



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE DISEÑO DE INTERIORES

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DISEÑADORA DE
INTERIORES**

TEMA:

**” ELABORACIÓN DE UNA TEJA A PARTIR DE TUSA PICADA
DE MAÍZ Y MATERIALES TRADICIONALES PARA
VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.”**

TUTOR:

MGS. DIS. MARÍA LORENA PÉREZ ALARCÓN

AUTOR:

KAREN GABRIELA LOZANO ZAMORA

GUAYAQUIL – ECUADOR

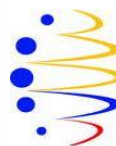
2019



Presidencia
de la República
del Ecuador



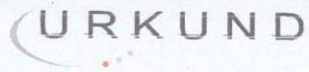
Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR,
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social.		
AUTOR/ ES: Karen Gabriela Lozano Zamora	REVISORES: Mg. Lorena Pérez Alarcón Dis.	
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte	FACULTAD: Faculta De Ingeniería, Industria Y Construcción	
CARRERA: Carrera De Diseño De Interiores		
FECHA DE PUBLICACION: 2019	No DE PÁGS: 116	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arte		
PALABRAS CLAVE: Tejado, Cemento, Arena, Ambientalista, clase media		
RESUMEN: <p>El presente artículo muestra una propuesta de la “Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social”. Al crear la teja tradiciones de arcilla como bien se sabe su proceso de elaboración sigue siendo el mismo desde hace años a diferencia de la teja de hormigón, la cual tiene otros materiales de construcción, pero en ambas hay desventajas al momento de hacerlas. Existe una extracción de materia prima en la naturaleza. En el presente proyecto se propone experimentar con la tusa u olote del maíz como material principal para la elaboración de una teja. Como objetivo esta aprovechar este material que es considerado como desperdicio en gran cantidad o en ciertas ocasiones como alimento para cerdo, y que tengan mayor utilidad para la creación del prototipo de la nueva teja. Como finalidad se desea que este prototipo tenga una imagen idónea a su vez que logre tener una buena resistencia al peso y agua igual o superior a las comunes en el país, a su vez tomar en cuenta que es un aporte para conservación del medio ambiente.</p>		
Nº DE REGISTRO (en base de datos):	Nº DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES: Karen Gabriela Lozano Zamora	Teléfono: 0979148598	E-mail: karengk18@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	E-mail: Mg. Alex Salvatierra Espinoza. Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Karen Lozano Zamora Urkund.docx (D50075770)
Submitted: 4/2/2019 6:32:00 PM
Submitted By: mduenasb@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

TESIS JOSE FIERRO URKUND.docx (D49073409)
URKUND INGRID MACHADO.docx (D42399352)
Urkund.docx (D45575840)

Instances where selected sources appear:

5

Lorena Pérez de Hualde

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

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

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

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar ELABORACIÓN DE UNA TEJA A PARTIR DE TUSA PICADA DE MAÍZ Y MATERIALES TRADICIONALES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

Autor

Firma: _____



KAREN GABRIELA LOZANO ZAMORA

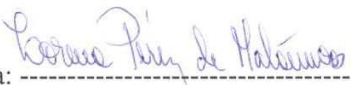
C.I. 1207037076

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación ELABORACIÓN DE UNA TEJA A PARTIR DE TUSA PICADA DE MAÍZ Y MATERIALES TRADICIONALES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, 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: "ELABORACIÓN DE UNA TEJA A PARTIR DE TUSA PICADA DE MAÍZ Y MATERIALES TRADICIONALES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL", presentado por la estudiante **KAREN GABRIELA LOZANO ZAMORA** como requisito previo, para optar al Título de LICENCIADA EN DISEÑO DE INTERIORES encontrándose apto para su sustentación.

Firma: -----

Mgs. LORENA PÉREZ ALARCÓN. Dis.

C.I. 0906327465

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por darme las fuerzas de salir adelante día a día pese a las adversidades, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, a mi hermana mayor, ya que ella es mi ejemplo a seguir y sin ella no estaría donde estoy ahora, a mis 2 hermanos mayores por cada uno de sus consejos, los que me ayudaron a tomar buenas decisiones en este camino.

A todos mis compañeros que siempre han estado a mi lado corrigiendo mis errores y ayudándome a ser cada día mejor. A mis amigos incondicionales, junto a ustedes crecí en conocimiento, sabiduría, bondad, honestidad, gracias de todo corazón.

Como olvidar mis maestros los que con mano firme nos enseñaron que nada en la vida es fácil, que todo se lo consigue trabajando duro y entregando el corazón, por último, pero no menos importante le agradezco a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL por darme la oportunidad de pertenecer orgullosamente a la institución.

Karen Lozano Z.

DEDICATORIA

Dedico este paso en mi vida a todas las personas que estuvieron a mi lado día a día, separados por la distancia, pero no de corazones. Principalmente a mis padres, ya que ellos me brindaron ese apoyo y son el pilar fundamental, sin el cual me hubiera derrumbado desde un principio.

A mis hermanos, por ofrecerme su sabiduría y conocimiento de una u otra manera para que yo sea mejor persona. Lo dedico a las personas que confiaron en mí.

Karen Lozano Z.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Tema:.....	3
1.2 Planteamiento del problema.	3
1.3 Formulación del problema.....	4
1.4 Sistematización del problema.	4
1.5 Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1 Objetivo General.	4
1.5.2 Objetivos Específicos.	5
1.6 Justificación de la investigación.	5
1.7 Delimitación o alcance de la investigación.	6
1.8 Hipótesis.....	6
1.9 Variables.....	6
1.9.1 Variable Independiente.	6
1.9.2 Variable Dependiente.	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Marco Teórico Referencial.....	7
2.1.1 Generalidades e historia del Maíz.	9
2.1.2 Taxonomía del Maíz.	10
2.1.3 Breve reseña del cultivo del maíz.....	11
2.1.3.1 Requerimientos del cultivo	12
2.1.3.1.1 Clima	12
2.1.3.1.2 Suelo	12
2.1.3.1.3 Sistema de siembra	13
2.1.3.1.4 Fertilización.....	13
2.1.3.1.5 Control de enfermedades.....	13
2.1.4 Variedades de Maíz en el Ecuador	14
2.1.5 Tusa u olote de maíz	14
2.1.5.1 Alternativas de aprovechamiento de la tusa de maíz	15

2.1.5.1.1 Usos potenciales para su aprovechamiento a nivel de Latinoamérica	15
2.1.5.1.2 Usos potenciales para su aprovechamiento en el Ecuador	15
2.1.6 Cemento.	16
2.1.6.1 Propiedades físicas y químicas del cemento.....	16
2.1.6.2 Tipos de cemento	17
2.1.7 Teja	18
2.1.7.1 Clasificación de las tejas	18
2.1.8 Dimensiones de la teja	25
2.1.9 Especificaciones Técnicas de la teja.....	26
2.2 MARCO TEÓRICO.....	28
2.1 Armonía.....	28
2.2.2 Biodegradable.....	28
2.2.3 Biomasa.....	28
2.2.4 Contaminación	28
2.2.5 Cubierta.....	29
2.2.6 Desechos orgánicos	29
2.2.7 Diseño	29
2.2.8 Diseño de interiores	30
2.2.9 Fundamentos básicos del Diseño	30
2.2.10 Vivienda	31
2.2.10.1 Viviendas de interés social	32
2.2.11 Sustentabilidad	32
2.3 Marco Legal.....	32
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	32
2.3.2 Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón .	35
CAPÍTULO III	38
METODOLOGÍA	38
3 Metodología de la investigación.....	38
3.1 Enfoque de investigación	38
3.2 Tipo de investigación	38
3.2.1 Investigación Documental	38
3.2.2 Investigación experimental	38
3.2.3 Investigación analítica	39

3.2.4 Investigación descriptiva	39
3.3 Métodos.....	39
3.3.1 Método Deductivo	39
3.3.2 Método Hipotético deductivo.....	39
3.4 Población, muestra, instrumento y recolección de datos.	40
3.5 Técnica.	40
3.6 Recolección y procesamiento de datos.	40
CAPÍTULO IV	51
4.1 Tema.....	51
4.2 Descripción de la propuesta.....	51
4.3 Materiales utilizados	51
4.3.1 Agua.....	52
4.3.2 Arena Húmeda.....	52
4.3.3 Cemento	53
4.3.4. Duelas de madera semidura de pino de 0.05 cm	53
4.3.5. Funda plástica transparente	54
4.3.6 Tusa de maíz	54
4.3.7 Herramientas	55
4.4 Desarrollo del proyecto	56
4.4.1 Diagrama de flujo del proceso	56
4.4.2 Procedimiento del experimento.....	56
4.4.3 Recolección de la tusa de maíz	56
4.4.4 Moler la tusa.....	57
4.4.5 Creación del molde.....	58
4.4.6 Realización de la mezcla.....	58
4.4.7 Colocación de la mezcla y compactación.	64
4.4.8 Darle forma a la teja.	65
4.4.9 Secado Previo.....	66
4.4.10 Corregir imperfecciones.....	66
4.4.11 Esperar 15 horas de secado	67
4.4.12 Humedecer la teja 3 veces al día por dos días.....	67
4.4.13 Impermeabilización	68
4.5 Pruebas de resistencia	69
4.6. Resultados de pruebas de flexión.....	70

4.7 Resultados de pruebas de absorción	74
4.8 Análisis de las pruebas realizadas.....	75
4.9 Propuesta de teja en viviendas de interés social y más.	76
4.10 Proceso de colocación	78
4.11 Presupuesto referencial	80
4.12 Conclusión.....	83
4.13 Recomendaciones	85
4.14 Glosario	86
4.15 Bibliografía.....	88
4.16 Anexos.....	94
4.16.1 Anexo de encuesta realizada.....	94
4.16.2 Normativa técnica ecuatoriana para la teja.....	97
4.16.3 Pruebas de flexión y absorción	98
4.16.4 Fotografías	100

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Contaminación por quema de tusa	4
Ilustración 2. Cosecha del maíz.....	11
Ilustración 3: Evolución del maíz.....	12
Ilustración 4. Tipos de Maíz.....	14
Ilustración 5. Teja de metal.....	18
Ilustración 6. Teja colonial.....	19
Ilustración 7. Teja de Portugal.....	19
Ilustración 8. Teja de vidrio	20
Ilustración 9. Teja de cobre.....	20
Ilustración 10. Teja asfáltica	21
Ilustración 11. Teja fotovoltaica.....	21
Ilustración 12. Teja de hormigón.....	22
Ilustración 13. Teja de Francia	22
Ilustración 14. Teja normanda.....	23
Ilustración 15: Teja de tetra pack.....	23
Ilustración 16: Teja de caucho.....	24
Ilustración 17. dimensiones de la teja.....	25
Ilustración 19. Agua.....	52
Ilustración 20. Arena Húmeda.....	52
Ilustración 21. Cemento	53
Ilustración 22. Duelas de maderas semiduras de pino de 0.05 cm	53
Ilustración 23. Funda plástica transparente	54
Ilustración 24. Tusa de Maíz	54
Ilustración 25. Herramientas para la fabricación de la teja	55
Ilustración 26. Recolección de tusa de maíz	57
Ilustración 27. Moler la tusa para que queden migajas pequeñas	57
Ilustración 28. Crear el molde	58
Ilustración 29. Realizar la mezcla con agua, arena húmeda, cemento y tusa de maíz.	59
Ilustración 30. Prueba #1.....	60
Ilustración 31. Prueba #2.....	61
Ilustración 32. Prueba #3.....	62
Ilustración 33. Prueba #4.....	63
Ilustración 34. Colocación correcta de la mezcla y compactación.....	64
Ilustración 35. Colocación correcta de la mezcla.....	65
Ilustración 36. Darle forma a la teja.....	65
Ilustración 37. Secado previo.....	66
Ilustración 38. Corregir imperfecciones.....	66
Ilustración 39. Esperar 15 horas de secado	67
Ilustración 40. Humedecer la teja 3 veces al día.....	68

Ilustración 41. Impermeabilización	69
Ilustración 42. Máquina de flexión.....	70
Ilustración 43. Máquina de flexión.....	70
Ilustración 44. Ensayo de flexión en teja 2	71
Ilustración 45. Ensayo de flexión en teja 3	72
Ilustración 46. Ensayo de flexión en teja 4	72
Ilustración 47. Resultados de la prueba de flexión en las 3 tejas	73
Ilustración 48. Ensayo de absorción en teja 3	74
Ilustración 49. Render de losa maciza y vigas de hormigón	76
Ilustración 50. Render de losa maciza de 10 cm	76
Ilustración 51. Render de iglesia	77
Ilustración 52. Render de garaje de vivienda	77
Ilustración 53. Render de glorieta de parque.....	78
Ilustración 54. Render de desglosamiento de estructura.....	79
Ilustración 55. Losa maciza de 0.10 cm.....	79
Ilustración 56. Muestra de inclinación, clavo y cemento	79
Ilustración 57: Huecos de teja	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía del maíz	10
Cuadro 2. Especificaciones técnicas Modelo Renacimiento.....	26
Cuadro 3. Especificaciones técnicas Modelo Casa Grande el Águila	26
Cuadro 4. Especificaciones técnicas Modelo Flandes	27
Cuadro 5. Especificaciones técnicas Modelo Rivera.....	27
Cuadro 6. Precio unitario de teja	80
Cuadro 7. Precio referencial de colocación de teja en m ²	81
Cuadro 8. Precio referencial de colocación de teja de hormigón común en m ²	81
Cuadro 9. características teja con tusa de maíz	81
Cuadro 10. Características teja común de hormigón	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Clasificación de las tejas de hormigón	35
Tabla 3. Disminución de la contaminación	41
Tabla 4. Construcción con productos renovables	42
Tabla 5. Tipos de cubiertas	43
Tabla 6. Tejas con tusa de maíz.....	44
Tabla 7. Utilización de teja con tusa de maíz.....	45
Tabla 8. Características de una teja	46
Tabla 9. Protección del medio ambiente	47
Tabla 10. Absorción del calor en viviendas	48
Tabla 11. Costo referencial de la teja.....	49
Tabla 12. Utilización en diferentes cubiertas	50
Tabla 13. Especificaciones de materiales en prueba de campo #1	60
Tabla 14. Especificaciones de materiales en prueba #2.....	61
Tabla 15. Especificaciones de materiales en prueba #3.....	62
Tabla 16. Especificaciones de materiales en prueba #4.....	63
Tabla 17. Carga máxima en (kN) kilo Newton y (N) Newton	73
Tabla 18. Resultados de ensayo de flexión en tejas.....	73
Tabla 19. Resultados de ensayo de absorción en tejas.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Disminución de la contaminación	41
Gráfico 2. Construcción con productos renovables	42
Gráfico 3. Tipos de cubiertas	43
Gráfico 4. Tejas con tusa de maíz.....	44
Gráfico 5. Utilización de teja con tusa de maíz.....	45
Gráfico 6. Características de una teja	46
Gráfico 7. Protección del medio ambiente	47
Gráfico 8. Absorción del calor en viviendas	48
Gráfico 9. Costo referencial de la teja	49
Gráfico 10. Utilización en diferentes cubiertas	50
Gráfico 11. Proceso de elaboración de la teja	56

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación está enfocado en la elaboración de un prototipo de teja a partir de un material orgánico reciclado como lo es la tusa de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social. Las tejas son un elemento decorativo para cubiertas con varias ventajas, las cuales lamentablemente son de difícil adquisición por sus costos, en el presente proyecto el objetivo principal es crear una cubierta nueva e innovadora que pueda ser asequible para personas de interés social. Se eligió como una de las materias primas la tusa de maíz ya que la misma ha sido poco o nada utilizada en cuanto a la industria de la construcción, además se busca que sus desechos orgánicos masivos sean reutilizados para reducir la contaminación provocada por la incineración de la misma.

Se procedió a realizar una investigación recopilando información de varios autores, acerca de la contaminación de los desechos orgánicos. El reciclaje es transformar esos residuos en materia prima, para la elaboración de la nueva cubierta. Adicional a ello se realizó el análisis comparativo entre una teja de hormigón común y la teja de hormigón con tusa de maíz.

Esta investigación está estructurada de la siguiente manera:

En el **Capítulo I**, se analiza la problemática, formulación del problema, sistematización del problema, sus objetivos generales, su justificación, delimitación de la investigación, su hipótesis y variables.

En el **Capítulo II**, se describe el marco teórico, donde se distribuye el estado del arte. Dentro de este capítulo se encuentran los estudios e investigaciones realizadas, sobre el tema a desarrollar, los conceptos, las bases legales, para llevar a cabo la propuesta.

En el **Capítulo III**, se detalla el marco metodológico, las técnicas e instrumentos de investigación para llevar a cabo las encuestas, donde se da a conocer el nuevo producto que se desea realizar, la reacción de los encuestados sobre la contaminación ambiental.

Es una información importante que lleva un proceso de tabulación y porcentajes de sus opiniones.

En el **Capítulo IV**, se desarrolla la propuesta, se elaboran los ensayos de laboratorio utilizando materiales como: arena, cemento, agua e impermeabilizante y el material reciclado que es la tusa triturada, luego se realizaron las correspondientes pruebas de resistencia y absorción del producto obtenido, más el presupuesto referencial de los costos de producción del prototipo, para finalizar se encuentra las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social.

1.2 Planteamiento del problema.

Ecuador produce 1,2 millones de toneladas (t) de maíz, de las cuales 900.000 adquiere la industria nacional para la elaboración de alimento proteínico. (Diario El Comercio, 2018). Los 300 restantes no tienen una utilidad definida, es decir que una parte solo se pudrirá y otra la quemaran los agricultores produciendo emisión de CO₂ al medio ambiente. Las concentraciones de gases han venido incrementándose durante el último siglo, como consecuencia, fundamentalmente del aumento de consumo de combustibles fósiles (mayor parte de CO₂). Poniendo de ejemplo es considerar que un vehículo mediano emite 5 toneladas de CO₂ cuando recorre 20.000 km. Esto equivale a la quema de residuos de 9 hectáreas en promedio. El maíz emite más debido a que contiene mayor biomasa. (Carlos, 2015)

En la provincia de Los Ríos el verano del año 2017 hubo 181.523 desperdicios por 3.14 hectáreas que aproximadamente cosecha cada agricultor según el Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAGAP] toda esta cantidad de desperdicios al no tener una utilidad pasa en la intemperie o incinerada al aire libre, en otras ocasiones se humedece por las lluvias convirtiéndose así en alimento para roedores formando su propagación, siendo esto un problema para los hogares de los agricultores y sus cosechas.

La mayoría de los agricultores del agro ecuatoriano luego de cosechar, limpian el terreno quemando la maleza desconociendo que debilitan el suelo debido a que las altas temperaturas provocan que se degenere las propiedades de la tierra. Esta práctica la llevan utilizando desde la antigüedad, los agricultores indican que lo realizan para tener mejor preparación del suelo para próximos cultivos, pero se asegura que al

realizar esta rutina la tierra queda expuesta a la erosión. (Redacción Diario El Tiempo, 2017)



Ilustración 1. Contaminación por quema de tusa
Elaborado por: Lozano Zamora. K (2019)

1.3 Formulación del problema.

¿Cómo afectará la elaboración de una teja en base de tusa picada y materiales tradicionales para viviendas de interés social?

1.4 Sistematización del problema.

- ¿De qué manera se beneficiaría la población con el uso de la teja conformada con tusa picada de maíz adaptada con materiales naturales?
- ¿Qué características tendría la nueva teja?
- ¿Cuál será la diferencia entre el nuevo producto y uno tradicional?

1.5 Objetivos de la investigación.

1.5.1 Objetivo General.

Elaborar una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Definir dosis adecuada de dosificación de los materiales en la elaboración de la teja.
- Demostrar variación de costos entre teja normal de hormigón y teja con tusa de maíz.
- Analizar el impacto positivo al medio ambiente que generará el empleo de residuos de maíz en la elaboración de la teja.

