



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

TEMA

**“PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO
VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA
ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADÚA PICADA”**

TUTOR

ARQ. VICTORIA KETY OBANDO PONCE MGs.

AUTORES

CRISTHIAN FERNANDO CASTRO FERNÁNDEZ

EDDY RONALD VERA SALVATIERRA

GUAYAQUIL - ECUADOR

2019

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

“Prototipo modular de panel para revestimiento vertical en base de tapia pisada y materia orgánica con acabado de caña guadúa picada”

AUTORES:

Castro Fernández Cristhian Fernando.
Vera Salvatierra Eddy Ronald.

REVISORES O TUTORES:

MGs. Arq. Obando Ponce Victoria Kety.

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente Rocafuerte
de Guayaquil.

Grado obtenido:

Arquitectos.

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN.

CARRERA:

Arquitectura.

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2019

N. DE PAGS:

168

ÁREAS TEMÁTICAS:

Arquitectura y Construcción.

PALABRAS CLAVE:

Diseño de sistema, Materiales de Construcción, Arcilla, Bambú, Medio Ambiente.

RESUMEN:

El trabajo de investigación se enmarca en la creación de un prototipo modulares de paneles, elaborados a base de la tapia pisada, estiércol de ganado vacuno y con acabado de caña guadúa picada dándole así mismo una sostenibilidad en relación con el medio ambiente y el aprovechamiento que ofrece las bondades la tierras arcillosas y la caña guadua, poseen excelentes propiedades físicas, mecánicas en los procesos constructivos. De acuerdo al objetivo general el presente estudio tiene como propósito solución de

mampostería para viviendas populares, obtener una vivienda a costos accesibles, promueve mejorar la calidad de vida en los sectores rurales del canto La Troncal. Este tema investigativo se aplicaron métodos que dan notoriedad tales como la observación participativa, las encuestas, entrevistas, análisis, ensayos que llevaron a cabo la experimentación en la elaboración del panel de obtener resultados de resistencias a la absorción de agua, humedad y temperatura del calor, además la constatación en la práctica. Donde se puso a práctica la técnica ancestral logrando un elemento resistente, armónico y viabilizar un producto en su totalidad al medio ambiente natural; su proceso constructivo puede generar ingresos y hacer más dinámico el trabajo, considerando la técnica de ensamblaje como alternativa para el mismo. Concretamente, con la creación de este nuevo proyecto se dan diversas alternativas constructivas que ayudaran a la preservación de los árboles, y a la contaminación ambiental; brindando novedosas oportunidades dentro de los materiales de construcción, que pueda ser utilizado en cada parte de una vivienda, desde la parte estructural, hasta la decorativa, y con excelentes resultados estéticos y mecánicos.

| | | |
|---|--|--|
| N. DE REGISTRO (en base de datos): | N. DE CLASIFICACIÓN: | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | |
| ADJUNTO PDF: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| CONTACTO CON AUTORES: Castro Fernández Cristhian Fernando. Vera Salvatierra Eddy Ronald. | Teléfono: 0979302502 0995751805 | E-mail: cristhiancastro12@hotmail.es junior_v99@hotmail.com |
| CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: | MAE Ing. Àlex Bolívar Salvatierra Espinoza. Decano de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: 2569500 Ext. 213 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec | |

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: URKUND- PANEL CRISTHIAN CASTRO.docx (D41452790)
Submitted: 9/14/2018 3:55:00 PM
Submitted By: clylel@ulvr.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

proyecto-bambu-ERI.docx (D25270091)
Tesis-Guerrero_De_La_A-Mindiola_Mosquera.docx (D40801402)
20151202 Alfredo Erreyes-Tatiana Gómez.pdf (D16536074)
NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf (D31806843)
TFC- Fernando Palma 10Nov2017.pdf (D32308932)
Tesis diseño de un prototipo de vivienda arquitectónica.docx (D41059689)

Instances where selected sources appear:

11

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "DR. CARGO HILL NES". Below the signature, there is a handwritten note in blue ink that reads "TOP-200".

DR. CARGO HILL NES
TOP-200

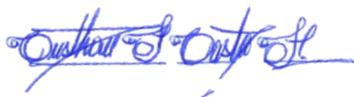
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **CRISTHIAN FERNANDO CASTRO FERNANDÉZ Y EDDY RONALD VERA SALVATIERRA**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos 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 los **PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADÚA PICADA**.

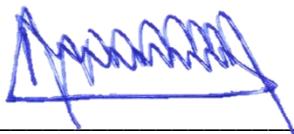
Autores



Firma: _____

CRISTHIAN FERNANDO CASTRO FERNANDÉZ.

C.I. 030225677-1



Firma: _____

EDDY RONALD VERA SALVATIERRA.

C.I. 092371870-4

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Proyecto de Investigación **PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADÚA PICADA**, designada 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: **“PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADÚA PICADA”**, presentado por los estudiantes **CRISTHIAN FERNANDO CASTRO FERNANDÉZ Y EDDY RONALD VERA SALVATIERRA** como requisito previo, para optar al Título de Arquitectos, encontrándose apto para su sustentación.



Firma: -----

MGs. ARQ. VICTORIA KETY OBANDO PONCE.

C.I. # 0907559140

AGRADECIMIENTO

Dios, tu amor y tu bondad inigualable me ha permitido ser partícipe de uno de los tantos regalos que me brindas día a día, tú eres quien me impulsa y me guía en todas mis metas y logros, Tú eres quien me permites seguir avanzando como persona y profesional. Realizar este trabajo para mí es muy importante gracias a ti, hoy me encuentro cosechando esta alegría que he anhelado desde el inicio de mi carrera, reconozco y estoy consciente del coraje y la valentía que me ha llevado hacia donde me tienes ahora, porque solo tú sabes dar apoyo incondicional.

Agradeciendo cada ayuda del creador, a mis padres que están con Él, a mis ángeles que Dios me apuesto en cada etapa de mi vida, mi bella arquitecta Isabel Murillo, a mis tutoras Carmen Lyle y Victoria Obando, que son la verdadera inspiración para esforzarme en la vida con el objetivo de mi carrera como profesional.

Cristhian Fernando Castro Fernández.

DEDICATORIA

A Dios, el creador de todas las cosas, a mis padres y a todas las personas de manera especial que me rodearon en todo este tiempo de preparación, su apoyo moral y predisposición me ha permitido creer en mí y llenarme de fortaleza hasta el culmino de esta etapa tan importante de mi vida.

*Gracias mi Dios en todo lo puedo y por todo lo recibido,
sin excepción de nada,
Porque todas las circunstancias pasadas
me han llevado a donde estoy y lo que soy.*

Cristhian Fernando Castro Fernández.

AGRADECIMIENTO

Por encima de todas las cosas mi agradecimiento en primer lugar a Dios por darme la oportunidad de disfrutar de un logro más en mi carrera profesional, por acompañarme y animarme en esos momentos en los que pensaba que esto no iba a llegar.

Agradezco por el amor recibido, dedicación y paciencia de cada uno de mis padres, los que estuvieron siempre prestos a brindarme su ayuda, por ser motores de cada uno de los sueños que he tenido, por creer y confiar siempre en mí.

A mi familia; mi esposa y mis hijos por apoyarme en cada decisión y proyecto que he emprendido, por estar ahí después de arduas jornadas de trabajo o estudio, por permanecer siempre con una palabra de aliento y amor.

Agradecimientos especiales a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, ya que a lo largo de estos años los maestros han sido una fuente inagotable de inspiración y aprendizaje, llenándome de conocimientos y consejos que he podido llevar al campo diario de mi vida; en mi trabajo o proyectos personales.

Eddy Ronald Vera Salvatierra.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico principalmente a Dios que siempre me mantuvo en el camino correcto y guiando cada uno de mis pasos a lo largo de mi vida tanto personal como en la carrera profesional.

Además de dedicársela con mucho aprecio y respeto a todas aquellas personas que se vieron involucradas en la elaboración de esta tesis de alguna u otra manera, por apoyarme en toda la larga travesía que es la vida universitaria, por los consejos dados, amor, soporte y comprensión en los momentos más complicados.

También agradezco a mis queridos compañeros de aula porque jamás faltó una palabra de apoyo o complicidad, además de que me permitieron entrar a sus vidas y ahora, poder llamarlos “amigos”.

Eddy Ronald Vera Salvatierra.

INDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I | 2 |
| DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.1. Tema. | 2 |
| 1.2. Planteamiento del Problema. | 2 |
| 1.3. Formulación del Problema..... | 3 |
| 1.4. Sistematización del Problema..... | 3 |
| 1.5. Objetivo General..... | 4 |
| 1.6. Objetivos Específicos. | 4 |
| 1.7. Justificación. | 4 |
| 1.8. Delimitación del Problema | 6 |
| 1.9. Hipótesis o Idea a Defender..... | 6 |
| 1.9.1. Variable dependiente. | 6 |
| 1.9.2. Variable Independiente..... | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Marco Teórico..... | 7 |
| 2.1.1. Tapia pisada. | 7 |
| 2.1.1.1. Historia..... | 7 |
| 2.1.1.2. Construcciones en Ecuador a base de tapia pisada. | 8 |
| 2.1.1.3. Técnica de construcción a base de tapia pisada..... | 11 |
| 2.1.1.4. Tipo de tapia pisada recomendado para construir. | 12 |
| 2.1.1.5. Composición de la tapia pisada. | 13 |
| 2.1.1.6. Propiedades y características de la tapia pisada..... | 13 |
| 2.1.1.7. Comportamiento estructural de la tapia pisada..... | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.1.1.8. Características mecánicas de la tapia pisada..... | 14 |
| 2.1.1.9. Compresión axial del tapial. | 15 |
| 2.1.1.10. Esfuerzos cortantes del tapial. | 15 |
| 2.1.1.11. Esfuerzos admisibles del tapial..... | 15 |
| 2.1.1.12. Ventajas y desventajas de construir con tapia pisada. | 16 |
| 2.1.2. Materia orgánica (Estiércol del ganado vacuno). | 16 |
| 2.1.2.1. Ventajas del estiércol de vaca. | 18 |
| 2.1.3. La Caña Guadúa..... | 18 |
| 2.1.3.1. Historia de la caña guadúa. | 18 |
| 2.1.3.2. Caña Guadúa en Ecuador..... | 20 |
| 2.1.3.3. Características de la caña guadúa. | 21 |
| 2.1.3.4. Propiedades físicas – Mecánicas de la caña guadúa. | 21 |
| 2.1.3.5. Masa por volumen de la caña guadúa. | 22 |
| 2.1.3.6. Proceso y preparación de la Caña Guadúa apta para la construcción..... | 22 |
| 2.1.3.7. Método de la caña picada o chancada..... | 26 |
| 2.1.3.8. Ventajas y desventajas de construir con caña guadúa. | 29 |
| 2.1.4. Modelos Análogos de construcciones a base de la tapia pisada y acabado de Caña Guadúa picada. | 30 |
| 2.1.4.1. Prototipos a Base Tapia pisada: | 30 |
| 2.1.4.2. Prototipos a Base de Caña guadúa: | 31 |
| 2.1.5. Antecedentes del Cantón La Troncal..... | 33 |
| 2.1.5.1. Historia..... | 33 |
| 2.1.5.2. Superficie. | 34 |
| 2.1.5.3. Límites geográficos..... | 34 |
| 2.1.5.4. Coordenadas geográficas. | 35 |
| 2.1.5.5. Parroquias Urbanas Y Rurales..... | 35 |
| 2.1.5.6. Clima..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 2.1.5.7. Temperatura..... | 35 |
| 2.1.5.8. Vientos..... | 35 |
| 2.1.5.9. Actividad Económica..... | 36 |
| 2.1.5.10. Fiestas Cantonales..... | 36 |
| 2.1.5.11. Datos de la población y movilidad humana..... | 36 |
| 2.1.5.12. Uso del Suelo..... | 36 |
| 2.1.5.13. Altitud..... | 37 |
| 2.1.5.14. Salud..... | 38 |
| 2.1.5.15. Viviendas del Cantón la Troncal..... | 38 |
| 2.2. Marco Conceptual..... | 40 |
| 2.2.1. Tapia Pisada..... | 40 |
| 2.2.2. La caña guadúa..... | 41 |
| 2.2.3. Acabado..... | 42 |
| 2.2.4. Adobe..... | 42 |
| 2.2.5. Adobón..... | 42 |
| 2.2.6. Arena..... | 42 |
| 2.2.7. Arcilla..... | 42 |
| 2.2.8. Arquitectura..... | 43 |
| 2.2.9. Atalaya..... | 43 |
| 2.2.10. Bambú..... | 43 |
| 2.2.11. Bambusoideae..... | 43 |
| 2.2.12. Cal..... | 43 |
| 2.2.13. Cimentación..... | 44 |
| 2.2.14. Confort..... | 44 |
| 2.2.15. Construcción..... | 44 |
| 2.2.16. Culmo..... | 44 |
| 2.2.17. Densidad..... | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.18. Ecología | 45 |
| 2.2.19. Estiércol o excremento de animal | 45 |
| 2.2.20. Fibra | 45 |
| 2.2.21. Gramíneo | 45 |
| 2.2.22. Grava..... | 45 |
| 2.2.23. Kasbahs | 46 |
| 2.2.24. Limo | 46 |
| 2.2.25. Medio Ambiente | 46 |
| 2.2.26. Muro..... | 46 |
| 2.2.27. Paja..... | 46 |
| 2.2.28. Panel..... | 47 |
| 2.2.29. Pisón..... | 47 |
| 2.2.30. Soleras..... | 47 |
| 2.2.31. Sostenibilidad..... | 47 |
| 2.2.32. Tabique | 47 |
| 2.2.33. Tierra..... | 48 |
| 2.3. Marco Legal..... | 48 |
| CAPÍTULO III | 53 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 53 |
| 3.1. Metodología..... | 53 |
| 3.2. Tipo de investigación..... | 53 |
| 3.2.1. Exploratorio..... | 53 |
| 3.2.2. Investigación Experimental | 54 |
| 3.2.3. Descriptiva..... | 54 |
| 3.3. Enfoque..... | 54 |
| 3.3.1. Enfoque cuantitativo:..... | 55 |
| 3.3.2. Enfoque cualitativo:..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 3.4. Técnica e instrumentos. | 55 |
| 3.5. Población. | 56 |
| 3.6. Muestra. | 56 |
| 3.7. Análisis de resultados. | 57 |
| ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE LA ZONA RURAL DEL CANTÓN LA TRONCAL – PROVINCIA DEL CAÑAR. | 58 |
| 3.8. Experimentación de un prototipo modular de panel con revestimiento vertical en base de tapia pisada, materia orgánica y acabado de caña guadúa picada..... | 68 |
| 3.8.1. Análisis y Proceso para la elaboración del panel..... | 68 |
| 3.8.2. Requerimiento de la propuesta. | 68 |
| 3.8.2.1. Materiales: | 68 |
| 3.8.2.2. Herramienta y Equipos: | 72 |
| 3.8.3. Proceso para la preparación de la mezcla. | 75 |
| 3.8.3.1. Análisis de muestras de suelos..... | 76 |
| 3.8.3.2. Resultados de la Muestra 1: Tierra arcillosa color café claro. | 76 |
| 3.8.3.3. Resultados de la Muestra 2: Tierra arcillosa color Rojiza. | 78 |
| 3.8.4. Proceso para la elaboración del mortero de relleno. | 80 |
| 3.8.4.1. Primer Paso: Dosificaciones de los morteros. | 82 |
| 3.8.4.2. Segundo Paso: Preparación del mortero. | 84 |
| 3.8.4.3. Resultados de los ensayos de resistencia a compresión del mortero. | 86 |
| 3.8.5. Proceso para la elaboración del panel..... | 88 |
| 3.8.5.1. Primer Paso: Corte, curado y dimensionamiento de la caña guadúa | 88 |
| 3.8.5.2. Segundo Paso: Armado del panel y colocación de la mezcla..... | 90 |
| 3.8.5.3. Tercer Paso: Secado y acabado del panel. | 92 |
| 3.8.6. Resultados de ensayos a la compresión del panel: | 94 |
| 3.8.7. Resultados de ensayos a flexión del panel:..... | 96 |
| 3.8.7.1. Muestra - P1..... | 98 |
| 3.8.7.2. Muestra – P2..... | 99 |

| | |
|---|-----|
| 3.8.7.3. Muestra – P3 | 100 |
| 3.8.8. Resultados de Absorción de Agua. | 101 |
| CAPÍTULO IV | 102 |
| PROPUESTA | 102 |
| 4.1. Fundamentación de la propuesta..... | 102 |
| 4.2. Descripción del panel..... | 102 |
| 4.3. Diagrama de flujos del proceso en la fabricación del panel modular. | 105 |
| Cuadro Comparativo de Resistencia a la compresión y flexión y absorción de paneles. | 106 |
| 4.13. Presupuesto del panel..... | 106 |
| 4.13.1. Costo del panel propuesto..... | 107 |
| 4.13.2. Costo de mampostería tradicional..... | 107 |
| 4.14. Aplicación del panel a un diseño estructural a base de caña guadúa para viviendas populares..... | 107 |
| 4.15. Diseño arquitectónico de vivienda popular a base de caña guadua. | 116 |
| 4.16. Diseños 3 D - Vivienda a base de paneles. | 117 |
| 4.17. Presupuestos de viviendas populares. | 121 |
| CONCLUSIONES | 123 |
| RECOMENDACIONES | 125 |
| GLOSARIO | 126 |
| ABREVIATURAS | 128 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 130 |
| ANEXOS | 134 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| <i>Tabla 1:</i> Resistencia de la caña guadúa. | 21 |
| <i>Tabla 2:</i> Propiedades Físicas - Mecánica de la caña guadúa..... | 22 |
| <i>Tabla 3:</i> Climática del Cantón La Troncal – Provincia Cañar. | 35 |
| <i>Tabla 4:</i> Porcentaje de la población del cantón La Troncal. | 36 |
| <i>Tabla 5:</i> Viviendas del Cantón La Troncal. | 39 |
| <i>Tabla 6:</i> Propiedades de Viviendas en el Cantón La Troncal – Provincia Cañar. | 39 |
| <i>Tabla 7:</i> Tipos de Viviendas en el Cantón La Troncal – Provincia Cañar..... | 40 |
| <i>Tabla 8:</i> Respuesta en base a la pregunta 1. | 58 |
| <i>Tabla 9:</i> Respuesta en base a la pregunta 2. | 59 |
| <i>Tabla 10:</i> Respuesta en base a la pregunta 3. | 60 |
| <i>Tabla 11:</i> Respuesta en base a la pregunta 4. | 61 |
| <i>Tabla 12:</i> Respuesta en base a la pregunta 5. | 62 |
| <i>Tabla 13:</i> Respuesta en base a la pregunta 6. | 63 |
| <i>Tabla 14:</i> Respuesta en base a la pregunta 7. | 64 |
| <i>Tabla 15:</i> Respuesta en base a la pregunta 8. | 65 |
| <i>Tabla 16:</i> Respuesta en base a la pregunta 9. | 66 |
| <i>Tabla 17:</i> Respuesta en base a la pregunta 10. | 67 |
| <i>Tabla 18:</i> Resultados de la muestra 1 - Ensayo limite líquido y plástico..... | 77 |
| <i>Tabla 19:</i> Resultados de la muestra 1 - Granulométrico por vía humedad. | 78 |
| <i>Tabla 20:</i> Resultados de la muestra 2 - Ensayo limite líquido y plástico..... | 79 |
| <i>Tabla 21:</i> Resultados de la muestra 1 - Granulométrico por vía humedad. | 80 |
| <i>Tabla 22:</i> Clasificación y dosificación morteros de rellenos. | 81 |
| <i>Tabla 23:</i> Cuadro comparativo de los ensayos a compresión del mortero. | 87 |
| <i>Tabla 24:</i> Resistencia a la compresión de mampostería de arcilla. | 88 |
| <i>Tabla 25:</i> Resultados de resistencia a la compresión del panel..... | 95 |
| <i>Tabla 26:</i> Resultados de resistencia a flexión del panel. | 97 |
| <i>Tabla 27:</i> Resultado del panel - Absorción de agua..... | 101 |
| <i>Tabla 28:</i> Cuadro comparativo de los sistemas constructivos de paneles prefabricados. | 106 |
| <i>Tabla 29:</i> Presupuesto referencial del panel a base de tapia pisada y acabado interior de caña guadúa picada. | 107 |

| | |
|--|-----|
| <i>Tabla 30:</i> Presupuesto referencial de mampostería tradicional a base de bloques de hormigón..... | 107 |
| <i>Tabla 31:</i> Costo propuesto de vivienda popular a base de paneles con estructura de caña guadúa..... | 121 |
| <i>Tabla 32:</i> Costo de Vivienda Social - Miduvi..... | 122 |
| <i>Tabla 33:</i> Tabulación de preguntas. | 134 |
| <i>Tabla 34:</i> Resultados de la muestra 1 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días..... | 137 |
| <i>Tabla 35:</i> Resultados de la muestra 2 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 2 días..... | 138 |
| <i>Tabla 36:</i> Resultados de la muestra 3 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días..... | 139 |
| <i>Tabla 37:</i> Resultados de la muestra 4 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días..... | 140 |
| <i>Tabla 38:</i> Resultados de la muestra 5 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días..... | 141 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| <i>Imagen 1:</i> Torre Atalayas y Torre del Mar Burriana..... | 7 |
| <i>Imagen 2:</i> Casa grande en Chihuahua. | 8 |
| <i>Imagen 3:</i> Viviendas construidas con tierra pisada, no colapsadas..... | 9 |
| <i>Imagen 4:</i> Hospital de Gualaceo a base de tapia pisada. | 10 |
| <i>Imagen 5:</i> Viviendas a partir tapias Parroquia San José de Ancón. | 10 |
| <i>Imagen 6:</i> Moldeo y encofrado de tapial en Ancash. | 11 |
| <i>Imagen 7:</i> Uso de puntales- interior y exterior al molde. | 11 |
| <i>Imagen 8:</i> Diferentes tipos de pisonos o mazos..... | 12 |
| <i>Imagen 9:</i> Tipo de Arcilla..... | 12 |
| <i>Imagen 10:</i> Fallas más comunes en las edificaciones..... | 14 |
| <i>Imagen 11:</i> Recolección manual de estiércol, India..... | 17 |
| <i>Imagen 12:</i> Elaboración y secado de las tortas de estiércol, India..... | 17 |
| <i>Imagen 13:</i> Muros construidos a base de estiércol, India. | 17 |
| <i>Imagen 14:</i> Pabellón hiperbólico de vinata, Hanoi – Vietnam..... | 18 |
| <i>Imagen 15:</i> Cultivos de caña guadúa. | 20 |
| <i>Imagen 16:</i> Selección de la caña guadúa. | 23 |
| <i>Imagen 17:</i> Corte de la caña guadúa..... | 23 |
| <i>Imagen 18:</i> Curado de la Caña Guadua en el sitio. | 24 |
| <i>Imagen 19:</i> Perforación de la caña guadúa..... | 24 |
| <i>Imagen 20:</i> Preservación de la caña guadúa. | 25 |
| <i>Imagen 21:</i> Secado de la caña guadúa. | 25 |
| <i>Imagen 22:</i> Almacenamiento de la caña guadúa. | 26 |
| <i>Imagen 23:</i> Caña Guadúa picada o chancada. | 26 |
| <i>Imagen 24:</i> Picado desde un extremo. | 27 |
| <i>Imagen 25:</i> Picado desde el otro extremo..... | 27 |
| <i>Imagen 26:</i> Corte longitudinal de la caña. | 28 |
| <i>Imagen 27:</i> Abertura de la caña. | 28 |
| <i>Imagen 28:</i> Ciudad de Orión, Marruecos. | 30 |
| <i>Imagen 29:</i> Hospital Miguel Moreno Vásquez – Gualaceo, Provincia del Azuay.... | 31 |
| <i>Imagen 30:</i> Vivienda a base del tapial en la zona rural de Loja. | 31 |
| <i>Imagen 31:</i> Colegio de las aguas Montebello, Cali – Colombia. | 32 |

| | |
|---|----|
| <i>Imagen 32:</i> Residencia los bancos, Cantón San Miguel de los Bancos. | 32 |
| <i>Imagen 33:</i> Bandera, Escudo y Mapa del Cantón a Troncal. | 33 |
| <i>Imagen 34:</i> Vista Panorámica de La Troncal. | 34 |
| <i>Imagen 35:</i> Pacientes - Sub centro de salud, Área N 3 del Cantón la Troncal. | 38 |
| <i>Imagen 36:</i> Técnica construcción para tapial. | 41 |
| <i>Imagen 37:</i> Caña guadua. | 41 |
| <i>Imagen 38:</i> Construcción con caña guadua. | 42 |
| <i>Imagen 39:</i> Recolección de la tierra arcillosa café claro. | 68 |
| <i>Imagen 40:</i> Recolección de la tierra rojiza. | 69 |
| <i>Imagen 41:</i> Estiércol del ganado vacuno. | 69 |
| <i>Imagen 42:</i> Cemento portland. | 70 |
| <i>Imagen 43:</i> Paja. | 70 |
| <i>Imagen 44:</i> Obtención de la caña guadua. | 71 |
| <i>Imagen 45:</i> Sika Fill-5, Impermeabilizante de paredes. | 71 |
| <i>Imagen 46:</i> Barniz flame control 130. | 72 |
| <i>Imagen 47:</i> Mazo de madera. | 72 |
| <i>Imagen 48:</i> Martillo de metal. | 73 |
| <i>Imagen 49:</i> Hacha de metal. | 73 |
| <i>Imagen 50:</i> Pala de metal. | 73 |
| <i>Imagen 51:</i> Sierra circular de mesa. | 74 |
| <i>Imagen 52:</i> Encofrado de madera. | 74 |
| <i>Imagen 53:</i> Machete. | 75 |
| <i>Imagen 54:</i> Recipiente de plástico. | 75 |
| <i>Imagen 55:</i> Dosificación de la mezcla 1. | 82 |
| <i>Imagen 56:</i> Dosificación de la mezcla 2. | 82 |
| <i>Imagen 57:</i> Dosificación de la mezcla 4. | 83 |
| <i>Imagen 58:</i> Dosificación de la mezcla 3. | 83 |
| <i>Imagen 59:</i> Dosificación de la mezcla 5. | 84 |
| <i>Imagen 60:</i> Trituración de la Arcilla color amarillento. | 84 |
| <i>Imagen 61:</i> Trituración de la Arcilla color rojizo. | 85 |
| <i>Imagen 62:</i> Descomposición del estiércol del ganado. | 85 |
| <i>Imagen 63:</i> Colocación de la muestra en los cilindros. | 86 |
| <i>Imagen 64:</i> Colocación de la muestra en los cilindros. | 86 |
| <i>Imagen 65:</i> Secado natura de la caña guadua. | 89 |

