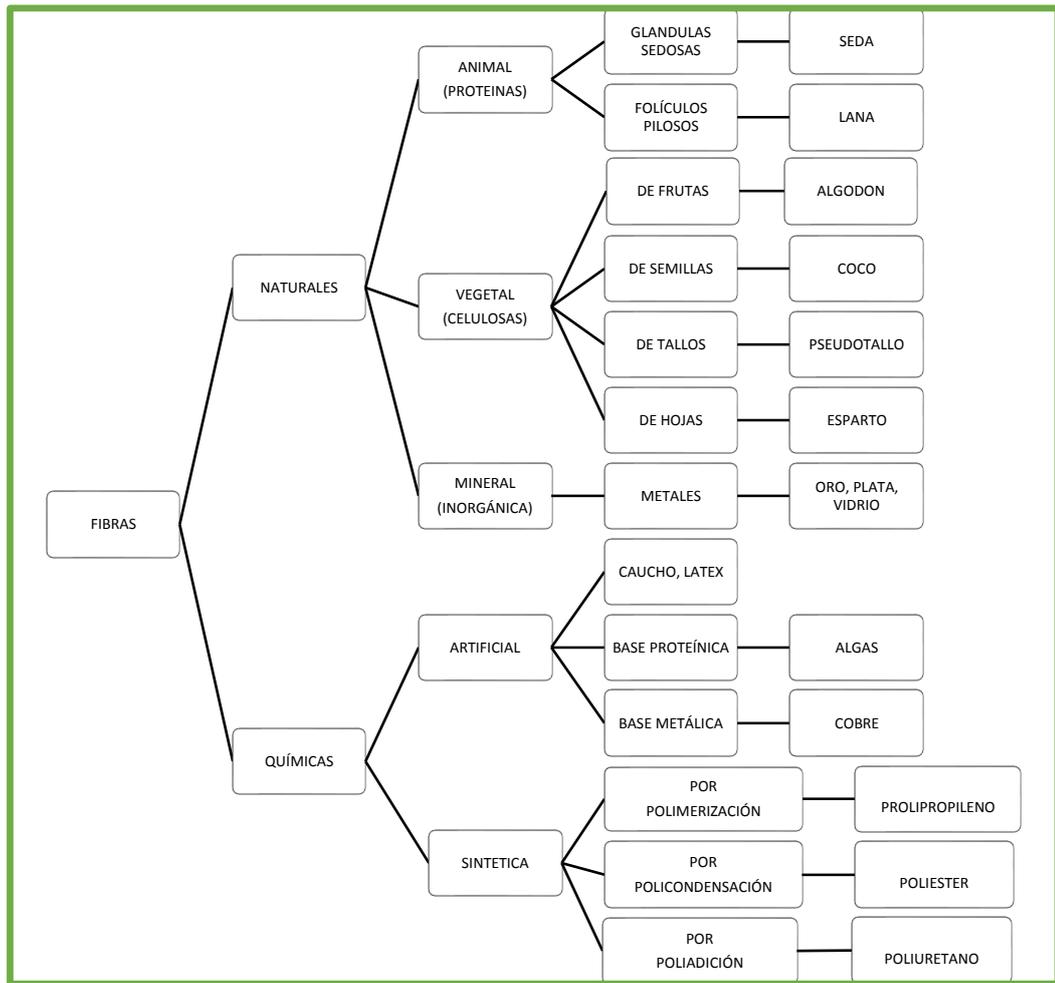


Ilustración 26: Clasificación de las Fibras.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018).

Fibras Vegetales.

Las fibras de origen vegetal se componen especialmente de celulosa que se encuentran en las paredes de las células y proveen soporte a la planta, se caracterizan por la facilidad que tienen para ser procesadas puesto que son resistentes y flexibles. Estas fibras son utilizadas como materia prima para elaborar productos de construcción, cordelería, textil y artesanías. En este sentido, se señala que las fibras vegetales, se clasifican de acuerdo a su fuente de extracción por las cuales pueden ser duras, suaves y cortas.

Las fibras duras se caracterizan porque provienen de la vaina de las hojas de la planta compuesta de células largas y delgadas que las hacen resistentes para elaborar sogas, cordeles, redes y líneas de pesca. El tipo de hojas más utilizadas son

abacá, cabuya, esparto. También tenemos las fibras suaves son las que se extraen en gran parte de la semilla por ser impermeables ya que son las más largas como el algodón y ceiba. Otro tipo de fibras son las cortas, que provienen de los frutos y crecen en la superficie de las estructuras vegetales, se caracterizan por ser fuertes y durables.

La fibra que se extrae del pseudotallo del banano es una fibra natural de origen vegetal, que se obtiene cuando la planta de banano ha culminado su proceso de cultivo. En pocas palabras, el racimo es cosechado y el tallo se desprende de la planta convirtiéndose en desecho, es ahí donde se extrae la fibra y se convierte en materia prima productiva.

Las fibras extraídas del tallo de la planta de banano son largas y fuertes, esto se debe a que su composición química (celulosa, hemicelulosa y lignina), se caracteriza por ser de alta resistencia, de peso ligero y biodegradable; es decir, no representan ningún efecto negativo sobre el medio ambiente. Al mismo tiempo las fibras del pseudotallo al ser combinadas con otros materiales tienden a soportar propiedades mecánicas como torsión, tracción y tensión; por ello, es conveniente acotar que funciona como excelente aislante térmico y acústico. (Carvajal & Galvis, 2012).



Ilustración 27: Fibras Vegetales.

Fuente: <https://www.rafaelmatias.com>. Recuperado 31/agosto/2018

Extracción de fibra de banano.

La fibra que se extrae del pseudotallo del banano es una fibra natural de origen vegetal, posee características de altas resistencias, peso ligero, absorción y no se degrada fácilmente. Después que la planta de banano ha culminado su proceso de cultivo el racimo es cosechado y el tallo se desprende de la planta convirtiéndose

en desecho, del cual se extrae la fibra y se convierte en materia prima productiva. La extracción del nervio del pseudotallo requiere de horas de trabajo por el tiempo de corte, desfibrado, separación y secado de las capas, los mismos que se detallan a continuación. (Amy & Andrea, 2015)



Ilustración 28: Extracción de la Fibra de Banano.
Fuente: Artesanías de Colombia. (2015)

Desfibrado.

Este proceso se realiza de manera artesanal y consiste en que una vez separado el pseudotallo del corno o del rizoma, se procede a cortar en trozos largos, luego se separar con cuchillo una a una las capas o vainas que conforman el tallo dependiendo del grosor de la planta, se pone a consideración que este proceso debe ser realizado en un lugar protegido, de manera que el tallo no quede expuesto a la lluvia ya que la fibra perdería sus propiedades. (Amy & Andrea, 2015)



Ilustración 29: Desfibrado.
Fuente: Artesanías de Colombia. (2015)

Extracción.

Después que se han separado las capas del pseudotallo del banano, se procede a clasificar los distintos tipos de fibras que se pueden extraer del tallo con respecto al orden en el cual fueron retiradas. La primera capa que se extrae, es el de tipo hilo

pues se caracteriza por la suavidad en su estructura; así mismo, se extrae la fibra suave pues es la que se obtiene de la segunda capa, se caracteriza por ser excelente para ser manipulación.



Ilustración 30: Fibra de Hilo y Fibra Suave.
Fuente: Karla Abad Barahona.(2015)

La tercera capa se denomina malla debido a que su textura es muy distintiva puesto que es una especie de entramado con separaciones. La fibra dura es la que proviene de la cuarta capa del tallo, y se caracteriza por ser la más resistente, ya que su aspecto es plano y se la usa como soporte. Por último tenemos la quinta capa, denominada pelo, es la más fina y la más difícil de extraer, su uso es mínimo ya que su proceso de extracción es muy costoso. (Amy & Andrea, 2015).



Ilustración 31: Fibra Malla, Fibra Fina y Fibra Pelo.
Fuente: Karla Abad Barahona.(2015)

Secado de las capas de la Fibra del Banano.

Las diferentes fibras obtenidas del pseudotallo del banano se someten a un proceso de secado, a través del cual obtienen su color en función de las condiciones climáticas o de la exposición al sol, es conveniente que este procedimiento se efectúe en una superficie completamente limpia y seca para que no se deteriore con ningún objeto externo ni extraño a la materia prima como hojas, basura, tierra etc. Si la fibra está expuesto al sol durante 2 días el color será de tipo beige similar a la

cabuya, en cambio si el día se encuentra nublado las fibras tardan de 3 o 4 días para que la humedad se seque en su totalidad tornándose de color café. (Guzmán, 2013).

Trituración de la Fibra de Banano.

Después que las fibras han pasado por el proceso de desfibrado, extracción y secado de las capas, es necesario realizar el proceso de trituración, ya que es importante reducir el tamaño de la materia prima. Este proceso se lleva a cabo mediante tres tipos de corte, el primero es el de tiras, que consiste en cortar la fibra en tiras verticales ya sean gruesas o finas; la segunda, es el tipo de corte en trozo, ésta de la misma forma se la corta en tiras verticales para luego fragmentarlas en pedazos pequeños. Y por último, las de corte en partículas o polvo, las cuales se muele y son fáciles de mezclar con otros materiales. (Guzmán, 2013).



Ilustración 32: Trituración de la fibra.

Fuente: Artesanias de Colombia. (2013)

Características de la fibra del banano.

Características físicas de la fibra del banano.

La fibra de banano posee características mecánicas, térmicas y acústicas que hacen que sea un material estructural ideal, debido a la ausencia de emisores tóxicos en el proceso de transformación. Por ende, estas características dan un balance ecológico al medio ambiente, por su condición biodegradable. Además, tiene ventajas tanto para la producción como para la elaboración de productos y la reducción de residuos orgánicos al no tener efectos negativos sobre el ecosistema. (Abad, Mogrovejo, & Rojas, 2012)

Longitud	3m
Finura y diámetro	0,18 - 0,20mm
Rizado	CUNADO SE HUMEDESE
Propiedades ópticas	Fina, brillante, de color abano claro
Propiedades térmicas	Variabilidad en debilitamiento y distorcionamiento con el tratado al vapor
Propiedades eléctricas	Aislamiento y resistencia
Propiedades mecánicas	(Tracción, torsión y tensión) es muy resistente y fuerte
Resistencia al agua	El agua salada no le afecta
Acción a la interperie	(Luz solar) BLANQUEA - CAMBIO DE COLORACIÓN

Ilustración 33: Características Físicas de la fibra del banano.

Fuente: Karla Abad Barahona.(2012)

Características químicas de la fibra del banano.

La fibra del banano está compuesta por 3 moléculas químicas, siendo la celulosa una de las características más importante ya que le da un soporte longitudinal celular al pseudotallo; de la misma forma se encuentran la lignina, que forma parte de la pared celular, ayudando a dar dureza y resistencia al tallo. Al mismo tiempo está la hemicelulosa que forma parte de la superficie celular y se caracteriza por ser capaz de unirse con las otras dos moléculas que conforman la fibra. (Abad, Mogrovejo, & Rojas, 2012)

Longitud celular	20
Recuperación de la humedad	9,86%
Elongación a la ruptura (QUIEBRE DE LA FIBRA)	NO SE QUIEBRA FACILMENTE
Celulosa	73,5%
Lignina (polímero de la pared celular de la fibra)	12,99%
Hemicelulosa	6-8%
Ceras, grasas, resinas	11,79%
Cenizas	6-8%
Características bioquímica	Es biodegradable
Tinturado	Posiblescon la mayoría de tintes

Ilustración 34: Características Química de la fibra del banano.

Fuente: Karla Abad Barahona.(2012)

2.1.3. Teja.

Generalidades.

Según Norma INEN 986 la teja se puede definir como “Una pieza acanalada, de poco espesor, hecha de arcilla, hormigón y de metal”. Es un elemento funcional que forma parte de las cubiertas en edificaciones al mismo tiempo cumple la función de recibir y canalizar el agua de la lluvia dejándola escurrir evitando filtraciones además de ser un elementos decorativos en las viviendas sirve como aislante acústico y térmico para evitar el calor excesivo o el frío intenso.

La primera teja en fabricarse fue la de barro, a lo largo del tiempo se fueron elaborando de diferentes formas y estilos perfeccionando su producción con distintos materiales como el hormigón, arcilla y metálica. En la actualidad se crean tejas ecológicas utilizando materiales biodisolventes para evitar emisiones de gases contaminantes hacia la atmosfera. Mejorando la propiedades mecánicas y físicas en comparación a las tejas tradicionales. (Mutschler, 2014).



Ilustración 35: Tejas.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Características.

La teja es un elemento de la cubierta que protege la parte superior de las edificaciones cabe destacar que deben cumplir varias características técnicas como: alcanzar resistencias mayores a los 250 kg, al mismo tiempo deben ser ligeras y de fácil transportación, debido a la calidad de los materiales con que se elaboran son excelentes aislantes térmicos, refractarias de la luz lo que las hace un elemento muy versátil logrando adaptarse a diversos estilos, también son más durables y económicas. (Mutschler, 2014)

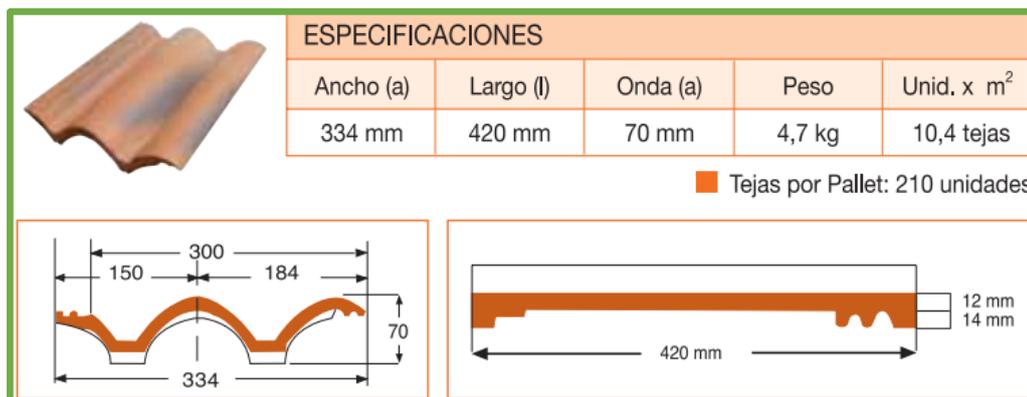


Ilustración 36: Ficha Técnica de la Teja.