1.6 Justificación de la investigación.

Este proyecto investigativo es importante porque en la industria de la agricultura desconocen el uso que le pueden dar a los desperdicios de la tusa de maíz e incluso a otros desechos orgánicos. Con la elaboración de la teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales se espera mejorar la calidad de vida de los habitantes del agro ecuatoriano implementado técnicas de construcción sostenibles en sus viviendas.

Además, nos permite detallar las características de la materia prima a utilizarse como el cemento, arena, materiales de desecho como la tusa de maíz para elaborar un material constructivo innovador que ayudara a disminuir la contaminación ambiental por la descomposición de desechos orgánicos. Es de suma importancia aportar nuevas ideas que ayuden a educar a los habitantes en general sobre el reciclaje orgánico demostrando que de aquello se puede generar nuevos productos.

Al realizar una teja con materiales reciclados nos permite abrir nuestra mente a nuevas ideas en la industria de la construcción y a su vez permite ayudar a la problemática que tenemos los ecuatorianos sobre la conciencia ambiental, hacer un diseño sostenible con ingenio, perspicacia que permita dar bienestar a las personas y mejorar su economía. Con la implementación de esta teja estamos generando una conciencia limpia; utilizando materiales orgánicos que no harán daño alguno al medio ambiente.

Los beneficiarios serán todas y aquellas personan que entiendan la importancia del diseño sostenible, además de la gran parte comunitaria que desea obtener un bienestar

para su vivienda sin que afecte su economía. Se implementará un nuevo producto y así nuevas tasas de empleo para personas que estén dispuestas a plantear la nueva teja con tusa de maíz picada en combinación con materiales tradicionales en el mercado, teniendo un nuevo ingreso económico en los habitantes.

Desarrollando un modelo de microempresas y el fin de demostrar que podemos desplegar productos nuevos e innovadores con materiales reciclados, biodegradables. Estos pueden contar con diversas ventajas entre ellas; propiedades acústicas y térmicas que sin duda dan una nueva visión de la ingeniería, arquitectura y diseño de interiores implementando elementos que logran tener una función, a su vez cuidando y preservando el medio ambiente.

1.7 Delimitación o alcance de la investigación.

Campo: Educación superior. Pregrado

Área: Diseño Interior

Aspecto: Investigación experimental

Tema: Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social.

Delimitación espacial: Guayaquil – Ecuador

Delimitación temporal: 6 meses

1.8 Hipótesis.

Con la elaboración de la teja a base de tusa picada de maíz y materiales tradicionales se logrará un producto de menor costo.

1.9 Variables.

1.9.1 Variable Independiente.

Desechos del maíz

1.9.2 Variable Dependiente.

Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico Referencial.

A mediados del siglo XXI inicia una nueva modalidad en la construcción, el de la sostenibilidad, entre cuyos objetivos está reducir la huella de carbono de los edificios preservando y aun mejorando sus condiciones de confort y procurando una mayor accesibilidad para que un espectro más amplio de sectores sociales tenga acceso a estos beneficios (Czajkowski, Gil, & Strier, 2017) Al diseñar proyectos arquitectónicos basados en construcción sustentable es necesario seleccionar materiales constructivos derivados de fuentes renovables, reciclables y reutilizables, además orientar la edificación para aprovechar al máximo la luz natural para reducir el consumo de energía eléctrica, vientos, y vegetación para que absorba el CO₂.

En el libro *Arquitectura Ecológica, Un Manual Ilustrado*, escrito por (Ching & Shapiro, *Arquitectura Ecológica: Un Manual Ilustrado*, 2015) mencionan que la arquitectura y la construcción han evolucionado por el debate de la sostenibilidad, por lo tanto, a la hora de proyectar se propone un diseño holístico tomando en cuenta el emplazamiento y el entorno haciendo un recorrido desde exterior al interior. Para que la edificación pueda tener un buen comportamiento energético a lo largo de su vida útil, consumir menos energía y materiales sin dejar de proporcionar confort, evitar que derrochen energía y sean poco saludables para los que lo habitan. Se debe agregar que la arquitectura ecológica cada vez está sobresaliendo, podemos darnos cuenta con los paneles solares, los cuales nos permiten absorber energía solar durante el día, para ser utilizada por las noches, son ejemplos demostrativos para darnos cuenta de que en un futuro se podrían obtener mayores beneficios en la rama de la ingeniería y diseño. En la ciudad de Quito, se construyeron 370 con el Programa de Cero Vivienda sin Luz a base de paneles solares, utilizando tecnología que funciona con paneles solares que proveen energía eléctrica limpia y amigable con el ambiente. (Gómez, 2014)

El desarrollo de sistemas de cubierta que incorporan caucho entre sus materiales lleva desarrollándose años, y son muchas las patentes que están viendo la luz. El interés de estos radica en las características técnicas del caucho, que lo hacen un excelente material de cubierta con respecto a los convencionales; es más flexible, resiste mejor al impacto, tiene mayor capacidad aislante y es más ligero. (Herrero, 2019) Mundialmente se están utilizando materiales no convencionales en el campo de la construcción sino producto del reciclaje con las mismas características y propiedades de los anteriores para reducir o mitigar los impactos ambientales, atenuando los efectos del cambio climático en el Planeta.

En la investigación *Diseño conceptual de un sistema para la fabricación de tejas a partir de botellas recicladas de PET* desarrollada por la Universidad Nacional Autónoma de México, (Avilés, 2013) hace referencia a la fabricación de tejas con botellas plásticas para dar una solución al problema de la contaminación ambiental a través del aprovechamiento de los desechos. Donde hace referencia la forma que deben tener las tejas, aprovechando la geometría curva que tienen las botellas, mencionando que se acoplan a los cambios climáticos.

(Boldo, 2014) en su artículo publicado en la plataforma digital argentina *Día a Día*, menciona que un grupo de investigadores cordobeses, fabricaron tejas con material reciclado utilizando el plástico y el caucho de los neumáticos. Las ventajas del producto liderado por entidades argentinas como el Centro de la Vivienda Económica de Córdoba [Ceve] y participa el laboratorio del Cintemac, que depende de la Universidad Tecnológica Nacional [UTN] son las siguientes: es altamente resistente, aislante, flexible, no se agrieta, rompe, ni corroe, es liviana, fácil de colocar y funciona como aislante térmico en las viviendas

(Susunaga, 2014) en su tesis *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario*, argumenta que existe gran variedad de materiales reciclados que se pueden tener en cuenta para la construcción de viviendas sostenibles y que es de vital importancia conocer cuáles son y sus características técnicas. Recomienda que en la cátedra universitaria se debe impulsar

a realizar este tipo de prácticas sostenibles y que las empresas deben tomar conciencia del uso de la construcción sostenible y su pronta implementación en las construcciones de vivienda de interés social pensando en el ahorro del agua, utilización de luz natural, ahorro energético etc.

Según (Barrios, 2015) en su tesis *Estudio de factibilidad del diseño robusto para la fabricación de tejas de tetrabrik, en el centro de investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC*, expone el proceso para la fabricación de una teja empleando envases de tetrabrik. El tetrabrik es un material que sirve para envasar y conservar productos alimenticios como jugos, leche, salsas, vinos, entre otros, debido a sus componentes (papel, aluminio y polietileno de baja densidad) logra mantener el producto en óptimas condiciones, además contribuye a reducir el impacto ambiental que los desechos sólidos representan al entorno natural.

(Bernal, Brausin, & Gutiérrez, 2018) en su tesis *Elaboración de teja tipo S con compositos de matriz cementicia adicionada con cascarilla de arroz en la ciudad de Villavicencio*, utilizaron la cascarilla de arroz procedente de la región del Meta como material alternativo para la fabricación de tejas, tomando como base la mezcla de un mortero convencional, para sustituir un porcentaje de arena de peña usada normalmente para su elaboración por un porcentaje de cascarilla arroz. Todo con el fin de conseguir un diseño de mezcla y dosificación de materiales que sea el más económico y ambientalmente viable, y que además cumpla con las especificaciones de resistencia esperadas.

2.1.1 Generalidades e historia del Maíz.

El maíz, cuyo nombre científico es “*Zea mays*” pertenece a la familia de las gramíneas. La planta puede alcanzar de metro y medio a tres metros de altura. Las hojas forman una larga vaina que va unida directamente al tallo y un limbo más ancho, alargado y flexuoso. Con respecto su antigüedad se puede informar que es un cultivo de aproximadamente 7000 años de antigüedad, su origen fue indio siendo cultivado en zonas de México y América central. Habría que decir también que hoy por hoy se ha esparcido por todos los países, además EEUU se destaca por tener la más alta

concentración de este cultivo convirtiendo así al país en el mayor productor del maíz. (Andrade, 2014)

Existen indicios que en la Cultura Valdivia asentada en la en la península de Santa Elena, en monterrey el estuario del río Guayas, en Los Ríos, Manabí y El Oro que se desarrolló desde el año 3.500 a.C. Los restos arqueológicos muestran que en la cerámica se graficaba mazorcas de maíz, producto que cultivaban y cosechaban. (Moreno, Bustos, Terán, & Landázuri, 2015)

En el libro *Manual de Historia del Ecuador, I: época Aborígen y Colonial, Independencia*, (Moreno, Bustos, Terán, & Landázuri, 2015) indican que en la civilización Inca el maíz era considerado un recurso de tipo suntuario que otorgaba prestigio y era cultivado con fines burocráticos, militares y ceremoniales. Se lo sembraba en los andenes o terrazas agrícolas artificiales que eran regadas a través de canales de riego. De los granos de maíz se elaboraba una chicha que era consumida por ellos durante el Inti Raymi celebración en la que el inca brindaba con chicha de jora en honor al Sol.

2.1.2 Taxonomía del Maíz.

Cuadro 1. Taxonomía del maíz

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Tribu:	Maydeas
Género:	Zea
Especie:	Zea mays

Fuente: (Moreno, Bustos, Terán, & Landázuri, 2015)

2.1.3 Breve reseña del cultivo del maíz

Ecuador produce 1,2 millones de toneladas (t) de maíz, de las cuales 900 000 t adquiere la industria nacional para la elaboración de alimento proteínico. (Diario El Comercio, 2018)

De acuerdo con la Encuesta de *Superficie y Producción Agropecuaria Continua* realizada por (Salazar, Cuichán, Ballesteros, Márquez, & Orbe, 2017) en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], se indica que Los Ríos es la provincia con mayor participación del cultivo, con una concentración del 35,96%, seguida de Manabí y Guayas con el 24,74 % y 21,96 % de la producción nacional respectivamente.

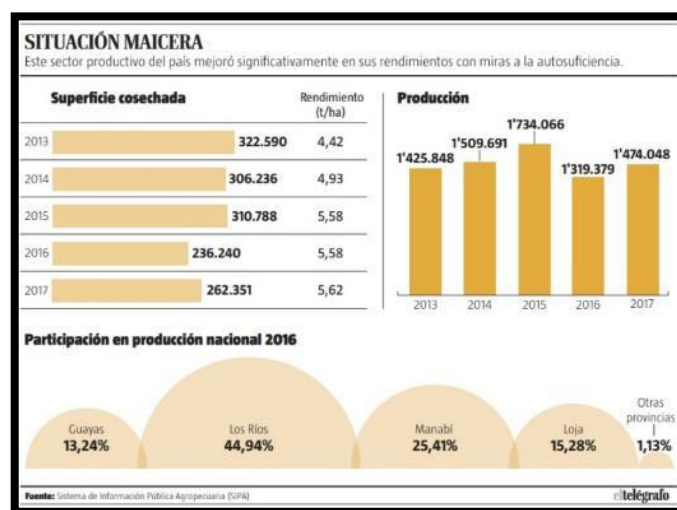


Ilustración 2. Cosecha del maíz
Fuente: (Diario El Comercio, 2018)

El maíz es un cultivo de ciclo corto que tiene importancia económica y alimentaria en nuestro país. Las zonas cálidas del Litoral ecuatoriano poseen condiciones climáticas y suelos apropiados para la siembra del maíz. En el 2013, en la región Costa se destinaron 228164 Ha para su cultivo, siendo Guayas y Los Ríos las provincias que mayor área destinaron a su producción. (Mera & Montaña, 2015).

En las provincias de Guayas y Los Ríos se concentra el 76% de la producción nacional, con producciones que alcanzan en Los Ríos las 684,142 T. y en Guayas las 238,391 T. Estas mismas provincias destinan 156.565 y 49.927 hectáreas a la

producción de maíz respectivamente. En Guayas y Los Ríos también se registran los 9 rendimientos más altos del país, con 5.15 Tm. /Ha. en Guayas y 4.56 Tm. /Ha. en Los Ríos. (Mera & Montaña, 2015)

En la región Interandina o Sierra del Ecuador los agricultores siembran el maíz desde el mes de septiembre hasta enero coincidiendo con el periodo de lluvias, obteniendo de esta forma el mayor grado de germinación, emergencia y producción. El ciclo de cultivo demora 270 días. (Peñaherrera, 2012)

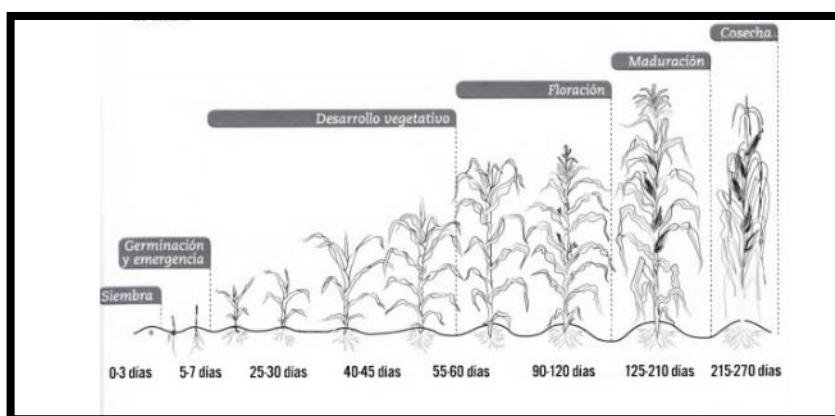


Ilustración 3: Evolución del maíz.
Fuente: (Peñaherrera, 2012)

2.1.3.1 Requerimientos del cultivo

2.1.3.1.1 Clima

El maíz suave requiere de 760 a 1300 mm de precipitación en todo el ciclo, y una temperatura de 10 a 20 °C. (Peñaherrera, 2012)

2.1.3.1.2 Suelo

El maíz se adapta muy bien a los suelos profundos, ricos en materia orgánica y con un buen drenaje para evitar el encharcamiento. Cuando se siembra en estos suelos podemos obtener los siguientes beneficios:

- Las semillas van a germinar con más facilidad.
- Las plantas serán fuertes y vigorosas.
- Se obtienen mazorcas grandes y granos de calidad.

El pH más adecuado de los suelos debe estar entre 5.5 y 7.5. (Peñaherrera, 2012)

2.1.3.1.3 Sistema de siembra

Surcar a 80 cm en sentido contrario a la pendiente, 2 a 3 granos cada 50 cm. Ralea cuando las plantas tengan de 12 a 20 cm, dejando dos por sitio.

Siembra manual: A piquete (con la ayuda de un palo puntiagudo), se hace hoyos y se deposita 2-3 semillas y se tapa.

A tapa pie:

- En el surco abierto con arado yunta, se deposita semilla y se tapa.
- Con máquina sembradora en grandes extensiones.
- Emplear semilla certificada. 40 a 50 kg/ha. (Basantes, 2015)

2.1.3.1.4 Fertilización

Es recomendable hacer un análisis de suelo, para realizar un encalado y/o correctivo. Sin embargo, se puede recomendar N120-P100-K80 kg/ha más 20 kg de Mg/ha. El N y K debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-40 dds. Aplicar micronutrientes al suelo (4-5 kg/ha). Deshierba y aporque. 30-40 dds se aplica fertilizante complementario. Medio aporque: a los 30-40 cm altura planta. Aporque 70 a 80 cm altura. (Basantes, 2015)

2.1.3.1.5 Control de enfermedades

La incidencia de enfermedades es muy variable dependiendo del manejo agronómico y de las condiciones climáticas. Por ejemplo, la pudrición de mazorca está asociada a factores indirectos que pueden favorecer su ataque, como daño de insectos, pájaros, roedores y siembras tardías.

Tizón o quemazón foliar *Helminthosporium maydis*. El hongo se trasmite en la semilla y en restos de tejidos vegetales, e infecta el cultivo en cualquier etapa. El tizón es favorecido por condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre 18 a 27 ° C. Roya *Puccinia sorghii*. Pudrición de la mazorca *Fusarium moniliforme*.

Carbón desnudo y cubierto de la cebada. *Ustilago maydis*.

Daños ambientales: Heladas, vientos y granizo provocan serios daños. (Basantes, 2015)

2.1.4 Variedades de Maíz en el Ecuador

En el Ecuador se han identificado 29 razas de maíz de estas, 17 pertenecen a la Sierra. Entre las principales variedades nativas de maíz que se cultivan en la sierra del Ecuador se tienen: Cuzco, ecuatoriano, canguil ecuatoriano, racimo de uva, chillos, huandango, morochon, patillo, chulpi y kcello. (Yanez, Zambrano, Caicedo, & Heredia, 2013)

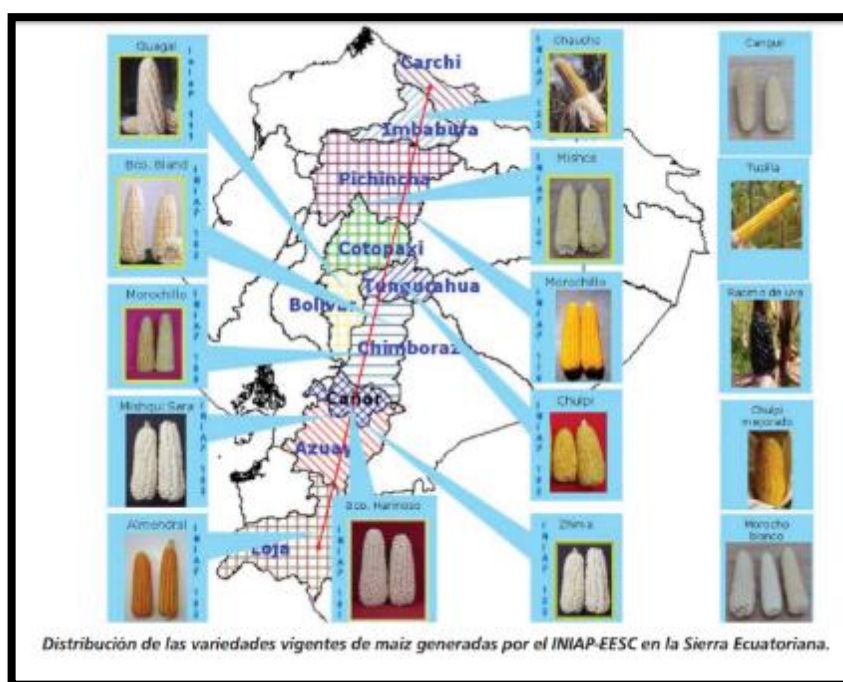


Ilustración 4. Tipos de Maíz
Fuente: INIAP (2013)

2.1.5 Tusa u olote de maíz

El olote del maíz (*Zea mays*) se denomina una fuente no maderable que tiene un alto contenido de xilanas, por lo consiguiente ha sido calificado de utilidad como fuente alternativa para compuestos químicos de interés comercial o industrial, entre otras fuentes de biomasa. El olote es un desecho o subproducto agrícola que se genera en magnas cantidades, se produce con la separación del grano a la mazorca. El olote que quiere decir corazón es lo que contiene la mazorca del maíz en su centro. (Córdova, y otros, 2013)

2.1.5.1 Alternativas de aprovechamiento de la tusa de maíz

2.1.5.1.1 Usos potenciales para su aprovechamiento a nivel de Latinoamérica

Investigadores de la Universidad Pontificia Bolivariana han encontrado una alternativa al mezclar la tusa del maíz con el carbón mineral en una proporción tal que disminuye el contenido porcentual de azufre del producto final; toda esta mixtura (briquetas), se convierte en fuente de energía renovable que cumple con requisitos como la sostenibilidad, el bajo costo de producción y el fácil acceso a los consumidores. Todo ello genera alternativas para reemplazar combustibles como la leña y el carbón mineral o vegetal en la cocina doméstica; incluso en operaciones de industria y agroindustria, que podría ayudar a reducir la demanda que directa o indirectamente generan daños al ambiente. (Forero, 2013)