| | |
|---|-----|
| <i>Imagen 66:</i> Corte de la caña guadua..... | 89 |
| <i>Imagen 67:</i> Picado de la caña guadúa..... | 90 |
| <i>Imagen 68:</i> Obtención de la caña guadúa picada. | 90 |
| <i>Imagen 69:</i> Colocación de caña guadúa en el encofrado..... | 91 |
| <i>Imagen 70:</i> Colocación de la mezcla..... | 91 |
| <i>Imagen 71:</i> Secado del panel. | 92 |
| <i>Imagen 72:</i> Producto terminado con acabado interior..... | 93 |
| <i>Imagen 73:</i> Producto terminado con acabado exterior. | 93 |
| <i>Imagen 74:</i> Colocación del panel en la balanza. | 94 |
| <i>Imagen 75:</i> Colocación del panel en la maquina universal. | 94 |
| <i>Imagen 76:</i> Colocación del panel en la balanza. | 96 |
| <i>Imagen 77:</i> Colocación del panel en la maquina universal. | 96 |
| <i>Imagen 78:</i> Diagrama ensayo a flexión. | 97 |
| <i>Imagen 79:</i> Detalle armado del Panel..... | 103 |
| <i>Imagen 80:</i> Dimensión N° 1 - Panel modular – 0.90 x 0.90 mtrs..... | 104 |
| <i>Imagen 81:</i> Dimensión N° 2 del panel modular - 1.00 x 0.90 mtrs. | 104 |
| <i>Imagen 82:</i> Dimensión N° 3 del panel modular - 1.20 x 0.90 mtrs. | 105 |
| <i>Imagen 83:</i> Detalle de plinto de 60 x 60 cm..... | 108 |
| <i>Imagen 84:</i> Detalle de muro ciclópeo..... | 109 |
| <i>Imagen 85:</i> Detalle armado de columnas. | 109 |
| <i>Imagen 86:</i> Detalle armado de pilaretes. | 110 |
| <i>Imagen 87:</i> Detalle del armado de viga. | 110 |
| <i>Imagen 88:</i> Detalle del armado de viguetas..... | 111 |
| <i>Imagen 89:</i> Paneles modulares - Acabado interior..... | 111 |
| <i>Imagen 90:</i> Paneles modulares - Acabado exterior. | 112 |
| <i>Imagen 91:</i> Detalle armado del panel modular..... | 112 |
| <i>Imagen 92:</i> Detalle armado del panel modular..... | 113 |
| <i>Imagen 93:</i> Detalle de estructura de cubierta | 113 |
| <i>Imagen 94:</i> Detalle de instalaciones sanitarias | 114 |
| <i>Imagen 95:</i> Detalle de instalaciones eléctricas | 115 |
| <i>Imagen 96:</i> Propuesta de vivienda - Planta única arquitectónica | 116 |
| <i>Imagen 97:</i> Plano 3D – Propuesta de vivienda popular..... | 117 |
| <i>Imagen 98:</i> Plano 3D – Cocina..... | 118 |
| <i>Imagen 99:</i> Plano 3D – Sala y Comedor | 118 |

| | |
|--|-----|
| <i>Imagen 100:</i> Plano 3D - Dormitorio..... | 119 |
| <i>Imagen 101:</i> Plano 3D – Fachada Frontal | 119 |
| <i>Imagen 102:</i> Plano 3D – fachada lateral Izquierdo | 120 |
| <i>Imagen 103:</i> Plano 3D - Perspectiva | 120 |
| <i>Imagen 104:</i> Ensayo a compresión del mortero | 135 |
| <i>Imagen 105:</i> Ensayo a compresión máxima del panel | 135 |
| <i>Imagen 106:</i> Ensayo a flexión máxima del panel..... | 136 |
| <i>Imagen 107:</i> Peso del Panel modular - 38,10Kg | 136 |
| <i>Imagen 108:</i> Ensayo de la tierra | 137 |
| <i>Imagen 109:</i> Parte 1 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada | 142 |
| <i>Imagen 110:</i> Parte 2 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada | 143 |
| <i>Imagen 111:</i> Parte 3 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada | 144 |
| <i>Imagen 112:</i> Parte 4 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada..... | 144 |

ÍNDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| <i>Grafica 1:</i> Fallas más comunes en las edificaciones..... | 15 |
| <i>Grafica 2:</i> Resultado en base a la pregunta 1..... | 58 |
| <i>Grafica 3:</i> Resultado en base a la pregunta 2..... | 59 |
| <i>Grafica 4:</i> Resultado en base a la pregunta 3..... | 60 |
| <i>Grafica 5:</i> Resultado en base a la pregunta 4..... | 61 |
| <i>Grafica 6:</i> Resultado en base a la pregunta 5..... | 62 |
| <i>Grafica 7:</i> Resultado en base a la pregunta 6..... | 63 |
| <i>Grafica 8:</i> Resultado en base a la pregunta 7..... | 64 |
| <i>Grafica 9:</i> Resultado en base a la pregunta 8..... | 65 |
| <i>Grafica 10:</i> Resultado en base a la pregunta 9..... | 66 |
| <i>Grafica 11:</i> Resultado en base a la pregunta 10..... | 67 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | |
|--|----|
| <i>Mapa 1:</i> Construcciones con tierra cruda en todo el mundo | 8 |
| <i>Mapa 2:</i> Zonas de viviendas con tapial en el Ecuador | 9 |
| <i>Mapa 3:</i> Distribución de cultivos del bambú en el mundo..... | 19 |
| <i>Mapa 4:</i> Ubicación del cantón La Troncal - Provincia del Cañar | 34 |
| <i>Mapa 5:</i> Uso de Suelo del Cantón La Troncal | 37 |

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo tecnológico se encuentra presente en todos los contextos y ámbitos del día a día por lo que, es importante estar siempre a la vanguardia y predispuestos a realizar cambios. El sector de la construcción no se queda atrás, ya que la tecnología ha representado una herramienta que reduce tiempo y costos, además de mostrarse como alternativa ante la explotación de recursos que afectan de manera directa o indirecta al entorno. En muchas ocasiones el ser humano, gestor de todo tipo de construcción, es responsable del uso sostenible y eficaz de los recursos naturales.

El ámbito de la construcción busca constantemente materiales que eviten el mal uso de los recursos. Existen países en los que utilizan materiales como el estiércol de ganado vacuno en diversos proyectos constructivos. Además de que se puede apreciar a profesionales y empíricos que han retomado técnicas ancestrales usando tapia pisada, caña guadúa, tierra, entre otros, logrando diversas formas de diseño.

Esta investigación brinda una alternativa de un prototipo panel modular para el revestimiento en la construcción de viviendas, el cual aprovecha las ventajas estéticas y económicas que tienen la tierra y la caña guadúa en su estado natural. La propuesta permitirá aplicar el sistema de diseño de uniones llamado “machihembrado” que tiene como propiedad la facilidad de aplicación y sin la utilización de mano de obra especializada. La propuesta nace para ser parte de una posible elección en respuesta a la urgente necesidad de viviendas dignas y económicas.

En el presente, se realizan análisis de posibles opciones en las proporciones de los materiales para poder encontrar el idóneo. Se tomó en consideraciones materiales como: tierra cruda, estiércol de ganado vacuno y caña guadúa, con la finalidad de poder conocer la viabilidad de cada uno de sus componentes; para su utilización y beneficio que permitirá proponer el panel modular.

La investigación presenta un análisis del que se podrán adoptar criterios que den como resultado la viabilidad del desarrollo del nuevo modelo de panel modular propuesto, con el objetivo de tener un componente de diseño constructivo que permita dar soluciones arquitectónicas sustentables y que atienda las exigencias a las necesidades de la población.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

“Prototipo modular de panel para revestimiento vertical en base de tapia pisada y material orgánico con acabado de caña guadúa”.

1.2. Planteamiento del Problema.

El estudio de la problemática se basa en el déficit de vivienda que existe en el cantón la Troncal, donde familias de bajos recursos no tienen los medios suficientes para poder acceder a una vivienda digna que mejore su calidad de vida. La demanda habitacional se enfoca en su mayoría en aquellas poblaciones rurales de menor poder adquisitivo, por lo que es imperativa la búsqueda de opciones más viables y económicas.

Hoy en día los avances tecnológicos en el área de la construcción son diferentes; pues existen tendencias altamente sofisticadas, pero también hay otras que utilizan materiales rústicos y naturales. Estos nuevos agregados son utilizados en la mayor cantidad de proyectos habitacionales con carácter de sustentabilidad, que permiten a personas de bajos recursos la posibilidad de adquirir una vivienda. Brindándole seguridad y protección ambiental, ya que también son capaces de cumplir con las Normativas impuestas por entes reguladores, como las Normas Ecuatorianas de Construcción – NEC.

Es de común preocupación el mal manejo de los recursos naturales que se han explotado a lo largo de los años. Esto es alarmante en cuanto a la deforestación de los árboles, por lo que cada vez existen menos especies vegetales, calentamiento global, climas más secos, aumento de erosión del suelo, donde el hombre es causante de utilizar la madera para sus necesidades en las construcciones de viviendas, mobiliarios, entre otros elementos arquitectónicos.

Una de las iniciativas del presente trabajo es la utilización de materiales del campo, ya que, la población de La Troncal se dedica a labores de la agricultura y ganadería; siendo esta última causante de desechos como el estiércol de ganado vacuno, el cual

se lo puede encontrar en los corrales o en las vías donde suelen transitar al pastar, creando un problema de salubridad, especialmente en la época de invierno, en donde la lluvia desintegra estos desechos y llega a canales de aguas de lluvias. En relación a lo expuesto desde el punto de la salud humana y la contaminación ambiental, provocando la proliferación de enfermedades; incluyendo el dengue, el aumento de parásitos como sanguijuelas, entre otros insectos que se desarrollan específicamente entre la materia orgánica.

Además de que las ganaderías vacunas y ovinas repartidas por todo el planeta son las responsables de casi una cuarta parte de todas las emisiones de metano en el planeta. Esto es debido a que la cría del ganado produce anualmente 115 millones de toneladas de gas metano. Este componente se genera principalmente por los procesos fermentativos del alimento que ingresa al rumen.

El metano es un gas incoloro, inflamable y no tóxico; se considera un gas de efecto invernadero relativamente potente que contribuye al Calentamiento Global del planeta, ya que contiene un gran potencial superior dióxido de carbono en la atmósfera. Sin embargo, la cantidad es significativamente mayor al del metano, y por esta razón es considerado como el principal causante de los cambios climáticos en el orbe.

Actualmente, el metano contribuye al Calentamiento Global con un 15%, además, se espera que a finales del siglo XXI el efecto de este gas supere al del dióxido de carbono. (Vida Sostenible, 2016)

1.3. Formulación del Problema.

¿De qué manera reduciría el costo de elaboración de un panel como revestimiento a base de tapia pisada para la construcción de una vivienda de interés social?

1.4. Sistematización del Problema.

¿Cuáles serán las características de los elementos constitutivos del panel de revestimiento en base de tapia pisada con acabado de Caña Guadúa picada?

¿Qué resistencia tendrá el panel como uso de mampostería y revestimiento?

¿Cómo será el proceso de elaboración del panel modular de revestimiento utilizando la Caña Guadúa como elemento interior decorativo en una vivienda?

¿Qué beneficios tendrá la vivienda con el uso de este panel?

1.5. Objetivo General.

Diseñar prototipos de panel modular como muro vertical a base de tapia pisada con acabado de Caña Guadúa picada, para solución de mampostería de viviendas populares.

1.6. Objetivos Específicos.

- Investigar materiales existentes como agregados para revestimientos del panel.
- Realizar pruebas de ensayos a los materiales del panel modular en base de tapia pisada.
- Analizar las características de la materia prima del panel de revestimiento.
- Elaborar prototipos modulares de paneles para revestimiento interior.

1.7. Justificación.

En los últimos años ha prevalecido la necesidad de minimizar los costos en la construcción de viviendas de interés social, así mismo disminuir el impacto ambiental que producen las fábricas al producir los materiales constructivos actuales como el cemento, cal, bloque, entre otros, son una amenaza al medio ambiente y a las personas que se dedican a trabajar con ellos, debido a sus componentes; estos afectan a la salud cuando se los extrae y cuando se los manipula dentro del proceso constructivo.

Este trabajo de investigación se enfoca en la elaboración de un panel eco-sustentable utilizando tapia pisada con acabado de caña guadua, lo que analizará la viabilidad de la utilización de esta técnica ancestral, como solución ante la creciente demanda de viviendas en las zonas rurales del cantón La Troncal. El diseño versátil del panel permitirá la elaboración de módulos con la facilidad de poder acoplarse entre sí, de modo que se integre en la creación de los diferentes ambientes. Al reutilizar materiales orgánicos, propios del entorno como el estiércol de ganado vacuno, se podrá reducir los niveles de contaminación e insalubridad que presentan en las zonas pobladas.

Que el ambiente deteriorado enferma no es una novedad, pero sí representa un nuevo escenario. Antes la salud ambiental se vinculaba a condiciones puntuales como los efectos de la contaminación nuclear o ciertas profesiones peligrosas, y se creía que

la ciencia resolvería cualquier problema. Ahora, el agujero de ozono, la gestión de residuos, la calidad del agua, y los riesgos ambientales que el ser humano todavía no sabe manejar, sumados a la pobreza y la marginación, brindan un panorama más complejo que afecta la salud humana. (Frers, 2012)

Dentro de la sustentabilidad; los aspectos ambientales, económicos y sociales, en la actualidad son de suma importancia al momento de tomar decisiones, por lo que es necesario realizar estudios y análisis de alternativas viables que permitan enfocarse en incrementar la calidad de vida de una población.

El acceso a una vivienda digna es un derecho humano fundamental por lo que satisfacer esta demanda social representa un gran desafío para los gobiernos que deberían promover programas de vivienda orientados a garantizar este derecho y abatir la desigualdad social. En el Ecuador al igual que en gran parte de los países subdesarrollados, ha sido constante el problema del déficit de vivienda, debido a niveles bajos de ingresos con los que cuentan la gran mayoría de la población. La demanda social de vivienda constituye la base para el diseño de políticas, estrategias, plazos y sectores sociales a los que se dirige.

El invierno presenta un grave problema en la zona costanera de la Provincia del Cañar, especialmente en zonas como Pancho Negro, Manuel de J. Calle, La Delicia, Envidia, Zhucay, Naranjal y otros sectores, que obliga a las autoridades del Cantón La Troncal a declarar el estado de emergencia. Ya que las lluvias como cada año afectan a estos poblados y es importante la ejecución de nuevas alternativas para que el impacto ambiental sea menor y afecte menos a las zonas de mayor necesidad.

Adicional a esto, la Municipalidad del Cantón la Troncal evalúa constantemente proyectos de construcción para poder ayudar a aquella parte de la población que resulta ser siempre la más afectada por el clima.

La idea de plantear este diseño es que el panel pueda ser capaz de ser usado para la construcción de viviendas, porque cuenta con propiedades de alta resistencia, originadas por la calidad de la caña guadúa, amigable con el medio ambiente, además de poder ser adquirido por gran parte de la población, gracias a que al elaborarlo no se necesita incurrir en altos costos que usualmente son transferidos al consumidor final.

1.8. Delimitación del Problema

Campo: Educación Superior. Pregrado.

Área: Arquitectura.

Aspecto: Investigación experimental.

Tema: Prototipo modular de panel para revestimiento vertical en base de tapia pisada con acabado de Caña Guadúa picada.

Delimitación espacial: Cantón La Troncal, provincia Cañar.

Delimitación temporal: 2018 – 2019

1.9. Hipótesis o Idea a Defender

La elaboración de paneles modulares a base tapia pisada disminuirá el costo en la construcción de viviendas de interés social en los sectores rurales contribuyendo a la preservación del medio ambiente.

1.9.1. Variable dependiente.

En base de tapia pisada, estiércol del ganado y caña guadúa picada, mejorará el costo de la vivienda a los habitantes de las zonas rurales.

1.9.2. Variable Independiente.

El prototipo modular del panel a base de la tapia pisada, estiércol del ganado y caña guadúa picada; formará parte del elemento constructivo como mampostería para vivienda de interés social.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Tapia pisada.

2.1.1.1. Historia.

La tapia pisada se remonta su utilización alrededor de 5000 años a. C. en Siria, encontrando cimientos construidos a base de tierra; su técnica de compactación es utilizado a nivel mundial hasta nuestros días. Edificaciones como torres y Atalayas, murallas e iglesias se encontraron en España, que fueron construidos con tapial; las fortalezas de “kashbah” las mismas que resaltan por su gran belleza, fueron encontradas en el norte de África. (Sencico, 2016) Cita a (Urbano Tejada, Alan Mendoza, Daniel Torrealva, 2013)



Imagen 1: Torre Atalayas y Torre del Mar Burriana.

Fuente: <http://www.wikiwand.com/es/Atalaya>,(2016)

En América la utilización de la tapia pisada se ha empleado hace muchos años prehispánicos. Por ejemplo en México, aún se conservan las construcciones arqueológicas como la Casa Grande en Chihuahua, su técnica constructiva consiste en la aplicación del tapial y el adobe.

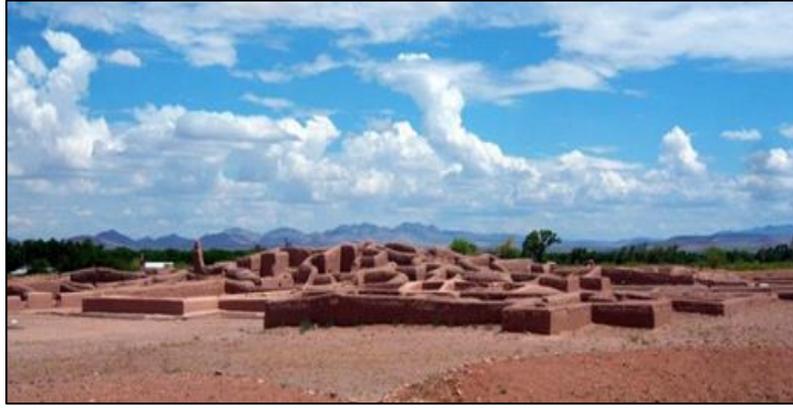


Imagen 2: Casa grande en Chihuahua.

Fuente: <http://revista.pricetravel.com> (2015)

A continuación se muestra lugares a nivel mundial; donde utilizan la tierra cruda, como material para las construcciones en edificaciones:



Mapa 1: Construcciones con tierra cruda en todo el mundo.

Fuente: Terra cruda.

2.1.1.2. Construcciones en Ecuador a base de tapia pisada.

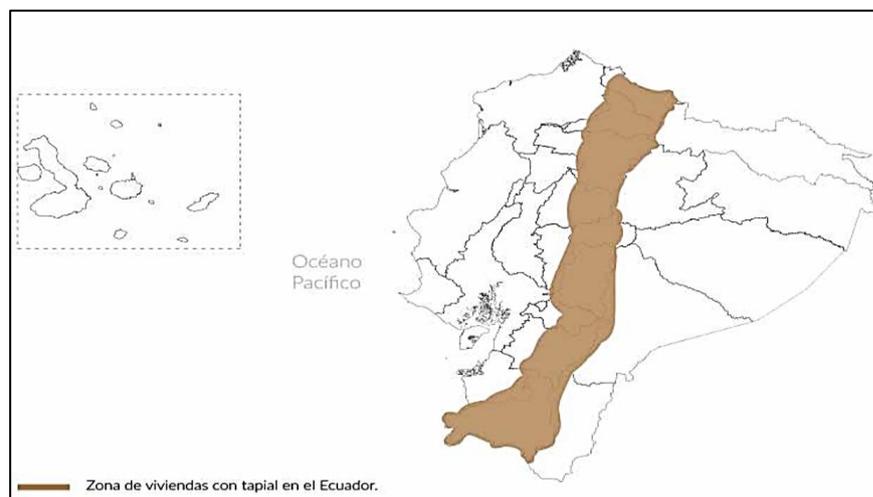
A finales de la década de los sesenta, las construcciones se basaban en un sistema estructural de muros portantes que consistía usar materiales como la tapia, adobe; mientras que en los años de los setenta, empezaron a emplear nuevas técnicas constructivas a base de concreto armado. Sin embargo la utilización de estos nuevo método constructivo eran demasiado costosos, familias de bajos recursos no los podían adquirir, principalmente las zonas rurales. (Sencico, 2016) Cita a (Urbano Tejada, Alan Mendoza, Daniel Torrealva, 2013)

Ecuador en los años de 1987 y 1996 se presentaron violentos sismo que se registraron en varias regiones del país, destrozando a su vez muchas edificaciones que fueron construidas hace poco tiempo; mientras tanto las construcciones más antiguas que estaban hechas a base de la técnica de la tapia pisada, aún se mantuvieron de pie que hasta la actualidad existen .(Sencico, 2016) Cita a (Urbano Tejada, Alan Mendoza, Daniel Torrealva, 2013)



Imagen 3: Viviendas construidas con tierra pisada, no colapsadas.
Fuente: (Urbano Tejada, Alan Mendoza, Daniel Torrealva, 2013)

En la zona Andina del Ecuador, las construcciones a base del tapial se caracterizan por poseer un clima templado y frio; de acuerdo a varias investigaciones realizadas en nuestro país, aplicando la técnica del tapial para la construcciones de viviendas, estas son registradas en toda la región sierra como en el caso de las provincias de Cotopaxi, Imbabura, Latacunga, Cuenca, Cañar, Loja, entre otros. (Cardenas, 2017) Cita a (CIDAP, 2005, p.406)



Mapa 2: Zonas de viviendas con tapial en el Ecuador.
Fuente: (Cardenas, 2017)

a) Construcciones representativas en Ecuador con tapia pisada.

Las construcciones más representativas en el Ecuador conocido como Austro, que comprenden las provincias Cañar, Azuay, Loja y en la zona Andina, existen varias edificaciones construidas a partir de la tapia pisada y a su vez se encuentran ubicados en la zonas urbanas y rurales de las ciudades de Paute y Gualaceo; por ejemplo el caso del hospital de Gualaceo, entre otras obras que se pueden apreciar en la actualidad. (Cardenas, 2017)



Imagen 4: Hospital de Gualaceo a base de tapia pisada.

Fuente: (Cardenas, 2017)

• Manabí y Santa Elena.

En el sector costa en la zona de Manabí, se puede encontrar diseños de viviendas a partir de los tapias, de igual manera en la provincia de Santa Elena, parroquia San José de Ancón las viviendas de este campamento minero se caracterizan porque en sus paredes utilizan la caña picada revestida con cemento y conchilla, aplicado tanto en la parte interior como exterior de las viviendas, estas viviendas fueron construidas en la época del auge petrolero con la compañía Inglesa Ecuatoriana de aceites y derivados “Anglo Ecuadorian Oil Field”, y que a la fecha de hoy existen.



Imagen 5: Viviendas a partir tapias Parroquia San José de Ancón.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

2.1.1.3. Técnica de construcción a base de tapia pisada.

- **Tapiales en Ancash (Perú).**

Los moldes son hechos a base de madera, y sus dimensiones varían; también poseen troncos de madera y son utilizados con sogas para estabilizar la estructura o molde, cuando se desgasta la sogas esta pueden producir peligro en los encofrados, y no hay uniformidad en las dimensiones de los tapiales. (Sencico, 2016)



Imagen 6: Moldeo y encofrado de tapial en Ancash.
Fuente: (Sencico, 2016)

- **Tapiales en España.**

Las construcciones de tapia pisada, también llamado en España “Tapia” para su aplicación se debe considerar varios factores; el tiempo es el más importante, el desplazamiento y movilidad de los encofrados que se puedan mover sin dificultad, hacia el siguiente moldeado del tapial; es decir su proceso constructivo ayudaría a que sea más ágil su trabajo. El peso de los moldes laterales, debe poseer medidas y espacios adecuadas para facilitar su manipulación y el operario pueda moverse sin dificultad al momento de apisonar la tapia, esta deben ser de 25kg, y su medidas están entre el rango de 75 a 85 cm. de ancho del tapial; su anchura mínima es hasta 60cm recomendable. (Sencico, 2016)

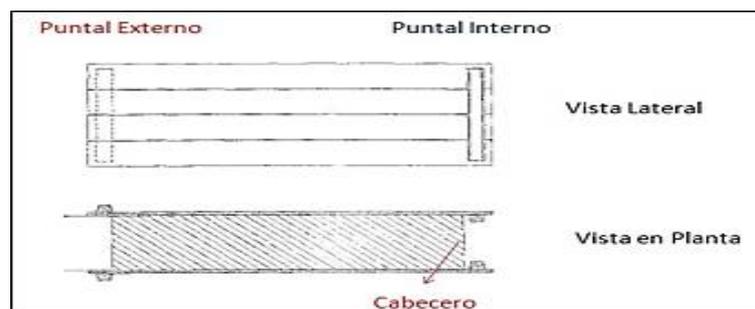


Imagen 7: Uso de puntales- interior y exterior al molde.
Fuente: (Sencico, 2016)

- **Tapiales ecuatorianos.**

Los encofrados más recomendados en Ecuador, poseen dimensiones de 2 metros de largo, con una altura de 1m., su espesor es considerado 0,50m. De esta manera el operario pueda realizar su trabajo sin ninguna dificultad y su procedimiento del moldeo del tapial sea más rápido. (Sencico, 2016)

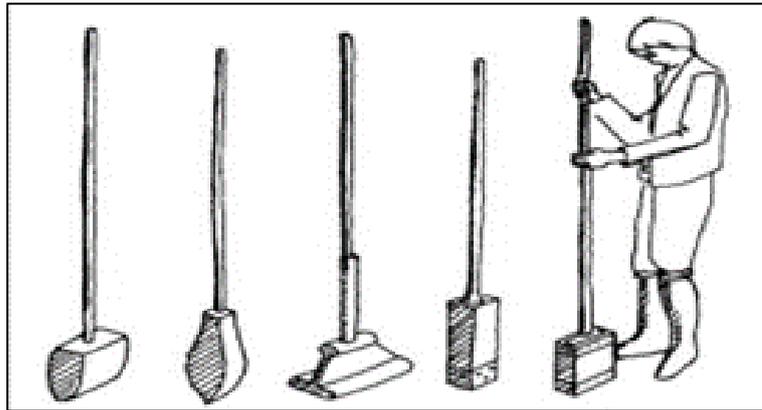


Imagen 8: Diferentes tipos de pisones o mazos.
Fuente: (Sencico, 2016)

2.1.1.4. Tipo de tapia pisada recomendado para construir.

El tipo de material recomendado para la fabricación de la tapia, esta debe ser arenosa con curvas granulométricas, sus granos deben estar bien distribuidas y posee poca cantidad en limos, para que puedan ser llenados los espacios en donde quedan vacíos. Cuando su consistencia es baja, suelen agregar otros materiales como la paja o el excremento de los amínales obteniendo una masa más resistente. (Hernández, 2016)



Imagen 9: Tipo de Arcilla.
Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

2.1.1.5. Composición de la tapia pisada.

No todos los suelos son apropiados para construir viviendas, este es un gran problema en el Ecuador, ya que las personas de escasos recursos se apropian de terrenos poco adecuados e incluso peligrosos, por esto, el hallar alternativas económicas es imperativo. Las construcciones de viviendas a base de tapia presentan una opción bastante viable y económica.