Fuente: <http://www.tejasdechena.cl/> Recuperado el 7/Julio/2018.

Tipos de tejas.

Se fabrican dos tipos de teja según su forma curva, mixta y plana y según el tipo de material pueden ser regulares o irregulares, naturales o sintéticas. Las tejas curvas tiene forma de canalón los bordes pueden ser paralelos o convergentes las tejas mixtas y planas.

Proceso de elaboración de una teja tradicional.

Las tejas están compuestas principalmente de cemento, arena de buena granulometría y agua limpia, es necesario llevar un estricto control de calidad de las materias primas, cabe destacar que esta composición tiene la particularidad de ser completamente moldeable y manejable. A continuación se detallan las etapas que conforman el proceso de elaboración de la teja de cemento.

La primera, es la preparación del mortero, este proceso consiste en mezclar los materiales, con sus correctas dosificaciones, hasta alcanzar la consistencia requerida al mismo tiempo no debe ser ni muy húmeda ni muy seca con fin de que se convierta en una mezcla homogénea. La segunda, el vibrado que consiste en colocar sobre la maquina vibratoria una lámina de plástico donde la mezcla se somete a vibración para evitar las porosidades y; moldeado, consiste en colocar la mezcla en moldes plásticos, posteriormente se hace el desmolde después de 24 horas.



Ilustración 37: Proceso de elaboración de una teja.
Fuente: Felipe Medrano. (2014)

La tercera, el curado húmedo, después de que la teja es desmoldada se traslada a tanques de agua, donde son colocadas y sumergidas de manera vertical por 7 días o manteniéndola en una cámara de vapor (curado a vapor) por 4 días, posteriormente se hace el curado final, el cual las tejas tapada con un plástico negro, es llevada a un patio durante 20 días más completando así los 28 días de curado, este es un procedimiento que permite que el producto terminado no sufra cuarteamiento.

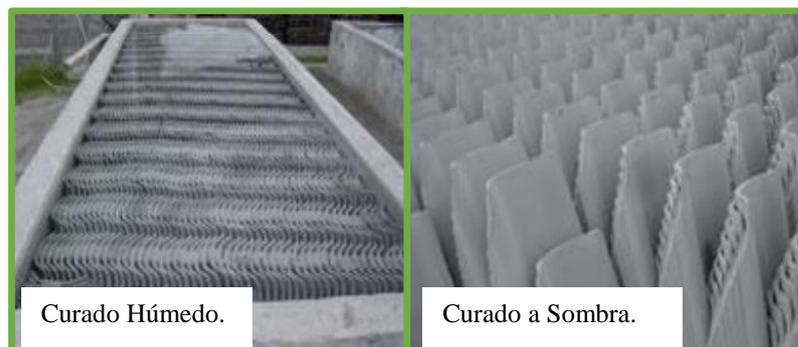


Ilustración 38: Tipo de curado.
Fuente: Felipe Medrano. (2014)

Finalmente, se hace el proceso de fallado de teja, donde el producto final debe someterse a ensayos los cuales permiten que cumplan con los controles de calidad antes de ser comercializadas a ensayos estos ensayos son: impermeabilidad, consiste en cubrir la parte superior de la teja con agua durante 24 horas continuas comprobando que no exista goteo durante el proceso, de la misma forma se somete a la resistencia es la más importante ya que deben resistir un peso mínimo de 160 kg, para luego ser almacenados. (Meléndez, Espinosa, Rhyner, & Noboa, 2014)



Ilustración 39: Ensayo: Impermeabilidad y Resistencia.
Fuente: Martín Meléndez. (2014)

2.2. Marco Conceptual.

Tejas de Hormigón.- Cobert, (2016) indica que: “este tipo de tejas son muy resistentes ante los golpes y flexiones. Son comprimidas y compactas, es por ello que su peso supera los 40 kg por metro por metro cuadrado”. Este tipo de tejas por sus características se instalan en tejados pronunciados puesto que son perfectas para todo tipo de clima son muy resistente ante los golpes. Son de fácil instalación hay en gran variedad de acabados y texturas, es resistente a la flexión y al fuego. (EUGE, 2017)



Ilustración 40: Teja de Hormigón.
Fuente: <http://www.interempresas.net>. Recuperado el 13/Julio/2018.

Tejas de Arcilla.- De acuerdo a la norma INEN 986, las tejas de arcillas se clasifican en dos grupo principales: las tejas de curvas y las tejas planas. Las tejas curvas tiene la característica de ser de forma acanalada en el sentido longitudinal; por otra parte, la teja plana tiene forma paralelepípedo de espesor mínimo. Las tejas elaboradas de arcillas son usadas en la parte superior de la construcción ya que ofrecen protección por ser resistente, impermeables además son de fácil colocación y su fabricación es de bajo costo.

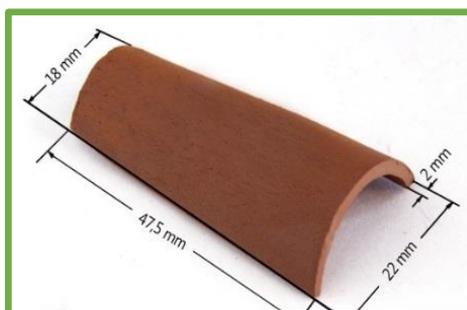


Ilustración 41: Teja de Arcilla.

Fuente: <http://www.tejasdechena.cl/> Recuperado el 7/Julio/2018.

Tejas Metálica.- Las tejas metálicas brindan una alta resistencia a la corrosión por el uso del recubrimiento de aluzinc en todo su cuerpo, el aluzinc es una aleación de aluminio y zinc, esto hace que sea altamente resistente a todo tipo de factores climáticos, además es ideal para la rehabilitación de nuevas cubiertas no tiene gastos de mantenimiento gracias al uso de acero y revestimiento de calidad. Se instala sobre estructuras metálicas de madera tejados ya existentes o en viviendas de hormigón. (Dejtjar, 2018)



Ilustración 42: Teja de metal.

Fuente: <https://duquecasasmoviles.es>. Recuperado el 13/Julio/2018.

Teja de cerámica.- son elementos de colocación discontinua sobre tejados inclinados y para el revestimiento interior y exterior de muros. Se obtienen por

extrusión o prensado, secado y cocción de una pasta de arcilla que contenga o no aditivos. (Dejtiar, 2018)



Ilustración 43: Teja de arcilla.

Fuente: <http://www.galicia.asfes.org>. Recuperado el 13/Julio/2018.

Teja de micro concreto.- Tipo de teja que se utiliza como materia prima arena y cemento. (Dejtiar, 2018)



Ilustración 44: Teja micro concreto.

Fuente: <http://www.galicia.asfes.org>. Recuperado el 13/Julio/2018.

Tejas ecológicas.- La producción de una teja ecológica se realiza debido a la necesidad de aprovechar los residuos generados en las plantaciones sin ser aprovechados y no son debidamente utilizadas causando contaminación y daños al medio ambiente, afectando la salud de las personas y del ecosistema. En los procesos experimentales de elaboración de tejas ecológicas se desea implementar nuevos materiales reciclados como son los plásticos, cartón, fibras vegetales y de vidrio. (Bryan & Juan, 2016)

Huella ecológica.- Es un indicador de sostenibilidad a nivel internacional encargado de medir la cantidad de tierra y agua biológicamente reproductivas que

un individuo, una región, toda la humanidad, o determinada actividad humana requiere para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera. Global Footprint Network, (2012).

Sostenibilidad ambiental.- Según Mantilla, et al. (2005, pág. 15): “El componente ambiental es la base del desarrollo de una nación; es decir, con la sostenibilidad ambiental se garantiza la disposición de recursos para ser sostenible la producción de satisfacer de necesidades y contar, a su vez, con un entorno natural agradable y sano para el hombre.”

Cemento.- Llamado también Portland, considerando que tiene la propiedad de adherirse con mayor facilidad a otros materiales pétreos como: árido, bloques, tejas y fibras. Sin duda es el aglomerante más utilizado en las construcciones civiles además de ser el establecido por la norma para la elaboración de las tejas de cerámica; ya que la mezcla de sus componentes hace que sea resistentes, durable y fraguado más rápido.

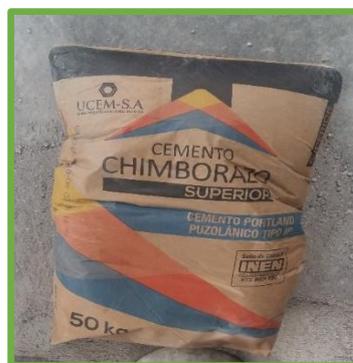


Ilustración 45: Cemento Tipo 1.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Áridos.- Son materiales granulados formados por arena o rocas fragmentadas, teniendo como función principal llenar el volumen en el hormigón al ser mezclado con cemento y agua. Para la fabricación de una teja ecológica es necesario que el tamaño máximo posible del árido sea de 5.5 mm, puesto que al colocar el mortero en el perfil de la teja no se formen grietas ni fisuras en la curva y se logre moldear fácilmente y; la forma de la partícula no sea plana o de forma laminar, considerando

que al momento de ser mezclada con el cemento se necesite mayor cantidad de agua.



Ilustración 46: Cemento.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Agua.- De la calidad del agua utilizada en el proceso de producción dependerá la calidad de las tejas, debe de ser fresca, limpia y libre de sales para que en el proceso de fraguado y endurecimiento tenga mayor resistencia, puesto que si el agua está sucia o contaminada puede acarrear efectos negativos. Para evitar que suceda esto, el agua a utilizarse preferiblemente debe ser potable.

Fibra.- La utilizada para fabricar la teja ecológica es la del pseudotallo del banano, las cuales se adquirieron en plantaciones, que al mismo tiempo son tratadas. Es importante agregar que este proceso inicia con el desfibrado del pseudotallo, es decir que se extraer la fibra, para ser picadas y trituradas. Por último pasan a ser lavadas con agua y al proceso de secado al sol, para que toda la humedad sea eliminada. Por lo tanto la fibra será óptima para ser utilizadas en la experimentación del producto.



Ilustración 47: Fibra procesada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Máquina vibradora.- La función de la máquina es extender y vibrar el mortero para darle forma y espesor requerido a la teja, para cumplir con este objetivo se debe seguir con ciertas recomendaciones tales como la frecuencia de vibración adecuada y estar bien nivelada para lograr la compactación correcta. El tiempo de vida útil dependerá del mantenimiento, limpieza y cuidado que se le da al momento de utilizarla.



Ilustración 48: Máquina Vibradora.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Lámina plástica.- La función de la lámina plástica dentro del proceso de fabricación de la teja es transportar el hormigón hacia el molde para que le dé la forma definitiva de teja, además de aislar el mortero de la máquina vibradora para no ensuciarla. El espesor de la lámina debe ser de 0.250 mm de micras de polietileno transparente antes de usarla por primera vez hay que sumergirlas en agua por 24 horas para evitar que las primeras tejas tengan excesividad de poros.

Una vez utilizadas las láminas plásticas se deben lavar con abundante agua y secarlas con un paño limpio que no la dañe, ya sea que la raye o la perfora, para luego almacenarlas secas, es recomendable dejarlas secar al aire libre y no exponerlas al sol, dado que se pueden deteriorar. Para que la teja no sufra deformaciones, al momento de pasarla al molde plástico, la lámina plástica no se debe doblar en ninguno de sus lados.



Ilustración 49: Lámina Plástica.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Moldes.- Son los que le dan forma a la teja, son fabricados con polietileno inyectados a alta presión por esta razón son livianos y resistentes, así mismo se les coloca un marcos de madera para hacerlos rígidos y que no se deformen; además de estar siempre limpio deben ser colocados sobre un piso totalmente limpio. Una buena teja depende de que los moldes sean idénticos, resistentes, limpios y en buen estado.



Ilustración 50: Moldes Plásticos.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Tanque de curado.- Está especialmente construido para que las tejas realicen el curado húmedo, estas cisternas deben estar ubicadas cerca del lugar donde se fabrican y se almacenan los productos para facilitar el traslado de un lugar a otro. Al mismo tiempo estos depósitos deben estar cerca del piso totalmente nivelado. Además el tanque debe contar con un sistema de drenaje que facilite la limpieza.



Ilustración 51: Tanque de Curado.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado Primario.-También llamado curado en molde, es el proceso por el cual la teja fragua durante 24 horas, en los moldes plásticos. Es importante agregar que en el molde donde se produce el fraguado se debe colocar sobre una superficie totalmente plana, de la misma forma no debe recibir luz solar y corrientes de aire, además de no estar destapado por más de 5 minutos, se sugiere tapanlo con otro molde vacío. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014).



Ilustración 52: Curado Primario.

Fuente: www.ecosur.org. Recuperado el 13/Julio/2018.

Curado Secundario.- También llamado curado húmedo proceso que consiste en sumergir la teja en agua. Después del desmolde es trasladada a los tanques de curado en posición vertical durante 7 días, este tiempo garantiza que el curado sea completo. La teja debe estar inmersa entre los 5 y 10 cm por encima, jamás se deben secar al sol o el viento, ya que pueden presentar agrietamientos y afecta en la resistencia. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014)



Ilustración 53: Curado Secundario.

Fuente: www.ecosur.org. Recuperado el 13/Julio/2018.

Curado Final.- A este procedimiento también se lo llama curado a la sombra, proceso por el cual la teja debe permanecer hasta cumplir 28 días, es aconsejable taparlo con un plástico negro para así alcanzar la resistencia final. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014).



Ilustración 54: Curado Final.

Fuente: www.ecosur.org. Recuperado el 13/Julio/2018.