2.1.5.1.2 Usos potenciales para su aprovechamiento en el Ecuador

La producción anual de maíz en nuestro país es de alrededor de 250 mil toneladas, lo que ocasiona unas 45 mil toneladas de tusa. Con estos antecedentes se realizó un estudio del poder calórico de la tusa previamente secada al sol durante un año. Los parámetros fueron la fuerza de compactación de los pellets y la relación oxígeno-combustible. Se midió el poder calórico inferior en una bomba calorimétrica adiabática y se obtuvo un valor de 16.07 kJ/g ensayando con pellets de un gramo comprimidos con una fuerza de 1 Ton. y una relación oxígeno- combustible de 14.7 bar. (Espinoza & Torres, 2018)

En el Ecuador el uso de fibras y otros residuos de carácter orgánico se emplean en construcción de viviendas como elemento de relleno, refuerzo o aislamiento térmico de lo que conlleva un gran potencial en el marco de la arquitectura más sustentable. En Ecuador, la variabilidad climática y el bajo poder adquisitivo de muchos de sus habitantes obliga a utilizar materiales de construcción de presencia local y bajo o nulo costo, con el fin de lograr una vivienda económica y confortable. Es por ello que se han analizado la presencia de recursos o desechos naturales de biomasa a nivel regional como la cascarilla de cacao, cascarilla de arroz, tusa de maíz, bagazo de caña de azúcar, raquis de plátano entre otras confrontándolos la tradición constructiva, para posteriormente superponerlos geográficamente con las principales variables climáticas

que afectan a la eficiencia energética. De esta forma es posible determinar qué, dónde y cómo utilizar los distintos recursos la biomasa para permitir una respuesta edificatoria que cuente con una sólida argumentación social, económica, medioambiental y energética con el objetivo de facilitar las condiciones adecuadas para el acceso a un hábitat económico, seguro, eficiente y digno. (Velasco, Pérez, Freire, & Ibarra, 2015)

2.1.6 Cemento.

La palabra cemento hace referencia a una mezcla compuesta de diversas sustancias calcáreas y arcilla. La mezcla se cuece y luego se muele: cuando se le añade agua y se produce su solidificación, se endurece. El cemento es un conglomerante ya que permite unir diversos materiales y otorgarles cohesión mediante transformaciones de tipo químico. Si se le agrega arena y/o grava, se obtiene una mezcla llamada concreto u hormigón, muy utilizada en el ámbito de la construcción. En la actualidad al cemento que combina sustancias calcáreas y arcilla se lo denomina cemento hidráulico. Entre ellos el más popular es el cemento Portland. (Pérez & Merino, 2016)

2.1.6.1 Propiedades físicas y químicas del cemento

Propiedades químicas: según en la página web de *Cementos Tequendama* (Tequendama, 2018) el proceso de clinkerización del cemento involucra la transformación de las materias primas a productos más complejos, por medio de reacciones en estado sólido. La química del cemento frecuentemente emplea un modelo basado en abreviaturas para las fórmulas químicas de los óxidos más frecuentes presentes en el material y los cuales se forman a partir de ellos, motivo por el cual deben evaluarse las propiedades químicas la cuales incluyen:

- Hidratación del cemento
- Formación de la pasta de cemento
- Calor de hidratación

Según la página web *Cementos Tequendama* (Tequendama, 2018) actualmente los **parámetros físicos** y mecánicos que determinan la calidad de un cemento.

Propiedades físicas:

- Densidad
- Finura del cemento
- Finura por tamizado
- Finura por métodos indirectos
- Consistencia normal
- Tiempos de fraguado
- Falso fraguado
- Expansión en autoclave

2.1.6.2 Tipos de cemento

El cemento Portland: es aquel producto obtenido por mezcla íntima de calizas y arcillas, cocción de la mezcla hasta la uniforme y molienda del producto resultante, con una pequeña adición de yeso, a un grado de finura elevado. El cemento Portland está compuesto principalmente por silicato tricálcico (SC3), silicato bicálcico (SC2), aluminato tricálcico (AC3) y aluminoferrito tetracálcico (AFC4), además de componentes secundarios como el yeso, los álcalis, la cal y la magnesia libres. (Centeno, 2016)

El cemento de horno alto: es la mezcla de clinker de cemento Portland y regulador de fraguado en proporción superior al 20 por 100 e inferior al 64 por 100 en peso y escoria siderúrgica en proporción inferior al 80 por 100 y superior al 36 por 100 en peso. (Centeno, 2016)

El cemento puzolánico: es la mezcla de clinker de cemento Portland y regulador de fraguado en proporción inferior al 89 por 100 en peso, y puzolana en proporción superior al 11 por 100 en peso, englobando en el término puzolana la mezcla de puzolanas naturales, cenizas volantes y humo de sílice, este último en proporción no mayor al 10 por 100. (Centeno, 2016)

El cemento compuesto: es la mezcla de clinker de cemento Portland y regulador de fraguado en proporción superior al 40 por 100 e inferior al 64 por 100 en peso, escoria siderúrgica en proporción inferior al 30 por 100 y superior al 18 por 100 en

peso y puzolanas naturales y cenizas volantes en proporción inferior al 30 por 100 y superior al 18 por 100 en peso. (Centeno, 2016)

2.1.7 Teja

La teja es una pieza con la que se forman cubiertas en las construcciones como edificios y viviendas, al tener recubrimiento con tejas, reciben el nombre de tejados. Existen materiales de elaboración son muy variables: las formas pueden ser regulares o irregulares, planas o curvas, lisas o con acanaladuras y salientes; respecto a los materiales pueden ser cerámicas, hidráulicas, plásticas y bituminosas, de madera, de piedra. (Diccionario de Arquitectura, 2016)

2.1.7.1 Clasificación de las tejas

Según la (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017) las tejas se pueden clasificar en:

Teja de metal: Acerca de estas piezas se podría decir que son especialmente utilizadas en países donde hay muchas tormentas ya que son resistentes a los climas donde existen lluvias y granizo. Su estructura de acero es recubierta con una lámina de piedra y acrílico. Además, son duraderas en climas realmente difíciles ya que son capaces de soportar varias temperaturas y no son desgastadas con facilidad. Al mismo tiempo su peso normalmente es de siete kilos por metro cuadrado. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 5. Teja de metal
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Teja colonial: Con respecto a este tipo de tejas se considera que son tremendamente brillantes y distinguidas. Así mismo pueden ser colocadas una sobre la otra de manera impecable. Por otra parte, se debe agregar que estas son piezas clásicas, las tejas coloniales se conocen por ser de un alto nivel, por su forma sencilla se pueden decir que se consiguen muy buenos resultados en los tejados. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 6. Teja colonial
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas de Portugal: Sobre este es un estilo de teja tradicional cabe mencionar que se puede conseguir que brinde elegancia y estilo a los techos en los que se los coloca. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 7. Teja de Portugal
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Teja de Vidrio: En cuanto a la teja de vidrio, es utilizada en ambientes como talleres o galerías, por su transparencia total tiene la facilidad de permitir que ingrese la luz. Puede ser añadida a otra clase de tejas de techo. Cabe mencionar que por el material que está construida son muy pesadas, mínimo cuarenta kilos por metro cuadrado. Tiene similitud con las tejas de estilo francés hechas de barro. El grado de luminosidad que esta teja puede brindar supera el ochenta por ciento, esto quiere decir que a través de estas tejas entra mucha luz exterior. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 8. Teja de vidrio
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas de cobre: En relación con el material utilizado para estas tejas, es decir el cobre, da un aspecto nuevo, no tan conocido a los techos, ya que gracias a que se aplicaron ciertos productos, hacen que con el correr del tiempo, adquieran distintos colores, como diversos tonos de marrón, rosa, verde. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 9. Teja de cobre
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas asfálticas: Una de las ventajas que presenta este tipo de piezas que es la teja asfáltica es su facilidad con la que pueden ser instaladas sobre varios tipos de superficies, son adecuadas gracias al calor de una llama. También existe una gran diversidad de colores. Habitualmente son hechas con asfalto y consolidadas con vidrio, estas se las rodeadas de una lámina cerámica. Además, se caracterizan por ser muy resistentes y por lo que tienden a duran mucho tiempo, a pesar de ser ligeras. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 10. Teja asfáltica
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas fotovoltaicas: Este tipo de tejas ayuda a disminuir gastos energéticos ya que son productores de electricidad, alcanzan a generar más de dos kilowatts por día. Se podría decir que su desventaja es su costo elevado. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 11. Teja fotovoltaica
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas de hormigón: Se considera que este tipo de tejas son muy invulnerables ante los golpes y flexiones. Aún más son comprimidas y compactas, por lo consiguiente su peso supera los cuarenta kilos por metro cuadrado. Como el cemento es pigmentada la coloración de estas piezas no varían. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 12. Teja de hormigón
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas de Francia: Una vez más nos encontramos con un modelo de teja que se caracteriza por ser distinguidas y elegantes. Además, su ventaja es que se pueden aplicar en diferentes estilos de arquitectura. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

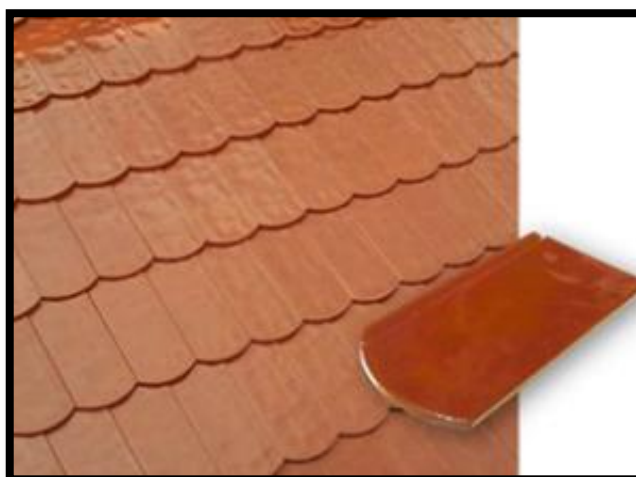


Ilustración 13. Teja de Francia
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Tejas normanda: Es claro que esta pieza tiene como características su fácil manejo y colocación por su forma lineal de pizarrón. Además, como se mencionó antes al poseer líneas rectas, y sencillas hace que tenga un aspecto sobrio. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Ilustración 14. Teja normanda
Fuente: (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)

Teja de tetrapack: Además de ser un material adecuado para el almacenamiento de alimentos, puede utilizarse en la construcción y además en los interiores de las viviendas creando muebles. Llegan a las recicladoras se separan en sus componentes principales: plástico (20%), aluminio (5%) y cartón (75%). es buen producto en tejas porque es resistente a la humedad y las fuertes lluvias. Es tan resistente que no sufrió daños en la prueba de polialuminio luego del paso de un vehículo pesado. (Comercio, 2016)



Ilustración 15: Teja de tetra pack
Fuente: (Elo, 2010)

Teja de caucho: El caucho el cual está compuesto los neumáticos de los autos, es un material muy resistente, amigable con el medio ambiente, flexible y además más económico. Al realizar la teja, el caucho ya usado pasa a ser triturado hasta quedar en prácticamente polvo. (Universo, 2018)



Ilustración 16: Teja de caucho
Fuente: Conicet

2.1.8 Dimensiones de la teja

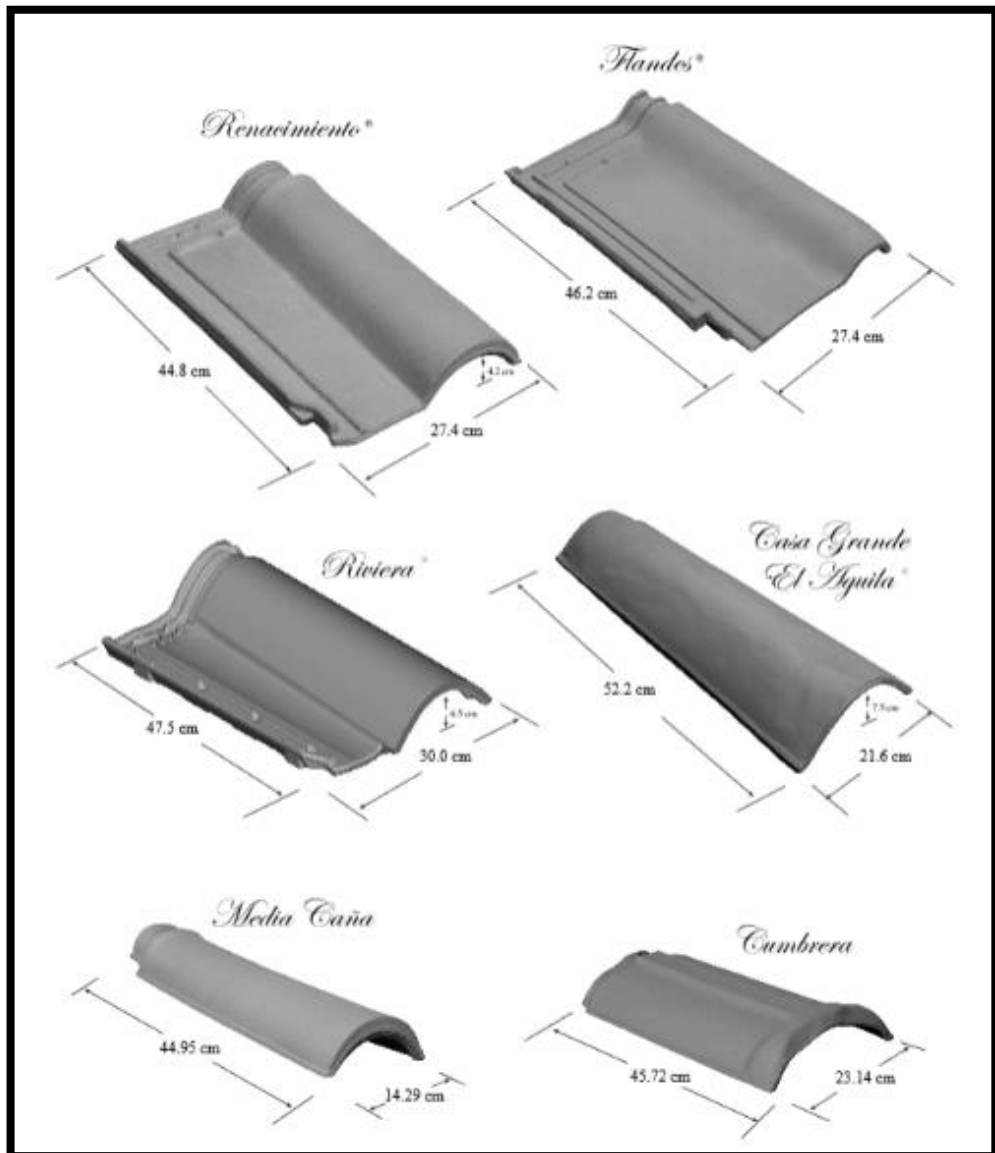


Ilustración 17. dimensiones de la teja
Fuente: (Lapropa El Aguila, S.A. de C.V., 2017)

2.1.9 Especificaciones Técnicas de la teja

Cuadro 2. Especificaciones técnicas Modelo Renacimiento

MODELO RENACIMIENTO		
DATOS FÍSICOS	CM	PULGADAS
ESPELOR PROMEDIO	1	2/5
LONGITUD TOTAL PROMEDIO	44.8	17 2/3
ANCHO TOTAL PROMEDIO	27.4	10 4/5
LARGO EXPUESTO PROMEDIO	39.8	15 2/3
ANCHO EXPUESTO PROMEDIO	22.9	9
PESO PROMEDIO POR TEJA	3.4 kg	
PESO PROMEDIO POR METRO CUADRADO	35.4 - 36.4 kg	
PIEZAS PROMEDIO POR METRO CUADRADO	10.5 A 10.8 piezas	

Fuente: (Lapropa El Aguila, S.A. de C.V., 2017)

Cuadro 3. Especificaciones técnicas Modelo Casa Grande el Águila

MODELO CASA GRANDE EL ÁGUILA		
DATOS FÍSICOS	CM	PULGADAS
ESPELOR PROMEDIO	1.2	1/2
LONGITUD TOTAL PROMEDIO	52.2	20 5/9
ANCHO TOTAL PROMEDIO	21.9	8 1/2
LARGO EXPUESTO PROMEDIO	44.6	17 5/9
PESO PROMEDIO POR TEJA	2.4 KG	
PESO PROMEDIO POR METRO CUADRADO	41.1 - 43.6 kg	
PIEZAS PROMEDIO POR METRO CUADRADO	17 a 18 piezas	
ABSORCIÓN DE AGUA UNA VEZ SELLADA	3%	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	1031.7 lbf	
	4589.5 N	
	468.0 Kgf	

Fuente: (Lapropa El Aguila, S.A. de C.V., 2017)

Cuadro 4. Especificaciones técnicas Modelo Flandes

MODELO FLANDES		
DATOS FÍSICOS	CM	PULGADAS
ESPESOR PROMEDIO	1.1	3/7
LONGITUD TOTAL PROMEDIO	46.2	18 1/5
ANCHO TOTAL PROMEDIO	27.4	10 4/5
LARGO EXPUESTO PROMEDIO	40.1	15 4/5
ANCHO EXPUESTO PROMEDIO	23.2	9 1/6
PESO PROMEDIO POR TEJA	3.3 kg	
PESO PROMEDIO POR METRO CUADRADO	34.8 - 35.8 kg	
PIEZAS PROMEDIO POR METRO CUADRADO	10.5 a 10.8 piezas	
RENACIMIENTO, FLANDES Y RIVERA		
ABSORCIÓN DE AGUA UNA VEZ SELLADA	4%	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	926 lbf	
	4118 N	
	420 Kgf	

Fuente: (Lapropa El Aguila, S.A. de C.V., 2017)

Cuadro 5. Especificaciones técnicas Modelo Rivera

MODELO RIVERA		
DATOS FÍSICOS	CM	PULGAGAS
ESPESOR PROMEDIO	0.8	5/16
LONGITUD TOTAL PROMEDIO	47.5	18 5/8
ANCHO TOTAL PROMEDIO	30.0	11 6/8
LARGO EXPUESTO PROMEDIO	40.7	16
ANCHO EXPUESTO PROMEDIO	25.1	9 6/8
PESO PROMEDIO POR TEJA	3.75 kg	
PESO PROMEDIO POR METRO CUADRADO	36.4 - 37.1 kg	
PIEZAS PROMEDIO POR METRO CUADRADO	9.7 a 9.9 piezas	

Fuente: (Lapropa El Aguila, S.A. de C.V., 2017)

2.2 MARCO TEÓRICO

2.1 Armonía

La armonía es la unión proporcionada y simultánea de varios elementos, que resultan integrados en una única y conveniente combinación. En el diseño interior es el uso correcto de proporciones, formas, espacios, colores que interaccionan y se integran entre sí formando un todo perfecto. (Montes de Oca & Risco, 2016)

2.2.2 Biodegradable

Es la facultad de algunos productos o sustancias de descomponerse en elementos químicos naturales en un período de tiempo relativamente corto y por acción de organismos vivos (bacterias, microorganismos, hongos, gusanos, insectos, etc.) que las utilizan para producir energía y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos u organismos. La biodegradación puede ocurrir de forma aeróbica (con oxígeno, al aire libre) o de forma anaeróbica (sin oxígeno, algo enterrado, por ejemplo). El término cobra mucha importancia en el manejo de desechos, y más que nada cuando se habla de plásticos, ya que estos tardan cientos de años en ser descompuestos. (Cirujeda, Zaragoza, Aibar, & Fernández-Cavada, 2013)

2.2.3 Biomasa

Madera, desechos de madera y otros desechos sólidos. Biomasa tradicional: Combustibles leñosos, subproductos agrícolas y estiércol que son quemados para cocinar los alimentos y calentarse. En los países en desarrollo, están aún muy difundidos la producción de biomasa y su uso insostenible y nocivo. El negocio de biomasa es en su mayor parte informal y no obedece a principios comerciales. (Velazquez, 2018)

2.2.4 Contaminación

Según Gonzáles & Rafael (2006) citado por Guevara (2013) se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser dañinos para la salud, la seguridad o

para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

2.2.5 Cubierta

Se le llama cubierta a las estructuras cierran la parte superior de la misma, cuyo oficio fundamental es ofrecer protección al edificio, vivienda contra las variaciones climáticas que existen y otros factores, para seguridad, intimidad, aislación acústica y además aislación térmica, al igual de todos los otros cerramientos. En razón de esta complejidad, la cubierta resulta conformada de tal manera que no puede, además, ser resistente mecánicamente hablando; necesita siempre una estructura que la soporte, una losa de hormigón, correas y cabriadas. (Portal de Arquitectura, Diseño y Construcción, 2016)

2.2.6 Desechos orgánicos

Se refiere a todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo. Los residuos orgánicos pueden ser de tipo alimentarios (es decir, comida desechada y cualquier parte no comestible de un alimento), desechos de jardín (por ejemplo, hojas y recortes de hierba), cartón y otros productos de papel, desechos de madera (salvo escombros de construcción y demolición) y desechos de mascotas. Sobra aclarar que los residuos orgánicos no incluyen metales, vidrio ni plásticos derivados del petróleo. (CCA, 2017)

2.2.7 Diseño

Se entiende como la transición de una idea personal y materialización de esta o bien, como una metáfora proyectada en un espacio que al ser realizado dará sentido arquitectónico. Realizar un diseño no es solo demostrar creatividad o concepto nuevo si no también una funcionalidad y valor estético que no sean repetitivos.