Se estima que para obtener buena preparación tradicional de esta técnica sus componentes deben poseer ciertos porcentajes. A continuación, se presentan sus aproximaciones en la mezcla: (Lopez , JE & Martinez , JD, 2014)

- a) Gravilla: 0 a 15%
- Arena: 40 a 50%
- Limo: 20 a 35%
- Arcilla: 15 a 25%

2.1.1.6. Propiedades y características de la tapia pisada.

- Los muros elaborados de tapia suelen transpiran como aquellos elaborados con adobe. A pesar de que suelen retener algo de esa humedad, no compromete la integridad de la estructura.
- La tapia es un buen aislante térmico y acústico, posee la capacidad de almacenar frío y calor.
- En cuanto a su composición; el tapial es similar al adobe, porque posee propiedades similares de adherencia con otros ingredientes y es capaz de incrementar su resistencia cuando se le agrega paja.
- Su densidad es de 1800 a 2100kg/m³.
- Resistencia a la compresión de 15kg/cm².

2.1.1.7. Comportamiento estructural de la tapia pisada.

Los muros de tapiales son semejante a los adobes, posee una excelente resistencia a la compresión permitiéndole soportar cargas de gravedad sin ningún problema, es decir; actúan a cargas sísmicas y los esfuerzos de corte a fricción; sometidas principalmente a su resistencia; mientras que la carga a tracción por flexión depende

de las solicitaciones perpendiculares al muro, por lo que es considerado como refuerzo para que suplan las limitaciones mecánicas. (Sencico, 2016)

A continuación se presenta la Imagen 16, que representa las fallas que se producen normalmente en las construcciones.

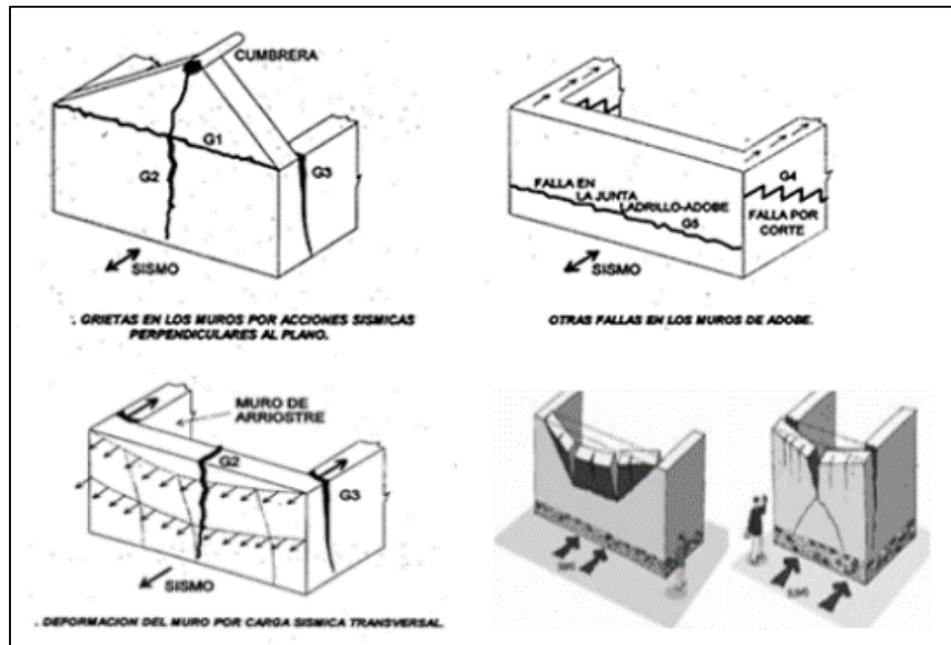


Imagen 10: Fallas más comunes en las edificaciones.

Fuente: (Sencico, 2016)

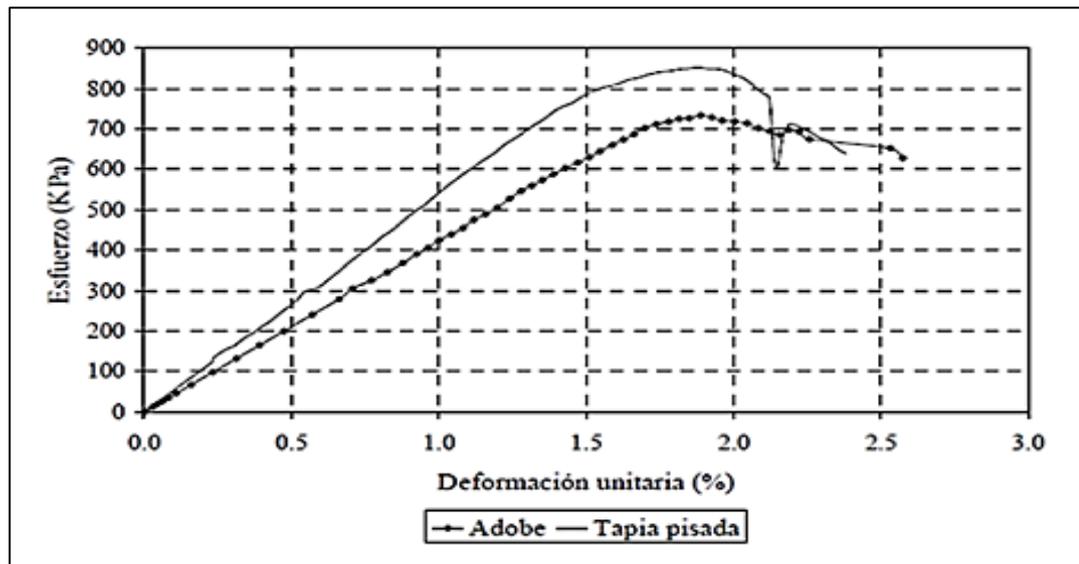
2.1.1.8. Características mecánicas de la tapia pisada.

Según estudios realizados a diferentes materiales de la construcción se destaca que, dentro de las características mecánicas de la tapia pisada, tiene un peso que puede variar alrededor de 1900kg/m³, su peso es mayor al del adobe.

De acuerdo a la investigación realizada por el Instituto Nacional de Investigación Normalización de la Vivienda "ININVI" en concordancia con el estudio hecho por el Laboratorio de Estructura del Departamento de Ingeniería "LEDI", se determinó mediante ensayos que el peso específico compactado del tapial es de 1955kg/m³, valor similar obtenido por un estudio de Vulnerabilidad Colombiano en donde se asegura que es de 1930kg/m³. La universidad nacional de Loja, Ecuador indica que sus cifras varían entre 1800 a 2300kg/m³. (Sencico, 2016)

2.1.1.9. Compresión axial del tapial.

De acuerdo a las pruebas realizadas en Agosto del 2013, en el LEDI, establecieron que la resistencia promedio a la compresión axial de la tapia pisada en muros de 28x20x39cm., es de 11,78kg/cm² con una desviación estándar (D.E.) de 0,61kg/cm² y un 5,19% de coeficiente variable. (Sencico, 2016)



Grafica 1: Fallas más comunes en las edificaciones.
Fuente: (Sencico, 2016)

2.1.1.10. Esfuerzos cortantes del tapial.

En la investigación realizada por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción “SENCICO”, determinaron que el esfuerzo cortante de la tapia es de 1,69 kg/cm² con un D.E. de 0,24 kg/m² y con una variación de coeficiente del 14,19%. Mientras en el estudio de los esfuerzos de cortes por fricción, determinado mediante pruebas es de: (Sencico, 2016).

- Muros tradicionales: $v = 0,07 + 0,35 \sigma$ en kg/cm²
- Muros mejorados: $v = 0,12 + 0,35 \sigma$ en kg/cm²

2.1.1.11. Esfuerzos admisibles del tapial.

De acuerdo a las normas de construcción de viviendas, se indica que los esfuerzos admisibles se obtienen mediante la aplicación de un coeficiente de seguridad del 2,5 por variación en la calidad del material, ejecución y cargas sometidas. En caso de que

se realicen pruebas no sean desarrolladas en laboratorios, se considera un factor de coincidencia de seguridad del 3. (Sencico, 2016)

2.1.1.12. Ventajas y desventajas de construir con tapia pisada.

a) Ventajas:

- Este método es aplicable para zona con altas variaciones térmicas, manteniendo una temperatura constante y confortable. (Cardenas, 2017)
- Buen aislante acústico. (Cardenas, 2017)
- Crea un ambiente confortable y saludable. La tierra es un material que absorbe rápidamente la húmeda del aire, promoviendo en su interior un lugar agradable.
- Disminuye impactos ambientales en el medio constructivo.
- Su método constructivo es simple, no se requiere de herramientas modernas y fáciles de obtenerlas. (Cardenas, 2017)
- Es un excelente material ignifugo, resistente al fuego. (Cardenas, 2017)
- Ahorro de energía artificial. (Cardenas, 2017)

b) Desventajas:

- Baja resistencia a la humedad. (Cardenas, 2017)
- Su propio peso es elevado por la misma densidad de la tierra. (Cardenas, 2017)
- Limitaciones en alturas de las edificaciones. (Cardenas, 2017)
- Su técnica es valorado muy pocas por las personas. (Cardenas, 2017)

2.1.2. Materia orgánica (Estiércol del ganado vacuno).

La Universidad de Michigan, sorprende con un nuevo estudio realizado hace unos años en el que señala que el estiércol de ciertos animales, como el del ganado vacuno, el del caballo, entre otros; podrían ser utilizados para la construcción de viviendas.

Un estudio realizado por la Universidad de Oxford ha revelado que los agricultores neolíticos utilizaban técnicas de abono para la agricultura mucho más sofisticadas de los que hasta ahora se pensaba.

Existen distintos países en donde le sacan provecho a los desechos eliminados por el ganado vacuno. En la India, por ejemplo, la utiliza para cocinar, como energía, para calentar sus hogares y para construir distintas estructuras.

EL proceso de utilización empieza con el secado previo del estiércol, lo que posteriormente es transformado en una masa dura al que se le da forma de torta circular que es colocada en las paredes, obteniendo como resultado ladrillos. Dentro de este proceso se le van agregando diferentes materiales como la cascara de arroz, paja y agua para lograr su consistencia ideal. (Sencico, 2016)



Imagen 11: Recolección manual de estiércol, India
Fuente: Diario La Razón, 2014



Imagen 12: Elaboración y secado de las tortas de estiércol, India
Fuente: Diario Los Andes, 2015



Imagen 13: Muros construidos a base de estiércol, India.
Fuente: Adrián Page, Alamy, 2014

2.1.2.1. Ventajas del estiércol de vaca.

- Este sistema constructivo tiene muchas ventajas, dentro de ellas se encuentra el hecho de disminuir la contaminación ambiental del planeta. Recurso que se lo puede aprovechar para elaborar abono orgánico, elaboración de paredes y energía alternativa, etc. (Canguro, 2016)
- El estiércol posee excelentes propiedades al ser combinado con la tierra cruda, mejorando su resistencia, adherencia y durabilidad, en la elaboración de muros.
- Actúa como aislante contra ruidos y temperaturas extremas. (El estiércol: material de desecho y algo más, 2014)
- Los bloques ecológicos llevan en su composición un 75% de estiércol y son 20% más livianos y resistentes que los bloques tradicionales.
- Cuando el estiércol está seco no emana ningún tipo de olor.

2.1.3. La Caña Guadúa.

2.1.3.1. Historia de la caña guadúa.

En la época precolombina, América empieza a utilizar la caña guadúa el cual ha estado vinculado con la cultura de aquellos pueblos ubicados en zonas tropicales y subtropicales de la región. La población empezó a construir viviendas de forma artesanal, utilizando de distintas maneras al bambú, debido a las propiedades de resistencia y estabilidad, incluso en la actualidad es utilizado en la construcción. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015)



Imagen 14: Pabellón hiperbólico de vinata, Hanoi – Vietnam

Fuente: Designboom. (2019)

Se estima que aproximadamente a nivel global existen más de 1200 especies de bambú y 70 géneros, la gran parte de estas plantas son originarias de China y poseen al menos 500 especies de bambú. Su crecimiento silvestre se da en las zonas tropicales, subtropicales y templadas; en algunas ocasiones crecen en lugares secos entre 46° latitud norte hasta 47° latitud sur aproximadamente. Su sembrío están a una altura desde el nivel del mar hasta los 4000 metros estos se encuentran en los Andes de América del sur, y raramente en África, Asia y Latinoamérica. (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)

Su siembra se da regularmente a una altura aproximada al nivel del mar hasta los 4000 metros de altura, estos últimos se encuentran en los Andes de América del sur, y raramente en África, Asia y Latinoamérica. (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)

Esta especie también se encuentra en América latina, en donde se han identificado más de veintiséis clases. El Bambú es conocido en Ecuador, Colombia y Venezuela por el nombre de “Guadúa Angustifolia” nombrados por los científicos. Los expertos de varios países han catalogado que la Caña Guadua de Ecuador es una de las mejores del planeta; debido a que estas poseen excelentes características físicas, mecánicas y botánicas. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015)



Mapa 3: Distribución de cultivos del bambú en el mundo.
Fuente: (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)

2.1.3.2. Caña Guadúa en Ecuador.

La Caña Guadúa *Angustifolia* Kunth “GaK” proviene su origen de las región costa del Ecuador, este material prima es utilizado desde la época precolombinas, en donde existen obras arqueológicas construidas por las civilizaciones antiguas; algunos de estos trabajos creados a base de la guadúa se encuentran ubicados en la Península de Santa Elena, desde varias culturas como cultura la Vegas, Valdivia, Machalilla, Chorrera, etc. (Brito Funes, 2015)

Los cultivos de la caña “GaK” se encuentra en toda la región costera del Ecuador, los lugares que posee mayor cantidad de producción están localizadas; la provincia de los Ríos tiene más cultivo correspondiente al 8% del total con relación al resto de las zonas en el país. Al aprovechar este recurso se está generando fuentes de trabajo e ingresos económicos; hoy en día el Ecuador se dedica a exportar la guadua a varios países vecinos, con la finalidad de aplicarlos en trabajos arquitectónicos, ingeniería, entre otros. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015)

El cantón La Troncal tiene un clima muy templado que le permite plantar esta especie, el cual una parte de su territorio es aprovechado para el uso del cultivo de la caña guadua, correspondiente al 11,40% del total de la producción agrícola de su zona 1 territorial. Su utilización es aplicada en el ámbito de la construcción para uso de viviendas, o como herramienta de trabajos. (Bermeo Moyano, 2013)



Imagen 15: Cultivos de caña guadúa.
Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

2.1.3.3. Características de la caña guadúa.

Se define por ser un recurso renovable y sostenible, su periodo de crecimiento tarda entre 4 a 6 años y en la etapa de 6 meses se desarrolla muy rápido. EL tallo posee un color amarillo combinadas con rayas de color blanco en forma vertical, su textura de diseño tiene una presentación en forma natural, su belleza textural son aplicados de manera natural en obras constructivas para acabados de viviendas como el caso de la caña picada. (Brito Funes, 2015)

La altura que alcanza este tipo de planta depende de las condiciones climáticas, su especie y del suelo, estas pueden llegar a crecer entre 25 a 35 metros, el diámetro de su tallo está en un rango de 5 a 15cm. y el espesor de la pared de la caña es aproximadamente de 1cm. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015)

2.1.3.4. Propiedades físicas – Mecánicas de la caña guadúa.

La caña guadúa posee excelentes propiedades físicas y mecánicas que se pueden aprovechar al momento de la construcción de estructuras, ya que están hechas para soportar cargas pesadas y resistir a posibles sismos. Su comportamiento está bajo la acción de la misma fuerza externa. En general la caña guadúa tiene características similares a la de la madera.

A continuación, valores que permiten ampliar las cualidades de la caña guadua y conocer sus diferentes esfuerzos y resistencia.

Tabla 1: Resistencia de la caña guadúa.

| NOMRE BOTÁNICO | HUMEDAD SECA AL AIRE (%) | PESO (KG/dm ³) | LÍMITE DE TENCIÓN ELÁSTICA (KG/cm ²) | TENSIÓN PARA LA ROTURA (KG/cm ²) | MÓDULO ELASTICIDAD (K/cm ²) |
|---------------------|--------------------------|----------------------------|--|--|---|
| BAMBUSA TULDOIDES | 11,10 | 0,83 | 844,00 | 1.547,00 | 162.000,00 |
| GUADÚA ANGUSTIFOLIA | 10,30 | 0,82 | 843,00 | 1.448,00 | 176.000,00 |

Fuente: Norma INEN Ecuatoriana 42 (1976) Caña guadua.

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tabla 2: Propiedades Físicas - Mecánicas de la caña guadúa.

| PROPIEDADES FÍSICAS - MECANICAS DE LA CAÑA GUADÚA | | | | |
|---|-------------|-----------|------------|------------|
| PROPIEDADES | SECCIÓN | VALORES | | |
| | | MÁXIMO | MÍNIMO | PROMEDIO |
| Densidad Seca (Kg/cm ²) | Entre nudos | 0,86 | 0,75 | 0,83 |
| | En el nudo | 0,81 | 0,70 | 0,77 |
| Contracción Volumetrica (%) | Entre nudos | 37,00 | 26,00 | 31,00 |
| | En el nudo | 30,00 | 25,00 | 28,00 |
| Resistencia a la Tensión (Kg/cm ²) | Entre nudos | 3515,5 | 1.828,00 | 2.636,62 |
| | En el nudo | 3480,34 | 1.265,58 | 2.285,00 |
| Módulo de Elasticidad a la Tensión (kg/cm ²) | - | 316395,00 | 140.620,00 | 228.507,50 |
| Resistencia a la Flexión (Kg/cm ²) | - | 2760,00 | 763,00 | 1.761,50 |
| Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) | - | 863,00 | 562,48 | 712,74 |
| Módulo de Elasticidad a la Compresión (Kg/cm ²) | - | 199000,00 | 151.869,60 | 175.434,80 |
| Modulo de Rotura (Kg/cm ²) | - | 1113,00 | 757,00 | 935,00 |
| Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²) | - | 75,00 | 63,00 | 69,00 |

Fuentes:

- Diseño y construcción de Estructuras de Madera”, Julio León Rodríguez, 1986. Tesis Ing. Civil U. S. G.
- Bambú, su cultivo y Aplicaciones”, Arq. Oscar Hidalgo López, 1974. Estudios Colombianos.

2.1.3.5. Masa por volumen de la caña guadúa.

La densidad que posee la caña guadúa es proporcional a su propio peso, este material tiene una densidad aproximada de 700g/m³. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015)

2.1.3.6. Proceso y preparación de la Caña Guadúa apta para la construcción.

a) Selección:

Los tallos de la caña guadúa “CULMO” que están formados por nudos entrenudos; los productores de estas especies deben controlar su edad de cada una de ellas en sus plantaciones; la composición adecuada de cada zona de cultivo es aproximadamente un 10% de los brotes, 30% para un tallo joven y el 60% tallos maduros. La etapa final de su crecimiento es aproximadamente entre 4 a 6 años, la cual están aptos para el consumo en el medio constructivo. (Arq. Duarte, 2016)



Imagen 16: Selección de la caña guadúa.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

b) Corte:

La edad más adecuada para cortar la caña se encuentra entre los 4 y 6 años, sin embargo, esto depende de varios factores como el suelo y la especie a la que pertenezcan. Por lo general la caña guadua, de especies más grandes, requieren de mayor tiempo para llegar al tamaño apropiado para usarse.

También existen técnicas ancestrales para que la caña de guadúa resista por mucho más tiempo, por ejemplo, antiguamente se cortaba la caña cuando la luna se encontraba en fase menguante y se lo realizaba en la madrugada, antes de que salga el sol, para evitar que le caigan insectos y la humedad por el frío.

Para realizar el talado de la planta se puede utilizar machete o una motosierra y se puede iniciar desde el primer o segundo nudo del tallo, contando de abajo hacia arriba en forma de inclinación. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)



Imagen 17: Corte de la caña guadúa.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

c) Curado:

El curado de la caña guadúa se lo realiza una vez que esta es cortada, sus tallos deben permanecer en un lugar por lo mínimo 2 semanas y bajo sombra todo esto para evitar la humedad, este proceso es realizado para obtener un avinagramiento natural de la caña. Después se sacan las ramas y sus hojas, evitando el contacto con el suelo, se recomiendan dejarlos encima de piedras, plástico o sobre caballetes en un ambiente bien ventilado. (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)



Imagen 18: Curado de la Caña Guadua en el sitio
Fuente: (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)

d) Perforación:

Para perforar la caña guadúa, este proceso consiste en utilizar una varilla de acero mayor a 0,50 pulgadas de largo, el cual es introducido en el interior de la caña, atravesando por todos los nudos y en toda la longitud que posee el bambú. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015) Cita a (Invar, Bambú, 2012)



Imagen 19: Perforación de la caña guadúa.
Fuente: (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015)

e) Preservación:

La manera más económica y práctico para preservar la caña guadúa, por lo general son aplicadas en tanques o piscinas para que puedan caber los troncos, estos recipientes contienen preservantes químicos, la misma que consiste en agrega 1 kg. Bórax, Ácido Bórico por cada 50 litros de agua; después se introducen las cañas perforadas permitiendo que cada una de ellas pueda ingresar la mezcla. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015) Cita a (Invar, Bambú, 2012)



Imagen 20: Preservación de la caña guadúa.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

f) Secado:

Después de que las cañas han pasado por el proceso de preservación, estas se retiran y son colocan de forma vertical para que se puedan escurrirse la solución que se encuentra dentro de cada nudo de la caña guadúa. Se los deja secar con el calor del sol hasta que su tallo se ponga de un color amarillento. (Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana , 2015) Cita a (Invar, Bambú, 2012)



Imagen 21: Secado de la caña guadúa.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

g) Transporte y almacenamiento.

Al momento de realizar su transportación y almacenamiento, es decir debemos tener mucho cuidado que la Caña Guadúa no se estropee. Cada una de estas piezas debe estar almacenados en lugares secos, cubiertos y ventilados; con la finalidad de aplicarlos en obras de construcciones, entre otras. (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)



Imagen 22: Almacenamiento de la caña guadúa.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

2.1.3.7. Método de la caña picada o chancada.

La Caña Guadúa picada, es aplicada en varias formas para sus construcciones; estas son utilizadas para trabajos de paredes, tumbados, moldes, entre otros. Para poder picar la caña guadúa, su estado tiene que ser madura, es decir recién cortadas, sus cortes se lo realiza con herramientas como; machete o hacha. (Morán Ubidia, 2015)



Imagen 23: Caña Guadúa picada o chancada.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

- **Picar o chancar desde un extremo.**

Su corte se lo realiza desde un extremo de la caña, esta se lo hace profundamente en los nudos en dirección hacia la mitad; con una separación entre 1 a 2 centímetros. (Morán Ubidia, 2015)



Imagen 24: Picado desde un extremo.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

- **Picar o chancar desde el otro extremo.**

Su procedimiento es similar al anterior corte, solo que esta vez se la realiza su incisión desde el otro extremo de la caña. (Morán Ubidia, 2015)



Imagen 25: Picado desde el otro extremo.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

- **Cortar Longitudinalmente.**

Para realizar su corte longitudinal de la caña guadua, se hace un desde un extremo haciendo movimientos transversales al mismo tiempo; utilizando como herramienta un hacha o machete, provocando rotura en su interior del tabique. (Morán Ubidia, 2015)



Imagen 26: Corte longitudinal de la caña.
Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

- **Abrir la caña.**

Se debe extraer los fragmentos blancos que se encuentra en la parte interna de la caña, para evitar la aparición de bacterias como hongos e insectos; dejando solamente el material fibroso. Su limpieza se lo realiza con pala o machete. (Morán Ubidia, 2015)



Imagen 27: Abertura de la caña.
Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

2.1.3.8. Ventajas y desventajas de construir con caña guadúa.

a) Ventajas:

- La Caña Guadúa posee excelentes características físicas, permitiendo emplear a distintos tipos de componentes estructurales, como el caso de viviendas, cables para puentes colgantes, tensores entre otros. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- La ventaja de este material es que son muy liviano y resistente. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Fácil de transportar y almacenar; su método constructivo es rápido, pueden ser utilizados de forma temporal o permanente. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- El bambú tiene una superficie natural lisa, limpia de un color muy atractivo que no requiere pintarlo. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Este material puede combinarse con otros materiales constructivos, que incluso trabajan bien con el concreto y como elemento de refuerzo. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Es renovable y endémico de América Latina, de gran valor al medio ambiente. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Su consumo energético es mínimo a diferencia de la madera. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Esta especie posee cualidades físicas y mecánicas, aptas para construcciones sismo resistente, su capacidad puede soportar esfuerzos a la compresión, flexión y tracción. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)

b) Desventajas:

- La Caña Guadúa es frágil a la exposición de los rayos ultravioletas del sol, al agua y a la humedad; se requiere de protección durante la ejecución, manejo y mantenimiento. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Son sensibles a los ataques de hongos e insectos, antes de su uso estas deben ser curadas al momento de su corte. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)
- Es un material inflamable, se descompone rápidamente al fuego. Para evitar su propagación debe recubrirse con sustancias a prueba de fuego. (Arq. Cerrón Oyaggue, 2014)

- Su diámetro varía en toda su longitud, también su espesor, en algunas ocasiones causa dificultades en las construcciones. (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)
- Cuando se seca la caña esta se contrae y se reduce su diámetro. Al momento de construir deben verificar que esta materia prima este bien seco. (Arq. Cerrón Oyagüe, 2014)

2.1.4. Modelos Análogos de construcciones a base de la tapia pisada y acabado de Caña Guadúa picada.

Podemos encontrar alrededor de todo el mundo ejemplos arquitectónicos, desarrollados a partir de técnicas constructivas, tales como el uso de la tierra, tapia pisada, quincha, caña, madera, entre otros. Usando para construcciones de viviendas, religiosas, institucionales, etc. Entre los modelos análogos tenemos:

2.1.4.1. Prototipos a Base Tapia pisada:

a) Ciudad de Orión, Marruecos.