Ensayo de sonido.- Es una prueba de calidad que nos permite saber si una teja presenta puntos débiles o fisuras que puedan reducir la durabilidad y resistencia del material de cubierta. Este ensayo consiste en golpear la teja levemente con una piedra, si al realizar este procedimiento el sonido es hueco, no será factible su utilización, y si por lo contrario el sonido es sólido la teja cumple con las condiciones necesarias para ser utilizada. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014)

Ensayo de peso.- Es una prueba de calidad que nos permite saber el peso exacto, las dimensiones y el espesor de cada teja. Una teja de 8 mm debe pesar 2.5 kg; por otra parte su dimensión es de 500 mm de longitud y 250 mm de ancho; mientras que para una teja de 10 mm debe pesar 3.0 kg. Con las mismas dimensiones ya mencionadas. El peso no debe diferenciarse en más de 10% de acuerdo a la norma establecida. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014).

Ensayo de Permeabilidad.- Prueba de calidad que nos permite saber si la teja filtra agua durante un mínimo de 24 horas. La teja jamás debe dejar pasar el agua de una cara a la otra. El área humedecida no debe exceder el 50% del área total de la teja. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014).

Este ensayo consiste colocar dos tapones de mortero en los extremos de la teja, cuidando que en los bordes no exista fuga. Luego se procede a colocar agua hasta llenarla evitando sobrepasar el nivel del tapón. La teja ensayada debe ser colocada a 15 cm del nivel del suelo sobre unos listones de madera con la finalidad de observar y verificar que no existan gotas en la cara interior del material.

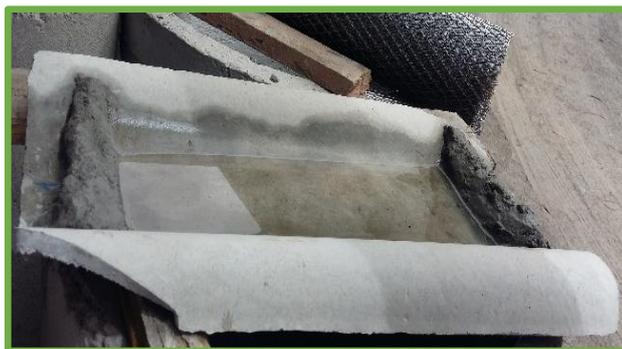


Ilustración 55: Ensayo de Permeabilidad.

Fuente: www.ecosur.org. Recuperado el 13/Julio/2018.

Ensayo de Impacto a la Rotura.- Prueba de calidad a la que se somete una teja que permite saber la resistencia a un golpe. La teja debe estar apoyada sobre dos listones de madera separada a una distancia de 35 cm., totalmente nivelada, luego se deja caer la bola de acero de 220 g. de peso al centro de la teja, desde una altura de 30 cm. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014).



Ilustración 56: Ensayo de Impacto.

Fuente: Pamela Hidalgo Chavez. (2018)

Ensayo de Resistencia a la flexión.- Es la prueba de calidad a la que se somete una teja la cual permite saber qué peso soporta antes de fallar en condiciones de trabajo. Este proceso consiste en ubicar la teja en la Máquina Universal, sobre dos

apoyos separados a 35 cm, para someterla sobre la carga a una velocidad uniforme. (Meléndez, Espinoza, & Noboa, 2014).



Ilustración 57: Ensayo de Resistencia a la Flexión.
Fuente: Pamela Hidalgo Chavez. (2018)

2.3. Marco Legal

2.3.1. Normas Nacionales.

Constitución de la República del Ecuador, 2008.

Título II “Derechos”, Capítulo segundo “Derecho del Buen Vivir”, Sección segunda “Ambiente Sano”, Art. 14 dice “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*”.

Título VII “Régimen del Buen Vivir”, Capítulo primero “Inclusión y equidad”, sección octava “ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales” Art. 385 literal 3 dice “desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad y contribuyan a la realización del buen vivir”.

Título V “Organización Territorial del Estado”, Capítulo cuarto “Régimen de Competencia” Art. 264 numeral 12 dice “Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras” (Constituyente, 2008).

Norma Técnica Ecuatoriana: Teja de Hormigón (NTE INEN 2 420:2005).

En el apartado 6 Requisitos, 6.3 “Aspecto y estructura”, numeral 6.3.1., dice “la cara superior de la teja de hormigón es plana o perfilada, pudiendo llevar los orificios iniciados para ser clavadas. La cara inferior esta provista de al menos un tacón y de la rasante de forma especial, destinado a asegurar la estanquidad de la unión en el solape, que podrá ser viable en función de la pendiente de la cubierta.

Las tejas de hormigón se clasifican en función de los valores mínimos que deben alcanzar la carga de rotura a flexión como se indica en la ilustración 45.

Tabla 1:
Clasificación de las Tejas de Hormigón.

Tipo de Teja	Altura de la Onda (mm)	Relación masa/espesor (1)		Carga de rotura a Flexión (2)	
		Tejas de 420x330 mm g/mm	L=longitud mm A=ancho mm g/mm	Mínima da N	Media da N
Plana	–	$2,60 \times 10^{-3} \times L \times A$	360	100	120
Curva	≤ 36	$2,24 \times 10^{-3} \times L \times A$	310	150	180
	> 36	$2,35 \times 10^{-3} \times L \times A$	325	220	270
Plano – Curva	≤ 36	$2,35 \times 10^{-3} \times L \times A$	325	165	200
	> 36	$2,46 \times 10^{-3} \times L \times A$	340	2440	300

Fuente: Norma Ecuatoriana NTE INEN 2 420:2005

En la primera columna se incluyen los valores mínimos que deben alcanzar la relación masa/espesor en función de la longitud (L) y el ancho (A). La segunda columna contiene esos mismos valores particularizados para las tejas de 420 x 330 mm, por ser estas las dimensiones más frecuentes.

Otras normativas nacionales.

Se trabaja con la norma NTE INEN 152 Cemento portland, esta norma establece las características y requisitos físicos y químicos que debe de cumplir el cemento. Los áridos utilizados deben responder a las especificaciones de la NTE INEN 872.

Así también, se incluye la Norma NTE INEN 0986, que explica sobre las tejas de Cerámicas, la cual no aplica dentro del proyecto, pero se la referencia dentro de este estudio, para futuros casos de aplicación.

Protección del medio ambiente.

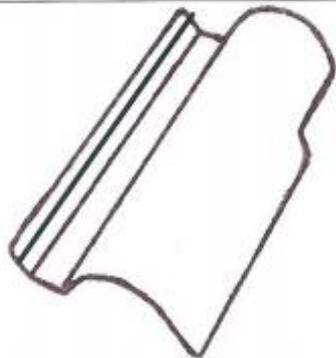
Capítulo II “Evaluación de impacto ambiental y del control ambiental” Art. 23 literal A, comprenderá “la estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada”.

Capítulo V “Instrumentos de aplicación de normas ambientales” Art. 33 establece como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

Capítulo III “La naturaleza sujeto de derecho(s).” Art. 83 dice “son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la constitución y la ley: respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible”.

2.3.2. Normativas internacionales.

Tabla 2:
Normas Internacional.

CARACTERÍSTICAS:					Valores exigidos por la NORMA UNE EN 490							
Dimensiones nominales (mm) - Longitud: 420 - Anchura: 257 - Altura de onda: 90 - Anchura efectiva: 185 - Longitud de cuelgue: 392 - Holguras: ± 6 (-6, +20 en ensayo) Orificios bajo pedido. Masa unitaria (kg): 4,3 Conductividad térmica λ : 1,2 Kcal / m h °C Reacción al fuego: A1 (antes MO) Comport. fuego exterior: B _{ROOF} (t1/t2/t3)					Longitud de cuelgue	± 4 mm	UNE EN 491					
					Descuadre	+ 4 mm	UNE EN 491					
					Plancidad	No aplica						
					Anchura efectiva	± 5 mm	UNE EN 491					
					Masa	± 10 %	UNE EN 491					
					Permeabilidad	No caída de gota en 20 h			UNE EN 491			
					Resistencia a la helada	25 ciclos			UNE EN 491			
						Soporte por el Tacón	1 minuto sin caída		UNE EN 491			
						Resistencia a la flexión	UNE EN 491					
						Tejas con ensamble						Tejas sin ensamble
Perfiladas						Planas						
Altura Onda	d > 20 mm	20 mm \geq d \geq 5 mm		d < 5 mm								
C _w mm	≥ 300	≤ 200	≥ 300	≤ 200		≥ 300	≤ 200	-				
F _{min} (N)	2.000	1.400	1.400	1.000	1.200	800	550					
Montaje: según norma UNE 127100:1999												
Acabado	Frente	L. Cuelgue	Masa	Denominación	COLORES							
Gránulo	RF	392	4,3	Almanzor	Musgo							
Masa	RF	392	4,3	Almanzor	Siena, Rojo Rustico, Basalto							
Slurry	RF	392	4,3	Almanzor	Rojo Medieval, Terracota							
Otros colores y acabados: Ver catalogo actualizado del fabricante o bajo pedido												
Accesorios y piezas especiales: Sin ensamble de disposición lineal: Cumbre Con ensamble y especiales: Teja de ventilación, Teja de salida, Teja de alero cobija, Teja de alero canal, Teja de esquina cobija alero lateral derecho, Teja de esquina cobija alero lateral izquierdo, Teja de esquina canal alero lateral derecho, Teja de esquina canal alero lateral izquierdo, Teja remate lateral derecho, Teja remate lateral izquierdo, Remate lateral derecho, Remate lateral izquierdo, Media teja, Principio de cumbre, Final de cumbre, Cumbres ornamentales (valle, sierra, pináculo, tótem diversos, etc.), Cierre de cumbre, Limatesa, Remate de limatesa, Encuentros a 3 y 4 aguas												
INFORMACIÓN ADICIONAL APORTADA POR EL FABRICANTE (*)												
- Nº de tejas/m ² (expresadas con un decimal): 16,9 Nominal (Máximo 17,4 – Mínimo 16,4) - Distancia recomendada entre rastreles: 32 cm (*) AENOR no ejerce ningún control sobre la información contenida en este apartado, por lo que no se responsabiliza de la veracidad de la misma que es competencia única y exclusiva del fabricante.												
El representante de la Empresa:  				Visto bueno de la Secretaría del AENOR 045: 		Anula y sustituye a la ficha nº 0080104 de fecha 2-07-2007						

Fuente: <https://www.tejacorbet.com>. Recuperado 31/agosto/2018.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la metodología.

La presente investigación pertenece al enfoque mixto dado que se analiza de manera cualitativa y cuantitativa los resultados de la recolección y análisis de datos ya que a través de información específica buscará cuantificar, reportar y medir las características y necesidades las cuales se podrá recopilar mediante estadísticas por medio de gráficos. (Hernández, 2012).

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Investigación Experimental.

Se utilizará el tipo de investigación experimental la cual consiste en dar a conocer los procesos, características y situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causa) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efecto). (Hernández, 2012). Es decir, que este tipo de investigación es esencial para realizar los ensayos con el objetivo de comparar e identificar la dosificación de adición de la fibra en los prototipos para conseguir la mayor resistencia del producto.

3.2.2. Investigación Exploratoria.

Este tipo de investigación busca examinar y analizar un tema que no ha sido estudiado, permitiendo determinar con mayor claridad investigaciones posteriores. (Hernández, 2012). En otras palabras, se realizará un proyecto donde se deje la posibilidad de que otro investigador pueda comparar el estudio realizado y este dispuesto a generar mas hipótesis que impulsen el desarrollo de nuevas técnicas que proporcionen nuevos resultados y conclusiones.

3.2.3. Investigación Descriptiva.

El diseño de investigación descriptiva se refiere a la etapa preparatoria del trabajo científico que permite ordenar el resultado de las observaciones de las

conductas, las características, los factores, los procedimientos y otras variables de fenómenos y hechos. Este método implica observar y describir el comportamiento mecánico de una teja ecológica, analizando los procesos de elaboración y los ensayos que se realicen.

3.3. Metodología.

Una vez estudiado sobre la utilización de las fibras del tallo del banano y la elaboración de la teja tradicional, se puede indicar los tipos de investigación antes mencionados que se utilizarán para el proceso de fabricación. Es decir, se empieza seleccionando los diferentes tipos de fibra que se utilizan, para después continuar con el procedimiento respectivo para la producción de la teja de hormigón hidráulico con adición de fibra de banano, según indica la Norma Técnica Ecuatoriana NTE UNEN 2 420:2005, se verifica la viabilidad del experimento y se selecciona la muestra idónea.

Los métodos que se emplearan serán el inductivo y deductivo ya que se extraen hipótesis mediante los hechos observados para ser comprobados o negados, mediante razonamientos y conclusiones que luego pueden comprobados o negados después del proceso de experimentación en cada uno de los prototipos de tejas analizados dentro del estudio.

3.4. Población.

Según Hernández (2016), una población es el conjunto de individuos que poseen características comunes; por lo tanto, en la siguiente investigación se tomará como población a todos aquellos fabricantes y usuarios con disponibilidad de innovar con materiales ecológicos, como la fibra del pseudotallo, que habiten en el territorio ecuatoriano.

En este trabajo se propone analizar como población, según censo del INEC 2017, el total de ciudadanos que habitan en el Ecuador, que como resultado del estudio da 16 776 977 pobladores. Cabe decir que de este total 8 303 168 personas

habitan en la costa, 7 504 942 individuos residen en la sierra, 98 547 habitantes viven en el oriente y 36 890 ecuatorianos en la región insular.

3.5. Muestra.

En Ecuador solo el 3.8% de la población, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (2016), utiliza la teja como material de cubierta en edificaciones, tal como se muestra en la ilustración 48, por esta razón se hará una encuesta que consta de 10 preguntas a los habitantes del territorio ecuatoriano.