2.2.8 Diseño de interiores

El diseño de interiores busca crear espacios agradables, confortables y funcionales para el usuario. Asimismo, proyecta teniendo en cuenta la morfología, la ubicación geográfica y las necesidades del comitente. En consecuencia, logra que el espacio sea más utilizable y placentero, para hacer más fácil la actividad de quien lo habite. Al respecto, el interiorismo es una materia que está estrechamente relacionada con la arquitectura y, en un menor grado, con materias como diseño industrial, diseño de mobiliario, diseño de escenografía, entre otras. (Gibbs, 2016)

2.2.9 Fundamentos básicos del Diseño

Wong en su libro *Fundamentos del Diseño Bi y Tridimensional* (Wong, 1991) indica que un buen diseño es la mejor expresión visual de la esencia de lo diseñado. La creación no debe de ser solo estética si no también debe de tener una función.

Elementos conceptuales

Son aquellos elementos que se encuentran en el diseño pero no se pueden observar.

- **Punto.** - Un punto indica posición. No tiene largo ni ancho. No ocupa una zona del espacio.
- **Línea.** - Cuando un punto se mueve, su recorrido se transforma en una línea.
- **Plano.** - El recorrido de una línea en movimiento se convierte en un plano.
- **Volumen.** - El recorrido de un plano en movimiento se convierte en un volumen.

Elementos visuales

Son elementos plasmados en un papel con la intención de crear visibilidad. Representadas por línea dando forma, tamaño, color y textura.

- **Forma.** - Todo lo visible tiene una forma que el ojo percibe e identifica el objeto.
- **Medida.** - Tamaño o escala es relativo. Un mismo elemento gráfico puede parecer grande o pequeño según la ubicación, el color y los elementos que le rodean, las pequeñas tienden a alejarse y en general, cualquier objeto carece de escala cuando no se puede comparar con algo.

- **Color.** - El ojo humano puede distinguir entre 10.000 colores y aquí no solo se habla de color del espectro solar.
- **Textura.** - Tiene que ver con el tipo de material utilizado y el resultado al usarlo, puede atraer tanto al sentido del tacto como a la visual.

Elementos de relación

Se define como la ubicación y la interrelación de las diferentes formas plasmadas en un diseño.

- **Dirección.** - Al igual que la escala, la dirección depende de cómo esté relacionada con el receptor, el marco que lo contiene y las otras formas que tengan a su alrededor.
- **Posición.** - Depende de la estructura u otro elemento que la contenga.
- **Espacio.** - Todo ocupa un lugar, un espacio y puede ser visible e ilusorio dando una sensación de profundidad que realmente no hay. Lo crea la ubicación, el tamaño, posición, color que se le da a la forma.
- **Gravedad.** - Este elemento de relación a mi parecer es muy potente porque este efecto puede crearse no solo de manera visual, sino por medio de la psicología, atribuyendo connotaciones de estabilidad o inestabilidad.

Elementos Prácticos

- **Presentación.** - Cuando una forma ha sido derivada de la naturaleza, o del mundo hecho por el ser humano, es representativa. La representación puede ser realista, estilizada o semiabstracta.
- **Significado.** - El significado se hace presente cuando el diseño transporta un mensaje.
- **Función.** - La función se hace presente cuando un diseño debe servir un determinado propósito.

2.2.10 Vivienda

La vivienda es el lugar cerrado y cubierto que se construye para que sea habitado por personas. Este tipo de edificación ofrece refugio a los seres humanos y les protege de las condiciones climáticas adversas, además de proporcionarles intimidad y espacio. El acceso a una vivienda digna es un derecho humano inalienable, ya que un techo inadecuado atento de forma directa contra la salud física y mental.

2.2.10.1 Viviendas de interés social

Son aquellas viviendas que están construidas para las personas de escasos recursos económicos, cuyos proyectos se ejecutan por el Gobierno Nacional. Se utilizan en su construcción material tradicionales.

2.2.11 Sustentabilidad

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (1990) citado por Velásquez (2012) el desarrollo sustentable es un proceso de mejoría económica y social que satisface las necesidades y valores de todos los grupos interesados, manteniéndolas opciones futuras y conservando los recursos naturales y sustentabilidad es conocida como una estrategia para el cuidado del planeta.

2.3 Marco Legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Reglamento de seguridad y salud del medio ambiente

Art. 14.- [Derecho a un ambiente sano] Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

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

La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos

experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

En la nueva constitución del Ecuador se contemplan varias leyes que promueven la conservación y el cuidado del ambiente, es parte de nuestra responsabilidad como ciudadanos ser consecuentes con las mismas y contribuir.

Art. 30.- las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas

Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

Art. 53.- Condiciones generales ambientales: ventilación, temperatura y humedad:

1. En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

2. En los locales de trabajo cerrados el suministro de aire fresco y limpio por hora y trabajador será por lo menos de 30 metros cúbicos, salvo que se efectúe una renovación total del aire no inferior a 6 veces por hora.

3. La circulación de aire en locales cerrados se procurará acondicionar de modo que los trabajadores no estén expuestos a corrientes molestas y que la velocidad no sea superior a 15 metros por minuto a temperatura normal, ni de 45 metros por minuto en ambientes calurosos.

4. En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

5. Se fijan como límites normales de temperatura °C de bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación comfortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan.

6. En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas se procurará evitar las variaciones bruscas.

7. En los trabajos que se realicen en locales cerrados con exceso de frío o calor se limitará la permanencia de los operarios estableciendo los turnos adecuados.

8. Las instalaciones generadoras de calor o frío se situarán siempre que el proceso lo permita con la debida separación de los locales de trabajo, para evitar en ellos

peligros de incendio o explosión, desprendimiento de gases nocivos y radiaciones directas de calor, frío y corrientes de aire perjudiciales para la salud de los trabajadores.

2.3.2 Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón

Dentro de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2420:2005 en el punto 3.1.1 nos indica la definición de una teja de hormigón

3.1.1 Teja de hormigón. Es un elemento conformado generalmente por sistemas de extrusión, prensado o vibrado de un mortero con granulometría adecuada, compuesto esencialmente de granos minerales, cemento y eventualmente aditivos.

3.4 Tipología de tejas y piezas especiales

Teja perfilada. Es aquella cuya cara superior presenta crestas y valles para definir una o varias zonas de escurrimiento de agua (generalmente hay dos zonas de escurrimiento). Existen dos subtipos:

- a) Teja curva. Es la que no presenta zonas planas en su cara superior.
- b) Teja plano-curva. Es la que presenta zonas curvas y planas en su cara superior.

4 Clasificación

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 técnica ecuatoriana NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón

6 Requisitos

6.1.1 Cemento. Los cementos utilizados deben responder a las características definidas en la NTE INEN 152.

6.1.2 Áridos. Los áridos utilizados deben responder a las especificaciones de la NTE INEN 872.

6.1.3 Aditivos. El fabricante de tejas de hormigón puede utilizar cualquier producto adecuado que mejore determinadas propiedades del hormigón y que no altere las demás características que especifica esta norma técnica para el producto acabado.

6.1.4 Pigmentos. Los pigmentos deben ser estables y compatibles con los materiales que intervienen en el proceso de fabricación de la teja de hormigón. Cuando se utilizan los pigmentos en forma de suspensión, los productos contenidos en la misma no comprometerán la futura estabilidad del color.

6.1.5 Acabado fresco (Slurry). Preparación de arena de distinta granulometría, cemento y pigmentos, que es depositada en la parte superior de la teja, inmediatamente de ser fabricada, es decir cuando está fresca para conseguir un fraguado simultáneo de la teja con esta mezcla; y no se pueda producir desprendimiento de la arena durante el transporte, el almacenamiento o con el paso del tiempo. Sus componentes deben cumplir con las especificaciones de los materiales indicados anteriormente.

6.2 Coloración. La coloración de la teja será resistente a los agentes atmosféricos. Son admisibles pequeñas variaciones de tonalidad que están condicionadas por el sistema de fabricación.

6.3 Aspecto y estructura.

6.3.1 La cara superior de la teja de hormigón es plana o perfilada, pudiendo llevar orificios iniciados para ser clavadas. La cara inferior está provista de al menos un tacón

y de resaltes de forma especial, destinados a asegurar la estanquidad de la unión en el solape, que podrá ser variable en función de la pendiente de la cubierta

6.3.2 En un lateral longitudinal de la cara superior y en el otro lateral de la cara inferior, presentará un sistema de acanaladuras y nervios destinados a asegurar la estanquidad de la unión lateral, por ensamblado de dos tejas contiguas de la misma hilera.

6.3.3 Superficie. Las tejas de hormigón deben tener una superficie uniforme y cerrada. En su interior deben presentar estructura homogénea. Las tejas de hormigón no presentarán grietas ni agujeros.

6.4 Dimensiones. Las dimensiones nominales serán de libre elección por cada fabricante con las limitaciones siguientes:

6.4.1 Longitud y ancho. Las dimensiones serán las que fije el fabricante con una tolerancia sobre la dimensión nominal de $\pm 1 \%$.

6.5 Características físicas.

Absorción. En las condiciones de ensayo como se indica en 7.5.2 la absorción de agua será como máximo del 10 %.

6.6 Características mecánicas

6.6.1 Carga de rotura a la flexión. El ensayo se realizará como se indica en 7.6.1. La carga de rotura a flexión es función de las siguientes variables:

- Tipo de teja.
- Altura de onda
- Longitud.

Los valores medio y mínimo de la carga de rotura a flexión que deben alcanzar las tejas de hormigón, son los de la tabla 1

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3 Metodología de la investigación

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque aplicado del presente documento es mixto. Según Hernández Sampieri y Mendoza (2008) citado por Hernández, Fernández, & Baptista (2014) los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. Además de combinar técnicas de investigación, métodos, conceptos o lenguaje cuantitativo o cualitativo.

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Investigación Documental

Según Alfonso (1995) citado por Morales (2019) la investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos. En la presente investigación se revisarán las fuentes primarias como libros, artículos científicos, investigaciones, blogs de arquitectura y diseño.

3.2.2 Investigación experimental

Es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). (Arias, 2016)

Se realizarán pruebas de laboratorio mezclando la tusa de maíz y materiales tradicionales como cemento. En esta investigación se utilizará las tejas elaboradas con tusa y materiales tradicionales en viviendas de interés social y comprobar su durabilidad y resistencia.

3.2.3 Investigación analítica

La investigación analítica consiste en el análisis de las definiciones relacionadas con un tema. El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que estudia para comprender su esencia. (Arias, 2016)

3.2.4 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (Arias, 2016)

3.3 Métodos

3.3.1 Método Deductivo

El razonamiento deductivo comienza con la teoría, y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas “hipótesis” que el investigador somete a prueba. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.3.2 Método Hipotético deductivo

A partir de la observación de un fenómeno, se aventura una hipótesis interpretativa que luego se somete a comparación por razonamientos lógicos de tipo deductivo. Este es el método que emplea el conocimiento científico. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.4 Población, muestra, instrumento y recolección de datos.

Población

Se llevó a cabo una encuesta aleatoria definiendo el conjunto total de individuos que serán encuestados. Así como fueron seleccionados entre diseñadores de interiores y futuros compradores.

Muestra

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros. La muestra es una parte representativa de la población. (Durand, 2014)

Se dirigió la muestra a 40 diseñadores de interiores y 40 futuros compradores del producto, siendo así un total de 80 encuestados.

3.5 Técnica.

Se realizó de esta manera para la facilidad de recopilación de datos, los cuales fueron tomados a futuros clientes y diseñadores de interiores.

Se elaboraron 10 preguntas, que contienen de entre 5 a 6 ítems de respuestas.

3.6 Recolección y procesamiento de datos.

ENCUESTA DIRIGIDA A DISEÑADORES, Y FUTUROS COMPRADORES.

Pregunta 1.- ¿Cree usted que la construcción ecológica ayuda a disminuir la contaminación ambiental?

Tabla 2. Disminución de la contaminación

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	73	91%
De acuerdo	7	9%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

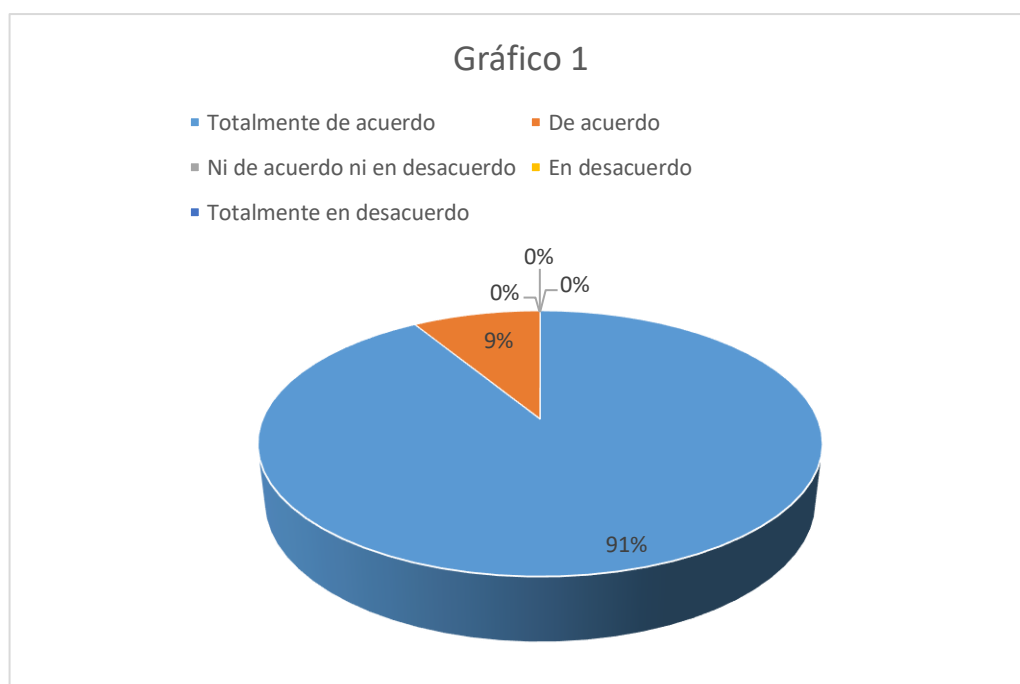


Gráfico 1. Disminución de la contaminación

Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

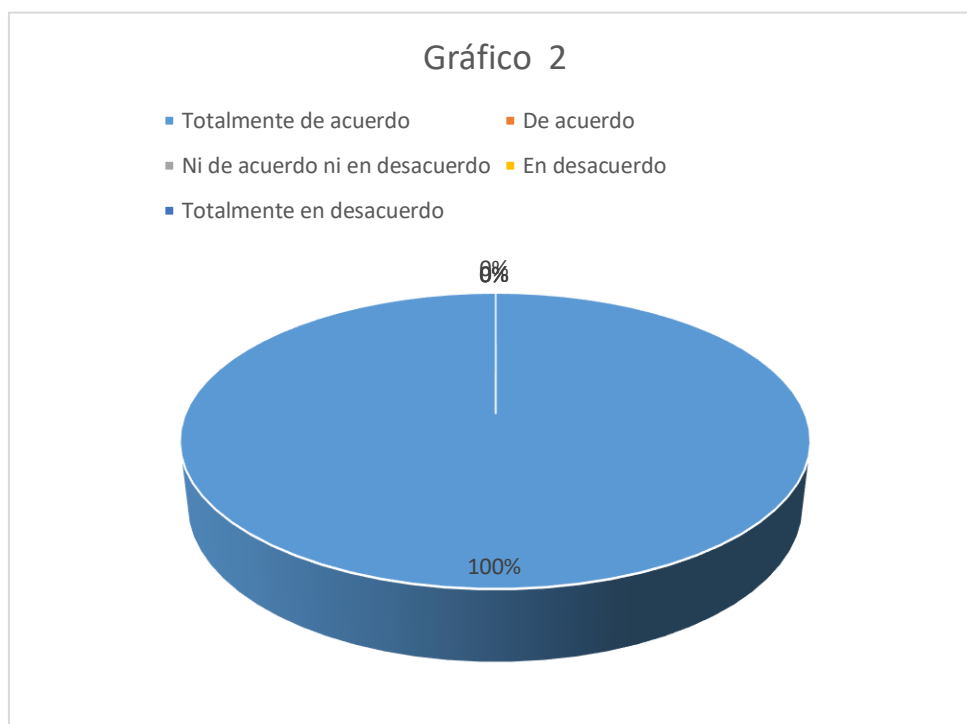
Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 91% que equivale a 73 encuestados está totalmente de acuerdo, el 9% con 7 encuestados está de acuerdo, el 0% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0 % totalmente en desacuerdo.

Pregunta 2.- ¿Le gustaría que se fabriquen materiales de construcción con productos renovables?

Tabla 3. Construcción con productos renovables

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	80	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*



*Gráfico 2. Construcción con productos renovables
Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 100% con el total de los 80 encuestados está totalmente de acuerdo, el 0% está de acuerdo, el 0% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 3.- ¿Qué tipo de cubierta para viviendas conoce usted en general?

Tabla 4. Tipos de cubiertas

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Losa	9	11%
Zinc	31	39%
Tejas	35	44%
Pajizos	5	6%
Empizarrados	0	0%
Chillados	0	0%
TOTAL	80	100%

Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

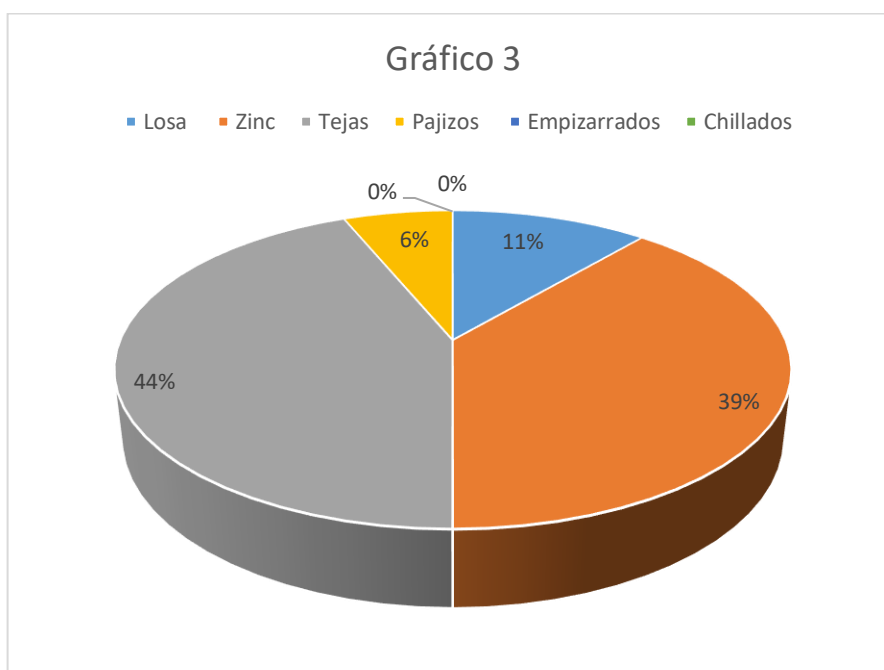


Gráfico 3. Tipos de cubiertas

Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 44% con 35 encuestados los cuales conoce la teja, el 39% con 31 encuestados conoce el zinc, el 11% con 9 encuestados conoce la losa, el 6% con 5 encuestados conoce el Pajizo, el 0% conoce empizarrados y el 0% conoce el chillado.