Ciudad de Orión es una pieza monumental que conserva su espíritu y presencia cultural, se ha venido manteniéndose hasta nuestros días, se encuentra ubicada en el desierto del sur de Marruecos, construida a base de tierra cruda, tales como el tapial, entre otros. (Gardenetti, 2014)



*Imagen 28: Ciudad de Orión, Marruecos.
Fuente: (Gardenetti, 2014)*

b) Antiguo Hospital Miguel Moreno Vásquez.

El antiguo Hospital Miguel Moreno Vásquez, se encuentra ubicado al lado sudeste de Gualaceo, cantón del mismo nombre, provincia del Azuay. Conservan en sus centros urbanos, con una técnica basada del tapial. (Cardenas, 2017)



*Imagen 29: Hospital Miguel Moreno Vásquez – Gualaceo, Provincia del Azuay.
Fuente: (Cardenas, 2017)*

c) Vivienda en zona rural de Loja.

En los sectores rurales de Loja, aún sobreviven las construcciones hechas a bases de la técnica del tapial, adobe y el bahareque, sin embargo cada sector posee su propio sistema constructivo. Las viviendas a partir de la tapia pisada son muy regulares en la parroquia de Gualcel; sus pobladores conservan el conocimiento de los ancestros para sus edificaciones, en la actualidad existen construcciones realizadas desde 2 a 3 pisos. (Arias, 2018)



*Imagen 30: Vivienda a base del tapial en la zona rural de Loja.
Fuente: (Arias, 2018)*

2.1.4.2. Prototipos a Base de Caña guadúa:

a) Colegio de las aguas, Cali - Colombia.

El colegio de las aguas, es la construcción que la traído a la vida el corregimiento a los pobladores de Montebello en la zona rural, ubicado Cali Colombia. Su sistema

constructivo se basa en la combinación de los materiales como la caña guadúa, adobe, entre otros. (Bappler, 2014)

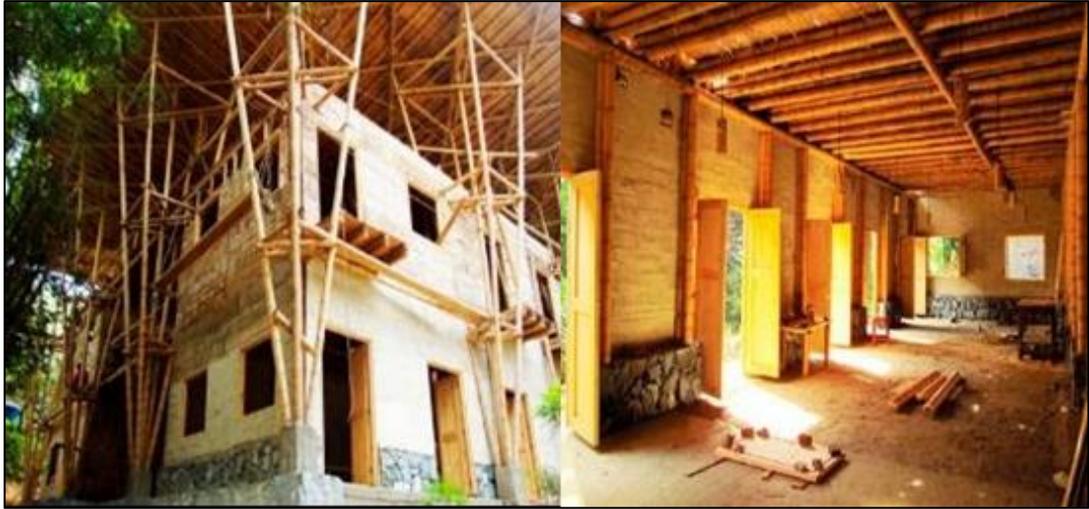


Imagen 31: Colegio de las aguas Montebello, Cali – Colombia.
Fuente: (Bappler, 2014)

b) Residencia los bancos, Cantón San Miguel de los Bancos.

La residencia los Bancos se encuentran ubicado en el cantón de San Miguel de la capital del Ecuador, está construido a base de Caña Guadúa y ladrillos y piedras la cual contiene acabados medios, posee un área de construcción de 150m². Tiene un costo de 71.400 dólares. (Bambubros.com, 2018)



Imagen 32: Residencia los bancos, Cantón San Miguel de los Bancos.
Fuente: (Bambubros.com, 2018)

2.1.5. Antecedentes del Cantón La Troncal.

El cantón La Troncal perteneciente a la Provincia de Cañar, Ecuador. Su cabecera cantonal es la ciudad de La Troncal. Por la riqueza de su tierra, el cantón La Troncal es uno de los principales productores agrícolas de la provincia, y se destaca sobre todo por sus extensos sembríos de caña de azúcar



Imagen 33: Bandera, Escudo y Mapa del Cantón La Troncal.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia del Cañar

2.1.5.1. Historia.

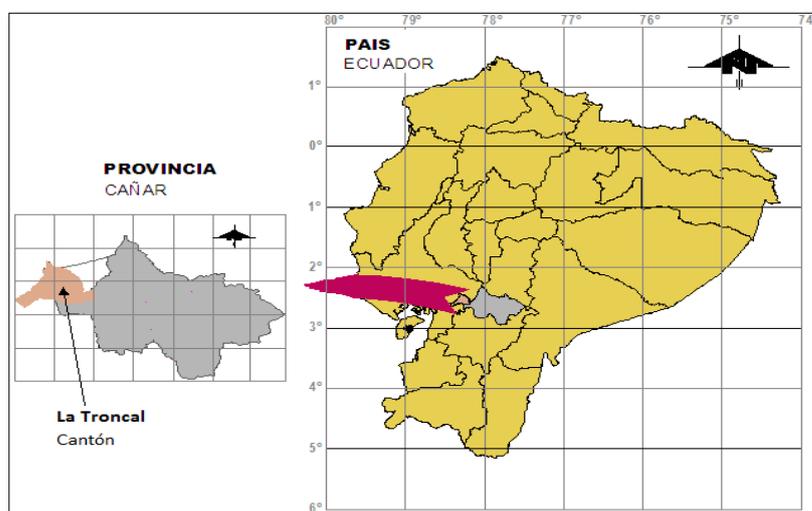
El cantón La Troncal empezó a formarse en el año de 1950, emigrantes como provincias del Azuay y Cañar; se asentaron en busca de nuevas oportunidades de trabajos, a inicio de la década de los sesenta, se creó la primera fábrica azucarera llamada "Ingenio Aztra", alrededor de 600 familias humildes se instalaron a orillas de la vía Duran – Tambo y Puerto Inca – Machala, convirtiendo ese lugar en zona de refugio. Por su riqueza que posee sus tierras, uno de los principales productos agrícolas en el que genera es cultivo de la caña de azúcar. (Bermeo Moyano, 2013)

El área rural del cantón como las parroquias rurales Manuel de J. Calle, Pancho Negro y el sector de la Puntilla, sus habitantes no tienen una vivienda propia por las necesidades básicas insatisfechas, del mismo modo la mayoría tienen que acudir a arrendar; según datos del INEC – 2010 existen alrededor de 30.907 personas sin poseer un techo, sin poder obtener una vivienda en donde puedan satisfacer sus necesidades del buen vivir.



Imagen 34: Vista Panorámica de La Troncal.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia del Cañar



Mapa 4: Ubicación del cantón La Troncal - Provincia del Cañar.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia del Cañar

2.1.5.2. Superficie.

El cantón La Troncal cuenta con una superficie de 327,78 Km². (32.778 has)

2.1.5.3. Límites geográficos.

- **Norte:** con el cantón El Triunfo (Guayas) y parroquia General Morales (Cañar).
- **Sur:** con la parroquia San Antonio (Cañar) y con la parroquia San Carlos (Naranjal – Guayas), a la altura del río Cañar.
- **Este:** con la parroquia Chontamarca (Cañar).
- **Oeste:** con el cantón El Triunfo, Taura y Naranjal de la provincia del Guayas. (Bermeo Moyano, 2013)

2.1.5.4. Coordenadas geográficas.

Latitud sur 2°28'22", mientras la longitud oeste es de 79°14'14". (Bermeo Moyano, 2013)

2.1.5.5. Parroquias Urbanas Y Rurales.

Urbana: La Troncal. Rurales: Pancho Negro, Manuel de Jesús Calle.

2.1.5.6. Clima.

El cantón La Troncal posee un clima tropical, a diferencia con el invierno los veranos son más lluviosos. (Climate-data.org, 2016)

2.1.5.7. Temperatura.

La temperatura promedio es de 25° C., la mínima es de 21° C y la máxima es de 29° C. (Climate-data.org, 2016)

Tabla 3: Climática del Cantón La Troncal – Provincia Cañar.

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Temperatura media (°C) | 25.7 | 25.9 | 26.3 | 26.6 | 25.5 | 24.4 | 23.8 | 23.9 | 24.1 | 24.2 | 24.4 | 25.6 |
| Temperatura min. (°C) | 21.2 | 21.4 | 21.6 | 21.8 | 21.2 | 20.3 | 19.7 | 19.5 | 19.5 | 19.9 | 20 | 20.8 |
| Temperatura máx. (°C) | 30.2 | 30.4 | 31 | 31.4 | 29.9 | 28.6 | 27.9 | 28.3 | 28.8 | 28.5 | 28.8 | 30.4 |
| Temperatura media (°F) | 78.3 | 78.6 | 79.3 | 79.9 | 77.9 | 75.9 | 74.8 | 75.0 | 75.4 | 75.6 | 75.9 | 78.1 |
| Temperatura min. (°F) | 70.2 | 70.5 | 70.9 | 71.2 | 70.2 | 68.5 | 67.5 | 67.1 | 67.1 | 67.8 | 68.0 | 69.4 |
| Temperatura máx. (°F) | 86.4 | 86.7 | 87.8 | 88.5 | 85.8 | 83.5 | 82.2 | 82.9 | 83.8 | 83.3 | 83.8 | 86.7 |
| Precipitación (mm) | 267 | 390 | 396 | 305 | 119 | 64 | 24 | 15 | 21 | 25 | 32 | 101 |

Fuente: Clima-Data.org (2016)

2.1.5.8. Vientos.

Su zona cantonal los vientos son moderados a una velocidad de 0,20m/segundos, los mismos que son casi imperceptibles, es decir su dirección son cambiantes; en los registros obtenidos de los vientos tiene una influencia con predominio de sur – sur oeste. (Gobierno Autónomo Descentralizado , 2014)

2.1.5.9. Actividad Económica.

Basa su economía en la agricultura y ganadería, su suelo es privilegiado y dota de caña de azúcar, aquí se ubica la Industria Azucarera más importante de la Provincia.

2.1.5.10. Fiestas Cantonales.

El 25 de agosto – Cantonización de La Troncal.

2.1.5.11. Datos de la población y movilidad humana.

De acuerdo a los datos obtenidos por el Instituto Nacional de estadística y Censos 2010 (INEC) a nivel cantonal, el sector urbano se registra una cantidad de 42.610, equivalente al 78,34%, en cuanto a la zona rural cuenta con una población de 11.779, su equivalencia es de 21,66%. Con respecto al porcentaje del género femenino y masculino que existen en la zona urbana es de 50,50% mujeres y 49,79% mujeres; mientras en la parte rural existen 47,48% mujeres el 52,16% son hombres. (Bermeo Moyano, 2013)

Tabla 4: Porcentaje de la población del cantón La Troncal.

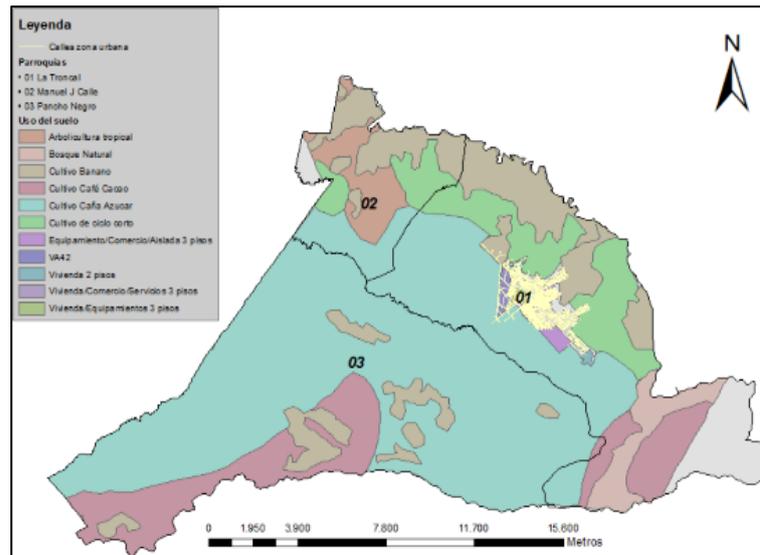
| NIVEL CANTONAL | POBLACIÓN | % |
|----------------|-----------|---------|
| Área Urbana | 42.610 | 78,34% |
| Área Rural | 11.779 | 21,66% |
| TOTAL | 54.389 | 100,00% |

Fuente: INEC – 2010

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

2.1.5.12. Uso del Suelo.

El gobierno autónomo descentralizado (GAD) del cantón la Troncal, desde el 2005 al 2015 se encuentra en vigencia el Plan de Desarrollo Estratégico; su objetivos principales se basan en la utilización de los suelos ocupados hoy en día por cultivos tropicales, pastos, bosques, edificaciones urbanas, entre otros, determinando al territorio adecuado para el uso de la construcción y su producción agrícola. (Bermeo Moyano, 2013)



Mapa 5: Uso de Suelo del Cantón La Troncal.
Fuente: GAD de La Troncal (2015)

2.1.5.13. Altitud.

De acuerdo al estudio y planificación realizada por el GAD, su territorio cantonal se encuentra dividido en cinco zonas; dichas cualidades no presentan altitudes mayores a 200m. y menores a 20 metros sobre el nivel del mar msnm. A continuación se describe los tipos de zonas: (Bermeo Moyano, 2013)

a) Zona 1 – Inundable:

A este territorio le pertenece el 11,40%, y se lo determina por poseer tipos de suelos franco, arenoso; es utilizada para la producción agrícola como cultivos tropicales y subtropicales. (Bermeo Moyano, 2013)

b) Zona 2 – Monocultivos:

Le pertenece 64% del territorio, son caracterizados por obtener suelos francos; su utilización actual es para los monocultivos de banano, caña de azúcar, entre otros. (Bermeo Moyano, 2013)

c) Zona 3 – Remanente de Bosques y Explotación:

Posee un 7% del territorio cantonal, se caracteriza por ser suelos destinados para la vegetación, pastos, ganados, bovino, entre otros; esta zona posee gran cantidad de agua apto para su consumo humano, agrícola, industrial, etc. (Bermeo Moyano, 2013)

d) Zona 4 – Producción para cultivos tropicales y cacao:

Le corresponde a esta área el 14% de su territorio, es una zona caracterizada por ser tipos de suelos francos arenoso, arenosos; su utilización actual es para la producción de cultivos de caña guadua, cacao, frutales, entre otros. (Bermeo Moyano, 2013)

e) Zona 5 – Producción para cultivos tropicales y cacao:

El cantón La Troncal posee una extensión de 1.314,80 hectáreas (ha) correspondiente al 4% del territorio, se caracteriza por sr un tipo de suelos arenosos; están destinados para uso habitacional, comercial, político, distribución vial entre costa y sierra. (Bermeo Moyano, 2013)

2.1.5.14. Salud.

Las enfermedades que presentan mayormente en la población del cantón La Troncal son; dengue clásico, paludismo, hipertensión arterial, diabetes, parasitismo, anemia, entre otras. De 1390 pacientes enfermos atendidos, el dengue es la más elevada con un total de 750 personas infectadas, ocasionando a veces la muerte. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2017)



*Imagen 35: Pacientes - Sub centro de salud, Área N 3 del Cantón la Troncal.
Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2017)*

2.1.5.15. Viviendas del Cantón la Troncal.

El cantón La Troncal presenta un variedad de edificaciones la mayoría de construcciones pertenecen a personas que han emigrado a otros países, De los 54.389

habitantes de la población, de los cuales 15.272 son pobres por necesidades básicas insatisfechas “NBI” extremo y 15.635 no son pobres. A continuación se detalle la situación de pobreza del cantón según sus parroquias: (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2017)

Tabla 5: Viviendas del Cantón La Troncal.

| CATEGORIA | PARROQUIAS | | | |
|--------------------------|------------|-----------------|---------------|--------|
| | LA TRONCAL | MANUEL J. CALLE | PANCCHO NEGRO | TOTAL |
| POBRE POR NI EXTREMO | 10.760 | 866 | 3.646 | 15.272 |
| POBRE POR NBI NO EXTREMO | 17.204 | 1.071 | 4.673 | 22.948 |
| NO POBRE | 14.365 | 818 | 652 | 15.835 |
| SIN DEFINIR | 281 | 10 | 43 | 334 |
| TOTAL | 42.610 | 2.765 | 9.014 | 54.389 |

Fuente: INEC- 2010

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

La distribución de viviendas en el cantón La Troncal está centrado en el sector urbano con un 60% de concentración; mientras 40% de las mismas se encuentran en las zonas rurales parroquiales. A continuación, se detallan mejor los datos mencionados según los registros obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC. (Bermeo Moyano, 2013)

Tabla 6: Propiedades de Viviendas en el Cantón La Troncal – Provincia Cañar.

| TIPO DE VIVIENDA | ÁREA URBANA | ÁREA RURAL | TOTAL |
|--|-------------|------------|-------|
| PROPIA Y TOTALMENTE PAGADA | 0,20% | 0,12% | 0,32% |
| PROPIA Y LA ESTÁ PAGANDO | 0,18% | 0,06% | 0,24% |
| PROPIA (regalada, donada, heredada o por posición) | 0,15% | 0,11% | 0,25% |
| PRESTADA O CEDIDA (no pagada) | 0,26% | 0,22% | 0,48% |
| POR SERVICIOS | 0,10% | 0,43% | 0,53% |
| ARRENDADA | 0,39% | 0,09% | 0,47% |
| ANTICRISIS | 0,24% | 0,17% | 0,41% |

Fuente: INEC- 2010

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tipos de viviendas más comunes que tiene el cantón la Troncal, de acuerdo a los datos obtenidos por INEC:

Tabla 7: Tipos de Viviendas en el Cantón La Troncal – Provincia Cañar.

| TIPO DE VIVIENDA | ÁREA URBANA | ÁREA RURAL | TOTAL |
|-----------------------------------|-------------|------------|--------|
| CASA / VILLA | 6.117 | 3.923 | 10.040 |
| DEPARTAMENTO EN CASA O EDIFICIO | 929 | 62 | 991 |
| CUARTO (O) EN CASA DE INQUILINATO | 893 | 148 | 1.041 |
| MEDIAGUA | 447 | 234 | 681 |
| RANCHO | 319 | 228 | 547 |
| COVACHA | 75 | 47 | 122 |
| CHOZA | 10 | 6 | 16 |
| OTRA VIVIENDA PARTICULAR | 5 | 4 | 9 |
| TOTAL: | 8795 | 4652 | 13447 |

Fuente: INEC- 2010

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

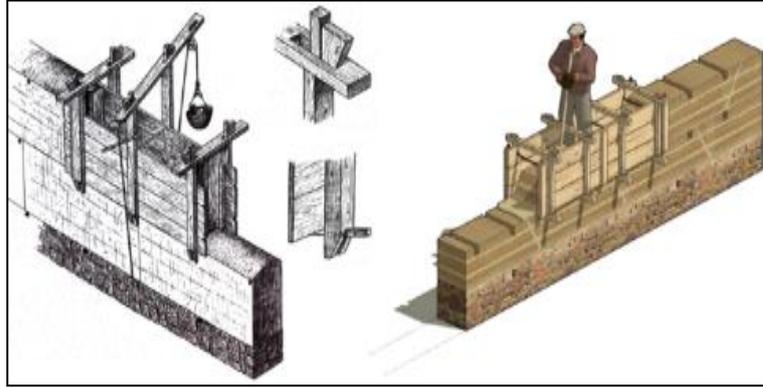
2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Tapia Pisada.

La tapia pisada es una técnica ancestral constructiva que consiste en fabricar muros o paredes entre 30 a 50cm. de espesor, el material que se utiliza es a base de tierra arcillosas; su sistema de construcción consiste en elaborar encofrados hechos de madera y son colocados de forma paralela, después se vierte arcilla entre capas de 10 a 15centímetros y se lo compacta con un pisón fabricado a base de tronco de madera dura. (Arq. Mejia Pablo, 2018).

La tapia pisada también llamado “adobón”, esta técnica consiste en compactar la tierra en diferentes capas, utilizando encofrados de madera de distintas medidas, de acuerdo a la tradición de capa país. En España describen el tapial como encofrado y el bloque construido es la tapia; mientras que la diferencia que tiene el adobe, es que la tapia pisada es construida en su sitio y n es considerado como mampostería. (Sencico, 2016) Cita a (Urbano Tejada, Alan Mendoza, Daniel Torrealva, 2013)

El tapial, consiste en utilizar tierras arcillosas, grasas y húmedas; su proceso se lo realiza mediante la compresión y elaborado a mano, obteniendo con ello una consistencia de masa plástica apto para el uso constructivo de muros. A su vez utilizaban agregados como la paja bien trillada, adquiriendo excelente resultados de la tapia en su resistencia y consistencia del material compactado. (Guillén, 2015)



*Imagen 36: Técnica construcción para tapial.
Fuente: (Valencia, 2014)*

2.2.2. La caña guadúa.

Su nombre común es bambú y su nombre científico es Caña Guadúa *Angustifolia* Kunth “GaK” existen más de mil doscientas especies en el planeta, la guadua crece en regiones tropicales y pueden alcanzar a medir 30 metros aproximadamente; estas plantas pertenece a la subfamilia de las gramíneas, también llamada como bambusoideae; a diferencia de la madera esta especie pueden crecer rápidamente. Una vez cortada no necesita volverla a plantarla ya que esta se propaga sola sin ninguna dificultad. (Arq. Duarte, 2016)



*Imagen 37: Caña guadua.
Fuente: (Morán Ubidía, 2015)*

La Caña Guadúa se destaca con otras especies de su género, posee grandes propiedades de resistencia estructural de su tallo, son livianas y su resistencia es similar a la madera, incluso son comparadas con el acero y otras fibras de alta tecnología, son capaces de absorber energía y admitir una mayor flexión. Esta planta es un excelente material para todo tipo de construcciones y son muy resistente a los sismos. (Arq. Duarte, 2016)



Imagen 38: Construcción con caña guadua.

Fuente: (Morán Ubidia, 2015)

2.2.3. Acabado

El acabado es un proceso de fabricación empleado en la manufactura cuya finalidad es obtener una superficie con características adecuadas para la aplicación particular del producto que se está manufacturando; esto incluye mas no es limitado a la cosmética de producto. (Educalingo.com, 2018)

2.2.4. Adobe

Masa de barro mezclado a veces con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al aire, que se emplea en la construcción de paredes o muros. (Real Academia Española, 2018)

2.2.5. Adobón

Ecuador, Perú y Venezuela. Adobe (masa de barro empleada en la construcción). (Real Academia Española, 2018)

2.2.6. Arena

Se llama arena al conjunto de las partículas de rocas silíceas y de otro tipo que se suelen acumular en la costa. Estas partículas disgregadas, que miden de 0,063 a 2 milímetros, reciben el nombre de granos de arena. (Definición.de, 2018)

2.2.7. Arcilla

Tierra finamente dividida, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, que procede de la descomposición de minerales de aluminio, blanca

cuando es pura y con coloraciones diversas según las impurezas que contiene. (Real Academia Española, 2018)

2.2.8. Arquitectura

La arquitectura es el arte y la técnica de proyectar y construir edificios. El concepto procede del latín *architectura* que, a su vez, tiene origen en el griego. (Definición.de, 2018)

2.2.9. Atalaya

La idea de atalaya puede emplearse en diferentes contextos. Una atalaya puede ser una torre construida en una elevación para vigilar lo que ocurre en los terrenos aledaños o en el océano. A diferencia de otras torres de uso militar, la atalaya suele construirse aislada. La altura ofrece al vigilante la perspectiva necesaria para observar grandes superficies y además le confiere seguridad ante eventuales agresiones. (Definición.de, 2018)

2.2.10. Bambú

Planta de la familia de las gramíneas, originaria de la India, con tallo leñoso de hasta 20 m de altura, cuyas cañas, aunque ligeras, son muy resistentes y se emplean en la construcción y en la fabricación de muebles y otros objetos. (Real Academia Española, 2018)

2.2.11. Bambusoideae

Bambusoideae es el nombre de una subfamilia de plantas que pertenecen a la familia de las gramíneas, una de las familias botánicas más extensas e importantes para el hombre. Su nombre común es bambú. Los bambúes pueden ser plantas pequeñas de menos de 1 m de largo y con los tallos de medio centímetro de diámetro, aunque también los hay gigantes: de unos 25 m de alto y 30 cm de diámetro. Además, aunque los verdaderos bambúes siempre tienen sus tallos leñosos, esto no ocurre en algunas especies. (Educalingo.com, 2018)

2.2.12. Cal

Sustancia alcalina constituida por óxido de calcio, de color blanco o blanco

grisáceo, que al contacto del agua se hidrata o se apaga, con desprendimiento de calor, y mezclada con arena forma la argamasa o mortero. (Definición.de, 2018)

2.2.13. Cimentación

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados. (Educalingo.com, 2018)

2.2.14. Confort

El confort es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación agradable o desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer. (Educalingo.com, 2018)

2.2.15. Construcción

En los campos de la arquitectura e ingeniería, la construcción es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras. En un sentido más amplio, se denomina construcción a todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminada. (Educalingo.com, 2018)

2.2.16. Culmo

El tallo gramíneo asume el nombre de la culminación; está claramente dividido en nodos y entrenudos, de los nudos comienzan las hojas. Los entrenudos están muy cerca de la base de la culminación y deben espaciarse al alejarse del suelo; esto se debe a que el mecanismo primario de crecimiento de la planta se basa precisamente en el crecimiento de los nodos y la consecuente desaparición de los entrenudos. (Educalingo.com, 2018)

2.2.17. Densidad

En física y química, la densidad es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia. La densidad media es la razón

entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. Si un cuerpo no tiene una distribución uniforme de la masa en todos sus puntos la densidad alrededor de un punto puede diferir de la densidad media. (Educalingo.com, 2018)

2.2.18. Ecología

La ecología es la ciencia que estudia a los seres vivos, su ambiente, la distribución, abundancia y cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente. (Educalingo.com, 2018)