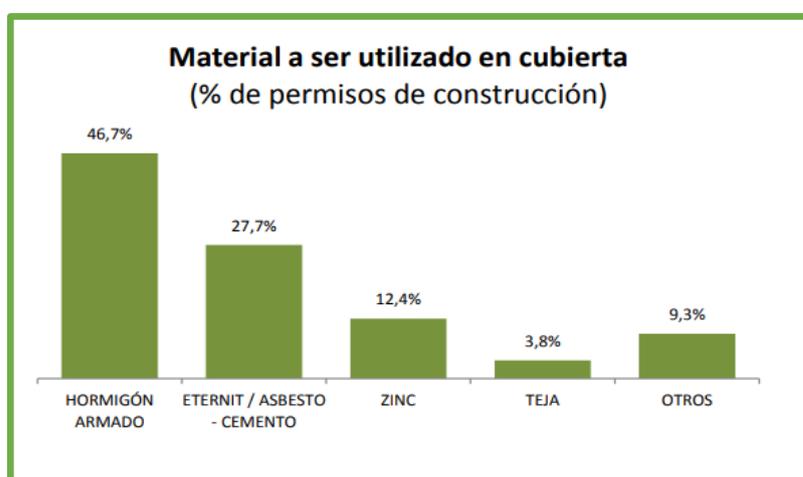


Gráfico 1: Encuesta Materiales a ser utilizados en cubiertas de Edificaciones 2016.
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Para calcular la muestra finita se utiliza la fórmula elaborada por Murray y Larry en el 2005.

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

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

N= Tamaño de la población.

Z= Número de unidades de desviación estándar.

p= proporción de la población que posee la característica de interés.

e=margen de error.

q= (1 - p).

N	16 776 977
Z	1,96
p	0,5
e	0,05

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5) \times 16\,776\,977}{0,05^2(16\,776\,977 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{16\,112\,608}{41\,943} = 384 \approx 385$$

Por ser una tesis experimental la muestra van dirigida a empresas fabricantes de tejas que se encargan de expender el producto y a usuarios que la utilizan. Se realizará muestras aleatorias de 385 individuos entre diferentes tipos de personas, ubicadas en el territorio ecuatoriano. Es importante acotar que las encuestas están dirigidas a, fabricantes y usuarios.

3.6. Técnicas e instrumentos.

La técnica por la cual se realizará la recolección de datos para obtener información sobre la utilización de tejas ecológicas, será por encuesta debido a que es la más utilizada en la recolección de datos en los mercados industriales que se dedican a la elaboración o fabricación de las tejas. La captación de esta información se hará por medio de un formato de cuestionario de preguntas dirigidas a una muestra de consumidores como son los fabricantes y usuarios.

3.7. Análisis de resultados.

ENCUESTA DIRIGIDA A FABRICANTES Y USUARIOS.

PREGUNTA 1.

¿Cree usted necesario implementar materiales ecológicos en las construcciones?

Tabla 3

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
123	100	23	89	50	385
32%	26%	6%	23%	13%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

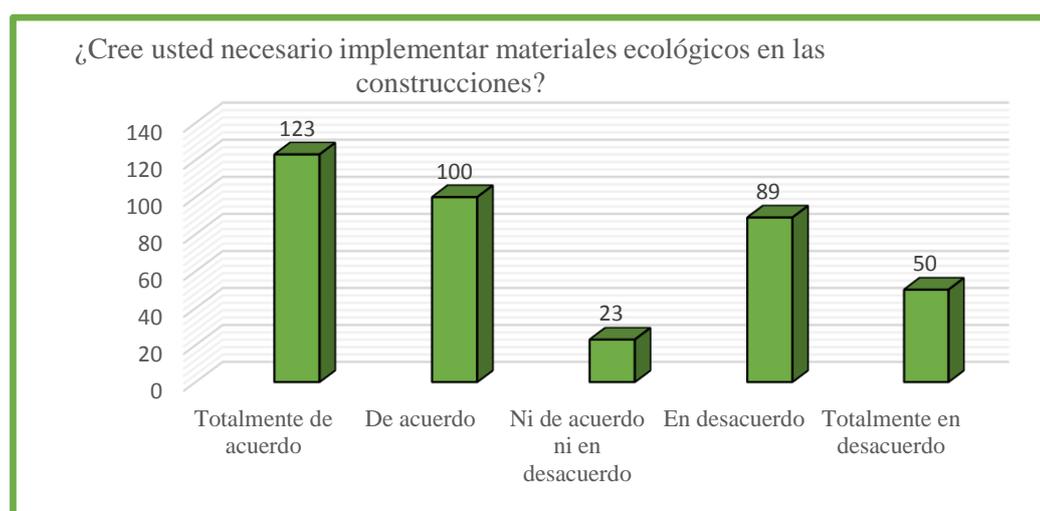


Gráfico 2: Tabulación 1.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

De acuerdo al gráfico N° 1, del 100% de las personas encuestadas, 123 personas que corresponde al 32% respondieron que están totalmente de acuerdo que se implemente material ecológico en las construcciones, sabiendo la importancia de reutilizar los eco-materiales dentro del área de la construcción, ayudando a la descontaminación del medio ambiente.

PREGUNTA 2.

¿Es importante desarrollar técnicas de innovación para la elaboración de cubiertas con eco-materiales?

Tabla 4

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
153	95	19	25	93	385
40%	25%	5%	6%	24%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

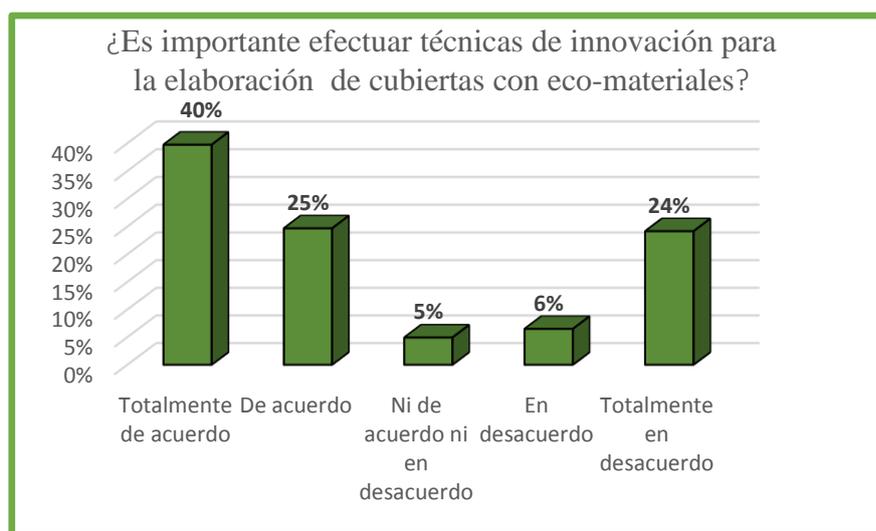


Gráfico 3: Tabulación 2.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

De acuerdo al gráfico N° 2, del 100% de las personas encuestadas, 153 personas que corresponde al 40% respondieron que están totalmente de acuerdo en que se implementen nuevas técnicas para la elaboración de cubiertas; por lo tanto esto nos da como referencia que los habitantes del Ecuador están dispuestos a aprender y llevar a cabo nuevos mecanismos para elaborar dichos productos.

PREGUNTA 3.

¿Está dispuesto a fabricar un prototipo de cubierta con eco-materiales?

Tabla 5

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
101	210	25	20	29	385
26%	55%	6%	5%	8%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

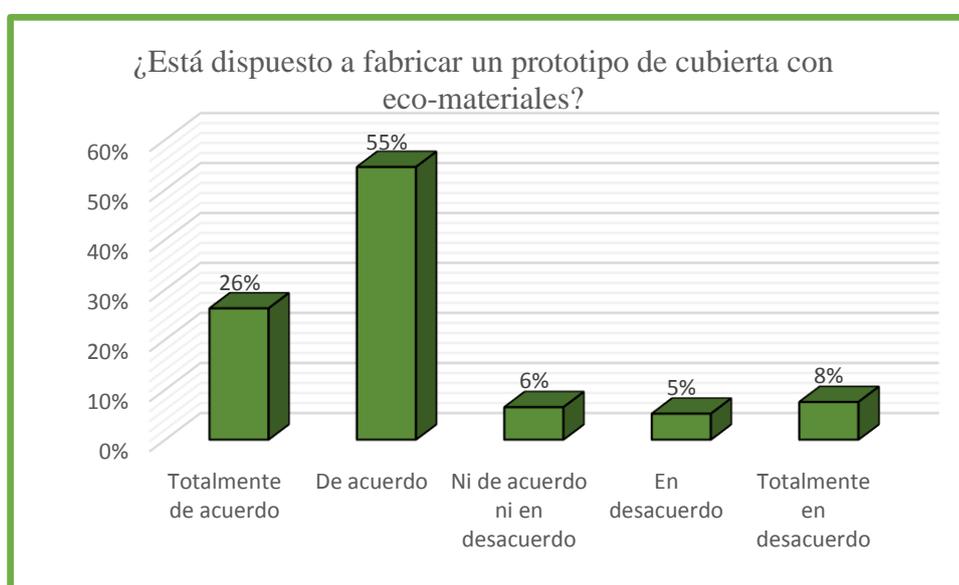


Gráfico 4: Tabulación 3.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

La presente tabla nos indica que la mayoría de los encuestados, el 55%, expresaron que están dispuesto a fabricar un prototipo de cubierta con eco-materiales, ya que son fáciles de adquirir por lo que reciclan de varias maneras y se convierten en materia prima para nuevos productos amigables con el medio ambiente.

PREGUNTA 4.

¿Utilizaría la fibra del tallo el banano para elaborar productos innovadores?

Tabla 6.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
200	83	15	20	67	385
52%	22%	4%	5%	17%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

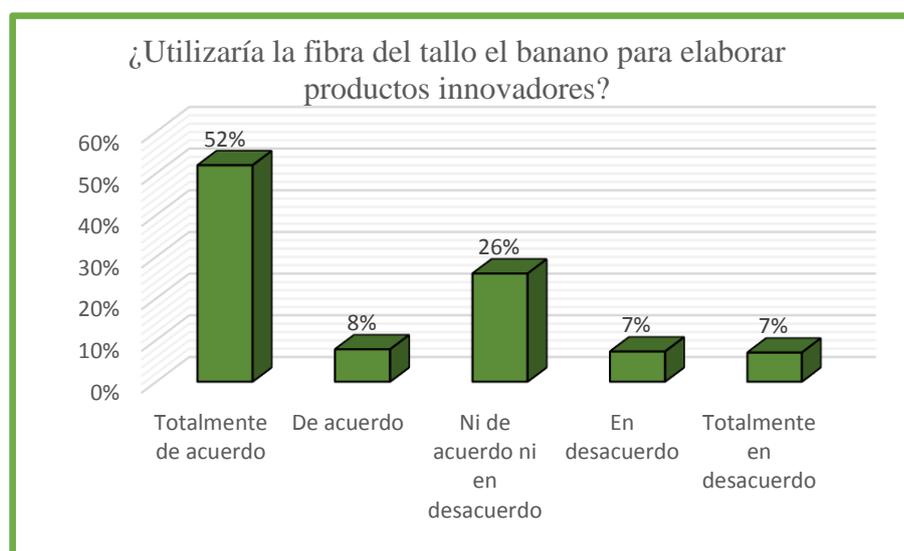


Gráfico 5: Tabulación 6.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

De acuerdo con los resultados realizados a 385 personas sobre la pregunta 6 nos dice que el 52% de los encuestados que corresponden a 200 personas, están totalmente de acuerdo en utilizar la fibra del tallo el banano para elaborar productos innovadores por esta razón se busca fabricar un producto donde se implemente la fibra del pseudotallo, que cumpla con las necesidades requeridas por los fabricantes y usuarios.

PREGUNTA 5.

¿Usaría la fibra del tallo de banano como materia prima para elaborar materiales de construcción?

Tabla 7

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
151	120	15	70	29	385
39%	31%	4%	18%	8%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

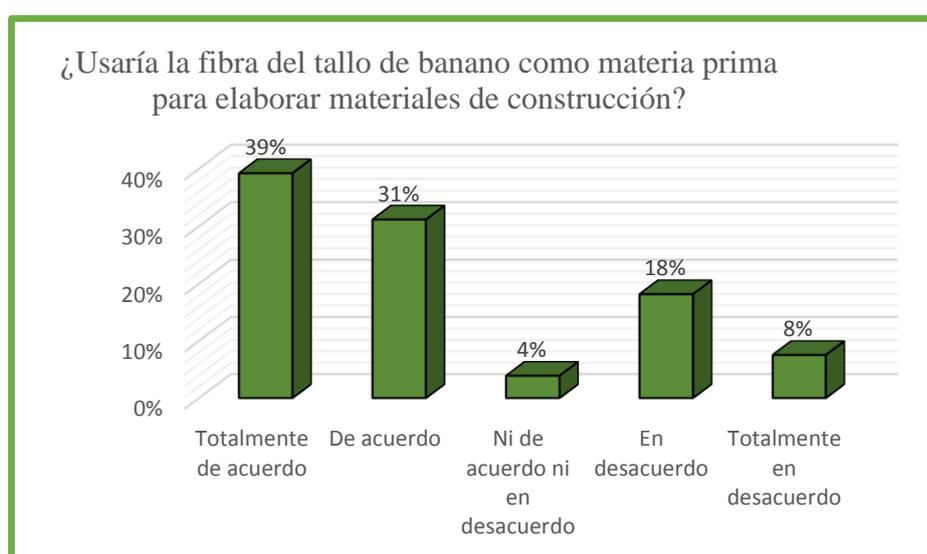


Gráfico 6: Tabulación 5.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

En la pregunta 5, nos da como resultado que el 39% de los encuestados que corresponde a 191 personas, están totalmente de acuerdo en usar la fibra del tallo de banano como materia prima para elaborar materiales de construcción, por esta razón y por la gran acogida y aceptación es conveniente implementar nuevos productos dentro de área constructiva donde se implemente este eco-material.

PREGUNTA 6.

¿Estaría dispuesto a fabricar tejas utilizando fibra de tallo de banano?