Pregunta 4.- ¿Cree usted que se puede elaborar tejas, utilizando la tusa de maíz en combinación con materiales tradicionales?

Tabla 5. Tejas con tusa de maíz

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	74	92%
De acuerdo	6	8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*



Gráfico 4. Tejas con tusa de maíz

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 92% con 74 encuestados está totalmente de acuerdo, el 8% con 6 encuestados está de acuerdo, el 0% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 5.- ¿Estaría dispuesto a utilizar este tipo de tejas en las construcciones?

Tabla 6. Utilización de teja con tusa de maíz

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	78	97%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	3%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

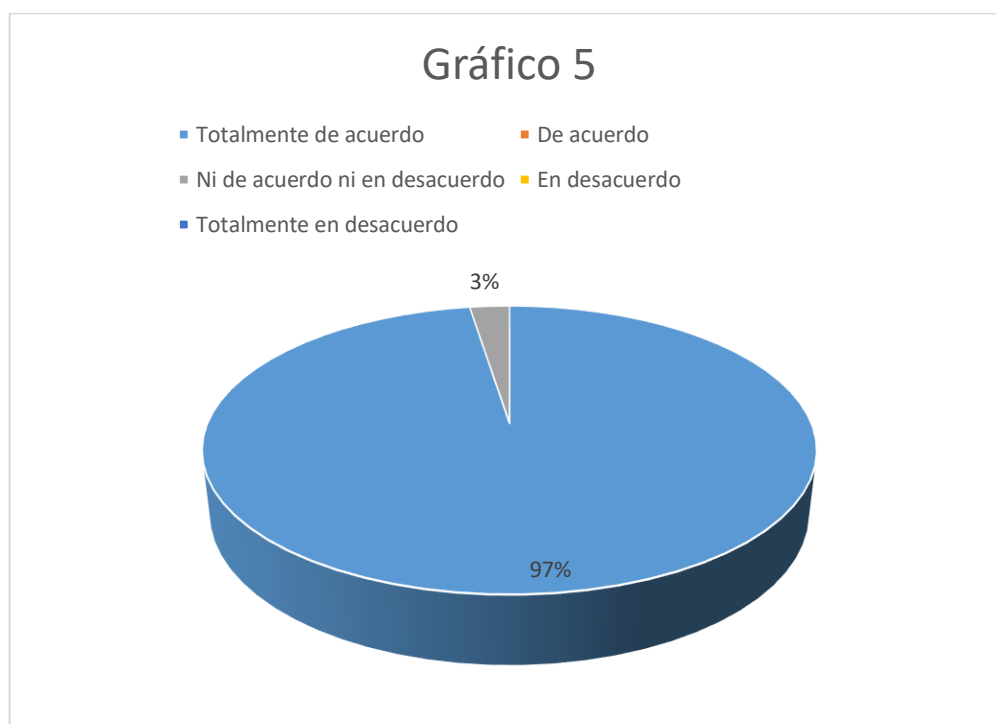


Gráfico 5. Utilización de teja con tusa de maíz

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

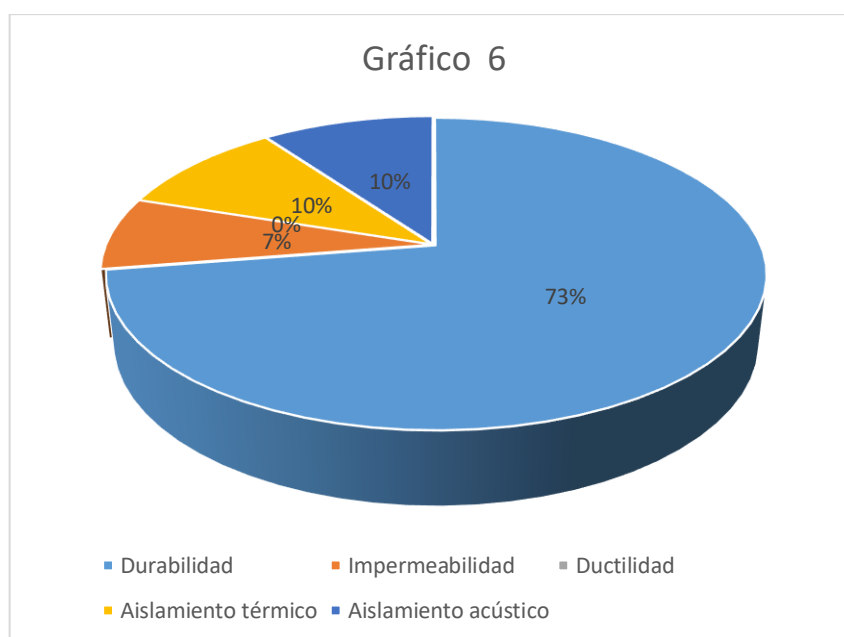
Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 97% con 78 encuestados está totalmente de acuerdo, el 0% está de acuerdo, el 3% con 2 encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 6.- Seleccione las características importantes que debería tener la teja elaborada con tusa de maíz y materiales tradicionales:

Tabla 7. Características de una teja

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Durabilidad	58	73%
Impermeabilidad	6	7%
Ductilidad	0	0%
Aislamiento térmico	8	10%
Aislamiento acústico	8	10%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*



*Gráfico 6. Características de una teja
Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 73% con 58 encuestados está de acuerdo que debería tener durabilidad, el 8% con 6 encuestados está de acuerdo que debe de tener impermeabilidad, un 0% con 0 encuestados no desea, o no ven necesario la ductilidad, el 10% con 8 encuestados cree conveniente el aislamiento térmico al igual que el 10% con 8 encuestados que están de acuerdo con el aislamiento acústico.

Pregunta 7.- ¿Con la elaboración de la teja ecológica se estaría protegiendo el medio ambiente?

Tabla 8. Protección del medio ambiente

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	80	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

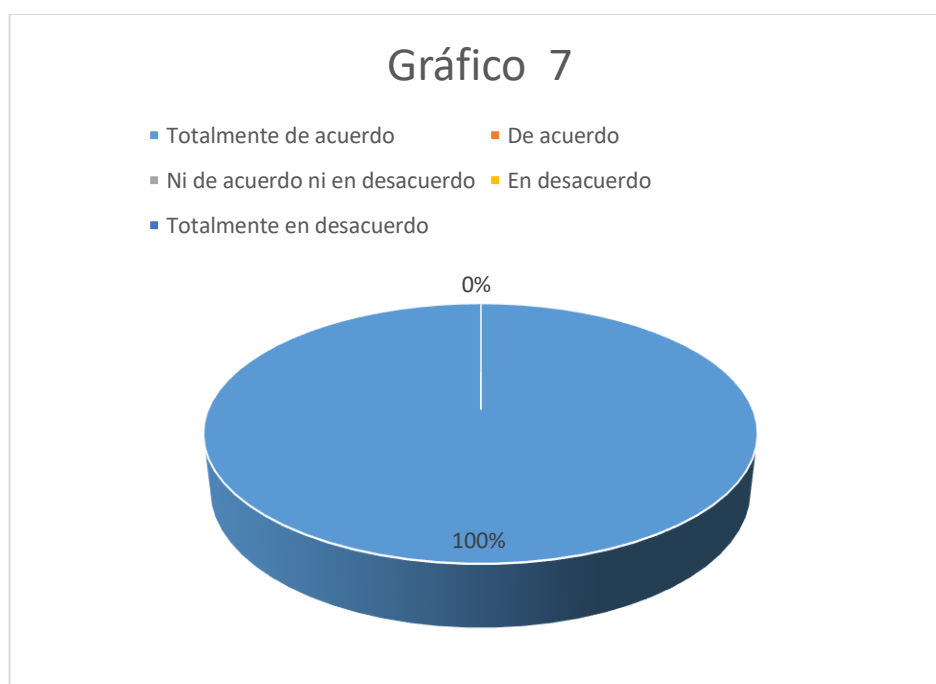


Gráfico 7. Protección del medio ambiente

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

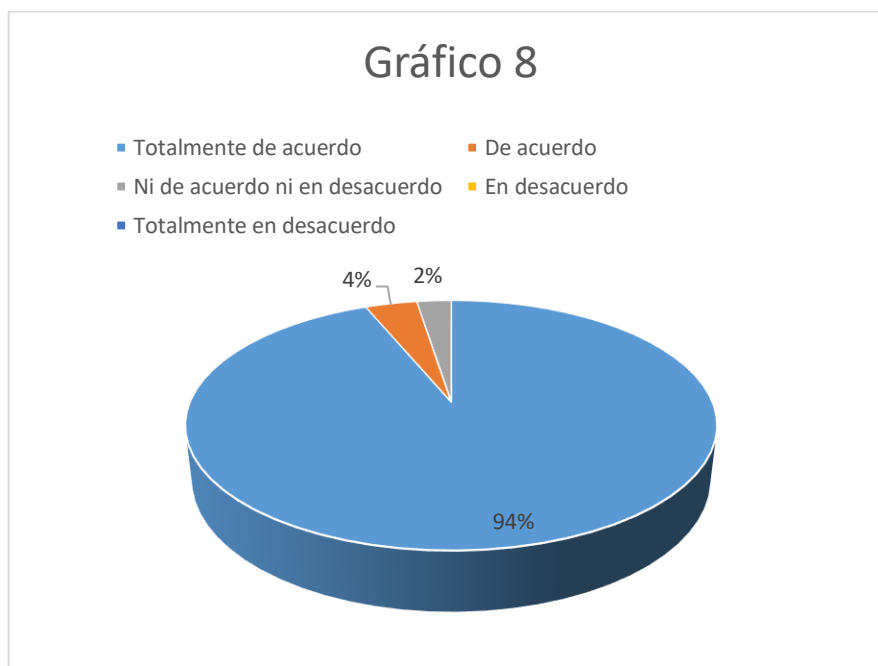
Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 100% con 80 encuestados está totalmente de acuerdo, el 0% está de acuerdo, el 0% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 8.- ¿Piensa usted que la fabricación de este tipo de teja absorberá el calor en las viviendas?

Tabla 9. Absorción del calor en viviendas

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	75	94%
De acuerdo	3	4%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	2%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*



*Gráfico 8. Absorción del calor en viviendas
Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 94% con 75 encuestados está totalmente de acuerdo, el 4% con 3 encuestados está de acuerdo, el 2% con 2 encuestado no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 9.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar US \$0,80 por cada teja elaborada con la tusa de maíz y materiales tradicionales?

Tabla 10. Costo referencial de la teja

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Totalmente de acuerdo	80	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

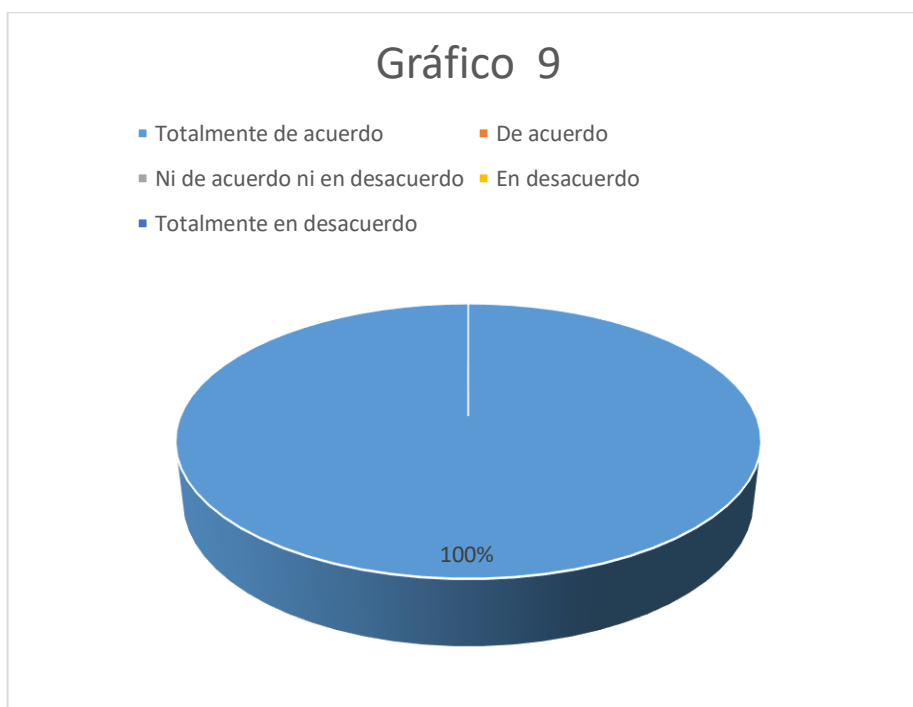


Gráfico 9. Costo referencial de la teja

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 100% con 80 encuestados está totalmente de acuerdo, el 0% está de acuerdo, el 0% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo, el 0% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 10.- Cree que la teja ecológica se la puede utilizar para cubiertas de:

Tabla 11. Utilización en diferentes cubiertas

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJES
Viviendas	31	39%
Iglesias	25	31%
Instituciones Educativas	15	19%
Fábricas	5	6%
Otros	4	5%
TOTAL	80	100%

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

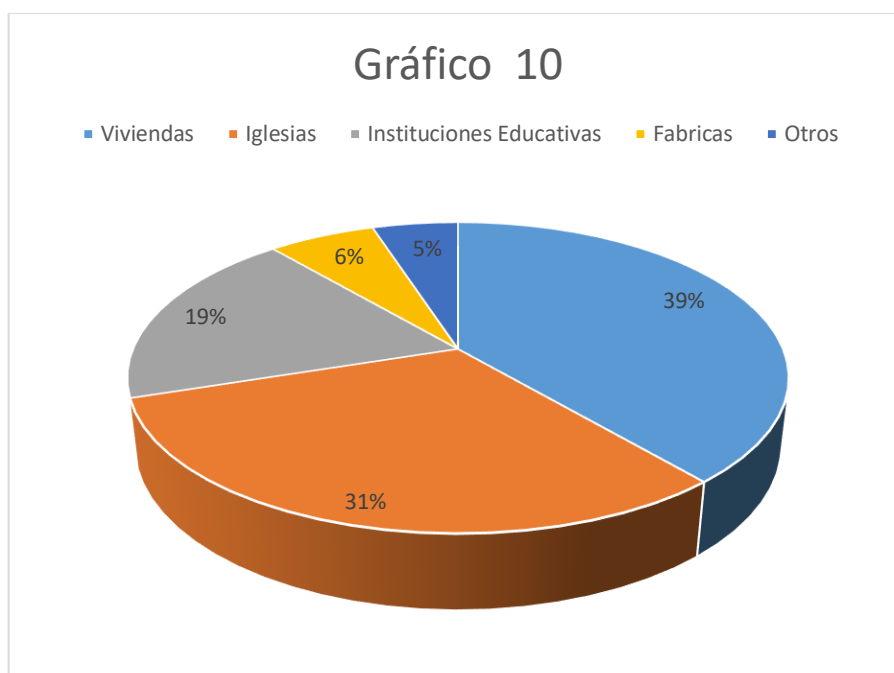


Gráfico 10. Utilización en diferentes cubiertas

*Fuente: Encuesta tomada a diseñadores de interiores y futuros compradores
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Análisis: Como resultado a las encuestas da que el 39% con 31 encuestados prefiere que se las utilice en viviendas, el 31% con 25 encuestados decidieron que, en iglesias, el 19% con 15 encuestados lo ven mejor en instituciones educativas, el 6% con 5 encuestados en fábricas, el 5% con 4 encuestados prefiere en otros.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1 Tema.

“Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social.”

4.2 Descripción de la propuesta

Investigar si los desechos de tusa de maíz u otros, en combinación con materiales tradicionales se pueden aprovechar para ser utilizados en el mundo de la construcción, como se lo desea plantear con la elaboración de la teja. Con el fin de desarrollar un nuevo material para cubierta, especialmente para viviendas de interés social, colaborando al mundo de la construcción con una nueva idea del reciclaje orgánico y además que sea económico. Hay que mencionar además que existe una gran variedad de desperdicios orgánicos que no son tomados en cuenta y tiene propiedades aditivas que pueden ser de gran ayuda en la industria de la construcción.

Debido a que las personas se mantienen en lo tradicional siguen desarrollando tejas comunes con arcilla en su mayoría, estas tejas tienen un proceso artesanal, sin embargo, está afectando levemente a la capa vegetal por su sustracción. Así mismo en el presente proyecto se desarrolla de manera artesanal todo el proceso de elaboración de la teja, realizando el molde con duelas de madera, así mismo en la utilización del molino de mano para realizar las migajas de la tusa, además del proceso de creación de la mezcla, su proceso de secado, hasta la impermeabilización. Con la ayuda de materiales tradicionales como espátula, clavos, balanza y martillo.

4.3 Materiales utilizados

A continuación, se presenta la materia prima que fueron utilizadas para la elaboración de la teja.

4.3.1 Agua



Ilustración 18. Agua

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.3.2 Arena Húmeda



Ilustración 19. Arena Húmeda

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.3.3 Cemento



Ilustración 20. Cemento
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.3.4. Duelas de madera semidura de pino de 0.05 cm



Ilustración 21. Duelas de maderas semiduras de pino de 0.05 cm
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.3.5. Funda plástica transparente



Ilustración 22. Funda plástica transparente
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.3.6 Tusa de maíz



Ilustración 23. Tusa de Maíz
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.3.7 Herramientas

A continuación, se presentan las herramientas que fueron utilizadas para elaborar la teja.