2.2.19. Estiércol o excremento de animal

Estiércol mencionada por la Real Academia Española (RAE) en su diccionario alude al excremento de un animal. El término, procedente del vocablo latino stercus, suele utilizarse con referencia a los excrementos y a otras materias orgánicas que se encuentran en descomposición y se utilizan para abonar el suelo. El estiércol del ganado bovino es el más utilizado. Puede usarse en toda clase de suelos y ayuda a abonar cualquier cultivo, pese a que sus características dependen del alimento que se les proporciona a las vacas. (Educalingo.com, 2018)

2.2.20. Fibra

La noción de fibra tiene varios usos. El término puede utilizarse para denominar a los filamentos que constituyen los tejidos de un organismo animal o vegetal. (Definición.de, 2018)

2.2.21. Gramíneo

El adjetivo gramíneo, procedente del vocablo latino gramineus, se emplea para calificar a una planta de acuerdo a ciertas características de su tallo. Por extensión, se conoce con este término a la familia de estas especies. Las gramíneas son angiospermas monocotiledóneas, dos conceptos que refieren a cualidades específicas. (Definición.de, 2018)

2.2.22. Grava

En geología y en construcción, se denomina grava a las rocas de tamaño comprendido entre 2 y 64 milímetros. Pueden ser producidas por el ser humano, en

cuyo caso suele denominarse «piedra partida» o «caliza», o resultado de procesos naturales. (Educalingo.com, 2018)

2.2.23. Kasbahs

Kasbah es en su significado original el nombre árabe de una ciudadela. Este término es especialmente común en los estados del Magreb. Las fortalezas o fortalezas de las antiguas ciudades históricas se describen como Kasbahs. (Educalingo.com, 2018)

2.2.24. Limo

Es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,002 mm a 0,06 mm. (Educalingo.com, 2018)

2.2.25. Medio Ambiente

El medio ambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado. (Definición.de, 2018)

2.2.26. Muro

Determinar el origen etimológico del término muro nos lleva hasta el latín. Y es que deriva de la palabra “murus”, que puede traducirse como “pared exterior”. Un muro es una construcción que permite dividir o delimitar un espacio. El término suele utilizarse como sinónimo de pared, muralla o tapia. (Definición.de, 2018)

2.2.27. Paja

La paja es el tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de “caña”, una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla mediante la trilla. (Educalingo.com, 2018)

2.2.28. Panel

Es elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales en el interior o exterior de las viviendas y otros edificios. Panel es también especie de cartelera de diversas materias y grandes dimensiones que, montada sobre una estructura metálica en paredes de edificios, carreteras u otros lugares, sirve como propaganda de productos, establecimientos, itinerarios públicos, etc. (Educalingo.com, 2018)

2.2.29. Pisón

Instrumento pesado y grueso, de forma por lo común de cono truncado, que está provisto de un mango, y sirve para apretar tierra, piedras, etc. (Real Academia Española, 2018)

2.2.30. Soleras

Pieza de madera que se coloca horizontal en la parte superior de un muro en el mismo sentido de éste, y sobre el cual se apoya la estructura que soportará la techumbre. Esta pieza también es llamada durmiente. Por extensión llámese así a toda pieza de construcción puesta en forma horizontal y sobre la cual se asentarán otras piezas verticales. En la antigüedad las soleras se construían con piedras planas puestas en el suelo a modo de una losa. (Educalingo.com, 2018)

2.2.31. Sostenibilidad

En ecología, sostenibilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos y productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo. (Educalingo.com, 2018)

2.2.32. Tabique

La primera definición de tabique en el diccionario de la real academia de la lengua española es pared delgada que sirve para separar las piezas de la casa. Otro significado de tabique en el diccionario es división plana y delgada que separa dos huecos. El tabique de las fosas nasales. Tabique es también ladrillo. (Educalingo.com, 2018)

2.2.33. Tierra

El término tierra, con origen en el latín terra, tiene varios usos y significados. Puede hacer referencia al material desmenuzable que compone el suelo natural, el terreno dedicado al cultivo o el piso/suelo. (Definición.de, 2018)

2.3. Marco Legal.

La propuesta del panel tiene como finalidad aplicar y respetar las Normas Ecuatoriana de Construcción “NEC” dentro de la constitución que garantice a la población del buen vivir, conservar un ambiente sano, ecológico y la seguridad estructural de la edificación; utilizando los métodos ancestrales para la construcciones de viviendas en el cantón la Troncal. Así mismo se aplicaron Normas internacionales, permitiendo obtener los análisis y resultados de acuerdo al proceso en la elaboración del panel; por lo tanto hemos citado los siguientes códigos:

- **NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)**

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

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

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

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

Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de

estructuras de mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerzas laterales y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas. (MIDUVI, Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2014)

- **NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de Caña Guadúa (Gak).**

Este capítulo tiene como propósito establecer los principios básicos de diseños estructurales a base de la Caña Guadúa. (MIDUVI, Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC-SE-GUADÚA, 2016)

- **NEC-11- Capítulo 16: Norma Hidrosanitaria.**

Capítulo que Establecen los parámetros mínimos que deben incluirse en todo diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias interiores, para garantizar bajo condiciones normales de utilización, su funcionamiento suficiente en cantidad y calidad, en todo espacio y tiempo dentro del predio, casa o edificación. (MIDUVI, Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2014)

- **NEC – Capítulo 15: Norma Instalación Eléctrica.**

Establecer las especificaciones técnicas que deben ser observadas obligatoriamente por los solicitantes del servicio eléctrico para la construcción e instalación de obras civiles y eléctricas. Las disposiciones de esta norma se aplicarán a edificaciones de tipo residencial y comercial, públicos y privados. (MIDUVI, Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2014)

- **Instituto Americano de Concreto “ACI”.**

Código “ACI” requisito de diseños en hormigón de estructura y ensayos que determinarán las propiedades de los materiales que son sometidos a pruebas para analizar su resistencia.

- **Asociación Americana de Oficiales de Carretera Estatales y Transporte “AASHTO”.**

Organización que establece normas, publica especificaciones y hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcciones. Este sistema es uno de los

primeros en la clasificación de los suelos, está basado en los resultados de laboratorio que determinará la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el límite plástico.

- **Asociación Americana de Ensayo de Materiales “ASTM”.**

Normas establecidas por organizaciones internacionales, este documento tiene como propósito determinar los análisis y ensayos de los materiales en laboratorio con el fin de verificar la resistencia de los agregados, concretos mediante sistema de probetas.

- **Institución Nacional de Vías “INV”.**

Norma que describe los métodos para la preparación de las muestras de suelos y agregados, tal como se reciben del terreno para análisis mecánico, pruebas físicas, determinación de la relación entre humedad y densidad y otras pruebas que puedan ser pertinentes.

- **Constitución de la República del Ecuador.**

Sección sexta.

Hábitat y vivienda.

Art. 30.- las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica (Derecho ambiental.org, 2018) cita a (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2011)

Capítulo séptimo.

Derechos de la naturaleza.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. 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 (Derecho ambiental.org, 2018) cita a (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2011)

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. (Derecho ambiental.org, 2018) cita a (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2011)

Sección octava.

Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: (Derecho ambiental.org, 2018) cita a (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2011)

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir (Derecho ambiental.org, 2018) cita a (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2011)

Sección quinta.

Suelo.

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión (Derecho ambiental.org, 2018) cita a (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2011)

- **Plan Nacional para el Buen Vivir 2017 – 2021.**

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

Garantizar el acceso a una vivienda adecuada, segura y digna: Promover la construcción de viviendas y equipamientos sustentables que optimicen el uso de recursos naturales y utilicen la generación de energía a través de sistemas alternativos. (Senplades, 2013 - 2017)

Contaminación ambiental

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

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

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

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

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

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología.

Para este estudio se consideran elementos que permiten una mejor comprensión y análisis del tema. Se ha elaborado bajo la estructura del método experimental, donde se emplean, además elementos descriptivos y exploratorios, debido a que, a partir, del estudio efectuado sobre los materiales a utilizar, fue posible obtener información concluyente sobre qué tipo de recursos son los más viables para la realización del proyecto, que permitan garantizar calidad y durabilidad en las construcciones.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Exploratorio.

Al aplicar técnicas de exploración sobre los diferentes materiales, su historia, ventajas, desventajas, etc., se pretende conocer más a fondo sobre los beneficios que tiene su empleo en la construcción sin que esto represente una afectación directa sobre el entorno. El poder presentar una alternativa del diseño de un nuevo panel constructivo elaborado a base de tapia pisada y acabado con caña guadúa picada, es un gran logro.

También se toma como referente los resultados obtenidos a partir de pruebas de ensayo que se realizaron de manera particular que sirvieron para medir la resistencia del panel a la compresión, flexión y humedad. Sobre todo, porque no existen registros de estudios a fondo previos sobre el tema en el país.

Es pertinente acotar que sobre este estudio en el Ecuador no existe prácticamente investigación. Al respecto (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014) plantea que este tipo de investigación de estudio exploratorio consiste cuando el objetivo se emplea en examinar un tema poco estudiado (P.91). Lo anteriormente expresado es sustentado en revisiones bibliográficas que como diagnóstico de fuentes se ha constatado.

3.2.2. Investigación Experimental

Se considera experimental a esta investigación al intentar de manera práctica la construcción de un panel el cual es de tipo artesanal por el proceso de construcción al que se somete y por utilizar elementos orgánicos y armónicos con el medioambiente propios del contexto geográfico donde se pretende implementar la construcción de viviendas cuyo concepto constructivo sea sobre la base de la utilización de los materiales ya descritos en aspectos anteriores en la investigación. A partir de lo expuesto se podría estudiar el comportamiento, así como los fenómenos que puedan incidir en los materiales como: el calor y la humedad, realizar pruebas de ensayos en donde se podrá determinar si están aptos para la construcción.

3.2.3. Descriptiva.

La finalidad de este estudio descriptivo es analizar, las características de los materiales, realizar pruebas de ensayos, permitiendo utilizar métodos como; pruebas de laboratorio para conocer la resistencia del panel y la absorción de humedad; se realizaran encuestas a: constructores, futuros beneficiarios del sector, para darles a conocer el nuevo producto que se lanzara al mercado en el ámbito constructivo.

En tal sentido y en correspondencia a lo planteado por (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014), cuando considera que: “la investigación de estudio descriptivo consiste en buscar la especificación de propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Es decir, únicamente pretenden medir, recoger información sobre conceptos o variables” (P.92).

3.3. Enfoque.

El presente trabajo tendrá un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), considerando los métodos procedimientos y técnicas que se emplearan en el estudio para conocer las calidad y cantidad del nuevo panel. En tal sentido el estudio debe ir demostrando de forma secuencial que este producto está apto para la construcción de mampostería. Una vez que este sea sometido a las pruebas de laboratorios pertinentes y de esta manera determinar las características como: la resistencia sísmica, fenómenos naturales. Mientras que los cualitativos pretende examinar con exactitud las características de los materiales, utilizando la técnica de recolección de datos.

3.3.1. Enfoque cuantitativo:

Según (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014), dice que posee utilizar la recolección de datos para probar hipótesis con bases en la medición numérica y el análisis estadístico con el fin de comprobar las teorías (P.5).

3.3.2. Enfoque cualitativo:

De acuerdo a lo planteado por (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014), el enfoque cualitativo de investigación, utiliza la recolección y análisis de los datos para afirmar las preguntas de investigación, y los estudios pueden ser antes o después de la recolección y el análisis de datos (P.7).

3.4. Técnica e instrumentos.

Como técnica esencial del estudio, se aplicará las encuestas estructuradas. Este instrumento parte de la recopilación de datos, entorno al panel elaborado a base de la tapia pasada y con caña guadúa, teniendo como propósito el de dar a conocer a los usuarios este nuevo producto que se ofrecerá al mercado constructivo. En esencia, esta técnica consiste en recoger información a través de preguntas sistematizadas en un cuestionario impreso basado en preguntas cerradas de respuestas en la escala Likert, la que lleva a un proceso de valoración de las preguntas en una progresión valorada del 1 al 5, considerando los siguientes parámetros:

1. Totalmente de acuerdo.
2. Muy de acuerdo.
3. De acuerdo.
4. Parcialmente de acuerdo.
5. En desacuerdo.

Según (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014) indica que este método consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones para medir la reacción del participante. Es decir se presenta cada afirmación y se solicita al sujeto que externé su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala Likert. A cada punto se le asigna un valor numérico (P. 238).

3.5. Población.

La población en nuestra investigación está relacionada al sector que se implementará el proyecto, de acuerdo al último censo realizado a nivel nacional por el Instituto nacional de estadística y censos “INEC-2010”; Indicando que el cantón La Troncal cuenta con una población en la zona urbana de 42.610 habitantes y la zona rural la cual será nuestra muestra, posee con un total de 11.779 hab.

Según, (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014) “una vez que se ha definido cuál será la unidad de análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre lo que se pretende generalizar los resultados” (P. 174).

3.6. Muestra.

La muestra elegida para esta investigación es de clase probabilístico y su tamaño de población es conocida o finita, la cual se calcula a través de la formula planteado por (Fidias G., 2012) citado por (Metodoloiaecs, 2014) a continuación se detalla:

Formula:
$$n = \frac{Z^2 (P)(Q)N}{e^2 (N-1) + P*Q*Z^2}$$

Donde:

n= Muestra

N= Población: 11.779

Z= Nivel de Confianza: 1,96

P= Probabilidad de éxito: 0,50

Q= Probabilidad de fracaso: 0,50

e= Error permitido: 5%

$$n = \frac{(196)^2 (0,50) (0,50) 11.779}{(0,50)^2 (11.779 - 1) + (0,50) (0,50) (1,96)^2}$$

$$n = \frac{11.312,55}{30,41}$$

$$n = 372,06$$

A través de la fórmula empleada nos dio como resultado a 372 habitantes, a la cual se aplicara cómo muestra para 150 personas encuestadas; por ser un proyecto tipo investigativo, a quienes se les aplicara la técnica de la encuesta utilizando el instrumento de documentos impresos, que nos permitirá evaluar sus propias opiniones.

3.7. Análisis de resultados.

Se realizó la encuesta a la población general del cantón La Troncal, provincia del Cañar, mediante preguntas objetivas para su posterior análisis. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

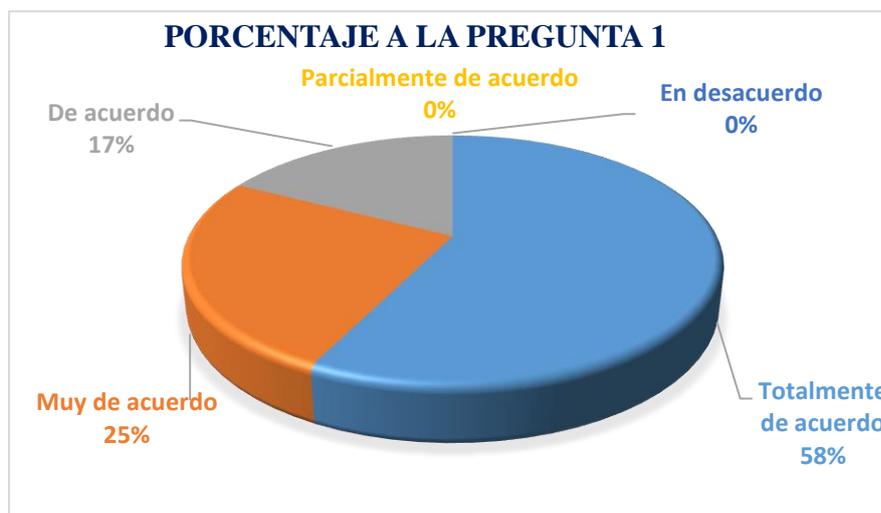
ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE LA ZONA RURAL DEL CANTÓN LA TRONCAL – PROVINCIA DEL CAÑAR.

Pregunta 1.- ¿Si se presenta la oportunidad de implementar la utilización de un nuevo material de construcción formado a base de tapia pisada, materia orgánica, con acabados de caña guadúa picada, estaría dispuesto a conocerlo?

Tabla 8: Respuesta en base a la pregunta 1

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 86 | 58% |
| Muy de acuerdo | 38 | 25% |
| De acuerdo | 26 | 17% |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal
Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 2: Resultado en base a la pregunta 1

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.
Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy. (2018)

Análisis: Los resultados presentados por la población en esta pregunta, presentan un alto índice de aceptación y suficiente curiosidad como para poder presentar la opción de la construcción de viviendas de populares con materiales elaborados a base de tapia pisada, con acabados de caña guadúa picada; con un 58% están totalmente de acuerdo, el 25% muy de acuerdo y el 17% de acuerdo.

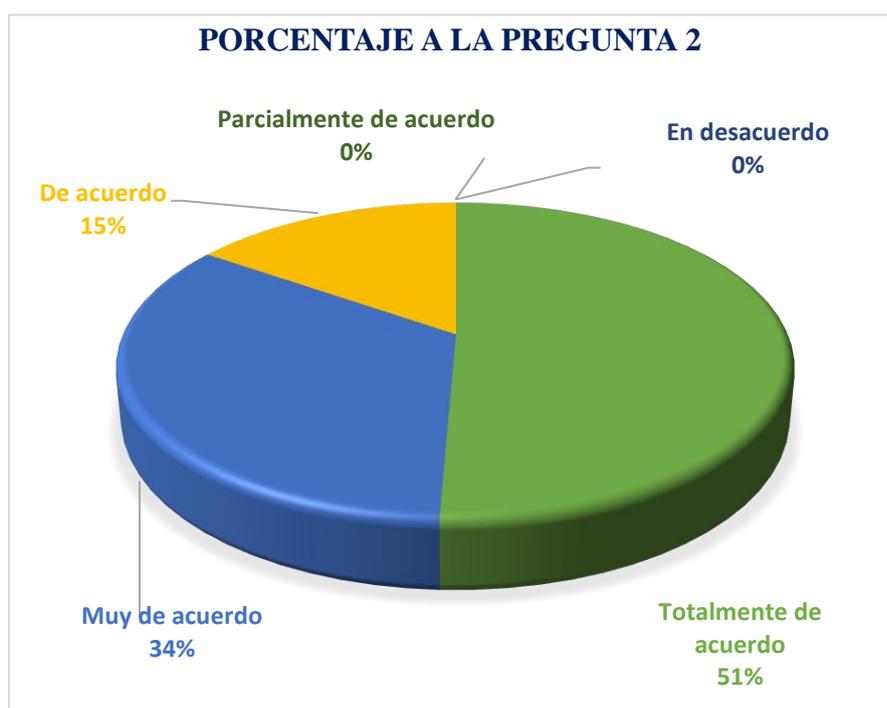
Pregunta 2.- ¿Optaría usted, por la construcción de su vivienda con paneles elaborados a base de tapia pisada, con acabados interiores de caña guadúa picada?

Tabla 9: Respuesta en base a la pregunta 2

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 76 | 51% |
| Muy de acuerdo | 51 | 34% |
| De acuerdo | 23 | 15% |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 3: Resultado en base a la pregunta 2

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: Los datos arrojados en esta pregunta, nuevamente demuestran el interés de la población en la propuesta, ya que un 51% están totalmente de acuerdo en construir con los paneles elaborados a base de tapia pisada y acabados de caña guadúa picada, el 34% muy de acuerdo, un 15% de acuerdo.

Pregunta 3.- ¿Le atrae la idea de que podría construir su vivienda con paneles elaborados a base de tapia pisada, con acabados de caña guadúa picada brindándole, entre otras características, un ahorro en los gastos de construcción?

Tabla 10: Respuesta en base a la pregunta 3

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 53 | 36% |
| Muy de acuerdo | 44 | 29% |
| De acuerdo | 26 | 17% |
| Parcialmente de acuerdo | 15 | 10% |
| En desacuerdo | 12 | 8% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 4: Resultado en base a la pregunta 3

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: La preocupación de la población por no incurrir en mayores gastos a la hora de construir sus viviendas presenta una ventaja ya que la aceptación por la utilización de paneles elaborados a base de tapia pisada se incrementa apreciándolo con el 36% de los encuestados que está totalmente de acuerdo, el 29% están muy de acuerdo, mientras el 17% de acuerdo, un 10% están parcialmente de acuerdo, y el 8% en desacuerdo.

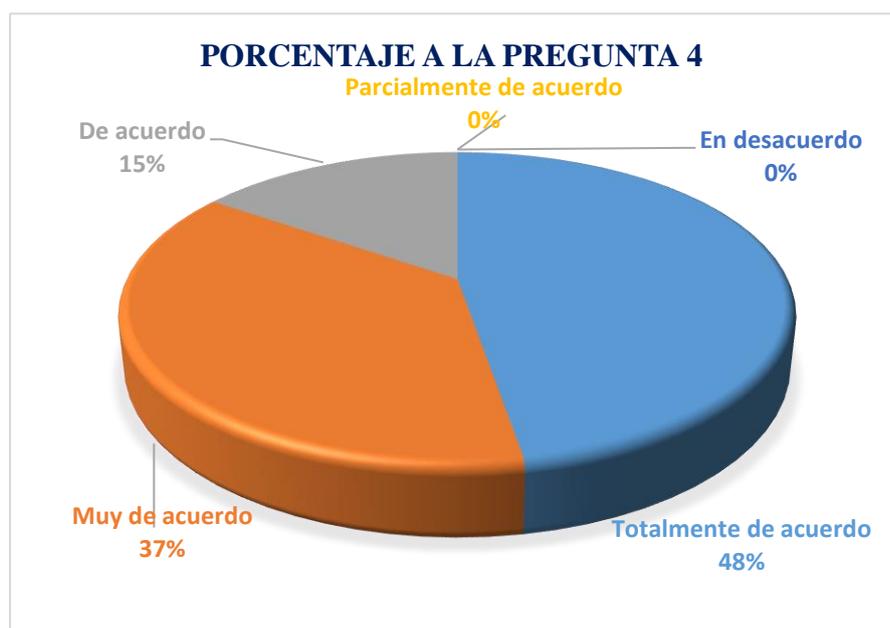
Pregunta 4.- ¿Considera usted que es importante a la hora de construir su vivienda con paneles elaborados a base de tapia pisada y la utilización de caña guadúa en el interior de la vivienda como acabado decorativo, no incrementen la contaminación ambiental?

Tabla 11: Respuesta en base a la pregunta 4

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 71 | 48% |
| Muy de acuerdo | 56 | 37% |
| De acuerdo | 23 | 15% |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 5: Resultado en base a la pregunta 4

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: La preocupación de los habitantes por el medio ambiente a la hora de la construcción de sus viviendas, se vio reflejada en esta pregunta debido a que el 48% de las personas encuestadas están totalmente con la afirmación, el 37% está muy de acuerdo, el 15% de acuerdo.

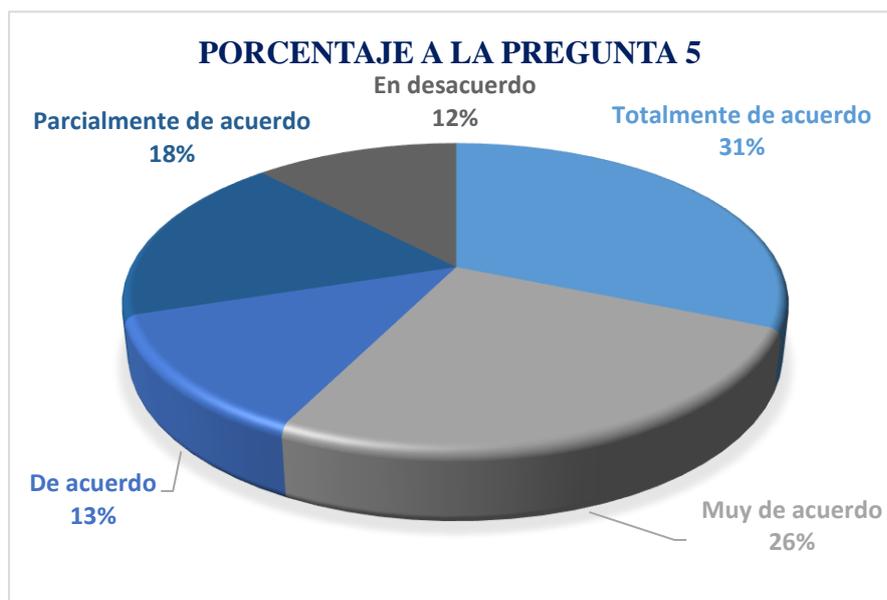
Pregunta 5.- ¿Cree usted que es necesario que el panel propuesto elaborado a base de tapia pisada, con acabados de caña guadúa picada tenga propiedades que le permitan brindar mayor seguridad ante un movimiento telúrico que los materiales convencionales?

Tabla 12: Respuesta en base a la pregunta 5

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 47 | 31% |
| Muy de acuerdo | 39 | 26% |
| De acuerdo | 19 | 13% |
| Parcialmente de acuerdo | 27 | 18% |
| En desacuerdo | 18 | 12% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 6: Resultado en base a la pregunta 5

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: Debido al acontecimiento presentado en abril del 2016, en donde el país sufrió un fuerte terremoto, la población busca más seguridad al momento de construir sus viviendas por lo que estuvo de acuerdo con la necesidad de que los paneles elaborados a base de tapia pisada presenten mayor seguridad; 31% están totalmente de acuerdo, el 26% muy de acuerdo, un 11% de acuerdo, el 13% parcialmente de acuerdo, y un 19%.

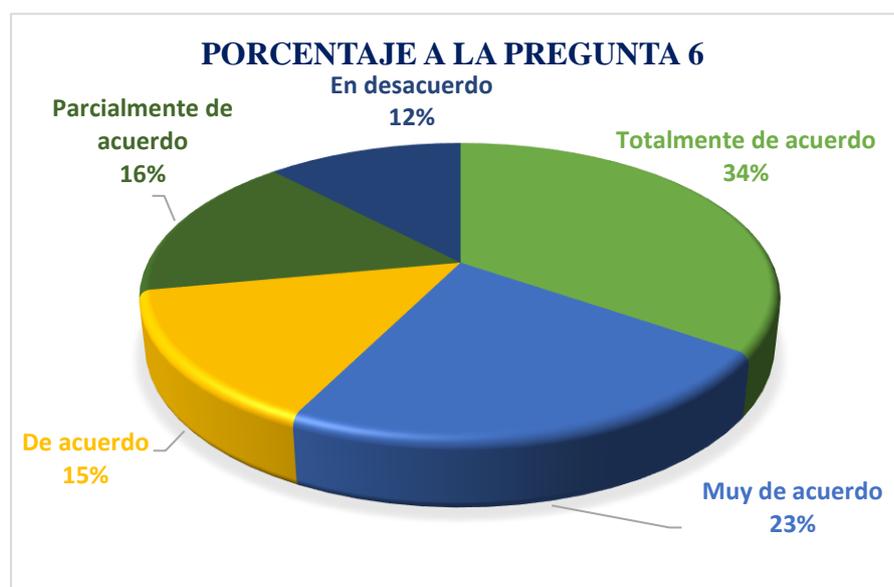
Pregunta 6.- ¿Considera usted que la construcción de estas viviendas a base del prototipo modular, le brindaría una mayor seguridad en caso de un incendio a diferencia de las construcciones con solo caña guadua?