Tabla 8

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
80	151	15	60	79	385
21%	39%	4%	16%	21%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

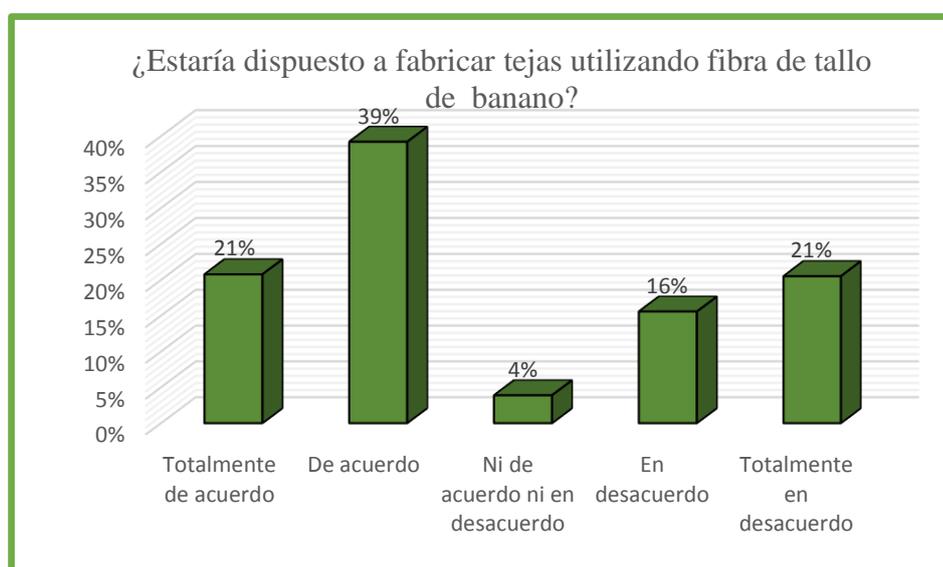


Gráfico 7: Tabulación 6.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

En la pregunta 6 los encuestados nos dan a conocer que el 39% que son 151 personas, están de acuerdo a fabricar tejas utilizando fibra de tallo de banano, y que el 21% está totalmente en desacuerdo en utilizar esta materia prima, debido a saber de los encuestados este ecomaterial es moderadamente fácil de adquirir y al mismo tiempo es un material innovador que se pueden implementar en nuevos procesos productivos.

PREGUNTA 7.

¿Cree usted que al utilizar la teja ecológica con fibra del tallo del banano estaría ayudando a reducir la contaminación ambiental?

Tabla 9

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
200	30	100	28	27	385
52%	8%	26%	7%	7%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

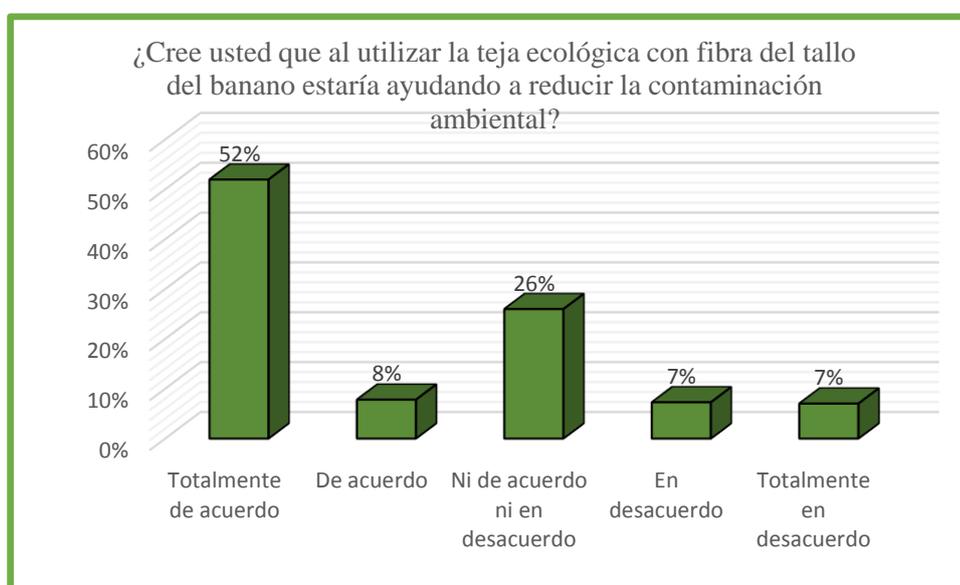


Gráfico 8: Tabulación 7.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

De acuerdo a los resultados dados por la encuesta el 52% de los encuestados que corresponde a 200 personas, creen que al utilizar la teja ecológica con fibra del tallo del banano estaría ayudando a reducir la contaminación ambiental, debido a esto es necesario fabricar productos donde se implemente el pseudotallo reutilizando los desperdicios que se dejan en las plantaciones bananeras que genera contaminación en el ecosistema.

PREGUNTA 8.

¿Cree usted que es rentable fabricar tejas elaboradas con fibra del tallo del banano?

Tabla 10

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
50	53	35	220	27	385
13%	14%	9%	57%	7%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

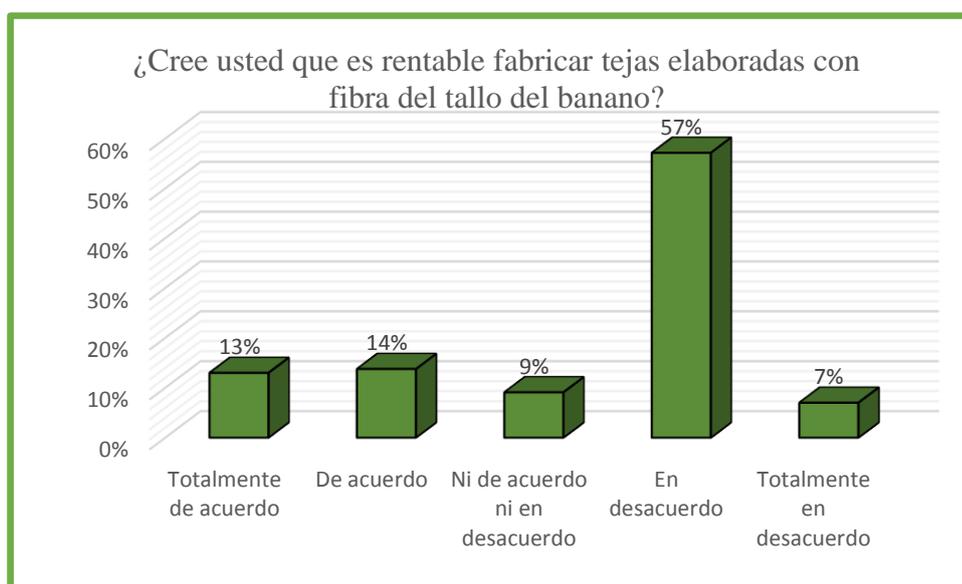


Gráfico 9: Tabulación 8.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

En la pregunta 8, tenemos que el 57% de los encuestados que corresponden a 220 personas, están en desacuerdo en que esa rentable fabricar tejas elaboradas con fibra del tallo del banano. Este resultado indica que la mayor parte de la población encuesta, no se conoce el proceso de obtención de la materia prima para fabricar tejas elaboradas con el pseudotallo de la planta del banano.

PREGUNTA 9.

¿Utilizaría una teja fabricada con tallo de banano en su vivienda?

Tabla 11

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
153	232	0	0	0	385
40%	60%	0%	0%	0%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)



Gráfico 10: Tabulación 9.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

La presente tabla nos indica que el 60% de los encuestados que representan 232 personas, y de la misma manera el el 40% de los encuestados que representan 153 personas expresan que si estan totalmente de acuerdo en utilizar una teja fabricada con tallo de banano en su vivienda, debido a que con la utlización de este material se estaria ayudando a reutilizar materiales que causan contaminación al medio ambiente.

PREGUNTA 10.

¿Dependería del costo comparar una teja ecológica?

Tabla 12

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	TOTAL
300	50	5	15	15	385
78%	13%	1%	4%	4%	100%

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

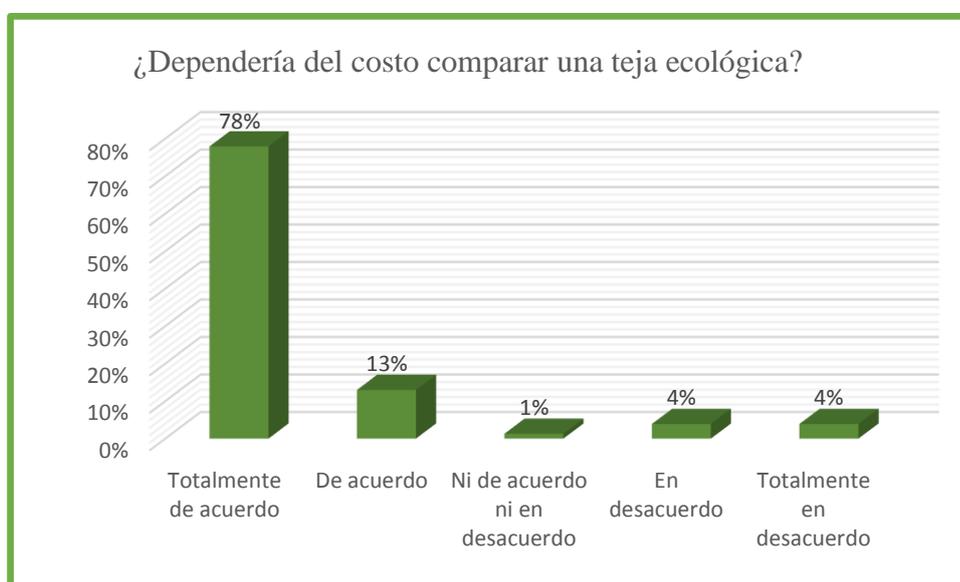


Gráfico 11: Tabulación 10.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

ANÁLISIS:

En la pregunta 10 tenemos como resultado que el 78 % que equivale a 300 personas están totalmente de acuerdo que es importante el costo del producto ya que de esto dependería si adquiriera, sin importar los componentes con que estén fabricadas, mientras que el 4% está en total desacuerdo. Podemos observar que la diferencia entre estos valores es notoria por eso es conveniente realizar un producto donde se logre analizar y reducir los costos dentro del proceso de elaboración.

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1. Materiales y equipo.

4.1.1. Materiales.

- Cemento Portland Tipo I.
- Áridos:
 - Arena fina.
 - Arena gruesa.
- Agua.
- Fibra.

Formas de usar la fibra de acuerdo a la necesidad del prototipo.

Malla.- Para la utilización de este tipo de fibra, primero la materia prima debe pasar por el proceso de extracción y desfibrado, procesos ya antes mencionados en la sección 2.1.2. Fibra. Es conveniente mantener la fibra en el sol durante 7 días, con el fin de eliminar la humedad que posee, luego de esto se procede a cortar tiras de 1 cm de ancho por 50 cm de largo, y por último se entretejen las tiras hasta formar la malla.



Ilustración 58: Fibra tipo Malla

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Tiras.- Como ya antes se ha mencionado las fibras pasan por el proceso de extracción, desfibrado y secado al sol, para luego ser utilizadas; en este caso, las

fibras son cortadas en tiras de 1 cm de ancho por 30 de largo, podemos agregar que al pasar varias veces el rodillo la fibra queda totalmente lisa y con pocas porosidades.



Ilustración 59: Fibra en tiras.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Picada.- Luego de que la materia prima es recolectada en las plantaciones bananeras, de la misma forma que en las utilizaciones anteriores, la fibra pasa por el proceso de extracción, desfibrado y secado al sol, para que posteriormente se procede a picada con tijeras en pequeños pedazos logrando ser apta para utilizar de acuerdo a la necesidad del prototipo.



Ilustración 60: Fibra Picada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Molida.- Como se ha venido expresando la fibra después de ser obtenida, es extraída, desfibrada, secada al sol y picada, luego de esto se busca experimentar nuevas formas para ser utilizadas. Para obtener la fibra molida, primero debe ser picada para luego introducirla por un molino para que sus partículas queden más

pequeñas, logrando así que se adherir con mayor facilidad en la mezcla de materiales.



Ilustración 61: Fibra molida.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Triturada.- Es importante agregar, que para obtener este tipo de fibra se debe pasar por todos los procesos antes mencionados, como la recolección, extracción, desfibrado, secado al sol y picada. Luego, es colocada en un triturador para que adquiera una textura y tamaño mucho menor que las formas anteriores, convirtiéndose en una fibra idónea para la experimentación.



Ilustración 62: Fibra triturada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Triturada y lavada.- Como última técnica, tenemos la fibra triturada y lavada, proceso experimental por la cual la fibra triturada, se lava por varias ocasiones hasta que el agua resulte totalmente limpia y se eliminan todas las impurezas que posee,

luego la fibra se escurre y procede a ubicarla en el sol sobre un plástico negro durante 48 horas para quitarle toda la humedad.



Ilustración 63: Fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.1.2. Equipo.

- Máquina Vibradora.
- Lámina Plástica.
- Moldes.
- Tanques de Curado.

4.2. Proceso de producción de prototipos.

Durante el proceso de elaboración y producción de los prototipos, el material de cubierta fue expuesto a 7 dosificaciones con diferentes formas de utilizar la fibra de acuerdo a la necesidad del prototipo. Donde, los materiales presentaron distintos comportamiento de adherencia las cuales se detallan a continuación según sea el caso del prototipo. Cabe mencionar que por cada prototipo se realizaron 5 muestras, dando un total de 35 tejas fabricadas las cuales fueron utilizadas en los ensayos correspondientes tanto manual como en el laboratorio.



Ilustración 64: Tejas fabricadas con adición de fibra.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.2.1. Prototipo 1.

Tabla 13:
Dosificación con fibra gruesa.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680 g.
ARENA FINA	340g.
ARENA GRUESA	340 g.
AGUA	500 ml.
FIBRA GRUESA	200 g.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Se observó que al momento de mezclar el mortero con la fibra gruesa se necesitó más cantidad de agua, por este motivo no se obtuvieron las características indicadas para el proceso de moldeado. Podemos acotar que el tipo de fibra gruesa no es conveniente para la elaboración de las tejas ecológicas, ya que durante el proceso la pasta presento problemas de manejabilidad, resequedad y fisuras por estos motivos se evita que el producto pase al curado húmedo o en agua y por ende a los otros ensayos que verifican la calidad del producto.