*Ilustración 24. Herramientas para la fabricación de la teja
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

4.4 Desarrollo del proyecto

4.4.1 Diagrama de flujo del proceso

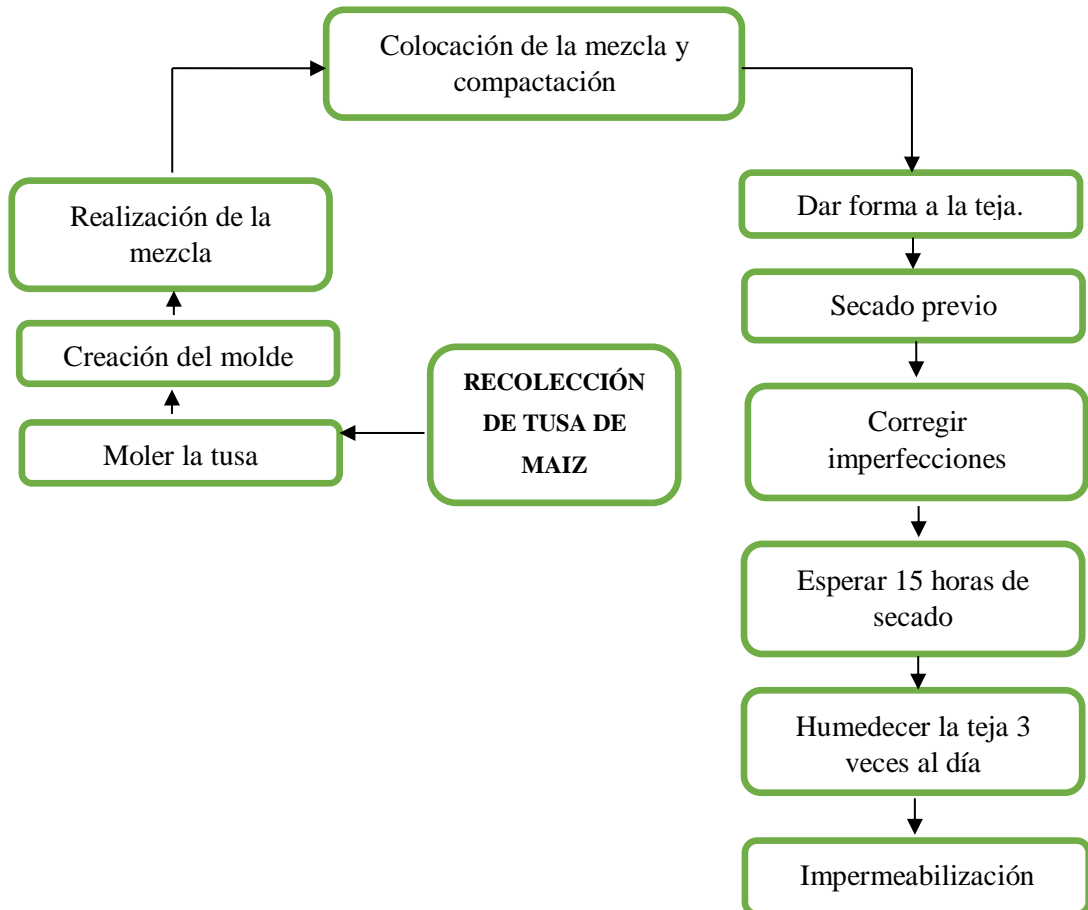


Gráfico 11. Proceso de elaboración de la teja
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.2 Procedimiento del experimento

Se detalla a continuación el diagrama de flujo de la teja con tusa de maíz

4.4.3 Recolección de la tusa de maíz

Las tusas fueron recolectadas en el Recinto Mina de Piedra que está ubicado en el Km 7 ½ vía Ventanas – Quevedo. Se recogió tusa al momento que el agricultor empezó a incinerar los desechos. Luego que la teja fue recogida se la puso a secar bajo el sol durante un día ya que contenía humedad.

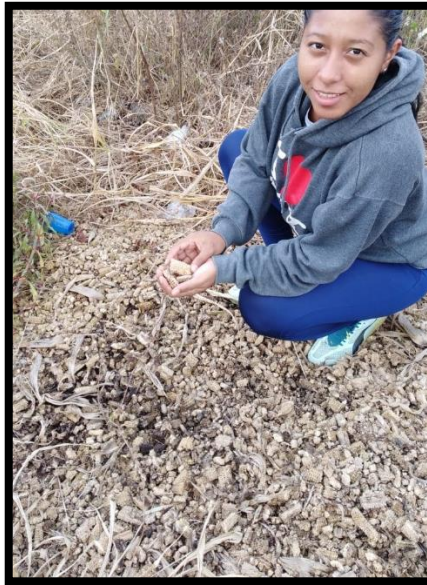


Ilustración 25. Recolección de tusa de maíz
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.4 Moler la tusa.

Se introdujeron poco a poco los trozos recolectados, se giró el brazo del molino en dirección a las manecillas del reloj. Dando como resultado las migajas que midieron aproximadamente 0.003 milímetro a 0.005 milímetros.



Ilustración 26. Moler la tusa para que queden migajas pequeñas
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.5 Creación del molde

Se utilizó duelas de madera semidura de pino de 0.05 cm de espesor para hacer el molde, con la ayuda de una teja de arcilla se tomó la medida, la cual quedó de 29 cm de largo por 34,5 cm de ancho y 1,5 cm de espesor. Para más comodidad se le ubicó la funda plástica transparente sobre la teja, para así tomar su forma. Por último, también se colocaron duelas de madera alrededor del contorno del molde con ayuda de clavos de 1 pulgada para que no haya movimiento al momento de colocar la mezcla.



Ilustración 27. Crear el molde
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.6 Realización de la mezcla.

Se utilizó el agua, arena húmeda, cemento y tusa de maíz, una vez pesado cada material, lo adecuado fue separarlo haciendo 2 mezclas, la primera con agua, arena húmeda y cemento, la segunda con agua, arena húmeda, cemento y tusa de maíz. Fueron mezcladas por separado hasta que llegaron a una consistencia pastosa. En las tablas 12, 13, 14 y 15 se encuentran las dosificaciones que se utilizaron para cada una de las tejas.



*Ilustración 28. Realizar la mezcla con agua, arena húmeda, cemento y tusa de maíz.
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Se realizaron 4 pruebas de campo es decir 4 tejas, para realizar la mezcla se pesó cada material, a continuación, se encuentra el peso de cada materia prima que se utilizó para cada prueba de campo junto con el peso final y medida de la teja.

Prueba # 1

Tabla 12. Especificaciones de materiales en prueba de campo #1

MATERIALES	Mezcla de agua, arena húmeda y cemento	Mezcla de agua, arena húmeda, cemento, y tusa de maíz
Agua	300 g	220 g
Arena húmeda	1.5 kg	500 g
Cemento	880 g	400 g
Tusa de maíz	-	75 g
Total, de materiales	2.7 kg	1.3 kg
Total, de material reciclado	-	5.7 %
Peso total de la teja	-	3.4 kg
Medidas de la teja	-	29 cm x 34.5 cm x 1.5 cm

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 29. Prueba #1

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Prueba # 2

Tabla 13. Especificaciones de materiales en prueba #2

MATERIALES	Mezcla de agua, arena húmeda y cemento	Mezcla de agua, arena húmeda, cemento, y tusa de maíz
Agua	420 g	320 g
Arena húmeda	1.6 kg	400 g
Cemento	800 g	420 g
Tusa de maíz	-	75 g
Total, de materiales	2.8 kg	1.3 kg
Total, de material reciclado	-	5.7 %
Peso total de la teja	-	3.4 kg
Medidas de la teja	-	29 cm x 34.5 cm x 1.7 cm

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 30. Prueba #2

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Prueba # 3

Tabla 14. Especificaciones de materiales en prueba #3

MATERIALES	Mezcla de agua, arena húmeda y cemento	Mezcla de agua, arena húmeda, cemento, y tusa de maíz
Agua	500 g	300 g
Arena húmeda	1.2 kg	400 g
Cemento	600 g	400 g
Tusa de maíz	-	75 g
Total, de materiales	2.3 kg	1.2 kg
Total, de material reciclado		6.2%
Peso total de la teja	-	3.3 kg
Medidas de la teja	-	29 cm x 34.5 cm x 1.5 cm

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 31. Prueba #3

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Prueba # 4

Tabla 15. Especificaciones de materiales en prueba #4

MATERIALES	Mezcla de agua, arena húmeda y cemento	Mezcla de agua, arena húmeda, cemento, y tusa de maíz
Agua	460 g	380 g
Arena húmeda	1.2 kg	440 g
Cemento	600 g	400 g
Tusa de maíz	-	80 g
Total, de materiales	2.2 kg	1.3 kg
Total, de material reciclado		6.1 %
Peso total de la teja		3.2 kg
Medidas de la teja		29 cm x 34.2 cm x 1.5 cm

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 32. Prueba #4

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.7 Colocación de la mezcla y compactación.

En la primera capa se colocó la mezcla que contenía agua, arena húmeda y cemento, en la segunda capa se colocó la mezcla completa, es decir a la que se adiciona la tusa de maíz, en la tercera capa se colocó nuevamente la mezcla que contenía agua, arena húmeda y cemento. Fue realizado de esa manera para que la capa de en medio se mantenga protegida, ya que esta contiene la tusa

Con respecto a la compactación, no fue más que dar pequeños golpes a cada una de las capas mientras se las iba colocando, este proceso ayuda para que la teja después del secado tenga una consistencia completamente sólida.



Ilustración 33. Colocación correcta de la mezcla y compactación.

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

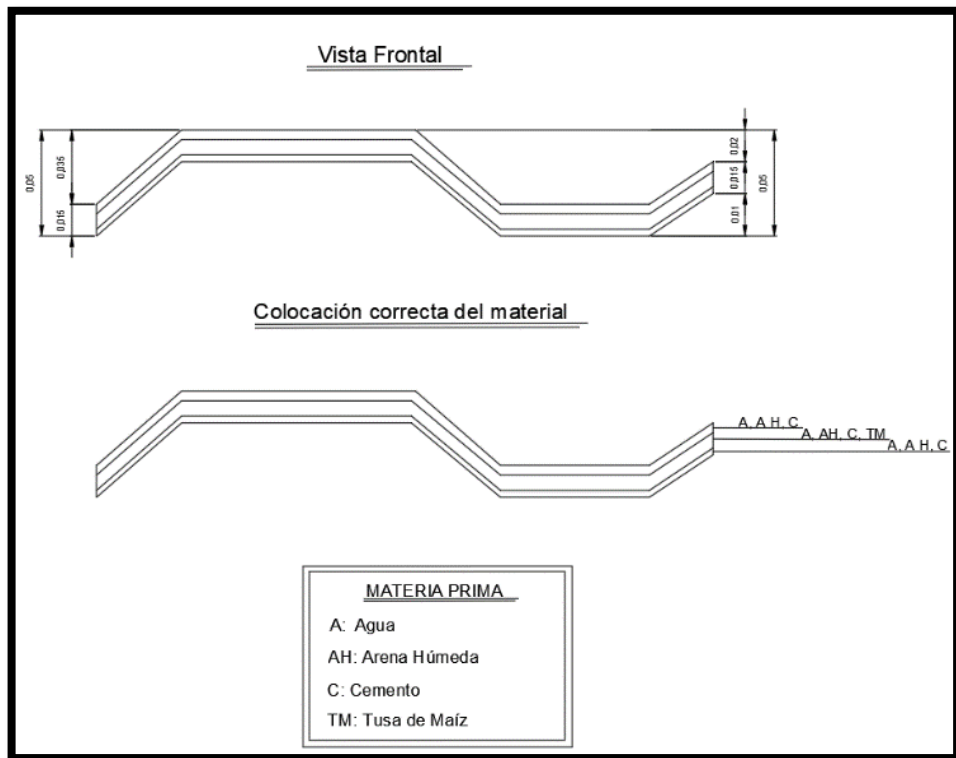


Ilustración 34. Colocación correcta de la mezcla.
 Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.8 Darle forma a la teja.

Con la mezcla aún blanda, se le dio forma a la teja con una tira de madera de 0.35 cm de largo, además con la espátula se procuró darles una forma lisa a los lados y encima de la teja.



Ilustración 35. Darle forma a la teja.
 Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.9 Secado Previo

Hubo un secado previo de aproximadamente una hora a hora y media. Fue necesario que se secase la parte superior de la teja.



Ilustración 36. Secado previo.
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.10 Corregir imperfecciones

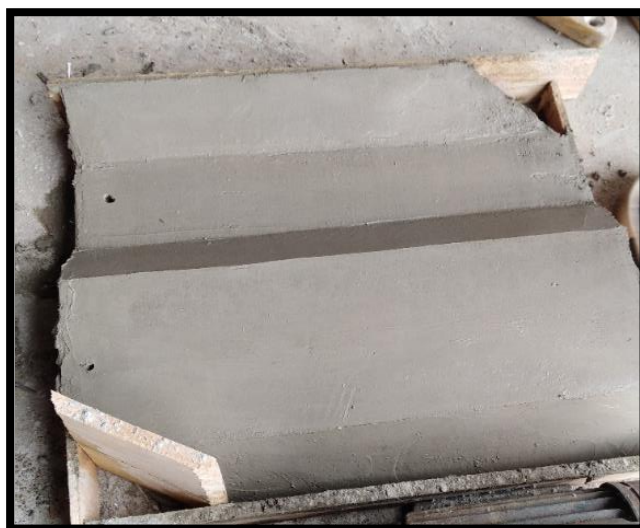
Luego de esperar la hora u hora y media se colocó una pequeña cantidad de cemento a la teja, luego con la espátula húmeda se corrigió cualquier imperfección que pudo haber quedado.



Ilustración 37. Corregir imperfecciones
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.4.11 Esperar 15 horas de secado

Dentro del mismo molde se esperó durante 15 horas que se seque el material. Después de ese tiempo se retiraron las duelas de madera que se encontraban alrededor de la teja formando el molde. Se esperó 10 horas más para continuar con la siguiente fase.



*Ilustración 38. Esperar 15 horas de secado
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

4.4.12 Humedecer la teja 3 veces al día por dos días

Luego de esperar 10 horas adicionales, se procedió a humedecer la teja cada 8 horas por dos días de la siguiente manera: se la sumergió en agua por 5 segundos, luego fue retirada para secarse al ambiente evitando recibir los rayos del sol directamente. De esta forma se repitió el proceso 2 veces más. Al día siguiente se realizó el mismo proceso.

Al seguir este procedimiento se ayudó al fraguado. Es decir, al endurecimiento y pérdida de plasticidad de la teja.



*Ilustración 39. Humedecer la teja 3 veces al día
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

4.4.13 Impermeabilización

Luego que las tejas fueran humedecidas se esperaron otras 15 horas para realizar el proceso de impermeabilización, se utilizó el impermeabilizante elástico de la marca Sika llamado SikaFill 5. Se utilizó 200 g del producto más 120 g de agua, se realizó una mezcla homogénea. La mezcla fue colocada en la parte superior e inferior de las tejas con la ayuda de una brocha limpia. Se esperó aproximadamente media hora para luego poner otra capa, se realizó ese proceso 3 veces. En la cuarta y última capa se utilizó el producto neto, es decir sin ser mezclado con el agua, por último, se esperó 15 horas de secado.



*Ilustración 40. Impermeabilización
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

4.5 Pruebas de resistencia

El objetivo de las pruebas es confirmar en cuál de los prototipos se obtuvo mejores resultados, se llevaron 3 prototipos para realizar las pruebas de flexión y absorción, la que se llevaron a cabo en el laboratorio LEMAT el cual pertenece a la universidad ESPOL ubicado en Km 30.5 Vía Perimetral, Facultad de Ingeniería en Mecánica.

4.6. Resultados de pruebas de flexión

Para la prueba de flexión se utilizó el equipo MUE 600 kN (A-EM-008) con un calibrador pie de Rey (A-IM-111).



Ilustración 41. Máquina de flexión
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 42. Máquina de flexión
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

La teja número 2 con el código de submuestra 19-3392, con espesor en 17.02 (mm), un ancho de 345.00 (mm), su peso de 3.4 kg fue colocada en el equipo MUE 600 kN (A-EM-008) donde se utilizó una velocidad de ensayo de 6 k/N, llegó a una carga máxima de 300 N (Newton), quedando la teja en trozos pequeños de aproximadamente 0.19 cm de largo por 0.12 de ancho con peso menor a 1 kg.



Ilustración 43. Ensayo de flexión en teja 2
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

La teja número 3 con el código de submuestra 19-3394 con espesor de 15.00 (mm) un ancho de 342.00 (mm) su peso de 3.3 kg, fue colocada en el equipo MUE 600 kN (A-EM-008) donde se utilizó una velocidad de ensayo de 6 k/N, llegó a una carga máxima de 600 N (Newton), quedando la teja en trozos de aproximadamente 0.30 cm de largo por 0.20 de ancho con peso mayor a 1 kg.



*Ilustración 44. Ensayo de flexión en teja 3
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

La teja número 4 con el código de submuestra 19-3393 con espesor de 15.04 (mm) un ancho de 342.00 (mm) su peso de 3.2 kg, fue colocada en el equipo MUE 600 kN (A-EM-008) donde se utilizó una velocidad de ensayo de 6 k/N, llegó a una carga máxima de 900 N (Newton), quedando la teja en trozos pequeños de aproximadamente 0.15 cm de largo por 0.11 de ancho con peso menor a 1 kg.



*Ilustración 45. Ensayo de flexión en teja 4
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Tabla 16. Carga máxima en (kN) kilo Newton y (N) Newton

Código de muestra	Teja N	Carga Máxima (kN)	Carga Máxima N
19-3392	2	0.3	300
19-3394	3	0.6	600
19-3393	4	0.9	900

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Nombre	Parametro	Acep./Rech.	Unidades	Carga Máxim	Carga de rotu
19-3394		<input checked="" type="checkbox"/>	kN	0.249	--
19-3394 CONTRA		<input checked="" type="checkbox"/>	kN	0.698	--
19-3392		<input checked="" type="checkbox"/>	kN	0.320	--
19-3393		<input checked="" type="checkbox"/>	kN	0.909	0.747
Media				0.544	0.747
Desviación Estand				0.313	0.00

Ilustración 46. Resultados de la prueba de flexión en las 3 tejas

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Tabla 17. Resultados de ensayo de flexión en tejas

Descripción	Teja 2	Teja 3	Teja 4
Código de muestra	19-3392	19-3394	19-3393
Fecha de fabricación	04 de febrero 2019	04 de febrero 2019	04 de febrero 2019
Fecha recibidos en LEMAT	22 de febrero 2019	22 de febrero 2019	22 de febrero 2019
Días	18	18	18
Fecha de ensayo de flexión	15 de marzo 2019	15 de marzo 2019	15 de marzo 2019
Topo de teja	Plano - curva	Plano - curva	Plano - curva
Espesor (mm)	17.02	15.01	15.04
Ancho (mm)	345.00	3.45.00	342.00
Velocidad del ensayo	6 kN/min	6 kN/min	6 kN/min
Carga máxima (kN)	0.3	0.6	0.9
Carga máxima N	300	600	900

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.7 Resultados de pruebas de absorción

La prueba de absorción se la realizó con los siguientes equipos: balanza, horno (EM-075) y el termohigrómetro (A-IM-077). Se realizó la prueba con la teja número 3 con el código de muestra 19-3394. Como primer punto la teja tuvo que pasar por la prueba de flexión donde tuvo como resistencia máxima 0.6 en (kN), en su conversión es 600 (N) Newton. Luego paso por un proceso de secado por 24 horas en el horno a 105 °C, luego tuvo una inmersión en el agua por 24 horas, los trozos de teja se secaron en una temperatura de 20 °C, en base a ese resultado tuvo como contenido de humedad del 20%. Dentro de las normas NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón en el ítem **6.5 características físicas, literal b**, página 7, indica que una teja de hormigón debería de tener la absorción de agua máxima de 10%.



*Ilustración 47. Ensayo de absorción en teja 3
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

Tabla 18. Resultados de ensayo de absorción en tejas

Descripción	Teja 3
Código de muestra	19-3394
Fecha de fabricación	04 de febrero 2019
Fecha recibidos en LEMAT	22 de febrero 2019
Días	18
Fecha de ensayo de absorción	15 de marzo 2019
Topo de teja	Plano - curva
Masa inicial (kg)	1164.4
Masa final (kg)	1400.9
Contenido de humedad final	20%

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.8 Análisis de las pruebas realizadas

- La teja número 1 luego de su elaboración, tuvo fisuras que llevaron a su ruptura como se muestra en la ilustración 23, por lo tanto, no fue tomada en cuenta para realizar las pruebas necesarias.
- Por otra parte, la teja número 2 con código de submuestra 19-3392 la cual llegó a la carga máxima de 300 N y la teja número 3 con código de submuestra 19-3393 que llegó a la carga máxima de 900 N obtuvieron residuos con pesos menores a 1 kg. Por lo cual, no fueron aptas para realizar la prueba de absorción ya que en las normas NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón ítem **7.5 ensayos físicos**, prueba de absorción ítem **7.5.2.1**, página **9**, dice que la prueba se realizará en fragmentos de masas no inferiores a 1 kg.
- Así mismo la teja número 3 con código de submuestra 19-3394 la cual llegó a una carga máxima de 600 N obtuvo residuos con un peso superior a 1 kg. Por lo tanto, también se realizó la prueba de absorción teniendo como resultado el 20% de humedad, no llegando a lo permitido dentro de las normas NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón en el ítem **6.5 características físicas**, literal **b**, página **7**, donde indica que una teja de hormigón debería de tener la absorción de agua máxima de 10%.