Tabla 13: Respuesta en base a la pregunta 6

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 52 | 34% |
| Muy de acuerdo | 34 | 23% |
| De acuerdo | 22 | 15% |
| Parcialmente de acuerdo | 24 | 16% |
| En desacuerdo | 18 | 12% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 7: Resultado en base a la pregunta 6

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: Al preguntar a la población sobre la percepción que en el caso sufriera un incendio, se obtuvo que el 34% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo, que podría brindarles más seguridad a diferencia de las viviendas a base de solo caña guadua, el 23% está muy de acuerdo, el 15% de acuerdo, un 16% parcialmente de acuerdo y el 12% en desacuerdo.

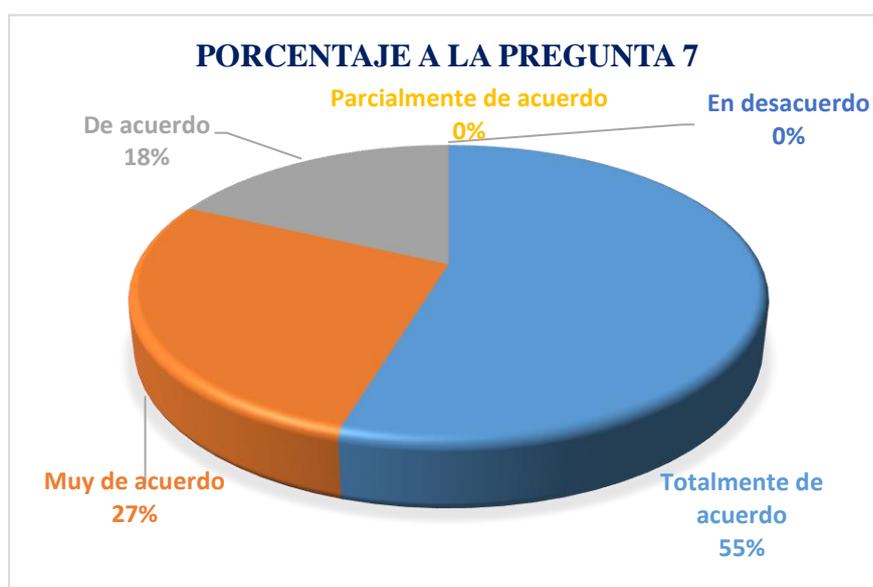
Pregunta 7.- ¿Está de acuerdo con la afirmación “la construcción de una vivienda eco-sustentable con paneles elaborados a base de tapia pisada, con acabados interiores de caña guadúa picada, podrán mejorar su estilo de vida y salud?”

Tabla 14: Respuesta en base a la pregunta 7

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 82 | 55% |
| Muy de acuerdo | 41 | 27% |
| De acuerdo | 27 | 18% |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 8: Resultado en base a la pregunta 7

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: La población encuestada indica que el 55% están totalmente de acuerdo con la afirmación, el 27% dijeron que están muy de acuerdo y el 18% de acuerdo porque consideran que la generación de opciones menos dañinas con el medio ambiente le brindara espacios más saludables y agradables.

Pregunta 8.- ¿En caso de que su vivienda, por algún motivo, hubiese cumplido su vida útil, consideraría usted reemplazarla por una vivienda cuyo revestimiento vertical sea con materiales elaborados a base de tapia pisada y material orgánico?

Tabla 15: Respuesta en base a la pregunta 8

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 65 | 43% |
| Muy de acuerdo | 43 | 29% |
| De acuerdo | 28 | 19% |
| Parcialmente de acuerdo | 14 | 9% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 9: Resultado en base a la pregunta 8

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: El 43% de la población encuestada está totalmente de acuerdo y asegura que, si, de darse el caso de reemplazar parcialmente o de manera completa su vivienda, optaría por la utilización de paneles elaborados a base de tapia pisada y material orgánico, el 29% están muy de acuerdo, el 19% de acuerdo, y el 9% parcialmente de acuerdo con la opción.

Pregunta 9.- ¿Considera usted que el gobierno ecuatoriano debería incluir este tipo de modalidad de construcción dentro del plan casa para todos para satisfacer la demanda de vivienda de aquellas personas de escasos recursos económicos?

Tabla 16: Respuesta en base a la pregunta 9

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 79 | 53% |
| Muy de acuerdo | 41 | 27% |
| De acuerdo | 30 | 20% |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Grafica 10: Resultado en base a la pregunta 9

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: El estudio de opciones nuevas y eco-amigables en el ámbito de la construcción deberían de considerarse ya que la demandas por viviendas de interés social aumenta anualmente, preocupación que denota la población con un 53% que está totalmente de acuerdo de que el gobierno debería considerar este tipo de modalidades de construcción, 27% muy de acuerdo y el 20% de acuerdo.

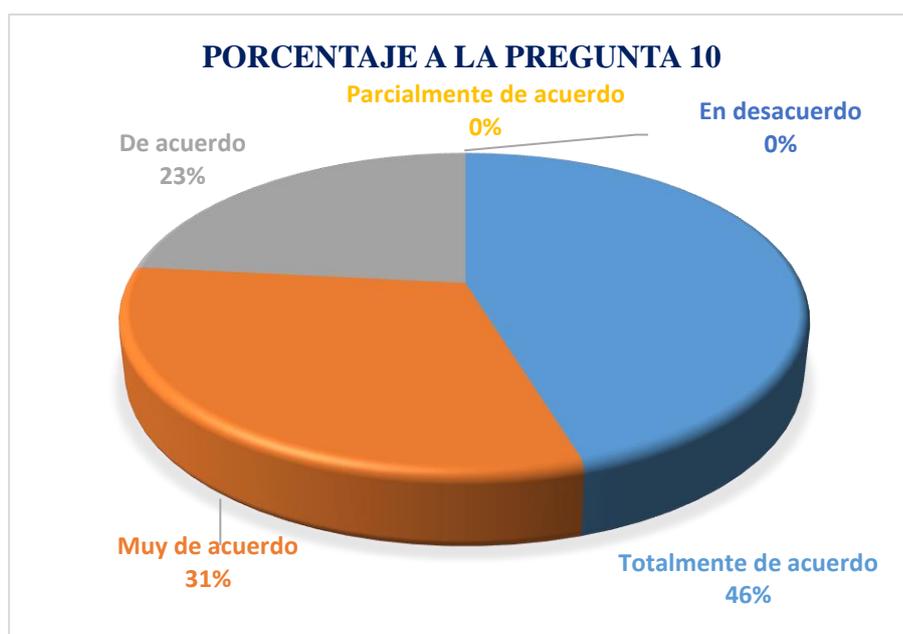
Pregunta 10.- Después de lo leído, ¿recomendaría usted, la construcción de una vivienda con paneles elaborados a base de tapia pisada y con acabados interiores decorativos de caña guadúa picada?

Tabla 17: Respuesta en base a la pregunta 10

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 68 | 46% |
| Muy de acuerdo | 47 | 31% |
| De acuerdo | 35 | 23% |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0% |
| En desacuerdo | 0 | 0% |
| TOTAL | 150 | 100% |

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Gráfica 11: Resultado en base a la pregunta 10

Fuente: Encuesta realizada a la población rural del cantón la Troncal.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Análisis: De acuerdo con los datos obtenidos en esta pregunta, podemos concluir que el 46% están totalmente de acuerdo en recomendar esta nueva opción de construcción de viviendas y presenta un gran interés en conocer más al respecto, el 31% muy de acuerdo y el 23% de acuerdo.

3.8. Experimentación de un prototipo modular de panel con revestimiento vertical en base de tapia pisada, materia orgánica y acabado de caña guadúa picada.

3.8.1. Análisis y Proceso para la elaboración del panel.

Para la elaboración de la propuesta se tomó como guía principales la Norma Ecuatoriana de Construcción del capítulo “NEC-SE- GUADUA”, también se consideró el manual de construcción con bambú, las mismas que establecen los principios básicos para la construcción de paneles, para el análisis de ensayos de materiales se aplicaron las normas de la Asociación Americana de Ensayo de Materiales “ASTM”, Institución Nacional de Vías “I.N.V” y la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes “AASHTO”

3.8.2. Requerimiento de la propuesta.

Dentro de la propuesta para la fabricación del panel se han utilizado materiales, herramientas y equipos, las mismas que se describirán a continuación:

3.8.2.1. Materiales:

- **Tierra arcillosa color café claro:** Este material es utilizado en la fabricación de ladrillos artesanales. Para el presente trabajo se pudo conseguir el material a 12 kilómetro de La Troncal, vía con dirección al sector de pancho Negro, provincia del cañar.



Imagen 39: Recolección de la tierra arcillosa café claro.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Tierra color Rojiza:** Componente plástico el cual es usado en la fabricación de tejas. Para el trabajo se pudo conseguir el material a 25 kilómetros del cantón La Troncal, vía que conduce a la ciudad de Azogues de la provincia de la Cañar.



Imagen 40: Recolección de la tierra rojiza.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Estiércol del ganado vacuno:** El estiércol de ganado vacuno posee propiedades que mejorarán la adherencia del mortero. Este material se obtuvo en el mismo lugar donde se consiguió la tierra roja.

Los pobladores de este lugar se dedican a la ganadería, poseen gran cantidad de cabezas de ganado (de 100 a 1000 bovinos), obteniendo como resultado una gran cantidad de estiércol para la producción del panel.



Imagen 41: Estiércol del ganado vacuno.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Cemento Portland:** Adicionalmente se consideró el cemento Portland como material para optimizar la resistencia del motero. La adquisición de este componente se la puede hacer en todas las distribuidoras de DISENSA S.A.



Imagen 42: Cemento portland.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Paja:** Es una fibra resistente y fue utilizado por los ancestros para mejorar la resistencia de la mezcla. Esta materia prima es extraída de lugares ubicados en la ciudad del Cañar, provincia del mismo nombre.



Imagen 43: Paja.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Caña Guadúa:** Elemento estructural picado, utilizado para revestimiento del panel. Se obtuvo del recinto de la Puntilla a 10 km. Del cantón La Troncal, este sector se dedica a producir y vender la caña al mercado local.



Imagen 44: Obtención de la caña guadua.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **SikaFill - 5:** Revestimiento impermeabilizante elástico, utilizado en paredes, cubiertas, losas; este componente ayudará a evitar la filtración de agua, humedad, hongos, mohos y obtener menor agrietamiento del panel.



Imagen 45: Sika Fill-5, Impermeabilizante de paredes.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Barniz flame control 130:** Barniz retardante de fuego, aplicado para mejorar el acabado de la caña guadúa picada.



Imagen 46: Barniz flame control 130.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.2.2. Herramienta y Equipos:

- **Mazo de madera:** Esta herramienta se utilizó para poder compactar el mortero.



Imagen 47: Mazo de madera.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Martillo:** Objeto utilizado para armar la estructura del panel a base de caña guadúa picada.



Imagen 48: Martillo de metal.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Hacha:** Herramienta que se aplicó para poder picar la caña guadúa.



Imagen 49: Hacha de metal.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Pala:** Elemento para extracción de las tierras arcillosas.



Imagen 50: Pala de metal.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Sierra circular de mesa:** Este equipo se usó para cortar la caña guadúa.



Imagen 51: Sierra circular de mesa.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Encofrado de madera:** Molde que se aplicó para verter el mortero al diseño del panel.



Imagen 52: Encofrado de madera.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Machete:** Herramienta que se emplea para cortar la caña guadua y hacerlo en forma de tiras.



Imagen 53: Machete.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Recipiente plástico:** Utensilio para preparación del mortero.



Imagen 54: Recipiente de plástico.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.3. Proceso para la preparación de la mezcla.

Su proceso consiste en aplicar varios parámetros y normas, que ayudara a determinar la calidad del material, su durabilidad. Con el finalidad de obtener una mezcla resistente utilizado para revestir la caña guadúa picada en la fabricación del prototipo de panel.

3.8.3.1. Análisis de muestras de suelos.

Los análisis de suelo se procedieron a realizar en el laboratorio del Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli de la universidad de Guayaquil. Para esto ensayos se consideraron dos tipos de tierras arcillosas una rojiza y café claro; donde se someterán a pruebas para determinar su comportamiento Líquido y Plástico del material. Con la finalidad de obtener un mortero con gran adherencia y ser utilizado como revestimiento de la Caña Guadua picada.

De acuerdo a los análisis realizado por (Hernández, 2016), se estima que su composición debe contener granos finos, arcillosa para darle plasticidad y una buena adherencia a la mezcla, los porcentajes aproximados es de 40% Arcilla y Limos, 20% arena fina.

- **Límite líquido:** Cantidad de agua que posee el material, con respecto al peso seco de la muestra, expresado en porcentaje; que delimita la transformación entre el estado líquido y plástico de un suelo amasado. Considerando las normas de I.N.V. E – 125 – 13, la AASHTO T 89-02 y ASTM D 4318- 00.

- **Limite plásticos:** Determina el contenido de humedad, donde la misma muestra del suelo empieza a comportarse como plasticidad, su resultado se expresa en porcentaje. Rigiéndose en las normas de I.N.V. E – 126 – 13, la AASHTO T 90-00 y ASTM D 4318-00.

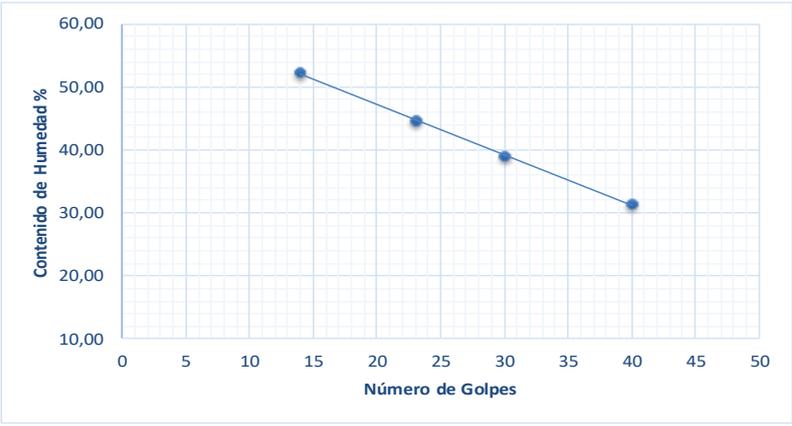
- **Granulometría:** Determina el tamaño de partícula y el tipo de suelo. La misma que se expresa en porcentaje. Considerando las normas de I.N.V. E – 123 – 13, la ASTM D 422-63 y AASHTO T 88 00.

3.8.3.2. Resultados de la Muestra 1: Tierra arcillosa color café claro.

Según el sistema unificado de clasificación de suelos, el material color café claro forma parte de arcillas inorgánicas; el mismo que indica que el límite líquido es menor <50, el índice de plasticidad es de 20,01%. El porcentaje que pasa el tamiz número 200 es mayor al 50%, lo cual indica que es una arcilla plástica “CL”.

• Resultado de Ensayo Límite Líquido y plástico.

Tabla 18: Resultados de la muestra 1 - Ensayo limite líquido y plástico.

| UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL | | FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS | | Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI" | | | | | | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|--|--|
| | |  | |  | | | | | | |
| ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO | | | | | | | | | | |
| NORMA: ASTM D- 4318 | | | FECHA: 25 - OCTUBRE - 2018 | | | | | | | |
| PROYECTO: | | PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA | | | | | | | | |
| CALICATA: | | C-1 | | MUESTRA: Material color café | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | | | | |
| PASO No. | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | |
| Recipiente No. | | 75X | | T14 | | 125 | | R4 | | |
| Peso en grs. | Recipiente + Peso húmedo | | 28,20 | | 25,10 | | 26,50 | | 25,7 | |
| | Recipiente + Peso seco | | 22,60 | | 20,90 | | 22,40 | | 22,30 | |
| | Agua Ww | | 5,60 | | 4,20 | | 4,10 | | 3,4 | |
| | Recipiente | | 11,90 | | 11,50 | | 11,90 | | 11,50 | |
| | Peso Seco Ws | | 10,70 | | 9,40 | | 10,50 | | 10,80 | |
| Contenido de Humedad (%) W | | 52,34 | | 44,68 | | 39,05 | | 31,48 | | |
| Número de Golpes | | 14 | | 23 | | 30 | | 40 | | |
|  | | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO | | | | | | | | | | |
| PASO No. | | 1 | | 2 | | 3 | | | | |
| Recipiente No. | | 130 | | A1 | | 4 | | | | |
| Peso en grs. | Recipiente + Peso húmedo | | 11,40 | | 12,10 | | 11,80 | | W_L: 43,20 % | |
| | Recipiente + Peso seco | | 10,60 | | 11,10 | | 10,90 | | W_P: 21,56 % | |
| | Agua Ww | | 0,80 | | 1,00 | | 0,90 | | I_P: 21,64 % | |
| | Recipiente | | 6,70 | | 6,70 | | 6,70 | | Simbolo de la carta de Plasticidad CL | |
| | Peso Seco Ws | | 3,90 | | 4,40 | | 4,20 | | | |
| Contenido de Humedad W | | 20,51 | | 22,73 | | 21,43 | | | | |
| OBSERVACIONES: El pasante de tamiz No. 200 es mayor del 50% , lo cual es una arcilla inorganica de baja plasticidad. | | | | | | | | | | |
| Av. Kennedy S/N y Av. Delta -Frente al colegio las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037 | | | | | | | | | | |

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Resultado de Ensayo Granulométrico por vía humedad.**

Tabla 19: Resultados de la muestra 1 - Granulométrico por vía humedad.

| Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI" | | | | | |
|---|---|------------|--------------------------------------|------------|-----------------------------|
|   | | | | | |
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE SUELO | | | | | |
| Norma: ASTM D-422 | | | FECHA: 25 de Octubre del 2019 | | |
| PROYECTO: | PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA | | | | |
| UBICACIÓN: | La Troncal | | | | |
| MUESTRA: | TIERRA COLOR CAFÉ CLARO | | | | |
| Tamiz | Peso Parcial grs. | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificación MTOB 2002 |
| 3" | | | | | |
| 2 1/2" | | | | | |
| 2" | | | | | |
| 1 1/2" | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,000 | |
| 1" | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,000 | |
| 3/4" | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,000 | |
| 1/2" | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | |
| 3/8" | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | |
| 1/4" | | | | | |
| No. 4 | 5,400 | 6,593 | 6,593 | 93,407 | |
| No. 8 | 8,500 | 10,379 | 16,972 | 83,028 | |
| No. 10 | 3,100 | 3,785 | 20,757 | 79,243 | |
| No. 16 | | 0,000 | 20,757 | 79,243 | |
| No. 20 | | | | | |
| No. 30 | 24,300 | 29,670 | 50,427 | 49,573 | |
| No. 40 | 7,000 | 8,547 | 58,974 | 41,026 | |
| No. 50 | 6,000 | 7,326 | 66,300 | 33,700 | |
| No. 80 | | | | | |
| No. 100 | 15,000 | 18,315 | 84,615 | 15,385 | |
| No.200 | 12,600 | 15,385 | 100,000 | 0,000 | |
| FONDO | 0,000 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | |
| TOTAL | 81,900 | 100,000 | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | |
| * Estos resultados reflejan únicamente la muestra sometida a ensayo. | | | | | |
| Av. Kennedy S/N y Av. Delta -Frente al colegio las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037 | | | | | |

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli

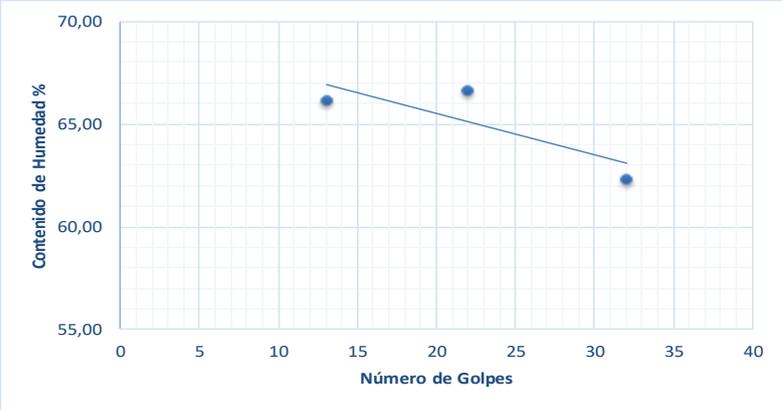
Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.3.3. Resultados de la Muestra 2: Tierra arcillosa color Rojiza.

De acuerdo al sistema unificado de clasificación en suelos, la tierra color rojiza pertenece al grupo de arcillas inorgánicas con contenido de limo de alta plasticidad; el mismo que indica que el límite líquido es mayor >50 %, el índice de plasticidad es de 28,58 %. El porcentaje que pasa el tamiz número 200 es mayor al 50%, lo cual indica que es una arcilla Limo de alta plasticidad "MH".

• **Resultado de Ensayo Límite Líquido y plástico.**

Tabla 20: Resultados de la muestra 2 - Ensayo limite líquido y plástico.

| UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL | | FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS | | Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI" | | | | | | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|-------------|--------------|-------------|--|--|--|
| | |  | |  | | | | | | |
| ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO | | | | | | | | | | |
| NORMA: ASTM D- 4318 | | | FECHA: 25 - OCTUBRE - 2018 | | | | | | | |
| PROYECTO: | | PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA | | | | | | | | |
| CALICATA: | | C-2 | | MUESTRA: Material color rojizo | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | | | | |
| PASO No. | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | |
| Recipiente No. | | T11 | | 21 | | 100 | | | | |
| Peso en grs. | Recipiente + Peso húmedo | | 21,80 | | 22,50 | | 24,00 | | | |
| | Recipiente + Peso seco | | 17,70 | | 18,10 | | 19,20 | | | |
| | Agua Ww | | 4,10 | | 4,40 | | 4,80 | | | |
| | Recipiente | | 11,50 | | 11,50 | | 11,50 | | | |
| | Peso Seco Ws | | 6,20 | | 6,60 | | 7,70 | | | |
| Contenido de Humedad (%) W | | 66,13 | | 66,67 | | 62,34 | | | | |
| Número de Golpes | | 13 | | 22 | | 32 | | | | |
|  | | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO | | | | | | | | | | |
| PASO No. | | 1 | | 2 | | 3 | | | | |
| Recipiente No. | | 24 | | 40 | | 32 | | | | |
| Peso en grs. | Recipiente + Peso húmedo | | 11,50 | | 12,30 | | 12,50 | | | |
| | Recipiente + Peso seco | | 10,50 | | 11,00 | | 11,20 | | | |
| | Agua Ww | | 1,00 | | 1,30 | | 1,30 | | | |
| | Recipiente | | 7,80 | | 7,40 | | 8,00 | | | |
| | Peso Seco Ws | | 2,70 | | 3,60 | | 3,20 | | | |
| Contenido de Humedad W | | 37,04 | | 36,11 | | 40,63 | | | | |
| | | | | | | | | W_L: 66,50 % W_P: 37,92 % I_P: 28,58 % | | |
| | | | | | | | | Simbolo de la carta de Plasticidad  | | |
| OBSERVACIONES: El pasante de tamiz No. 200 es mayor al 50%, lo que indica que es una arcilla Limo de alta plasticidad. | | | | | | | | | | |
| Av. Kennedy S/N y Av. Delta -Frente al colegio las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037 | | | | | | | | | | |

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas -Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Resultado de Ensayo Granulométrico por vía humedad.**

Tabla 21: Resultados de la muestra 1 - Granulométrico por vía humedad.

| Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI" | |   | | | |
|---|-------------------|---|--------------------------------------|------------|--------------------------|
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE SUELO | | | | | |
| Norma: ASTM D-422 | | | FECHA: 25 de Octubre del 2019 | | |
| PROYECTO: | | PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA | | | |
| UBICACIÓN: | | | | | |
| MUESTRA: | | TIERRA COLOR ROJIZA | | | |
| Tamiz | Peso Parcial grs. | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificación MTOP 2002 |
| 3" | | | | | |
| 2 1/2" | | | | | |
| 2" | | | | | |
| 1 1/2" | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,000 | |
| 1" | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,000 | |
| 3/4" | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,000 | |
| 1/2" | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | |
| 3/8" | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | |
| 1/4" | | | | | |
| No. 4 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | |
| No. 8 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | |
| No. 10 | 1,800 | 6,360 | 6,360 | 93,640 | |
| No. 16 | | | | | |
| No. 20 | | | | | |
| No. 30 | 5,700 | 20,141 | 26,502 | 73,498 | |
| No. 40 | 1,700 | 6,007 | 32,509 | 67,491 | |
| No. 50 | 3,400 | 12,014 | 44,523 | 55,477 | |
| No. 80 | | | | | |
| No. 100 | 10,600 | 37,456 | 81,979 | 18,021 | |
| No.200 | 5,100 | 18,021 | 100,000 | 0,000 | |
| FONDO | 0,000 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | |
| TOTAL | 28,300 | 100,000 | | | |

OBSERVACIONES:

* Estos resultados reflejan únicamente la muestra sometida a ensayo.

Av. Kennedy S/N y Av. Delta -Frente al colegio las Mercedarias
 e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.4. Proceso para la elaboración del mortero de relleno.

El Proceso consiste en realizar 5 muestras de dosificaciones, en donde se emplean diferentes proporciones de los materiales como las arcillas que se usaron para los ensayos de suelos, el estiércol del ganado vacuno, adicionalmente se agregaron paja y cemento portland.

Para este procedimiento se aplicó la norma ASTM - C780 y las indicaciones del personal profesional que laboran en el laboratorio del Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli. Por lo que se utilizaron probetas o cilindros con diámetro de 2 pulgadas (5 centímetros) y su altura de 10 cms.

Así mismo, se quebrarán 3 cilindros, transcurridos a cada 7, 14 y 28 días con el fin de poder determinar la resistencia a la compresión del mortero de acuerdo a las NEC 11 - Normas Ecuatorianas de Construcción capítulo 1-24; donde indican que: a los 28 días el mortero de relleno deberá tener una resistencia a la compresión mayor a 10 MPa (101,97 Kg/cm²).