Ilustración 65: Proceso de elaboración con fibra gruesa.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)



Ilustración 66: Producto final no aceptable.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.2.2. Prototipo 2.

Tabla 14:

Dosificación con fibra tipo malla.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680g.
ARENA FINA	340g.
ARENA GRUESA	340g.
AGUA	500 ml.
FIBRA	MALLA

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018).

Para armar la malla primero se cortan tiras de 50 cm de largo por 1 cm de ancho, para luego tejerlas quedando lista para ser utilizada. Al momento de fabricar la teja lo más importante es recortar la malla con las medidas del perfil. Para que al momento de moldear no haya exceso de fibra, luego de esto se mezcla el mortero para después colocar una capa de 5mm en el perfil, posteriormente incorporamos la malla y al mismo tiempo se vierte más mortero hasta que adquiera el espesor indicado, y por último se aplasta la malla para que quede totalmente cubierta.



Ilustración 67: Proceso de elaboración con fibra tipo malla.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Cabe destacar que el tipo de fibra en malla es muy difícil de trabajar ya que se pasa mucho tiempo en el proceso de tejerla, otro inconveniente que sucede en el proceso de moldeado, es que fibra flota por ser muy liviana y necesita ser presionada para que el mortero la cubra. Durante el curado primario el prototipo

permaneció por 7 días. Se acota que en el instante de realizar el desmolde la fibra queda expuesta al aire además de sufrir fisuras.



Ilustración 68: Teja terminada con fibra tipo malla.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.2.3. Prototipo 3.

Tabla 15:
 Dosificación con fibra en tiras.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680 g.
ARENA FINA	340g.
ARENA GRUESA	340 g.
AGUA	500 ml.
FIBRA	TIRAS

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Para empezar la elaboración de la teja primero procedemos a cortar tiras de 1 cm de ancho por 50 cm de largo, en el caso de las verticales, y en el caso de las horizontales se cortaron tiras de 1 cm de ancho por 30 cm de largo. A continuación se coloca una capa de mortero de 3 mm de espesor en la máquina vibratoria, para luego proceder a ubicar las tiras de fibra, dejando un espacio de 2 cm entre fibra y fibra, además de que se debe recortarla según la forma del perfil, después es importante colocar más mortero hasta que la fibra quede totalmente cubierta.

Durante el curado primario o curado en molde, el prototipo permaneció 7 días, al instante de hacer el desmolde se observó, que la fibra en tiras quedan expuestas a corrientes de aire o del sol y en la parte superior se divisó manchas de humedad,

se pudo verificar que este tipo de teja no es viable porque al estar expuesta con la atmosfera y con el pasar del tiempo se van a deteriorar ocasionando desgaste del material.



Ilustración 69: Proceso de elaboración de teja con fibra en tiras.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.2.4. Prototipo 4.

Tabla 16:
 Dosificación con fibra picada.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680 g.
ARENA GRUESA	340g.
ARENA FINA	340 g.
AGUA	500 ml.
FIBRA PICADA	200 g.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Podemos señalar que para la dosificación de estos prototipos con adición de fibra picada, los materiales se mezclaron de manera envolvente logrando conseguir que

el mortero sea idóneo para incorporarlo sobre la máquina vibratoria, llegando a compactarse logrando obtener una buena consistencia, luego se coloca la mezcla en los moldes plásticos con la finalidad de darle forma la teja.



Ilustración 70: Mortero con fibra picada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado en molde.

Luego que se coloca el mortero en el perfil de la máquina vibratoria, la lámina de plástico se ubica en el molde para darle forma a la teja. Durante este proceso no existió ninguna dificultad. Sin embargo se presentó un inconveniente al momento del desmolde, puesto que la teja duro 7 días en fraguar, 6 días más que la teja tradicional, a pesar de esto la teja siguió con el proceso de elaboración.



Ilustración 71: Curado en molde con fibra picada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado húmedo.

Luego que la teja ha terminado el curado en molde, se procedió a desmoldarla en el cual se pudo observar que presentaron manchas de humedad, a pesar de haber

permanecido siete días en el molde. Teniendo en cuenta esta anomalía, el producto permaneció durante 9 días dentro del tanque sumergida en agua para completar el curado húmedo.



Ilustración 72: Curado húmedo con fibra picada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado a la sombra

Una vez concluido el curado húmedo en los depósitos, es importante que la teja permanezca tapado con un plástico negro a la sombra durante 21 días, evitando el contacto directo con el sol y el aire, ya que provoca que el agua que contiene la teja se evapore muy rápido. La teja con fibra molida presento manchas significativas de humedad.

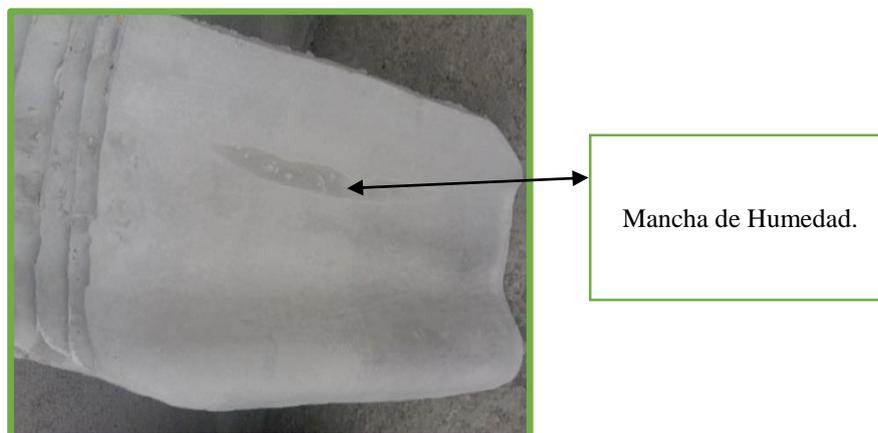


Ilustración 73: Curado a Sombra con fibra picada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de sonido.

Pasado este tiempo la teja siguió con el curado al sol por 21 días. Ya terminado los curados, la teja debe someterse a los ensayos los cuales deben cumplir las normas establecidas. Sin embargo en el ensayo de sonido no cumplió con los

requeridos, puesto que en el momento de hacer la prueba de calidad la teja tenía sonidos de vacío la cual indica que no es adecuada para ser utilizada.

4.2.5. Prototipo 5.

Tabla 17:
Dosificación con fibra molida.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680 g.
ARENA GRUESA	340 g.
AGUA	500 ml.
FIBRA MOLIDA	200 g.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Para preparar el mortero con adición de fibra molida del tallo de la planta de banano (pseudotallo), se mezclan los materiales con sus respectivas dosificaciones, detalladas en la tabla número 15, paralelamente pasa a la máquina vibratoria donde se vierte la mezcla para darle forma a la teja en los moldes plásticos sin presentar ningún inconveniente

Curado en molde.

Después que se han mezclado todos los materiales y el mortero haya vibrado en la lámina plástica que se coloca sobre la máquina vibratoria, se empieza el curado en molde. Cuando se remueva la lámina con el mortero sobre los moldes, es importante que se sujete los moldes con las dos manos para que la teja no sufra de fisuras o de deformaciones.



Ilustración 74: Curado en molde con fibra molida.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado húmedo.

Después del delmolde, se observó que las tejas elaboradas con fibra molida, mostraron considerables manchas de humedad, las cuales podrían afectar al momento de realizar los ensayos para la prueba de calidad. Sin embargo, se procedió a efectuar el curado húmedo durante nueve días, cumpliendo con los requerimientos que se deben realizar en este curado.



Ilustración 75: Curado húmedo con fibra molida.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado a la sombra.

Una vez finalizado el curado húmedo, se procedió a realizar el curado a sombra durante 21 días. Concluido este procedimiento se observó que las tejas continuaban con las manchas humedad observadas antes de ingresar al reservorio. Además, se logró divisar que las tejas mostraron pequeñas oquedades, que podrían afectar en el ensayo de permeabilidad.

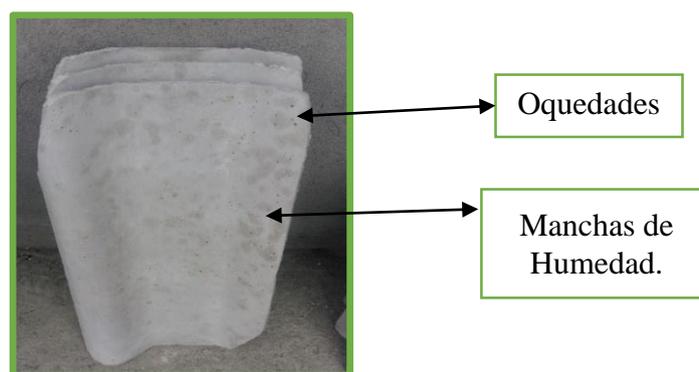


Ilustración 76: Curado a Sombra con fibra molida.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de sonido.

Ya terminado el proceso de fabricación de la teja con adición de fibra molida del tallo del banano, se procedió a realizar los ensayos para que cumplan con la

prueba de calidad, como en este caso es el ensayo de sonido, proceso por el cual la teja no presento ningún inconveniente a pesar de que aún se observan las manchas y las oquedades.

Ensayo de peso.

Una vez pasado el ensayo de sonido, se procede a realizar la prueba de peso, proceso donde la teja es pesada sobre una balanza, la cual dio como resultado de 9 libras; peso excesivo para que una teja sea colocada como cubierta en una vivienda. Por este motivo se procede a descartar este tipo de fibra con sus respectivas dosificaciones.



Ilustración 77: Peso de la teja con fibra molida.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.2.6. Prototipo 6.

Tabla 18:
Dosificación con fibra triturada.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680 g.
ARENA FINA	340 g.
AGUA	500 ml.
FIBRA TRITURADA	200 g.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Podemos señalar que al instante de mezclar la materia prima con los materiales mencionados en la tabla N° 16, se consiguió que el mortero hidráulico sea apto en su composición para proceder a colocarlo en la máquina vibratoria sobre la lámina plástica, donde se someten a vibraciones para evitar las porosidades. Finalmente, se coloca la mezcla compactada en los moldes dándole forma al prototipo.

Curado en molde.

Como ya se ha venido expresando, durante el proceso de curado en molde la teja con fibra triturada, no existió ninguna dificultad. Sin embargo se presentó un inconveniente al instante del desmolde, puesto que la teja duró 7 días en fraguar, 6 días más que la teja tradicional, a pesar de esto la teja siguió con el proceso de elaboración.



Ilustración 78: Curado en molde con fibra triturada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado húmedo.

Al instante que la teja ha terminado el curado en molde, inmediatamente se procede a desmoldarla, en el cual se observó manchas de humedad, a pesar de haber continuado siete días en el proceso de curado en molde. Teniendo en cuenta esta anomalía, el producto permaneció durante 9 días dentro del tanque de curado inmersa en agua para completar el curado húmedo.



Ilustración 79: Curado húmedo con fibra triturada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado a la sombra.

Una vez finalizado el curado húmedo en los depósitos de agua, es trascendente que la teja permanezca tapado con un plástico negro en un lugar fresco donde halla sombra por el lapso de 21 días, evitando el contacto directo con el sol y las corrientes de aire. La teja con fibra picada presento oquedades y manchas significativas de humedad



Ilustración 80: Curado a sombra con fibra triturada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de sonido.

Ya terminado los procesos de curados, la teja con adición de fibra triturada del pseudotallo, continuó al ensayo de sonido. La realización de este ensayo consistió en darle golpes leves a la teja con una pequeña piedra, de la cual se escuchó un sonido sólido. El cual nos indica que la teja con este tipo de fibra cumple con las condiciones necesarias para continuar con las siguientes pruebas de calidad.

Ensayo de peso.

Dentro del ensayo de peso se comprobó de manera visual que las tejas presentaron manchas significativas además de oquedades que podrían afectar durante el ensayo de impermeabilidad. Sin embargo, es importante añadir que la teja obtuvo un peso de 6 libras, el cual está dentro del máximo permisible dentro de las normas de calidad.

Ensayo de permeabilidad.

Este ensayo se realizó en un ambiente fresco, ya que un lugar con temperaturas elevadas podría influir al instante de ejecutar la prueba. Para efectuar este ensayo primero se debe cubrir los costados con mortero, vigilando que al llenar con agua no tenga fugas. Al realizar este procedimiento se observó que durante el ensayo,

que dura 24 horas, el agua fue consumida en su totalidad y que el área de humedad fue más de la establecida para este ensayo.



Ilustración 81: Ensayo de permeabilidad con fibra triturada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.2.7. Prototipo 7.

Tabla 19:
Dosificación con fibra triturada y lavada.

MATERIALES	CANTIDAD
CEMENTO	680 g.
ARENA FINA	340 g.
AGUA	500 ml.
FIBRA TRITURADA Y LAVADA	200 g.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Para preparar el mortero hidráulico con adición de fibra y lavada del tallo de banano se vierte los materiales con sus respectivas dosificaciones de manera envolvente hasta que quede una pasta consistente y homogénea. Paralelamente, pasa a la máquina vibratoria donde se coloca una lámina plástica y se vierte la mezcla para darle forma a la teja en los moldes plásticos.



Ilustración 82: Mortero con fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado en molde.

Una vez que se han mezclado todos los materiales se deposita el mortero hidráulico en la máquina vibratoria para que se eliminen las porosidades, simultáneamente pasan a fraguar en los moldes plásticos, donde se le da forma a la teja por el lapso de 3 días, es conveniente acotar que la teja ecológica permanece 2 días más que la tradicional antes de ser desmoldada.



Ilustración 83: Curado en molde con fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado húmedo.