4.9 Propuesta de teja en viviendas de interés social y más.

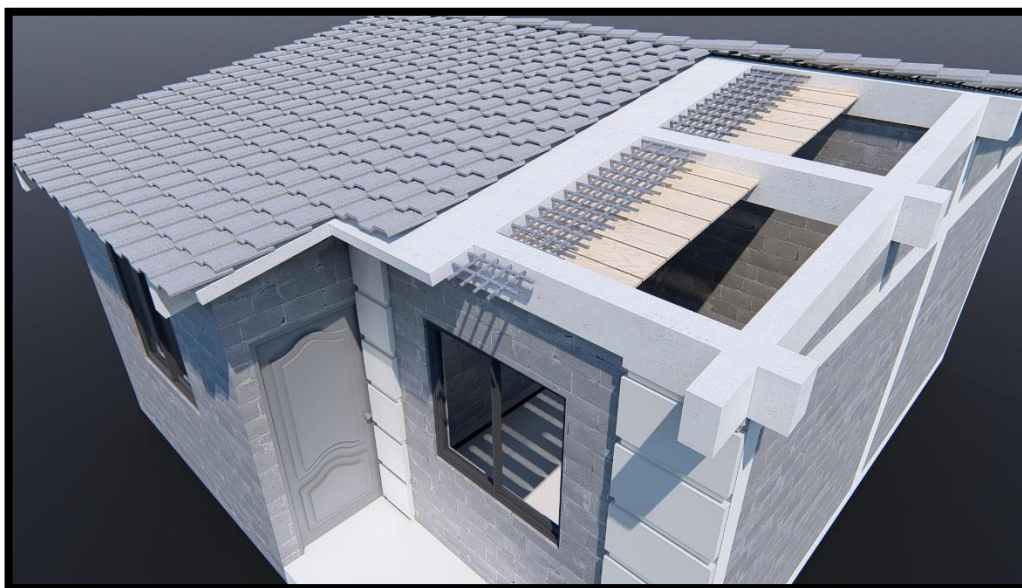


Ilustración 48. Rrender de losa maciza y vigas de hormigón
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

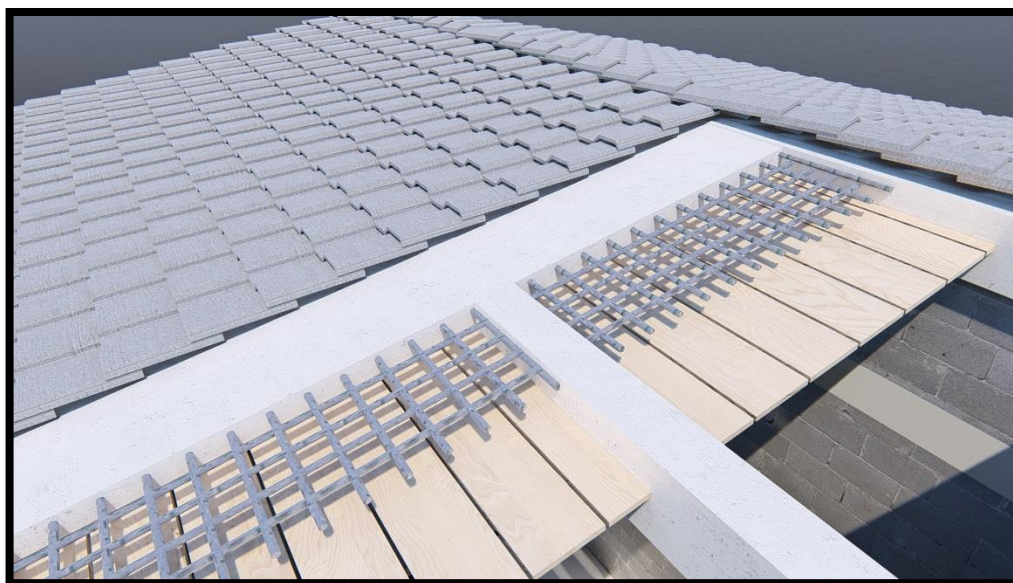


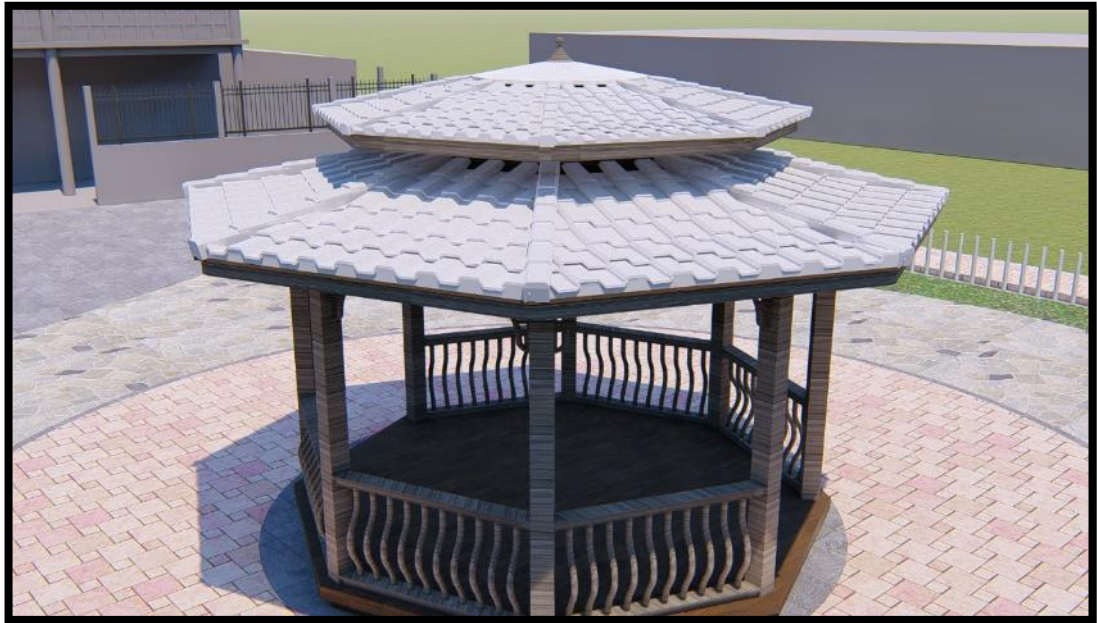
Ilustración 49. Rrender de losa maciza de 10 cm
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 50. Render de iglesia
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 51. Render de garaje de vivienda
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



*Ilustración 52. Render de glorieta de parque
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)*

4.10 Proceso de colocación

Uno de los procesos de colocación para este tipo de teja es como primer paso, realizar la losa maciza de 0.10 cm de espesor con vigas vistas a una inclinación de 45°. Después para la implementación de las tejas se realiza la mezcla con cemento, agua y arena la cual será colocada en la parte inferior, de la teja para que así quede sellada en la losa, como ayuda adicional se sitúa un clavo de 2 pulgadas donde será amarrado un alambre fino de construcción, que será pasado por los huecos que tienen las tejas para que tenga mayor seguridad.

Para colocar tejas en cubierta existen diversas maneras, pero de acuerdo con los gastos de materiales, entre otros la construcción de la losa maciza tendría un costo aproximado de \$18,00 el m² considerando ser factible.

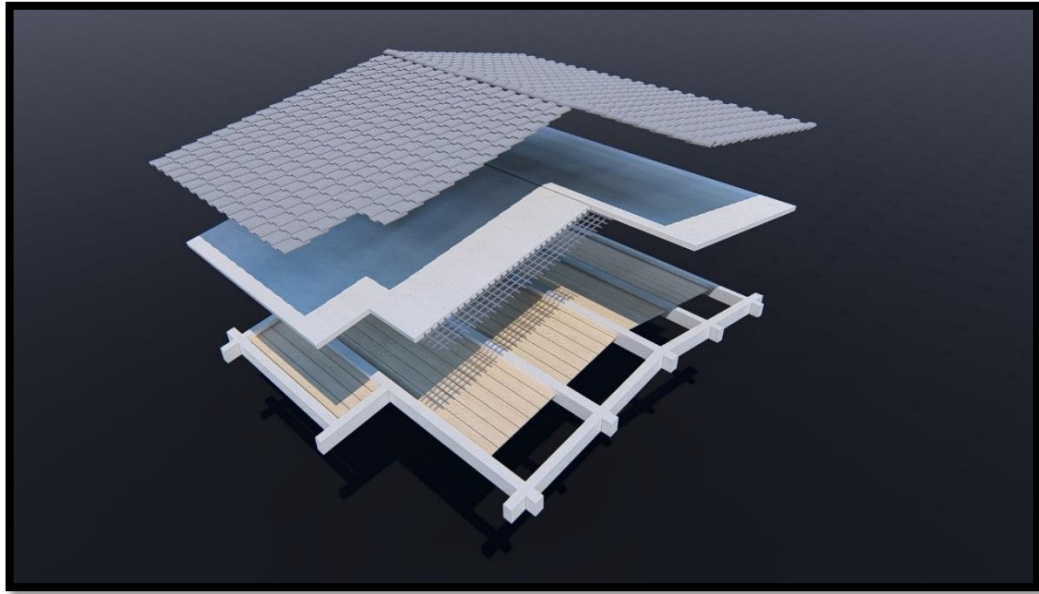


Ilustración 53. Render de desglosamiento de estructura
 Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

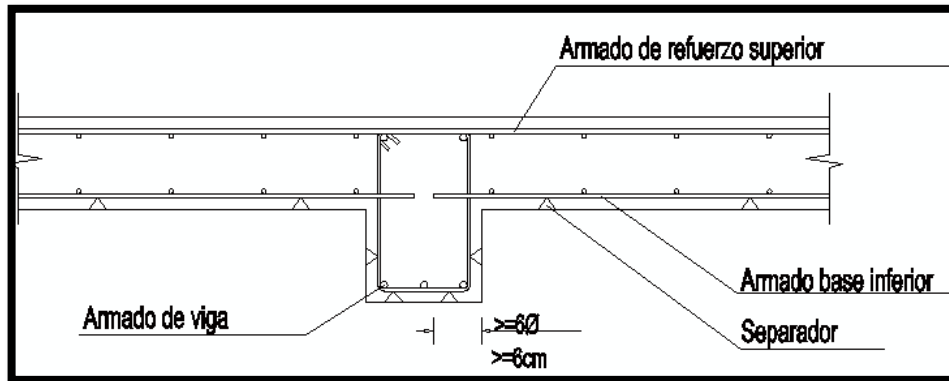


Ilustración 54. Losa maciza de 0.10 cm
 Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

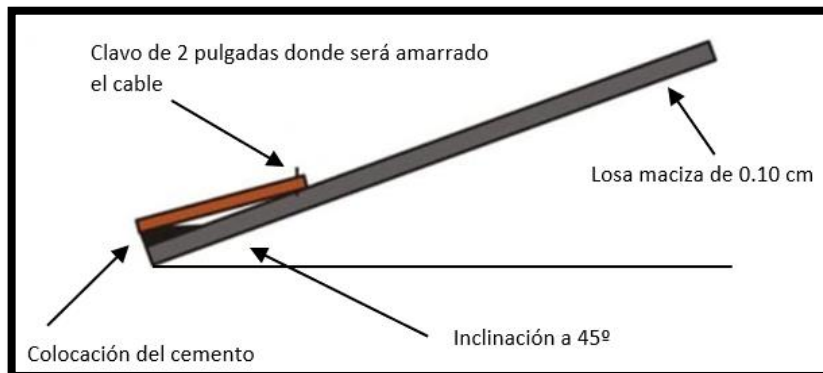


Ilustración 55. Muestra de inclinación, clavo y cemento
 Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)



Ilustración 56: Huecos de teja
Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.11 Presupuesto referencial

Cuadro 6. Precio unitario de teja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	TEJA CON TUSA DE MAIZ Y MATERIALES TRADICIONALES PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL				RENDIMIENTO 0,08
					UNIDAD: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES 5,00%					0,25
SUBTOTAL (M)					0,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNADA/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO	1,00	1,54	1,54	0,08	0,12
SUBTOTAL (N)					0,12
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DEL MATERIAL	MATERIAL EN UNA TEJA	COSTO
ARENA	gr	48,000	\$ 1,30	1,600	\$0,04
CEMENTO	gr	50,000	\$ 7,00	1,000	\$0,14
TUSA	gr	1,000	\$ 0,20	0,120	\$0,02
IMPERMEABILIZANTE	gr	4,000	\$ 7,00	0,040	\$0,07
SUBTOTAL (O)					\$0,28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN					COSTO
BUS					\$ -
SUBTOTAL (P)					\$ -
COSTOS DIRECTOS M+N+O+P					\$0,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES 0,00%					\$0,00
COSTO TOTAL DE RUBRO					\$0,65

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Cuadro 7. Precio referencial de colocación de teja en m2

PRECIO REFERENCIAL DE COLOCACIÓN DE TEJA CON TUSA DE MAIZ EN M2			
DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL M2
PROMEDIO DE TEJAS EN UN M2	12	\$ 0,65	\$ 7,80
MANO DE OBRA	-	-	\$ 4,00
VARIOS	-	-	\$ 2,00
			\$ 13,80

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Cuadro 8. Precio referencial de colocación de teja de hormigón común en m2

PRECIO REFERENCIAL DE COLOCACIÓN DE TEJA DE HORMIGÓN COMÚN EN M2			
DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL M2
PROMEDIO DE TEJAS EN UN M2	10,5	\$ 1,60	\$ 16.80
MANO DE OBRA	-	-	\$ 4,00
VARIOS	-	-	\$ 2,00
			\$ 22.80

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Características de una teja común de hormigón y una teja con tusa de maíz

Cuadro 9. características teja con tusa de maíz

TEJA CON TUSA DE MAÍZ	
DESCRIPCION	MEDIDAS (mm) (kg)
ANCHO	345
LARGO	290
PESO	3,2 kg
Ud/M2	12
PESO POR M2	38,4 kg

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

Cuadro 10. Características teja común de hormigón

TEJA COMÚN DE HORMIGÓN	
DESCRIPCION	MEDIDAS (mm) (kg)
ANCHO	420
LARGO	330
PESO	4,5 kg
Ud/M2	10,5
PESO POR M2	47,25 kg

Elaborado por: Lozano Zamora, K (2019)

4.12 Conclusión

En base a lo que se expuso de la fabricación de la teja a partir de tusa picada de maíz junto con sus materiales tradicionales los cuales fueron cemento, arena y agua, no llegó a un resultado favorable para que esta sea utilizada en viviendas de interés social u otras edificaciones, debido a que no pasaron las pruebas de flexión y absorción que indican en las normas NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón.

La elaboración de la teja fue un proceso netamente artesanal, ya que para su proceso se necesitaron herramientas menores de fácil uso, se realizaron 4 ensayos para los cuales se elaboró dos tipos de mezclas, una de ellas contenía cemento, arena y agua y en segunda se utilizó cemento, arena, tusa de maíz y agua. Las tejas fueron adquiriendo un peso de entre 3.4 kg como el primer prototipo, el segundo adquirió un peso de 3.4 kg, el tercer prototipo pesó 3.3 kg y el cuarto tuvo un peso de 3.2 kg. Como es notorio hay variaciones en los pesos ya que en cada elaboración hubo cambios de gramaje en los materiales.

En la teja número 3 la cual fue la única apta para ser sometida a la prueba de flexión y absorción ya que sus fragmentos rotos llegaron a pesar más de 1 kg se utilizó un total de 800 g de agua, 1.6 kg de arena húmeda, 1 kg de cemento, 75 g de tusa de maíz dando como resultado una teja con un peso de 3.3 kg, con medidas de 29 cm de largo por 34.5 cm de ancho y un espesor de 1.5 cm.

Por otra parte, en cuestión de costos la teja con tusa de maíz tendría un precio referencial de \$0.65 centavos en comparación a una teja común de hormigón que está costando \$1.60. El costo referencial de instalación con teja de tusa de maíz sería de \$13.80 el m², mientras que la instalación de una teja común de hormigón costaría aproximadamente 22.80 el m². Se logró cumplir con la hipótesis ya que la teja con tusa de maíz tendría un costo menor a la teja tradicional de hormigón.

La teja número 1 luego de su elaboración, tuvo fisuras que llevaron a su ruptura, por lo que no fue tomada en cuenta para las pruebas. Por otra parte, se llevaron 3 prototipo a la universidad Espol para realizar las pruebas en su balotario LEMAT, la teja número 2 con el código 19-3392 llegó a una carga máxima de 300 N (Newton), la teja número 4 con el código 19-3393 llegó a una carga máxima de 900 N (Newton), la

teja número 3 con código con el código 19-3394 llegó a una carga máxima de 600 N, considerando que para el tipo de teja y sus dimensiones necesitaba una carga máxima de 2440 N. Así mismo la teja número 3 con código con el código 19-3394, en la prueba de absorción llegó al 20% de humedad, considerando que para el tipo de teja y sus dimensiones necesitaba una absorción máxima de 10%.

En Ecuador hay 300 (t) de residuos orgánicos de maíz anuales que aún no tienen un beneficio, si se llega a utilizar un 66% de esos residuos los cuales equivalen a 200 (t) se construirían aproximadamente 4.115 viviendas con cubierta en base a la teja de tusa picada de maíz y materiales tradicionales anualmente, así pues, se estaría aprovechando un porcentaje de las 300 toneladas de desechos orgánicos que no tenían un fin productivo, ayudando de una manera considerable a la disminución de la emisión del CO₂ producido por los residuos del maíz en general originado por el agricultor.

4.13 Recomendaciones

Para la elaboración de la propuesta, en su proceso se recomienda, en los primeros pasos que la tusa luego de ser molida, se verifique que las migajas sean pequeñas, no se recomienda que haya trozos grandes ya que podrían sobresalir de la mezcla, y por problemas ambientales se podría descomponer, además en la elaboración de la mezcla y su colocación con la espátula, es mejor que esta sea compactada para que no haya espacios de aire que podrían ser afectados por la humedad.

Se recomienda realizar futuro estudios sobre la utilización de la tusa de maíz dentro del diseño y la construcción, que se indague algún tratamiento químico u orgánico que ayude a que no se descomponga mientras esta tenga contacto con la superficie, no se descarta que se pueda utilizar otro material orgánico para su mezcla y así obtenga más resistencia. Se sugiere realizar más materiales de construcción a base de materia orgánica, que puedan beneficiar a las personas de interés social, siendo estas más económicas y a su vez amigables para el medio ambiente reutilizando lo que antes solo era desechado o quemado.

Es recomendable realizar de mejor manera el proceso de impermeabilización, ya que al darle mantenimiento a este tipo de teja sería algo costoso por la utilización del producto SikaFill 5. Si la teja llega a tener un proceso de secado más largo de aproximadamente 30 días y una buena impermeabilización tendría resultados factibles, sin tener un costo adicional en el mantenimiento. Se recomienda realizar más pruebas con la dosificación al realizar la mezcla tomando en cuenta de no dejar a la intemperie la tusa de maíz ya que si llega a tener humedad tendría problemas estructurales. Para la misma llegue a cumplir con los requisitos establecidos en las normas NTE INEN 2420:2005, tejas de hormigón. El impermeabilizante SikaFill 5, al ser colocado da una textura suave a la superficie y agradable al tacto, pero para dar un plus al acabado del diseño en cuanto color o textura se podrían utilizar pigmentos naturales para darle color y vida a las tejas haciéndolas más llamativas a la vista.

4.14 Glosario

Sostenible

Refiere a algo que está en condiciones de conservarse o reproducirse por sus propias características, sin necesidad de intervención o apoyo externo.

Holístico

Es aquello perteneciente al holismo, una tendencia o corriente que analiza los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan. El holismo supone que todas las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas o explicadas como la suma de sus componentes.

Tetrabrik

Recipiente cuadrado de cartón impermeabilizado, que se usa como envase de alimentos líquidos guarda el tetrabrik de la leche en la nevera.

Flexuoso

Se entiende por flexuoso que puede formar una ondulación, la formación que forma en una superficie de un fluido y aplicado a un hilo, tela o un elemento flexible. Blando, elástico, fofo, dúctil, maleable, flácido, condescendiente, esponjoso, blandengue, inconsistente, suave y blanduzco.

Deshierba

Acción y resultado de arrancar y sacar los cardos y otras hierbas perjudiciales de los sembrados.