Tabla 22: Clasificación y dosificación morteros de rellenos.

| Tabla 1.5. Clasificación y dosificación por volumen de mortero de relleno | | | | | |
|---|------------------|-------------------|-----|-----------------------|-----|
| TIPO DE MORTERO | CEMENTO PORTLAND | AGREGADOS/CEMENTO | | | |
| | | FINO | | GRUESO(tamaño< 10 mm) | |
| | | MIN | MAX | MIN | MAX |
| FINO | 1 | 2.25 | 3.5 | - | - |
| GRUESO | 1 | 2.25 | 3 | 1 | 2 |

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC Capítulo 1: Cargas y materiales.

La fórmula para determinar es:

$$\text{Área del Cilindro} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Resistencia a la Compresión} = \frac{F}{A}$$

Donde:

$$\pi = 3,14159\dots$$

D= Diámetro del Cilindro.

F= Carga Proporcionalada por la Maquina Universal.

A= Área del Espécimen.

3.8.4.1. Primer Paso: Dosificaciones de los morteros.

- **Dosificación 1:** Para el primer ensayo se utilizó una dosificación de 2 cilindros de Arcilla color café claro, 1 cilindro de estiércol del ganado vacuno, 1 cilindro de cemento portland y 0,50 agua con relación arcilla cemento.



Imagen 55: Dosificación de la mezcla 1.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Dosificación 2:** En la segundo dosificación se consideró; 1 cilindro de arcilla color café claro, 1 cilindro de estiércol del ganado vacuno y 0.25 agua con relación a arcilla.



Imagen 56: Dosificación de la mezcla 2.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Dosificación 3:** En la tercera dosificación se agregaron; 1 cilindro Arcilla color café claro, 1 cilindro estiércol del ganado, 0.50 cilindro de paja y 0.25 de agua con relación arcilla.



Imagen 57: Dosificación de la mezcla 4.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Dosificación 4:** En la cuarta experimentación se aplicó para su dosificación: 1 cilindro de arcilla color rojizo, 1 cilindro de estiércol del ganado y 0.25 agua con relación a arcilla.



Imagen 58: Dosificación de la mezcla 3.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Dosificación 5:** Como Quinta dosificación se aplicó; 1 cilindro Arcilla color rojizo, 1 cilindro de estiércol del ganado, 0.50 cilindro de paja y 0.25 agua con relación arcilla.



Imagen 59: Dosificación de la mezcla 5.

Fuente: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.4.2. Segundo Paso: Preparación del mortero.

El procedimiento para la preparación de los morteros consiste en realizar varios pasos pero con el mismo procedimiento para todas las dosificación. A continuación se describe:

- **Trituración de la arcilla:** Se lo realiza de manera manual, con una piedra para poder obtener la consistencia que se requiere, es decir, dejando partículas muy finas, que ayudan a conseguir con mayor facilidad una mezcla plástica.



Imagen 60: Trituración de la Arcilla color amarillento.

Fuente: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 61: Trituración de la Arcilla color rojizo.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Descomponer el estiércol del ganado:** Se procedió a colocar el estiércol del ganado vacuno en un recipiente para ablandarlo de manera manual. Este proceso ayudará a que la descomposición sea mucho más rápida. Además de controlar que la masa sea más homogeneidad y plástica.



Imagen 62: Descomposición del estiércol del ganado.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Colocación de la mezcla en probetas:** Una vez Elaborada la mezcla es colocada en cilindros de PVC, con un diámetro de 5cm y altura de 10cm, para proceder a las pruebas de compresión a los 7, 14 y 28 días.



Imagen 63: Colocación de la muestra en los cilindros.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 64: Colocación de la muestra en los cilindros.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.4.3. Resultados de los ensayos de resistencia a compresión del mortero.

Una vez obtenidos los 5 resultados de las muestras en los ensayos a compresión del mortero, se pudo concluir que la mezcla, de mayor resistencia, es la muestra 3, con un promedio de 112,58 Kg/cm²; su dosificación es de un cilindro 1 de arcilla color café claro, 1 de estiércol de ganado vacuno, 0.25 de fibra de paja y 0.25 de agua en relación a la cantidad de arcilla. Esta es la proporción que se escogió para la fabricación del panel.

Tabla 23: Cuadro comparativo de los ensayos a compresion del mortero.

| CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CILINDROS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS | | | | | | | | | |
|--|---|---------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------------|-------------|----------|
| MUESTRAS | DOSIFICACIONES DEL MORTERO | DIAMETRO (cm) | FECHA | | EDAD (Días) | ÁREA (cm) | CARGA MAXIMA (Kg.) | RESISTENCIA | |
| | | | ELAB. | ENSAYOS | | | | Kg/cm2 | PROMEDIO |
| 1 | 2 Cilindros de Arcilla color café 1 Cilindro de Estiércol del Ganado 1 Cilindro de Cemento Portland 0,50 Agua con relacion Arcilla | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 0 | 0,000 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 0 | 0,000 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 374 | 19,052 | 19,22 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 380 | 19,358 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 378 | 19,256 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1330 | 67,753 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1335 | 68,008 | |
| 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1330 | 67,753 | 67,84 | | |
| 2 | 1 Cilindros de Arcilla color café 1 Cilindro de Estiércol del Ganado 0,25 Agua con relacion Arcilla | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 730 | 37,19 | 37,09 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 720 | 36,68 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 734 | 37,39 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 950 | 48,40 | 48,28 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 945 | 48,14 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 948 | 48,29 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1500 | 76,41 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1540 | 78,45 | |
| 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1520 | 77,43 | 77,43 | | |
| 3 | 1 Cilindros de Arcilla color café 1 Cilindro de Estiércol del Ganado 0,25 Cilindro de Paja 0,25 Agua con relacion Arcilla | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 830 | 42,28 | 42,40 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 835 | 42,54 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 832 | 42,38 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1580 | 80,49 | 80,57 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1590 | 81,00 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1575 | 80,23 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 2100 | 106,98 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 2230 | 113,60 | |
| 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 2300 | 117,17 | 112,58 | | |
| 4 | 1 Cilindros de Arcilla color rojizo 1 Cilindro de Estiércol del Ganado 0,25 Agua con relacion Arcilla | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 620 | 31,584 | 31,70 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 625 | 31,839 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 622 | 31,686 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 840 | 42,792 | 43,01 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 848 | 43,199 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 845 | 43,046 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1330 | 67,753 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1350 | 68,772 | |
| 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1320 | 67,244 | 67,92 | | |
| 5 | 1 Cilindros de Arcilla color rojizo 1 Cilindro de Estiércol del Ganado 0,25 Cilindro de Paja 0,25 Agua con relacion Arcilla | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 738 | 37,596 | 37,75 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 745 | 37,952 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 740 | 37,697 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1380 | 70,301 | 69,37 |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1355 | 69,027 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1350 | 68,772 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1910 | 97,300 | |
| | | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1900 | 96,791 | |
| 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1922 | 97,911 | 97,33 | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.5. Proceso para la elaboración del panel.

En el proceso para la elaboración del panel se tomará en consideración las Norma Ecuatoriana de la Construcción del capítulo “NEC – SE – MP”, el mismo que cita como referencia al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente “NRS – I0” del capítulo D.10; en donde señala que, en un sistema tradicional de construcción con barro, Excremento del animal, entre otros se llevarán a cabo pruebas de laboratorio para determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción de agua.

Por lo que, el diseño requerido para los ensayos de los paneles es de 50 x50 cm., sin embargo, el producto final es de 120cms de ancho por 90cms de alto, diseñado de forma de machihembrado.

Para la comparar la resistencia del panel, se tomó como referencia las normas ASTM C62, indicando la resistencia mínima a la compresión 13,79 MPa y la resistencia a flexión se aplicó la norma ACI 530. A continuación se detalla los valores:

Tabla 24: Resistencia a la compresión de mampostería de arcilla.

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA | | |
|---|----------------|--|
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REFERIDA AL ÁREA NETA DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA (psi) | | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REFERIDA AL ÁREA NETA DE MAMPOSTERÍA (psi) |
| Mortero Tipo M o S | Mortero Tipo N | |
| 1,700 | 2,100 | 1,000 |
| 3,350 | 4,150 | 1,500 |
| 4,950 | 6,200 | 2,000 |
| 6,600 | 8,250 | 2,500 |
| 8,250 | 10,300 | 3,000 |
| 9,900 | — | 3,500 |
| 13,200 | — | 4,000 |

Para SI: 1 libra por pulgada cuadrada = 0.00689 MPa

Fuente: American Society for Testing and Materials – ASTM C460

3.8.5.1. Primer Paso: Corte, curado y dimensionamiento de la caña guadúa

- **Corte y curado de la caña guadúa.**

El corte de la caña guadúa se lo realizó a partir de los 4 años de edad, y en tiempo de luna menguante; de acuerdo a las indicaciones de las Normas Ecuatoriana de Construcción, del capítulo “NEC – SE – GUADUA”

El curado es de forma natural, colocados verticalmente, permaneciendo en un lugar abierto donde recibió el calor del sol durante 2 semanas; mediante este procedimiento no era necesario aplicar químicos con bórax y ácido bórico para evitar las plagas, humedad, entre otros. Esta técnica es poco aplicado por los productores.



Imagen 65: Secado natura de la caña guadua.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Dimensionamiento y picada de la caña guadúa para el diseño del panel.**

Las dimensiones que se consideraron en la fabricación de los paneles serán: Para la presentación del proyecto es de 1,20 x 0,90 metros; así mismo se elaboraron 3 placas de 50 x 50 centímetro con espesor de 5cm, con la finalidad de determinar su resistencia; medidas que fueron seleccionadas de acuerdo al equipo que posee el laboratorio de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.



Imagen 66: Corte de la caña guadua.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Con un hacha de metal y un par de burritos, permitiendo su fácil manejo al momento de picarlo, con la finalidad de obtener latillas o caña abierta picada.



Imagen 67: Picado de la caña guadúa.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 68: Obtención de la caña guadúa picada.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.5.2. Segundo Paso: Armado del panel y colocación de la mezcla

- **Armado del panel.**

Para el armado se procedió a colocar la caña picada en el encofrado de madera la misma que tiene forma de machihembrado. Así mismo se elaboró una malla realizada a base de tiras de caña de 2cm.ancho y longitudes de 1.15 a 85 cms. La abertura entre tirillas es 15 centímetros, son sujetadas con clavos de 1 pulgada; con la finalidad de obtener un panel resistente.



Imagen 69: Colocación de caña guadúa en el encofrado.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Colocación del mortero.**

De acuerdo al resultado obtenido en los ensayos; se procedió a elaborar el mortero con las proporciones adecuadas y se lo colocaron capas de 1 a 2 centímetros al panel. Después se aplicó la técnica de pisonear la mezcla, se utilizó un martillo de madera, esto ayuda a evitar porosidades y mejorar la adherencia del material.



Imagen 70: Colocación de la mezcla.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.5.3. Tercer Paso: Secado y acabado del panel.

- **Secado del Panel.**

Este proceso consiste en colocar el panel a la intemperie donde reciba directamente el calor del sol y en la noche se lo ubica bajo techo para evitar que se moje. El tiempo de secado es de 28 días aproximadamente.



Imagen 71: Secado del panel.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Acabado del Panel.**

Como último paso se usó protección anti-fuego colocando barniz Flame, obteniendo así, un elemento constructivo, decorativo interior y resistente al fuego. Además se colocó en el exterior del panel el impermeabilizante SikaFill 5 para evitar filtraciones de agua y la aparición de vestigios de humedad, se caracteriza por la buena adherencia lo que permite una mayor resistencia al panel.



Imagen 72: Producto terminado con acabado interior.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

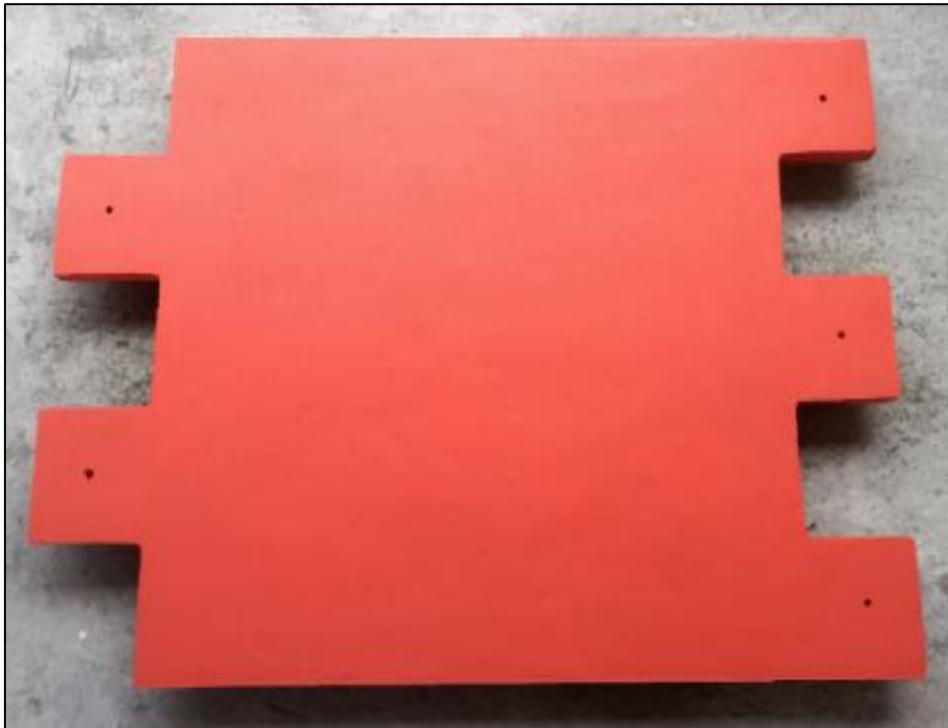


Imagen 73: Producto terminado con acabado exterior.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

3.8.6. Resultados de ensayos a la compresión del panel:

Para determinar los esfuerzos a compresión y flexión del panel, se procederá a realizar los siguientes pasos:

- **Primer Paso:** Registro los pesos de cada panel en la balanza, la misma que tiene un peso de 10.490,50 gramos, que equivale a 10,50 Kg.



Imagen 74: Colocación del panel en la balanza.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Segundo Paso:** Colocación del panel en la maquina universal de 30 Toneladas.



Imagen 75: Colocación del panel en la maquina universal.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Tercer Paso:** Determinación de cargas máximas a la compresión del panel.

Tabla 25: Resultados de resistencia a la compresión del panel.

|  <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"</p>  | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------------|------------------------------------|
| <p>PROYECTO: PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA</p> <p>MUESTRA N°: 1 - 2 - 3</p> <p>CALCULADO POR: Ing. Lindthon Iparreño FECHA: 10 - Enero - 2019</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL PANEL NORMA ASTM-C62 - C65</p> | | | | | | | | |
| MUESTRAS | FECHA | | LONGITUD TOTAL (mm) | ALTO (mm) | ESPESOR (mm) | SECCION (mm) | CARGA MAXIMA (KN) | RESISTENCIA COMPRESION (MPa) |
| | ELAB. | ENSAYOS | | | | | | |
| P-1 | 13/12/2018 | 10/01/2019 | 500 | 500 | 50 | 25000 | 181,61 | 7,55 |
| P-2 | 13/12/2018 | 10/01/2019 | 500 | 500 | 50 | 25000 | 188,6 | 7,84 |
| P-3 | 13/12/2018 | 10/01/2019 | 500 | 500 | 50 | 25000 | 185,4 | 7,71 |
| <p>OBSERVACIONES:</p> <p style="padding-left: 40px;">1 Mpa= 10,197 Kg/cm² 1 KN. = 101,97 Kgf 1000 mm² = 100 cm²</p> | | | | | | | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

En este apartado se refleja la fórmula para determinar los esfuerzos a compresión y flexión del panel se considerando las dimensiones indicadas en el laboratorio del Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli:

Calculo de esfuerzo a compresión.

$$\sigma = \frac{P}{\text{Área}}$$

Donde:

σ = Esfuerzo a la Compresión.

P = Carga a Rotura Máxima.

A = Área del Panel.

3.8.7. Resultados de ensayos a flexión del panel:

El proceso para determinar los ensayos a flexión del panel los siguientes pasos:

- **Primer Paso:** Anotar los pesos de cada panel en la balanza, su peso es de 3.523,90gramos, equivalente a 3,52 Kg.



Imagen 76: Colocación del panel en la balanza.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Segundo Paso:** Después es colocado el panel en la maquina universal de 30 Toneladas.



Imagen 77: Colocación del panel en la maquina universal.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Tercer Paso:** Determinación de cargas máximas a compresión y flexión

Tabla 26: Resultados de resistencia a flexión del panel.

| MUESTRAS | FECHA | | ANCHO (mm) | ESPESOR (mm) | LONGITUD TOTAL (mm) | SECCION (mm) | APOYOS L (mm) | CARGA ROTURA (KN) | MODULO ROTURA A FLEXION (Mpa) |
|----------|------------|------------|---------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| | ELAB. | ENSAYOS | | | | | | | |
| P1 | 13/12/2018 | 10/01/2019 | 200 | 50 | 500 | 10000 | 450 | 4,80 | 7,20 |
| P2 | 13/12/2018 | 10/01/2019 | 200 | 50 | 500 | 10000 | 450 | 5,50 | 8,25 |
| P3 | 13/12/2018 | 10/01/2019 | 200 | 50 | 500 | 10000 | 450 | 5,20 | 7,80 |

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

PROYECTO: PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA
 CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA

MUESTRA N°: 1 - 2 - 3

CALCULADO POR: Ing. Lindthon Iparreño

FECHA: 10 - Enero - 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL PANEL
NORMA ASTM-C62 - C65

OBSERVACIONES:
 1KN = 1000 N
 1Mpa = 1N/mm²
 1 Mpa= 10,197 Kg/cm²
 1 KN. = 101,97 Kgf
 1000 mm² = 100 cm²

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Calculo de esfuerzo a flexión.

Determinación de Momento Flector:

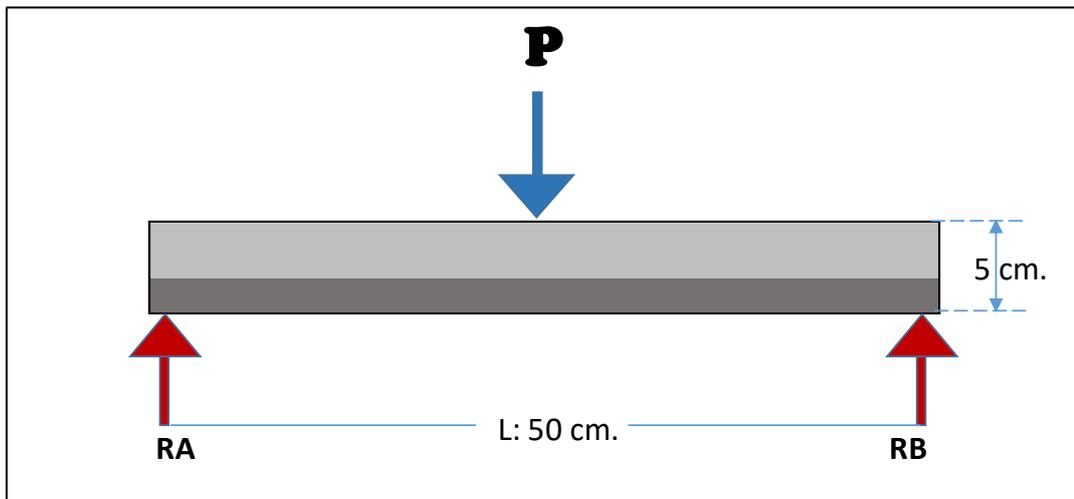


Imagen 78: Diagrama ensayo a flexión.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción "NEC-2015"

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Formula: $M = \frac{P \cdot L}{4}$

Donde:

M = Momento Flector

P = Carga aplicada.

L = Luz

Determinación de cortante.

Formula: $RA = RB = \frac{P}{2}$

Donde:

RA= RB= Cortante

P = Carga aplicada.

3.8.7.1. Muestra - P1

Datos:

1KN = 101,97 Kgf (Kilogramo fuerza)

P= 4, 80 KN = 489, 46 Kg.

L= 500 mm. = 50 cm.

Calculo de momentos.

$$M = \frac{P \cdot L}{4}$$

$$M = \frac{489,46 \cdot 50}{4}$$

$$M = 6.118,25 \text{ Kg/cm}$$

Calculo de cortantes.

$$RA = RB = \frac{P}{2}$$

$$RA = RB = \frac{489,46}{2}$$

$$RA = RB = 244,73 \text{ Kg.}$$

3.8.7.2. Muestra – P2

Datos:

$$1\text{KN} = 101,97 \text{ Kgf (Kilogramo fuerza)}$$

$$P = 5,50 \text{ KN} = 560,84 \text{ Kg.}$$

$$L = 500 \text{ mm.} = 50 \text{ cm.}$$

Calculo de momentos.

$$M = \frac{P * L}{4}$$

$$M = \frac{560,84 * 50}{4}$$

$$M = 7.010,50 \text{ Kg/cm}$$

Calculo de cortantes.

$$RA = RB = \frac{P}{2}$$

$$RA = RB = \frac{560,84}{2}$$

$$RA = RB = 280,42 \text{ Kg.}$$

3.8.7.3. Muestra – P3

Datos:

1KN = 101,97 Kgf (Kilogramo fuerza)

P= 5, 20 KN = 530, 24 Kg.

L= 500 mm. = 50 cm.

Calculo de momentos.

$$M = \frac{P * L}{4}$$

$$M = \frac{530,24 * 50}{4}$$

$$M = 6.628 \text{ Kg/cm}$$

Calculo de cortantes.

$$RA = RB = \frac{P}{2}$$

$$RA = RB = \frac{530,24}{2}$$

$$RA = RB = 265,12 \text{ Kg.}$$

3.8.8. Resultados de Absorción de Agua.

El resultado obtenido del panel modular, tiene un porcentaje de absorción de agua 16,40%, demostrando que este elemento constructivo es muy favorable; con respecto a los sistemas constructivos de panales prefabricados (detalle en la tabla 28)

Tabla 27: Resultado del panel - Absorción de agua.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------|---|-------------|-----------------------|---|-------------|---------------------|-------------|-------------|------------------|---|----------------|
| Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI" | |   | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO ABSORCION DE HÚMEDAD - NORMA NTC 4373 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | FECHA: ENERO DEL 2019 | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADUA PICADA | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | Cantón La Troncal | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN: | Panel Modular | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Peso Inicial</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">=</td> <td style="width: 50%;">3818,20 gr.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Panel Húmedo</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td>4583,90 gr.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Panel Seco</td> <td style="text-align: center;">Ws =</td> <td>3938,10 gr.</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td>16,40 %</td> </tr> </table> | | | Peso Inicial | = | 3818,20 gr. | Peso del Panel Húmedo | = | 4583,90 gr. | Peso del Panel Seco | Ws = | 3938,10 gr. | Absorción | = | 16,40 % |
| Peso Inicial | = | 3818,20 gr. | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Panel Húmedo | = | 4583,90 gr. | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Panel Seco | Ws = | 3938,10 gr. | | | | | | | | | | | | |
| Absorción | = | 16,40 % | | | | | | | | | | | | |
| Cdla. Universitaria Av. Kennedy - frente al Colegio Las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037 | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Fundamentación de la propuesta.

Como parte determinante de este estudio la cual contempla de una técnica constructiva para viviendas populares, consistiendo en un sistema modular basado en paneles elaborado a base del tapial y con acabado de caña guadúa picada; utilizando materiales originarios del sector. Los criterios aplicados para su uso son en primer lugar aligerar la contaminación ambiental y en segundo lugar por motivos económicos al tratar de reducir los costes de su construcción; beneficiando a las familias de las zonas rurales del cantón la Troncal.

Al realizar esta propuesta se toma como base referencial una de las técnicas ancestrales de construcción del Ecuador, la cual utiliza la tapia pisada que contiene como agregados la arcilla, estiércol del ganado, paja y caña guadúa. De tal manera conseguir un nuevo producto de gran calidad, atractivo, seguro y sin impureza; así mismo se aplicará las normas con su respectivo las características que desempeña los paneles como; resistencia a la absorción de humedad, resistencia al fuego, a prueba de impactos, y a su vez fácil mantenimiento.

4.2. Descripción del panel.

El diseño del panel tiene como particularidad un sistema de machihembrado, lo que quiere decir que la forma de los paneles es dentada. Además de presentar un peso favorable, es decir, se encuentra dentro de los parámetros recomendados, permitiendo montar y desmontar con facilidad estos elementos.

Los paneles verticales poseen dos tipos de acabado; la parte interior está elaborado a base de caña guadúa picada, lo que le da un poco de elegancia al ambiente, mientras que, en la parte exterior de la placa posee una textura lisa de color ladrillo, donde es aplicado un impermeabilizante que ayudará a evitar la filtración del agua y la humedad consiguiendo una buena adherencia y resistencia del panel.

Mediante el diseño propuesto del panel se eligió como punto de partida el sistema machihembrado con forma de dientes, tiene un peso de aproximado de 38,10 Kilogramos; la ventaja de estos elementos es que se pueden armar, desmontar con facilidad y en caso de reparación se remplazarían por otros. De acuerdo a lo sugerido por (Salas Serrano, 2016) estos paneles deberían estar cerca de 60 Kg. Para facilitar su manipulación.

Los paneles verticales poseen dos tipos de acabado; la parte interior está elaborado a base de caña guadúa picada, dándole un toque de elegancia al ambiente, mientras su parte exterior de la placa posee una textura lisa de color ladrillo, donde fue aplicado un impermeabilizante que ayudara a evitar la filtración del agua, la humedad, consiguiendo una buena adherencia y resistencia del panel.

La instalación de los paneles inicia con su colocación en lo que será la base de los muros, dispuestos de forma continua para después ser sujetos entre columnas, pilaretes y finalmente asegurarlos con pernos pasantes de ½ pulgada de diámetro por una longitud entre 15 a 20 cms. Colocada la primera fila se vierte una capa de 1 cm de espesor del mortero en la parte superior del panel, la misma que se elaboró previamente, con la finalidad de estabilizar las paredes.