Después que las tejas pasan por el curado primario y por el desmolde, son trasladadas con mucho cuidado hacia el tanque de curado, donde son colocadas de forma vertical y sumergidas en agua durante 9 días, es importante cuidar el nivel del agua. Pasado este tiempo las tejas no presentaron ninguna anomalía por lo que están aptas para seguir el siguiente proceso.



Ilustración 84: Curado húmedo con fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Curado a la sombra.

Después que las tejas terminan el curado húmedo, sin presentar ningún inconveniente durante el tiempo establecido, es importante que permanezcan mínimo 21 días bajo sombra, cubiertas con un plástico negro, evitando el contacto directo con los rayos del sol y la circulación del aire ya que esto puede afectar a la resistencia final de la teja. El área de almacenamiento debe estar limpio y seco para que la teja no se ensucien.



Ilustración 85: Curado a sombra con fibra triturada y lavada.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de sonido.

Ya terminado todos los procesos de curado, la teja debe aprobar varios ensayos para el control de calidad antes de ser utilizada como cubiertas en las viviendas. Unos de estos ensayos es el de sonido, proceso en el cual la teja no presenta ningún inconveniente como: fisuras y agrietamientos los cuales puedan afectar la durabilidad y resistencia garantizando las características del producto final.

Ensayo de peso.

Dentro del ensayo de peso se comprobó de manera visual que las tejas no presentaron porosidades, fisuras ni manchas. Además se pudo verificar que el espesor de la teja es de 8 mm, es importante acotar que la teja obtuvo un peso de 5 libras, cumpliendo con las especificaciones de calidad del producto. Este ensayo es

recomendable hacerlo despues del curado a sombra para que tengan mayor durabilidad.



Ilustración 86: Ensayo de peso con fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de Permeabilidad.

Una vez terminado el ensayo de peso, se continúa a preparar la teja para realizarle el ensayo de impermeabilidad, proceso por el cual la teja permanecio por mas de 24 hora. La impermeabilidad de la teja con adiccion de fibra triturada y lavada, fue aceptable ya que demostró que durante el proceso no presentó gotas en la cara inferior, además de que la humedad no excedió mas del 50% del total de la teja.



Ilustración 87: Ensayo de Permeabilidad con fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de Impacto a la Rotura.

Una vez finalizado el ensayo de permeabilidad donde la teja presento resultados optimos, se procede a realizar el ensayo de impacto de rotura. En base en los

resultados obtenidos despues de realizar el ensayo a la resistencia de impacto, se puede agregar que la teja elaborada con fibra triturada y lavada cumplio con las normativas establecidas, sin presentar fisuras, hendiduras, ni rotura.



Ilustración 88: Ensayo de Impacto con fibra triturada y picada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Ensayo de Resistencia a la flexión.

El objetivo de realizar este ensayo es determinar la resistencia a la rotura de flexión por la que esta sometida la teja con fibra triturada y lavada. La carga máxima admisible, se obtiene al ubicar en la máquina universal una base inferior, donde desacanaza la teja a 350 mm de distancia. Sobre la cual se coloca una sobre carga de 5062 g., para luego aplicar una peso constante sobre un apoyo puntual o en un apoyo repartido según sea el caso.



Ilustración 89: Ensayo de Rotura a Flexión con fibra triturada y lavada.
Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Siguiendo el mismo proceso para realizar el ensayo a rotura, mencionado anteriormente, en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos en 3 tejas elaboradas con las misma dosificación y el mismo diseño de fibra, teniendo como diferencia el peso de la masa y el tipo de apoyo al cual sera sometida al momento de realizar la prueba.

Tabla 20:

Cargas de Rotura con fibra triturada y lavada.

N° DE TEJA	PESO DE MASA g.	SOBRE CARGA g.	CARGA MÁXIMA g.	CARGA DE ROTURA g.	TIPO DE APOYO	OBSERVACIONES
28	2537	5000	50000	55000	Puntual	La teja primero presentó fisuras, luego rotura.
29	2465	5000	50000	55000	Repartido	La teja primero presentó rotura, luego fisura.
30	2216	5000	57500	62500	Repartido	La teja solo presentó rotura.

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Después de realizar cuidadosamente las pruebas entre las tres tejas ensayadas se comprobó que la teja con fibra triturada y lavada del tallo de banano, cumple con el objetivo de resistencia; además, podemos agregar que el prototipo N° 30, que tiene un peso menor de 2216 g., en relación a los otros, soporta mayor carga antes de romperse. Entonces, podemos decir que a menor peso de masa mayor será la resistencia del prototipo.

4.3. Análisis comparativo de resultados.

4.3.1. Análisis comparativo del comportamiento mecánico.

Observando la tabla N° 19, se puede apreciar que entre los primeros 4 tipos de tejas, la de microconcreto es la más viable para realizar el análisis ya que presentan características similares, tanto en dimensiones, en su forma y en el espesor.

Tabla 21:

Análisis Comparativo del Comportamiento Mecánico.

TIPO DE TEJA	DIMENSIONES mm.	PESO DE MASA Kgf.	CARGA DE ROTURA Kgf.	CARGA DE IMPACTO (CAÍDA LIBRE) mm.
HORMIGON	420 x 330	42	200	250
CERAMICA	500 x 300	34	100	250
ARCILLA	350 x 160	33	482	300
MICROCONCRETO	500 x 250	25	60	300
TEJA ECOLOGICA	500 x 250	22	62	300

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

El presente estudio corresponde al análisis comparativo del comportamiento mecánico, entre una teja compuesta de microconcreto con una teja ecológica elaborada con adición de fibra del tallo de la planta de banano. En este informe se especificará las marcadas diferencias que poseen en los distintos procesos así como en los diferentes ensayos; a pesar de tener las mismas dimensiones de 500 mm de longitud, 250 mm de ancho y el mismo espesor de 8 mm.

Dentro de los análisis comparativos, se realizaron varios ensayos manuales como es el de Sonido, Peso, Permeabilidad; y los ensayos de laboratorio como el de Impacto a la Rotura y el de Resistencia a la Flexión, teniendo los prototipos las mismas dosificaciones variando el diseño de la fibra. Se empezó, realizando la mezcla de materiales tales como el cemento, arena, agua y con el diseño de fibra gruesa; la cual presentó como resultado que la teja no pudo cumplir con los requerimientos de moldeado, dando por descartado este tipo de fibra por presentar fisuras, por esta razón no continuarán con los siguientes procesos y ensayos.

Por otra parte, tenemos dos tipos de fibra; el de malla y el de tiras tanto verticales como horizontales, con estos diseños se pudo observar que al momento de realizar el moldeado en el perfil de la máquina vibradora, la materia prima flotaba convirtiéndose en un inconveniente ya que quedaba expuesta a simple vista. Sin embargo, continuó con el curado en molde o curado primario demorando 7 días en fraguar para proceder a ser desmoldada.

Durante el desmolde, se verificó que las fibras continuaban expuestas, las cuales pueden provocar problemas de corrosión con el pasar del tiempo; motivo por el cual este tipo de fibra se descarta, evitando seguir con los restantes procedimientos. Para el diseño de fibra picada los procesos de mezcla de materiales, curado primario, curado secundario y curado final, no se mostraron inconvenientes pero si se observó manchas de humedad. Sin embargo, en el ensayo de sonido al momento de realizar la prueba la teja tenía sonidos vacíos que por esta razón este tipo de diseño no es adecuado.

Con respecto al diseño de fibra molida, durante el proceso de elaboración no presentó ningún tipo de problema; sin embargo, al finalizar los procesos de curados, en la teja se presentaron representativas manchas de humedad; además de observar pequeñas oquedades. Con respecto a los ensayos de calidad se realizó, el de sonido sin novedad alguna; por lo contrario, en el ensayo de peso se demostró que no cumplió con lo establecido con la norma en relación a una teja de microconcreto la cual pesa 2.5 kg.

Ahora bien con respecto al diseño de la fibra triturada la cual se descartó, se puede acotar que los inconvenientes se presentaron en los ensayos de calidad tanto en el de permeabilidad, impacto a la rotura y el de resistencia a la flexión. Durante el Ensayo de Permeabilidad, la teja superó más del 50% de humedad a pesar de no presentar caída de gota en la cara posterior del producto ensayado.

Durante el Ensayo de Impacto de Rotura, la teja con este tipo de diseño cumplió con el establecido en la norma de calidad. Siguiendo con el ensayo de Resistencia a la Flexión. La teja ensayada primero se presentaron fisuras antes de romperse por completo resistiendo una carga puntual de 43000 g., con apoyos repartidos en los extremos. Mientras que una teja de microconcreto resiste una carga de 60000g.

Una vez terminado los procesos de elaboración de la teja ecológica con fibra triturada y lavada, se realizan los ensayos de calidad dentro de los cuales surgieron algunas diferencias con relación a una teja de microconcreto. Con respecto al peso de la masa la diferencia es de 310 g., durante el ensayo de permeabilidad la teja ecológica logró alcanzar los exigencias requeridas.

En cuanto al Ensayo de Impacto que se realizó en el laboratorio siguiendo el procedimiento establecido no se observaron fisuras. Por otra parte en la prueba de resistencia a la flexión, dio como resultado que la teja de microconcreto con apoyo repartido con peso de masa de 2526 g., soporto 55000g., presentando primero fisura y para luego romperse; mientras que la teja ecológica con apoyo repartido con peso de masa 2216 g., presentó rotura a 62000 g.

4.3.2. Análisis comparativo de costos.

En la siguiente tabla se detalla tanto el tipo de teja, precio unitario, peso unitario, precio por metro cuadrado, peso por metro cuadrado y el número de tejas que se colocan en una edificación por metro cuadrado. Como ya se ha venido expresando, el análisis comparativo será entre la teja de microconcreto y la teja ecológica elaborada con fibra del tallo de la planta del banano.

Tabla 22:
Análisis comparativo de Costo.

TIPO DE TEJA	PRECIO UNITARIO (ctvs.)	PESO UNITARIO	PRECIO POR M2	PESO POR M2	NÚMERO DE TEJAS POR M2
HORMIGON	0.65	4.2 KG	\$6.83	46.00 KG	10.5
CERAMICA	0.75	3.4 KG	\$ 9.6	43.52 KG	12.8
ARCILLA	0.73	3.3 KG	\$9.49	42.9 KG	13
MICRO CONCRETO	0.62	2.5 KG	\$ 7.75	31.25 KG	12.5
TEJA ECOLOGICA	0.56	2.2 KG	\$ 7.00	27.50 KG	12.5

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

4.3.3. Análisis comparativo de costo unitario.

Después de obtener los resultados en el estudio comparativo de costo entre varios tipos de teja, se determinó las diferencias significativas que existen entre cada una, como resultado se observa que la teja de microconcreto es la más idónea para realizar un análisis comparativo de costo unitario, ya que presentan características similares con la teja ecológica tanto en su dimensión y forma, como en precios y además la misma cantidad de tejas por metros cuadrado.

En la siguiente tabla se demuestra las diferencias entre cantidades y costos, de una teja de microconcreto con relación a una teja ecológica elaborada con fibra triturada y lavada del tallo del banano.

Tabla 23:
Análisis Comparativo de Costo Unitario.

	TIPO DE TEJAS			
	MICRO CONCRETO		FIBRA DEL TALLO DE BANANO	
Materiales	Cantidad	Precio Cts.	Cantidad	Precio Cts.
Arena fina	2200	0,07	675	0,02
Cemento	500	0,15	340	0,10
Agua	500 ml	0,04	500 ml	0,04
Fibra			200 g	0,03
Lámina	1	0,08	1	0,08
Molde	1	0,08	1	0,08
Mano de obra	1	0,12	1	0,12
Máquina vibratoria	1	0,08	1	0,08
Total		0,62		0,56

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Análisis de precio unitario de una teja ecológica con adición de fibra de tallo de banano.

En la siguiente tabla, se puede observar de acuerdo al Análisis de Precio Unitario, que es posible elaborar un material de cubierta ecológica de excelente calidad a bajo precio, siendo económicamente asequible a los usuarios de bajos recursos económicos, además de contribuir a la disminución de la contaminación ambiental al reutilizar un material desechado.

Tabla 24:
Análisis de Precios Unitario.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE TEJA TIPO ELABORADA CON MORTERO HIDRÁULICO Y PROTOTIPO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TALLO DE BANANO					
UNIDAD: u					
RUBRO: TEJA ECOLOGICA CON ADICION DE FIBRA DE BANANO.				RENDIMIENTO: 0,08	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,01
Máquina vibratoria	1,00	1,00	1,00	0,08	0,08
molde	1,00	1,00	1,00	0,08	0,08
Lámina	1,00	1,00	1,00	0,08	0,08
SUBTOTAL (M)					0,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador	1,00	1,54	1,54	0,08	0,12
SUBTOTAL (N)					0,12
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Cemento	gr	675,00	0,00015	0,10	
Arena fina	gr	340,00	0,00007	0,02	
Agua	gr	500,00	0,00007	0,04	
Fibra triturada y lavada	gr	200,00	0,00016	0,03	
SUBTOTAL (O)					0,19
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,56
INDIRECTOS Y UTILIDADES:				0.00%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					0,56

Elaborado por: Delgado Loor, N (2018)

Conclusiones.

Se puede concluir que con la reutilización de los desechos vegetales dejados en las plantaciones, se consigue elaborar tejas ecológicas con adición de fibra triturada y lavada de la planta del tallo del banano, logrando incorporar nuevos materiales de construcción dentro de la matriz productiva, que contribuyan en la lucha de la reducción del impacto de la huella ecológica y la contaminación del territorio.

Por otro lado, se determinó que la dosificación idónea para obtener una resistencia óptima al comportamiento mecánico de una teja ecológica con adición de fibra del pseudotallo, será de 675g. de cemento, 340g. de arena fina, 500 ml. de agua y 200 g. de fibra triturada y lavada. Resultando una teja liviana con un peso de masa de 2216 g.

En cuanto al Ensayo de Permeabilidad se puede acotar que con la adición de fibra pica y lavada del tallo del banano, se lograr mejora las propiedades del material para cubiertas, si se compara con lo estipulado en la norma NTE INEC 2 420: 2005 para tejas de hormigón, se puede decir que los resultados obtenidos tuvo un cumplimiento del 100%.