Micronutrientes

Son aquellas sustancias químicas que, ingeridas en pequeñas cantidades, permiten regular los procesos metabólicos y bioquímicos de nuestro organismo: Son las vitaminas y los minerales, sustancias de carácter orgánico e inorgánico que cumplen una función esencial en nuestros procesos nutritivos, pese a que no aportan energía.

Fertilizante

Se utiliza para calificar a aquello que sirve para fertilizar: lograr que el suelo se vuelva fértil o gane más fertilidad. Gracias a la utilización de un producto fertilizante, por lo tanto, se puede conseguir que la tierra ofrezca una mayor producción.

Aporque

El acto de poner tierra al pie de las plantas sea como lampa, sea con arados especiales de doble vertedera para darles mayor consistencia y así conseguir que crezcan nuevas raíces para asegurar nutrición más completa de la planta y conservar la humedad durante más tiempo.

Desgranar

Separar los granos de una cosa, en especial, los granos de una legumbre.

Flexión

La flexión es la acción y efecto de doblar el cuerpo o alguno de sus miembros. Se trata de un movimiento de aproximación entre partes del cuerpo mediante la acción de los músculos.

Absorción

Es un término que se vincula a absorber. Este verbo puede hacer referencia a distintas cuestiones: al amortiguamiento ejercido por un cuerpo ante una radiación que lo traspasa; a la atracción desarrollada por un sólido sobre un líquido con la intención de que las moléculas de éste logren penetrar en su sustancia; a la capacidad de un tejido o de una célula para recibir una materia que procede de su exterior.

4.15 Bibliografía

Manual para el diseño y ejecución de cubiertas de teja cerámica. (2016). Madrid.

Andrade, L. (29 de septiembre de 2014). *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Obtenido de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2709/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-12.pdf>

Arias, F. (2016). *El proyecto de investigación*. Caracas: Editorial Episteme.

Arquba.com. (2016). *Arquba.com*. Obtenido de Arquba.com:
<http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cubiertas/>

Aviles, G. (2013). Diseño conceptual de un sistema para la fabricacion de tejas a partir de botellas recicladas de pet. En G. Aviles, *Diseño conceptual de un sistema para la fabricacion de tejas a partir de botellas recicladas de pet* (pág. 103). Mexico.

Avilés, G. (Mayo de 2013). *Universidad Nacional Autonoma de México*. Obtenido de Universidad Nacional Autonoma de México:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/6825/1/Tesis.pdf>

Barrios, L. (octubre de 2015). *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3426/1/Ligia%20Mar%C3%ADa%20Barrios%20Gir%C3%B3n.pdf>

Basantes, E. (2015). *Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE:
<https://www.researchgate.net/publication/325483923>

Bernal, J., Brausin, B., & Gutiérrez, J. (2018). *Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia:
http://backdoortechnology.net/bitstream/ucc/4230/1/2018_elaboracion_teja_tipos.pdf

Boldo, A. (22 de Agosto de 2014). Desarrollan en Córdoba tejas fabricadas con plástico y caucho. *Día a Día*. Obtenido de Día a Día:
<http://www.diaadia.com.ar/tu-dia/desarrollan-en-cordoba-tejas-fabricadas-con-plastico-y-caucho>

- CCA. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- Cemento, & Ciencia. (23 de marzo de 2011). *Ciencia y cemento*. Obtenido de Ciencia y cemento: <http://wp.cienciaycemento.com/tejas-de-vidrio/>
- Centeno, C. (2016). *Pliego de prescripciones técnicas particulares*. Córdoba.
- Ching, F., & Shapiro, I. M. (2015). *Arquitectur ecolgica: un manual ilustrado*. Gustavo Gili, S.L.
- Ching, F., & Shapiro, I. M. (2015). *Arquitectura Ecológica: Un Manual Ilustrado*. Barcelona: Gustavo Gili, S.L.
- Cirujeda, A., Zaragoza, C., Aibar, J., & Fernández-Cavada, S. (7 de Marzo de 2013). *INIA*. Obtenido de INIA: <http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/TransferenciaTecnologia/ForosINIA/CamCliHor/Lists/Ponencias/Attachments/32/Carlos%20Zaragoza.pdf>
- Clasificaciones, & Enciclopedia. (2017). *Tiposde*. Obtenido de Tiposde: <https://www.tiposde.org/construccion/663-tipos-de-tejas/>
- Cobert. (s.f.). *Cobert*. Obtenido de Cobert: <http://www.tejascobert.com/teja-de-hormigon-universal-17t>
- Comercio, E. (05 de 11 de 2016). *El comercio* . Obtenido de El comercio: <https://www.elcomercio.com/construir/vivienda-futuro-tetrapack-casa-reciclaje.html>
- Córdova, J., Salcedo, E., Rodríguez, R., Zamora, J., Manríquez, R., Contreras, H., . . . Delgado, E. (diciembre de 2013). Caracterización y valoración química del olote: degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas. *Revista Latinoamericana de química*, 41(3). Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-59432013000300004
- Council For Interior Design Qualification*. (s.f.). Obtenido de <https://www.cidq.org/>
- Czajkowski, J., Gil, S., & Strier, D. (2017). Introducción. En J. Czajkowski, S. Gil, & D. Strier, *Construcción Sustentable*.
- Diario El Comercio. (14 de mayo de 2017). La cosecha del maíz arrancó en Los Ríos. *La cosecha del maíz arrancó en Los Ríos*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/cosecha-maiz-economia-losrios-ecuador.html>

- Diario El Comercio. (9 de noviembre de 2018). La producción de maíz en el 2019 será de 1,3 millones de toneladas. *Diario El Comercio*.
- Diccionario de Arquitectura. (15 de Junio de 2016). *Diccionario de Arquitectura*.
Obtenido de Diccionario de Arquitectura:
<http://diccionarqui.com/diccionario/teja/>
- DiccionArqui. (15 de Junio de 2016). *DiccionArqui.com*. Obtenido de DiccionArqui.com: <http://diccionarqui.com/diccionario/teja/>
- Durand, J. (19 de abril de 2014). *SlideShare*. Obtenido de SlideShare:
<https://es.slideshare.net/jcarlos2509/estadistica-poblacion-muestra-y-variables>
- EcoInventos. (14 de junio de 2018). *EcoInventos*. Obtenido de EcoInventos:
<https://ecoinventos.com/tejas-solares-fotovoltaicas/>
- EdiDeck. (09 de enero de 2018). *EdiDeck*. Obtenido de EdiDeck:
<http://efideck.com/ventajas-de-las-tejas-de-cobre/>
- Elo. (13 de mayo de 2010). *Viviendo en la tierra*. Obtenido de Viviendo en la tierra :
<https://viviendoenlatierra.com/2010/05/13/techos-hechos-de-tetrapack-en-brasil/>
- Enciclopedia de Clasificaciones. (2017). *Tipos De*. Obtenido de Tipos De:
<https://www.tiposde.org/construccion/663-tipos-de-tejas/>
- Enlace, A. (septiembre de 2015). *Enlace, Arquitectura*. Obtenido de Enlace, Arquitectura: <https://enlacearquitectura.com/category/disen%C3%A9-enlace-arquitectura/>
- Espinoza, R., & Torres, G. (2018). *Academia*. Obtenido de Academia:
https://www.academia.edu/12509163/An%C3%A1lisis_de_caracter%C3%A1sticas_de_la_tusa_de_maiz
- Forero, J. (2013). Tusa del maíz: Una fuente de energía renovable. *Universidad Pontificia Bolivariana*.
- Gibbs, J. (2016). *Diseño de interiores: Guía útil para estudiantes y profesionales* (2da ed.). Editorial Gustavo Gili, S.L.
- Gómez, F. (2014). *Informe preliminar de Rendición de cuentas*.
- Gustabo, A. A. (2014). *Análisis de la comercialización de la cadena agroindustrial del maíz (Zea mays) en el región 4 provincia de Manabí en el periodo 2008-2012*. Guayaquil.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Los procesos mixtos de investigación. En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (págs. 546-547). México D.F., México: McGraw Hill.
- Herrero, A. (15 de Enero de 2019). *Archivo Digital UPM*. Obtenido de Archivo Digital UPM:
http://oa.upm.es/53939/1/TFG_Herrero_Olavarri_Alejandra.pdf
- Jhon, C., Eduardo, S., Ramón, R., Juan, Z., Ricardo, M., Héctor, C., . . . Ezequiel, D. (diciembre de 2013). *Scielo*. Obtenido de Scielo:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-59432013000300004
- Juan, D. (19 de abril de 2014). *SlideShare*. Obtenido de SlideShare:
<https://es.slideshare.net/jcarlos2509/estadistica-poblacion-muestra-y-variables>
- Julián, P., & Gardey, A. (2009). *definicion.de*. Obtenido de definicion.de:
<https://definicion.de/clima/>
- Julián, P., & María, M. (2016). *Definición. de*. Obtenido de Definición. de:
<https://definicion.de/cemento/>
- Laproba El Aguila, S. d. (1987). *Manual de instalación de teja el Águila*. México.
- Laproba El Aguila, S.A. de C.V. (2 de Agosto de 2017). *Tejas El Águila*. Obtenido de Tejas El Águila: <http://www.tejaselaguila.com/pdf/manual-instalacion.pdf>
- Mera, A., & Montaña, C. (2015). *Repositorio de ESPOL*. Obtenido de Repositorio de ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89284/D-88081.pdf>
- Monroy, & Jorge Mario, S. (2014). *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interes social y prioritario*. Bogotá.
- Montes de Oca, I., & Risco, L. (15 de febrero de 2016). *Apuntes de Diseno Interior*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@ederrengifo/sobre-dise%C3%B1o-armon%C3%ADa-y-usabilidad-235d308c70f6>
- Moreno, S., Bustos, G., Terán, R., & Landázuri, C. (2015). *Manual de Historia del Ecuador, I: época Aborígen y Colonial, Independencia* (2a. ed. ed.). (E. A. Mora, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: CORPORACION EDITORA.
- Peñaherrera, D. (2012). *Manejo integrado del cultivo de maíz de altura*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Pérez, J., & Merino, M. (2016). *Definición.de*. Obtenido de Definición.de:
<https://definicion.de/cemento/>

- Pizarreño. (s.f.). *Pizarreño*. Obtenido de Pizarreño:
<https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/1763/tejas-asfalticas-master-tejas-de-chena>
- Portal de Arquitectura, Diseño y Construcción. (2016). *Portal de Arquitectura, Diseño y Construcción*. Obtenido de Portal de Arquitectura, Diseño y Construcción: <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cubiertas/>
- Redacción Diario El Tiempo. (13 de Octubre de 2017). Muerte y destrucción por quemas agrícolas. *El Tiempo*.
- Reformas, R. C. (4 de julio de 2017). *R.M.C Construcciones y Reformas*. Obtenido de R.M.C Construcciones y Reformas: <http://construccionesrhc.com/tipos-de-cubiertas/>
- S.A, & Pizarreño, S. I. (s.f.). *pizarreno.cl*. Obtenido de pizarreno.cl:
<https://www.pizarreno.cl/es-es/products-and-systems-section/products/hormigon/teja-colonial>
- Salazar, D., Cuichán, M., Ballesteros, C., Márquez, J., & Orbe, D. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*.
- Sergio, F., Jairo, H., Ángela, Á., Diana, T., & Sergio, V. (2015). *Manual Técnico del Cultivo de Maíz bajo Buenas Prácticas Agrícolas*. Medellín, Colombia.
- Serrentino, T. d., Mirian, Bermúdez, Alexis, Castillo, & Maira. (01 de Marzo de 2013). *Redalyc.org*. Obtenido de Redalyc.org:
<http://www.redalyc.org/html/356/35630152005/>
- Susunaga, J. M. (2014). *Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia:
<http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCION%20SOSTENIBLE%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACION%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>
- Tejas, & Águila, G. e. (s.f.). *Tejas & Granitos tejas el Águila*. Obtenido de Tejas & Granitos tejas el Águila: <http://tejasgranitos.com/?product=teja-plana-francesa-miel-10x20cm>
- Tequendama. (23 de julio de 2018). *Copyright Cementos Tequendama*. Obtenido de Copyright Cementos Tequendama: <http://www.cetesa.com.co/cuales-son-las-propiedades-del-cemento/>

- Tiempo, E. (29 de Febrero de 2016). *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com.ec/noticias/cultura/7/el-maiz-grano-de-los-dioses>
- Universo, E. (22 de julio de 2018). *Udla*. Obtenido de Udla: <https://www.udla.edu.ec/2018/07/22/fabrican-tejas-con-caucho-reciclado/>
- UOCRA, F., & Ecomujeres, F. (2016). *Materiales para una construcción renovable* (Vol. 3). Buenos Aires: Aulas y Andamios.
- Velasco, L., Pérez, L., Freire, L., & Ibarra, A. (octubre/diciembre de 2015). Potencial de aprovechamiento de la biomasa vegetal como aislamiento en climas extremos del Ecuador. *Enfoque UTE*, 6(4).
- Velazquez, B. (2018). *Aprovechamiento de la biomasa para uso energetico*. Editorial Reverte.
- Wong, W. (1991). *Fundamentos del Diseño Bi y Tri-Dimensional* (Vol. 7). (G. Gili, Ed.) Barcelona, España: Gustavo Gili S.A.
- Wucius, W. (1991). *Fundamentos del Diseño bi y tri-dimensional* (Vol. 7). (G. Gili, Ed.) Barcelona, España: Gustavo Gili S.A.
- Yanez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., & Heredia, J. (2013). *INIAP*. Obtenido de INIAP: <file:///D:/Users/LORENA/Downloads/iniapscg96.pdf>

4.16 Anexos

4.16.1 Anexo de encuesta realizada



Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Facultad de Ingeniería Industria y Construcción
Carrera de Diseño de Interiores



Proyecto: Elaboración de teja a base de tusa picada de maíz en combinación con materiales tradicionales para viviendas de interés social

1. ¿Ha escuchado hablar de la construcción ecológica?
 - Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo
2. ¿Le gustaría que se fabriquen materiales de construcción con productos renovables?
 - Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo
3. ¿Qué tipo de cubierta para viviendas conoce usted en general?
 - Losa
 - Zinc
 - Tejas
 - Pajizos
 - Empizarrados
 - Chillados
4. ¿Cree usted que con la creación de este nuevo producto ayudaremos con la economía e innovación en diseño en nuestro país?
 - Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo



Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Facultad de Ingeniería Industria y Construcción
Carrera de Diseño de Interiores



Proyecto: Elaboración de teja a base de tusa picada de maíz en combinación con materiales tradicionales para viviendas de interés social

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

5. ¿Crees que se puede elaborar tejas con tusa de maíz en combinación con materiales tradicionales?

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

6. Seleccione las características importantes que debería tener la teja elaborada con tusa de maíz y materiales tradicionales:

- Durabilidad
- Impermeabilidad
- Ductilidad
- Aislamiento Térmico
- Aislamiento Acústico

7. ¿Con la elaboración de la nueva teja se estaría protegiendo el medio ambiente?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo



Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Facultad de Ingeniería Industria y Construcción
Carrera de Diseño de Interiores



Proyecto: Elaboración de teja a base de tusa picada de maíz en combinación con materiales tradicionales para viviendas de interés social

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

8. ¿Piensa usted que la fabricación de este tipo de teja absorbería el calor en las viviendas?

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

9. ¿Pagaría usted US \$0,45 por el costo de una teja realizada con la tusa de maíz y materiales tradicionales?

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

10. Cree que la teja se la puede utilizar para cubiertas de:

- Viviendas
- Iglesias
- Instituciones educativas
- Fabricas
- Otros

4.16.2 Normativa técnica ecuatoriana para la teja



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 420:2005

TEJAS DE HORMIGÓN. REQUISITOS E INSPECCIÓN.

Primera Edición

CONCRETE ROOFING TILES. SPECIFICATIONS AND INSPECTION.

First Edition

4.16.3 Pruebas de flexión y absorción

Laboratorio de Ensayos
Metrológicos y de
Materiales
LEMAT-ESPOL



INFORME DE ENSAYOS/
CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN

Edición: 5

Hoja: 2 de 3
N° de informe: 19-080

Fecha de emisión: 18/03/2019
Número de orden: OT-1790-19

ENSAYO DE FLEXIÓN

NORMA DE ENSAYO.

Metodo Interno ⁽¹⁾

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.

Producto: Teja

INFORMACIÓN DEL ENSAYO.

Equipos utilizados: MUE 600 kN (A-EM-008)

Calibrador Pie de Rey (A-IM-111)

Distancia entre soportes: 200 mm

Diámetro de los rodillos: 36 mm

Velocidad de ensayo: 6 kN/min.

Tipo de teja: Plano - Curva

CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura (máx./mín.): 21.7°C / 21.6°C

Humedad (máx./mín.): 60.0% / 58.5%

Código de submuestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Carga Máxima (kN)
19-3392	17.02	345.00	0.3
19-3393	15.04	342.00	0.9

Tabla 1. Resultados. Ensayo de flexión.

OBSERVACIONES:

- La muestra y la información de la misma fue proporcionada por el cliente.

(1) Los rodillos de carga/apoyo y la velocidad de ensayo fueron seleccionados en base a la normativa NTE INEN 2420:2005. TEJAS DE HORMIGÓN. REQUISITOS E INSPECCIÓN.

- La incertidumbre máxima del equipo corresponde a 1.2 kN. Esta incertidumbre fue calculada con un factor de cobertura $k=2$ y con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentra fuera del alcance de acreditación del SAE.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Guayaquil, Campus "Gustavo Galindo" Km. 30.5 vía perimetral, contiguo a la Cdda. Santa Cecilia.

Fax: (593-4)2269293 - Teléfono: 2269375

E-mail: lemat@espol.edu.ec

MC2201-05

Hoja: 3 de 3
N° de informe: 19-080

Fecha de emisión: 18/03/2019
Número de Orden: OT-1790-19

ENSAYO DE ABSORCIÓN

NORMA DE ENSAYO.

Metodo Interno ⁽¹⁾

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.

Producto: Teja

INFORMACIÓN DEL ENSAYO.

Equipos utilizados: Balanza
Horno (EM-075)
Termohigrómetro (A-IM-077)

Temperatura de secado en horno: 105 °C

Tiempo de secado en horno: 24 horas

Tiempo de inmersión en agua: 24 horas

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL PESADO

Temperatura (máx./mín.): 20.1 °C / 19.7 %

Humedad (máx./mín.): 58.1 % / 56.2 %

Código de muestra	Masa inicial m ₁ (kg)	Masa final m ₂ (kg)	Diferencia de masa m ₂ - m ₁ (kg)	Contenido de humedad (%)
19-3394	1164.4	1400.9	236.5	20
19-3394-C	1317.5	1592.7	275.2	21
Promedio			255.9	21
Incertidumbre expandida			30	-

Tabla 2. Resultado. Ensayo de absorción.

OBSERVACIONES:

(1) El ensayo consistió en realizar el secado de las muestras a una temperatura constante de 105°C utilizando una estufa durante 24 horas para luego determinar la masa inicial "m1", posteriormente se introduce la muestra en agua a temperatura ambiente durante 24 horas y finalmente se obtuvo la masa final "m2". Este procedimiento fue utilizado en base a la normativa NTE INEN 2420:2005. TEJAS DE HORMIGÓN. REQUISITOS E INSPECCIÓN.

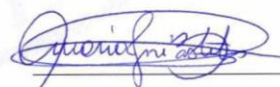
- El resultado reportado de contenido de humedad se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

Contenido de humedad % = $(m_1 - m_2) / m_2 \times 100$.

- La incertidumbre en la medición fue calculada con un factor de cobertura k=2 y con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



Ing. José Bruque A.
Dirección técnica



Ing. María José Bastidas R.
Dirección de calidad

NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentra fuera del alcance de acreditación del SAE.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Guayaquil; Campus "Gustavo Galindo" Km. 30.5 vía perimetral, contiguo a la Cella. Santa Cecilia.

Fax: (593-4)2269293 - Teléfono: 2269375

E-mail: lemat@espol.edu.ec

MC2201-05

4.16.4 Fotografías