El adicionar la fibra triturada y lavada a la mezcla del hormigón, ayuda a que la teja cumpla con los parámetros establecidos en la norma INEN 2 420:2005, puesto que le da al material un mayor soporte al momento de realizar el Ensayo de Impacto, durante la caída libre de la bola de acero, haciendo de esta forma que el material de cubierta tenga mayor amortiguamiento ante el soporte de objetos sobre el mismo.

En el ensayo de resistencia a la flexión que se realizó en el laboratorio de la Universidad Estatal de Guayaquil, se logró obtener resultados óptimos durante la prueba, donde el prototipo 7 con adición de fibra triturada y lavada ya que al ser mezclado con los materiales durante el proceso de producción soportó 62 kg., dos kilos más de lo establecido en la norma utilizada dentro del proyecto de investigación.

Se puede concluir que al sustituir un porcentaje del cemento por la fibra triturada y lavada, se obtiene un producto con mejoras considerables en la trabajabilidad del mortero, en la resistencia a la flexión, al mismo tiempo en los ensayos de impacto, de permeabilidad y la reducción del costo mediante la elaboración y fabricación del prototipo.

Después de haber realizado el análisis comparativo unitario entre la teja ecológica con la de microconcreto, se logró demostrar que una teja con adición de fibra triturada y lavada de la planta de banano es más económica. El costo estimado de acuerdo a las cantidades de los materiales que se utilizó para elaborar una teja ecológica es de 0.56 cts. de dólar americano en el mercado ecuatoriano.

Se puede concluir que este producto de teja ecológica con adición de fibra triturada y lavada, se puede utilizar, ya que al ser mezclados sus componentes cumplieron con todos los aspectos requeridos durante el proceso de elaboración como la trabajabilidad y durabilidad. Además de que durante los ensayos cumplieron con todo lo establecido en la norma Teja de Hormigón (NTE INEN 2 420:2005); siendo un producto ideal para su comercialización.

Como conclusión general se expone que si es posible elaborar un material de cubierta ecológica de excelente calidad a bajo precio, siendo económicamente asequible a los usuarios de bajos recursos económicos, además de contribuir a la disminución de la contaminación ambiental al reutilizar un material desechado.

Recomendaciones.

Se recomienda incentivar la reutilización de la materia prima ecológica (Fibra), para reducir el uso del cemento y de arena dentro de la elaboración de cubiertas, logrando disminuir la contaminación del medio ambiente mediante técnicas reguladas que controlen la calidad de los productos.

Se sugiere realizar en futuros estudios, un análisis exhaustivo sobre el proceso de utilización del diseño de la fibra; donde se determine un tratamiento químico, que proteja la teja de la humedad antes de que la fibra se convierta en un material de adición idóneo dentro del proceso de mezclado.

Dentro de la evaluación económica, se recomienda realizar un estudio donde se analice el costo de la fibra dentro del sector bananero, para obtener como mayor exactitud el precio de la fibra dentro de la elaboración de la teja ecológica para determinar si será rentable dentro del sector productivo.

Se sugiere realizar un estudio investigativo, donde se analicen los tiempos obtenidos durante el proceso de fraguado en molde, estableciendo el motivo de la demora del endurecimiento del mortero dentro del proceso de elaboración de la teja con adición de fibra triturada y lavada del tallo de la planta del banano.

Se recomienda estudios donde la teja ecológica con adición con fibra triturada y lavada de la planta del tallo del banano, determinen los parámetros térmicos y acústicos en función de la Norma Técnica Ecuatoriana usada durante el proceso de investigación para mejorar el campo productivo.

Finalmente, se recomienda que las tejas sean destinadas a viviendas de interés social que deseen construirse con materiales ecológicos que contribuyan a la sostenibilidad ambiental y que requieran de un diseño arquitectónico especial para que se comercialicen dentro de la matriz productiva ecuatoriana.

Referencias Bibliográficas.

- Abad, K., Mogrovejo, X., & Rojas, F. (2012). *"EXPIREMENTACIÓN Y POSIBLE APLICACIONES DE LA FIBRA DE BANANO EN EL CAMPO TEXTIL"*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Amy, T., & Andrea, V. (2015). *"ANALISIS DE LA UTILIZACION DEL TALLO DEL BABANO COMO FIBRA, PARA POTENCIALIZAR LA PRODUCCION DE ARTESANIAS DEL CANTÓN EL TRIUNFO Y SU FUTURA EXPORTACIÓN"*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Bryan, C., & Juan, R. (2016). *"Elaboración de tejas ecológicas mediante la reutilización de botellas plásticas y cartón para ayudar al medio ambiente, disminuyendo la contaminación ambiental en la ciudadela Juan Montalvo"*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Carrión, K. M. (2013). *Reutilización de residuos de la cascara de bananos para la producción de alimentos destinado al consumo humano*. Guayaquil: Universidad Guayaquil.
- Carvajal, A. M., & Galvis, D. R. (2013). *"APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PSEUDOTALLO DEL BANANO COMUN Y DEL ABOCADILLO PARA LA ESTRACCION DE LA FIBRA TEXTIL"*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira .
- Castro, R. y. (2001). *ANACAFÉ ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE*. Obtenido de CULTTIVO DE BANANO: <file:///C:/Users/CesarT/Desktop/ANGELIK%20TESIS/descargas/Cultivo%20de%20banano%20-%20Anacaf%C3%A9%20proceso%20de%20siembra.html>
- Constituyente, A. (2008). *CONSTIRUCION DEL ECUADOR*. <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>.
- Coordinacion de Investigación Científica, T. e. (2013). *proyecto: "Estudio y aplicación de las fibras naturales de banano para la elaboración de recubrimiento para paredes"*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

- Dávalos, I. S. (2015). *MANUAL DE APLICABILIDAD DE BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS DE BANANO*. Quito: Agencia ecuatoriana de Aseguramiento de la CALidad del Agro.
- Dejtiar, F. (11 de Abril de 2018). Guía de Techos. *Proyectos de srwuitectura*.
- EUGE. (1 de DICIEMBRE de 2017). *IDEAS PARA CONSTRUIR*. Obtenido de CLASIFICACION DE LA TEJA SEGÚN SU MATERIAL, FORMA Y ESTILO Y LOS TIPOS DE TEJA PARA CONSTRUCCION: deasparaconstruir.com/n/4998/los-tipos-de-tejas-para-la-construccion.html
- Guerrero, I. M. (2015). *GUIA TECNICA DEL CULTIVO DEL PLATANO*. GUAYAQUIL: CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL .
- Guzmán, K. T. (2013). "*EXPERIMENTACIÓN TECNOLÓGICA DE LA FIBRA DE BANANO APLICADA EN EL DISEÑO DE OBJETOS*". Cuenca: Universidad de Azuay.
- Hernández, D. R. (2016). concepción o elección del diseño de investigación. En *Metodología de la Investigación* (pág. 161). Mexico: McGraw Hill Interamericana.
- INEN. (2005). Instituto Ecuatoriano de Normalización . *Tejas de Hormigón* , 3.
- James, c. (18 de agosto de 2015). *BANANO, ORIGEN Y INFLUENCIA EN LA ECONOMIA ECUATORIANA* . Obtenido de <http://carlosjames-carlosjames-1.blogspot.com/>
- Meléndes, M., Espinosa, O., Rhyner, K., & Noboa, M. (2014). *Manual: "UN TECHO QUE CUBRE AL MUNDO: TEJA DE MICROCONCRETO"*. Jinotepe - Nicaragua: Ecosur.
- Meléndez, M., Espinoza, O., & Noboa, M. (2014). *ecosur.com*. EcoSur.
- Meneses, J. D., & Mejía, D. G. (2014). *EMPAQUES BIODEGRADABLES A PARTIIR DE FIBRA DE BANANO PARA LOS PRODUCTOD AGRÍCOLAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS*. MANIZALES-COLOMBIA: Universidad de Colombia Sede Manizales.
- Mutschler, R. M. (2009). "*DISEÑO DE TEJAS PREFABRICADAS DE BAJO COSTE QUE INCORPÓRAN RESIDUOS INDUSTRIALES DE*

CARÁCTER PUZOLÁNICO PARA USO EN PAISES EN VIAS DE DESARROLLO". Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Perdomo, T., & Andrés, S. (2015). *"DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO A PARTIR DE FIBRAS NATURALES PARA LA UTILIZACION EN VIVIENDAS"*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas .

UNISIMA. (2017). PLATANO: PROPIEDADES, BENEFICIOS Y USOS. *REVISTA: UNISIMA*, 10-12.

Sevilla, J., Lolama, L., Marín, F., & Sanchez, M.I.(2014). DESARROLLO DE NUEVOS MODELOS DE TEJAS DE HORMIGÓN Y DE SUS ACABADOS SUPERFICIALES. Jornadas de Investigación en Construcción, 757-775.

Construcción de cubiertas cerámicas. Manual técnico de trazado y construcción. Ideas propias, Editorial. Vigo 2014. Según el Real Decreto 2012/1996.

<http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tres-tipos-de-platano-se.html>.

Ing. Santiago Iván Jaramillo Dávalos. MANUAL DE APLICABILIDAD DE BUENAS PRÁCTICAS INDICE AGRÍCOLAS DE BANANO.

QUEZADA, Pedro. 2015. Propuesta unificada de manejo agronómico en cultivo de banano orgánico en el valle del Chira. Documento de trabajo. Piura, Perú.

Recuperado de <http://www.wikiestudiantes.org/factibilidad-para-la-fabricacion-de-tejas-a-base-de-desechos-plasticos/>

Recuperado de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo-dia/51/las-fibras-del-tallo-de-banano-se-pueden-convertir-en-hormigon>

Video: Torres Caicedo, 2015. Proyecto estudiantil de fabricación de tejas.

<http://carlosjames-carlosjames-1.blogspot.com/>

ANEXOS.

Anexo 1: Certificado de Informes.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
Y FÍSICAS
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DR. ING. ARNALDO RUFFILLI



SECRETARÍA
Telf. 2281037

A QUIEN INTERESE

Certifico que la Sra. NATALIA ANGELICA DELGADO LOOR, realizo los ensayos de flexión e impacto correspondientes al tema de tesis de grado "COMPORTAMIENTO MECANICO DE TEJAS TIPO ELABORADA CON MORTERO HIDRAULICO Y PROTIPO CON ADICION DE FIBRA DE TALLO DE BANANO" el día lunes 03 de diciembre de 2018 con la supervisión del laboratorio encargado.

Se hace constancia que los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli de la Universidad de Guayaquil no tuvo costo alguno

Guayaquil, 06 de diciembre de 2018

Atentamente,


Ing. David Stay Coello, Ing.- Geot.
DIRECTOR (E)



Telf. 2281037
Av. Kenny S/N y Delta
Frente al Colegio Las Mercedarias
laboratorioruffilli@ug.ed.ec
Guayaquil - Ecuador

Anexo 2: Informe De Ensayo Resistencia A La Flexión.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"				
INFORME DE ENSAYO - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN				
NORMA: NTE-INEN-2420-2005			Fecha de Elaboración: 6/12/2018	
Proyecto: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE TEJA TIPO ELABORADA CON MORTERO HIDRÁULICO Y PROTOTIPO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TALLO DE BANANO"				
Contratista: NATALIA ANGELICA DELGADO LOOR				
MUESTRA No.	27	29	30	
DESCRIPCIÓN	F. TRITURADA	F. TRIT. Y LAVAD.	F. TRIT. Y LAVAD.	MICROCONCRETO
FECHA DE FABRICACIÓN	31/10/2018	31/10/2018	31/10/2018	31/10/2018
FECHA DE ENSAYO	06/12/2018	06/12/2018	06/12/2018	06/12/2018
LONGITUD (mm)	500	500	500	500
ANCHO (mm)	250	250	250	250
ESPESOR (mm)	8	8	8	8
LONGITUD APOR (mm)	350	350	350	350
MASA (gr.)	2437	2365	2216	2526
CARGA DE ROTURA (gr.)	43000	55000	62500	60000
OBSERVACIONES:				
La teja N° 27 con fibra triturada sometida a carga puntual primero presentó fisuras, luego rotura.				
La teja N° 29 con fibra triturada y lava sometida a carga repartido primero presentó rotura, luego fisura.				
La teja N° 30 con fibra triturada y lava sometida a carga puntual solo presentó rotura.				
<p>Av. Kennedy S/N y Av. Delta -Frente al colegio las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.cc - Telf.: 04-2281037</p>				

Anexo 3: Ensayo De Resistencia Al Impacto.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"				
INFORME DE ENSAYO - RESISTENCIA AL IMPACTO				
NORMA: NTE-INEN-2420-2005			Fecha de Elaboración: 6/12/2018	
Proyecto: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE TEJA TIPO ELABORADA CON MORTERO HIDRÁULICO Y PROTOTIPO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TALLO DE BANANO"				
Contratista: NATALIA ANGELICA DELGADO LOOR				
MUESTRA No.	27	29	30	
DESCRIPCIÓN	F. TRITURADA	F. TRIT. Y LAVAD.	F. TRIT. Y LAVAD.	MICROCONCRETO
FECHA DE FABRICACIÓN	31/10/2018	31/10/2018	31/10/2018	31/10/2018
FECHA DE ENSAYO	06/12/2018	06/12/2018	06/12/2018	06/12/2018
ALTURA DE CAÍDA (mm)	250	250	250	250
LONGITUD (mm)	500	500	500	500
ANCHO (mm)	250	250	250	250
ESPESOR (mm)	8	8	8	8
LONGITUD APOYO (mm)	350	350	350	350
MASA (gr.)	2437	2365	2216	2526
FALLA	NO PRESENTO	NO PRESENTO	NO PRESENTO	NO PRESENTO
OBSERVACIONES:				
NINGUNA DE LAS TEJAS ENSAYADAS PRESENTARON FALLA DURANTE LA PRUEBA.				
Av. Kennedy S/N y Av. Delta -Frente al colegio las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037				