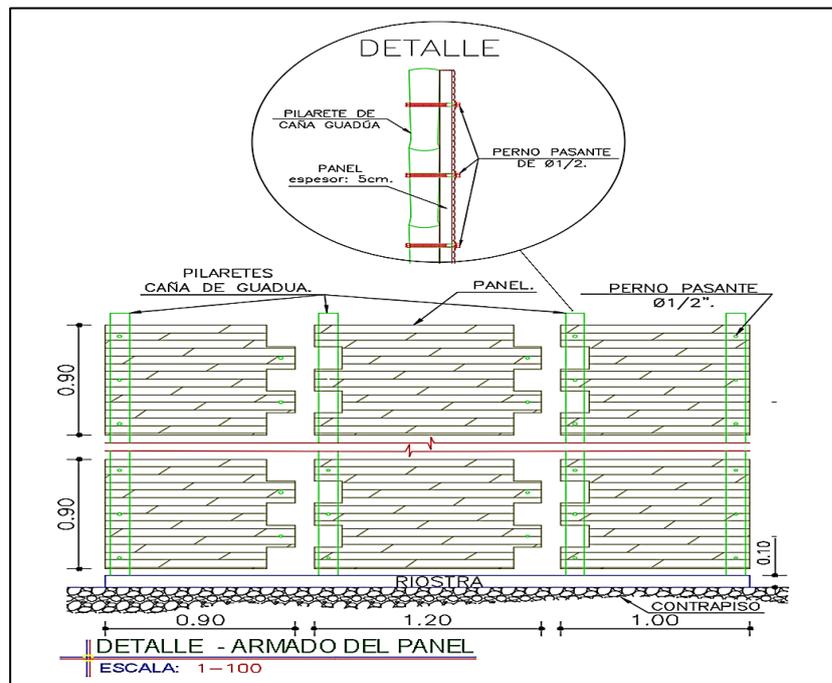


Imagen 79: Detalle armado del Panel.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Para la propuesta se aplicó un diseño de una vivienda popular, su construcción está conformada por 119 paneles, dividido en 3 tipologías; tamaños que están entre los 90, 100 y 120 centímetros de ancho, con una altura única de 90 cm. y su espesor de 5 cm.

A continuación, se detalla los prototipos con su acabado interior a base de caña picada, y su parte exterior liso de color ladrillo:

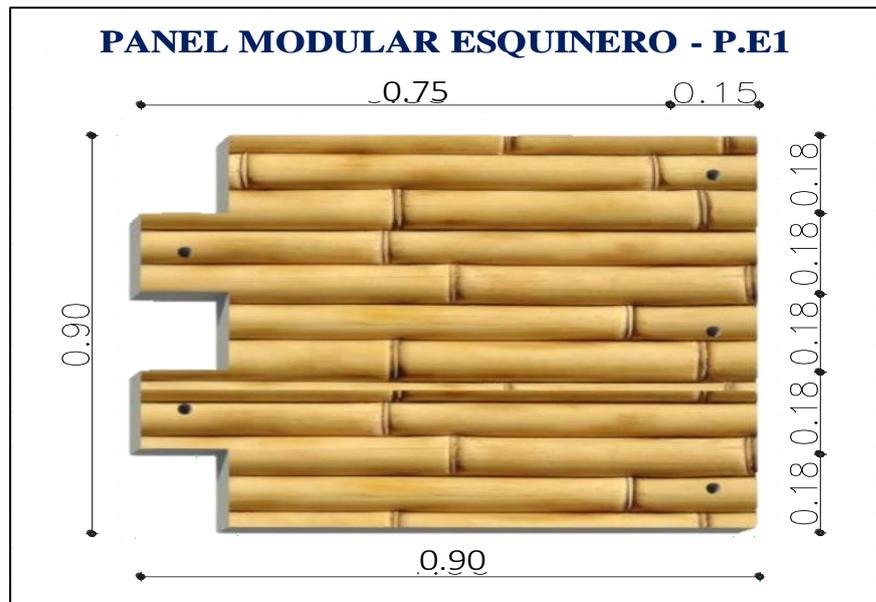


Imagen 80: Dimensión N° 1 - Panel modular – 0.90 x 0.90 mtrs.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 81: Dimensión N° 2 del panel modular - 1.00 x 0.90 mtrs.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

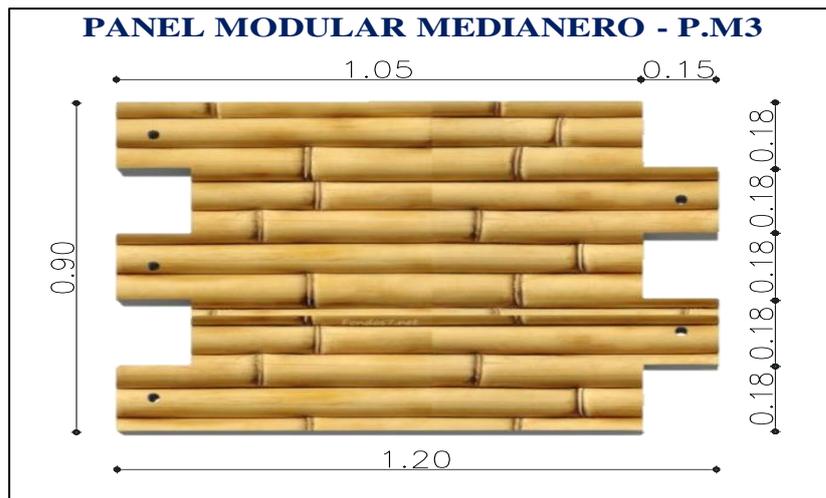


Imagen 82: Dimensión N° 3 del panel modular - 1.20 x 0.90 mtrs.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

4.3. Diagrama de flujos del proceso en la fabricación del panel modular.



Diagrama 1: Diagrama de flujo del proceso.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Cuadro Comparativo de Resistencia a la compresión y flexión y absorción de paneles.

Tabla 28: Cuadro comparativo de los sistemas constructivos de paneles prefabricados

| SISTEMA CONSTRUCTIVO | | PROTOTIPO MODULAR DE PANEL PARA REVESTIMIENTO VERTICAL EN BASE DE TAPIA PISADA Y MATERIA ORGÁNICA CON ACABADO DE CAÑA GUADÚA PICADA (Propuesta Tesis) | PANEL DE FIBROCEMENTO ETERBOARD (Eternit) | PANEL DE CEMENTO PERMABASE (Panel Rey) | ROCA PANEL - 50 (Roca panel) |
|----------------------|---------------|--|--|---|------------------------------------|
| CARACTERISTICAS | | | | | |
| COMPOSICIÓN | | Arcilla color café Claro, Estiércol del Ganado Vacuno y Paja. | Cemento, con Fibras organicas y minerales | Cemento aligerado, Malla de fibra de vidrio | Concreto con perla de poliestireno |
| DIMENSIONES | Espesor (mm.) | 50 | 14 | 15 | 50 |
| | Ancho (mm.) | 1200 | 1220 | 1220 | 600 |
| | Altura (mm.) | 900 | 2440 | 2440 | 1200 |
| RESISTENCIA | Compresión | 79,95 Kg/cm ² | 71,38 Kg/cm ² | 85,77 Kg/cm ² | 57,30 Kg/cm ² |
| | Tracción | 84,13 Kg/cm ² | 74,63 Kg/cm ² | 87,88 Kg/cm ² | 65,95 Kg/cm ² |
| | Absorción | 16,40 % | 35 % | ≤ 10 | 35 % |
| PESO | KG. /Unds. | 38,10 | 35,48 | 41,38 | 43,00 |
| USO | Paredes | x | x | x | x |
| | Tumbado | | | x | |
| PRECIOS | Dolares | \$26,30 | \$25,75 | \$24,50 | \$22,80 |

Fuente:

www.eternit.com.ec

www.panelrey.com

www.rocapanel.mx

Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

4.13. Presupuesto del panel.

Tabla comparativa del presupuesto para la elaboración del panel modular de tapia pisada, versus a construcciones de paredes o mampostería moderna a partir de bloques de hormigón simple. Precios en unidades de metros cuadrados. (Ver anexos de imágenes 115, 116 y 117: Análisis de precio unitario en la elaboración del panel).

4.13.1. Costo del panel propuesto

Tabla 29: Presupuesto referencial del panel a base de tapia pisada y acabado interior de caña guadúa picada.

| PRESUPUESTO DE ELABORACION DEL PANEL A BASE TAPIA PISADA MAS AGREGADO DE EXCREMENTO DEL GANADO Y CON ACABADO DE CAÑA PICADA, METROS CUADRADOS | | | | | |
|--|--|-------|------|---------------------------|-----------------|
| TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS | | | | | |
| ITEMS | DESCRIPCIÓN DE RUBROS | UNID. | CANT | PRECIO | |
| | | | | COSTO UNIT USD \$ | TOTAL USD |
| 1 | MAMPOSTERIA (PANEL) | | | | |
| 1,1 | Paneles a base de tapia pisada y con acabado de caña picada. | M2 | 1,00 | 26,30 | 26,30 |
| 1,2 | Montaje de paneles en la vivienda. | M2 | 1,00 | 7,85 | 7,85 |
| | | | | PRESUPUESTO TOTAL: | \$ 34,15 |
| Estos Precios Incluyen Iva. | | | | | |
| SON: TREINTA CON 85/100 DOLARES AMERICANOS. | | | | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

4.13.2. Costo de mampostería tradicional.

Tabla 30: Presupuesto referencial de mampostería tradicional a base de bloques de hormigón.

| PRESUPUESTO DE MAMPOSTERIA MODERNA A BASE DE BLOQUES DE HORMIGON | | | | | |
|---|--|-------|------|---------------------------|-----------------|
| TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS | | | | | |
| ITEMS | DESCRIPCIÓN DE RUBROS | UNID. | CANT | PRECIO | |
| | | | | COSTO UNIT | TOTAL USD |
| 1 | MAMPOSTERIA | | | | |
| 1,1 | Paredes de bloque de hormigon (9 x 19 x 39cm.) | M2 | 1,00 | 13,00 | 13,00 |
| 1,2 | Enlucido Interior con mortero 1:3 | M2 | 1,00 | 6,50 | 6,50 |
| 1,3 | Enlucido Exterior con mortero 1:3 | M2 | 1,00 | 6,50 | 6,50 |
| 1,4 | Filos de puertas con mortero 1:3 | ML | 1,00 | 4,50 | 4,50 |
| 1,5 | Filos de ventanass con mortero 1:3 | ML | 1,00 | 4,50 | 4,50 |
| 2 | ACABADO | | | | |
| 2,1 | Pintura interior condor (no incluye empaste) | M2 | 1,00 | 5,00 | 5,00 |
| 2,2 | Pintura exterior condor (no incluye empaste) | M2 | 1,00 | 4,51 | 4,51 |
| | | | | PRESUPUESTO TOTAL: | \$ 44,51 |
| Estos precios Incluyen Iva. | | | | | |
| SON: CUARENTA Y CUATRO CON 51/100 DOLARES AMERICANOS. | | | | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

4.14. Aplicación del panel a un diseño estructural a base de caña guadúa para viviendas populares.

Para el estudio estructural de esta vivienda se consultó al ingeniero Lindthon Iparreño, experto en construcciones de caña guadua, hormigón armado y las normas Ecuatoriana de Construcción “NEC”.

El tipo de vivienda que se consideró para la aplicación del panel posee dimensiones de 6,50 metros de ancho, por 10,00 mtrs de profundidad, equivalente a 65,00 m² de construcción y con una alturas entre 3,50 a 2,70 mtrs.

Está construido el 90 % a base de guadua, el 10% contiene materiales con acero, hormigón, piedra, arena y cemento para las cimentaciones como plintos, muros ciclópeos y riostras; a continuación se detalla las características constructivas:

- **Plintos:** El área de cada plinto es de 60 x 60 centímetros, el armado de las parillas contiene hierro corrugado de 10mm. Bajo las normas de la Asociación Americana de Ensayo de Materiales “ASTM”, separación a cada 20cm. para la fundición se utilizará hormigón con resistencia 210kg/cm. El diámetro de los anclajes que penetran en los culmos de GaK, está en función de la altura de las columnas, en todo caso, no deben ser menores a 10 mm (3/8”), ni mayores a 18 mm (3/4”), de acuerdo a las Normas Ecuatorianas con el Código NEC-SE-GUADÚA

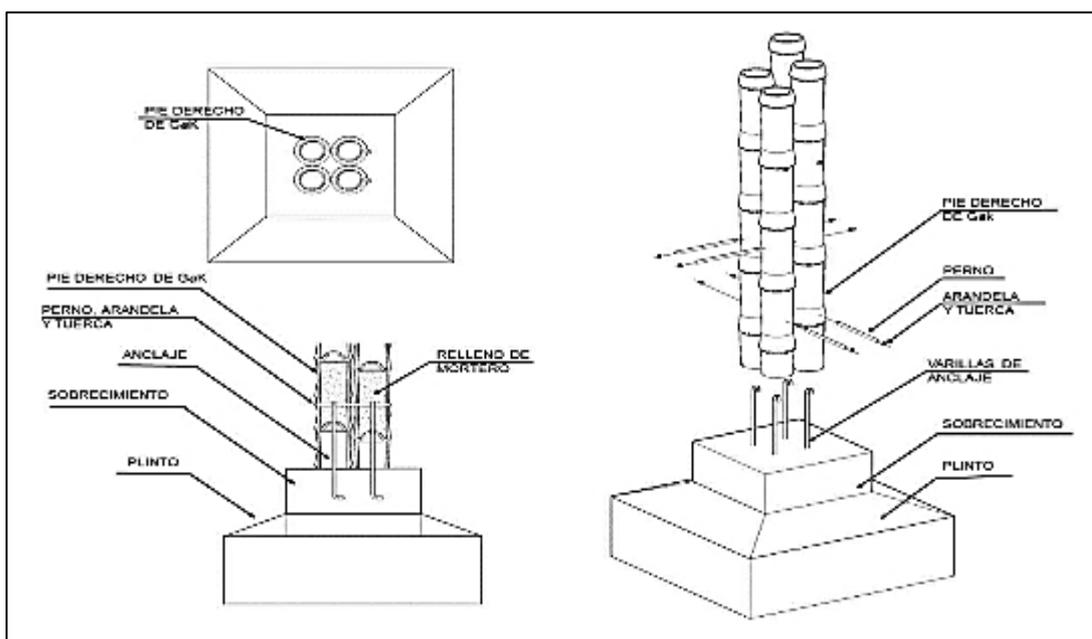


Imagen 83: Detalle de plinto de 60 x 60 cm.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Muro ciclópeo:** El área muro tiene una dimensión de 30 x 30 centímetros. Su fundición contiene el 60% de piedra bola 20 a 30cm. de diámetro y 40% de hormigón simple con resistencia de 180kg/ cm².

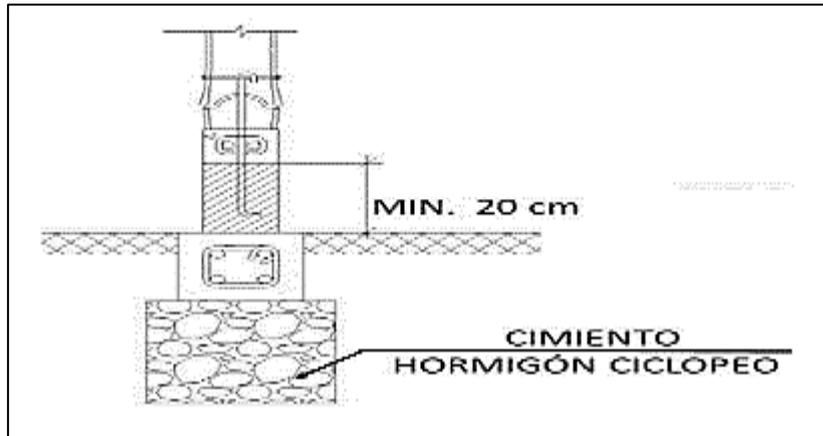


Imagen 84: Detalle de muro ciclópeo.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- Columnas de caña guadúa:** Para la construcción de las columnas se iniciará armando las estructuras necesarias fundidas en plintos de hormigón, su área es de 60 x 60 cm. El proceso de fundición se realiza colocando verticalmente 4 cañas guadúa de longitud de 4,50 y 370 metros, que serán ancladas con varillas corrugada con diámetro de 10 a 12 centímetros y su altura estará en función a la columna, según NEC-SE-GUADÚA. El Gak posee una resistencia a flexión es de 1761, 50kg/cm² y a compresión de 712,74kg/cm².

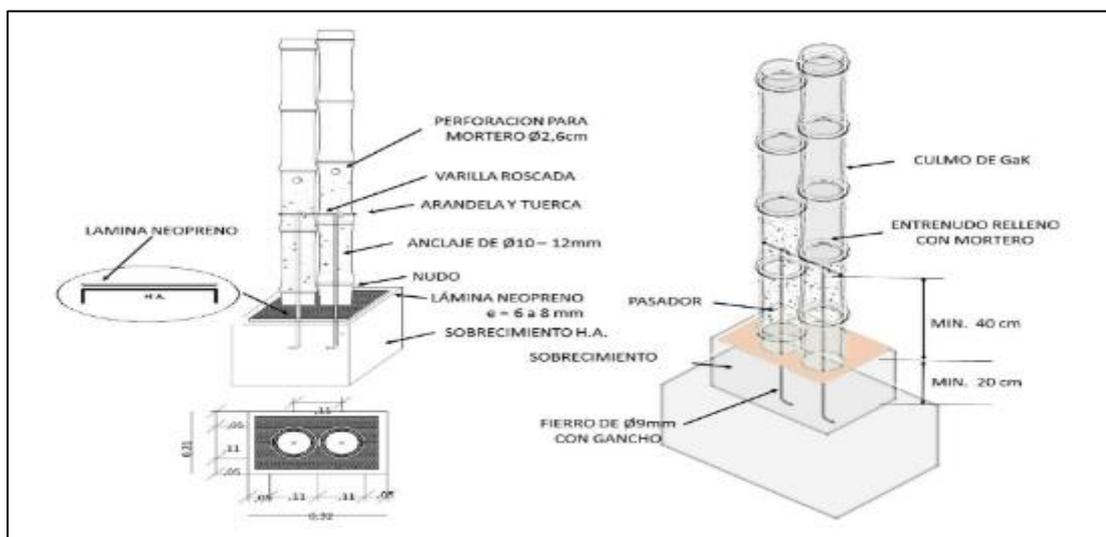


Imagen 85: Detalle armado de columnas.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- Pilaretes de caña guadúa:** Se considera dentro del proceso de construcción el uso de pilaretes a base de caña guadúa; cuya longitud es de aproximadamente 350 a 2.70 metro, con separación a cada 1.20mtr. Estos servirán de apoyo vertical permitiendo la colocación de los paneles a base de la tapia pisada y acabado de caña

guadua. Evitando el pandeo y dotando de resistencia a flexión; es de 1761, 50kg/cm² y a compresión de 712,74kg/cm². y sus anclajes según Normas Ecuatorianas con el Código NEC-SE-GUADÚA.

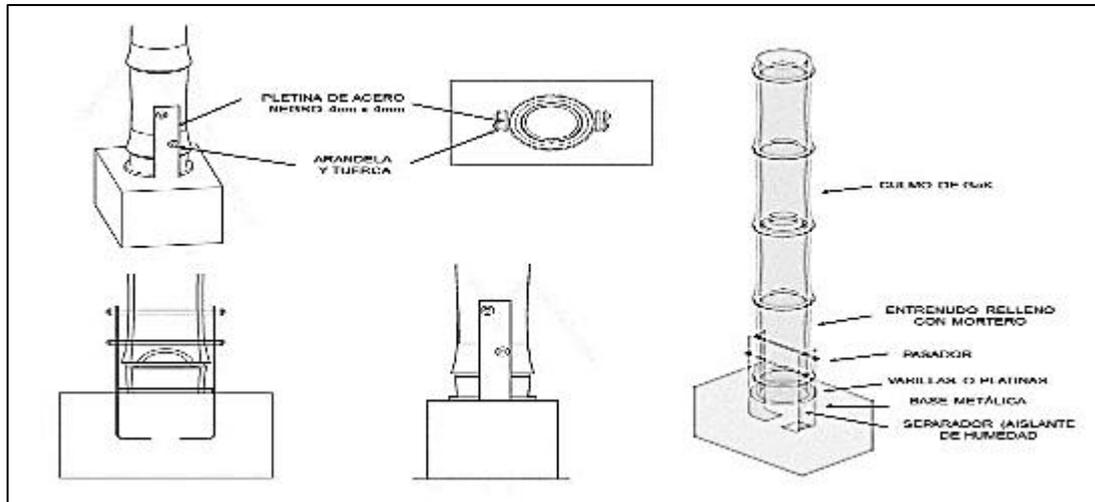


Imagen 86: Detalle armado de pilaretes..

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Vigas de caña guadúa:** La vigas conforman parte del alma de la estructura de la vivienda, su construcción está hecho a base de caña guadúa; se sujetaran con pernos de 10 mm y se procurará que estén ubicados a 30 mm de los nudos. Según Normas Ecuatorianas con el Código NEC-SE-GUADÚA.

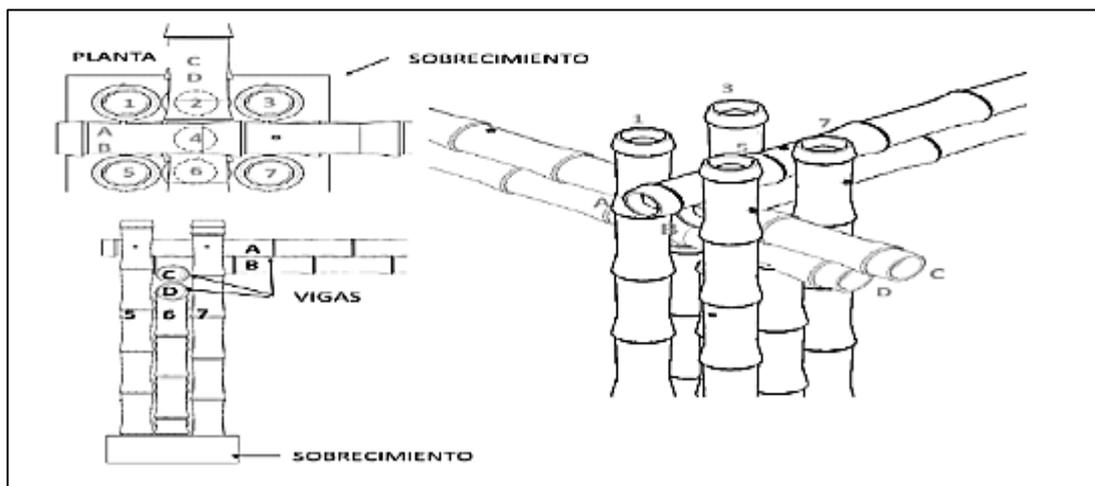


Imagen 87: Detalle del armado de viga.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Viguetas de caña guadúa:** Se utilizará viguetas, las que ayudaran a estabilizar la estructura de los pilaretes, columnas y colocación de ventanas y puertas, confeccionadas de caña guadúa. De acuerdo al Código NEC-SE-GUADÚA.

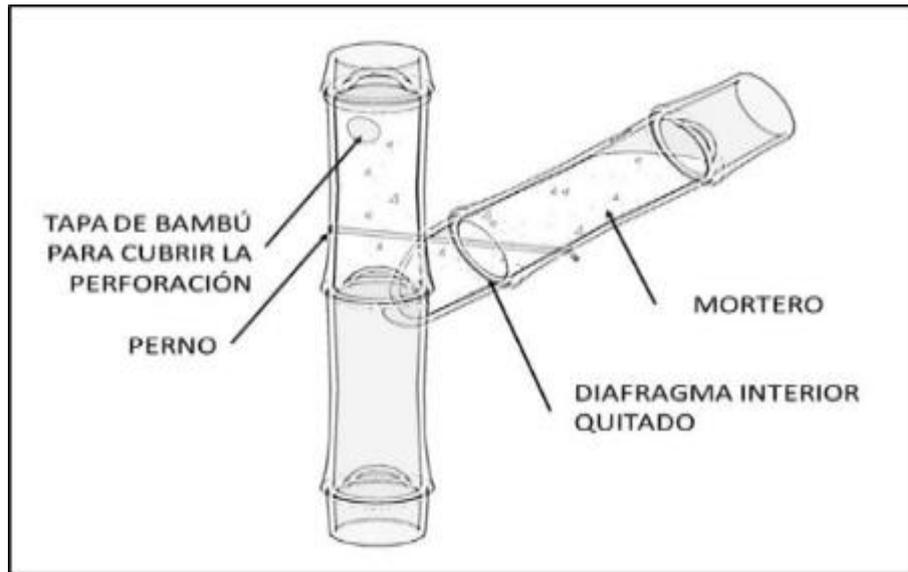


Imagen 88: Detalle del armado de viguetas.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Paredes:** La construcción de las paredes será con los paneles modulares, mismos que contiene agregados como arcilla de color café, estiércol de ganado vacuno, paja y caña guadúa picada. Para el armado de la vivienda se manipularán 10 placas con dimensiones de 0.90 x 0.90mtrs, 29 planchas de 0.90 x 1.00mtr. y 80 de 0.90 x 1.20 mtrs. Serán instaladas con pernos pasantes de ½” pulgada.

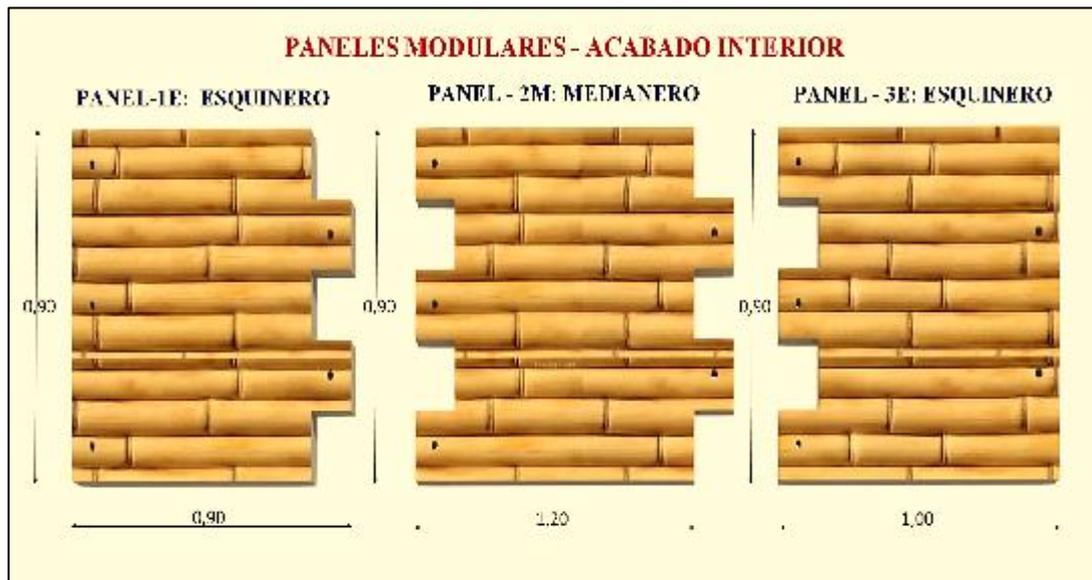


Imagen 89: Paneles modulares - Acabado interior.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

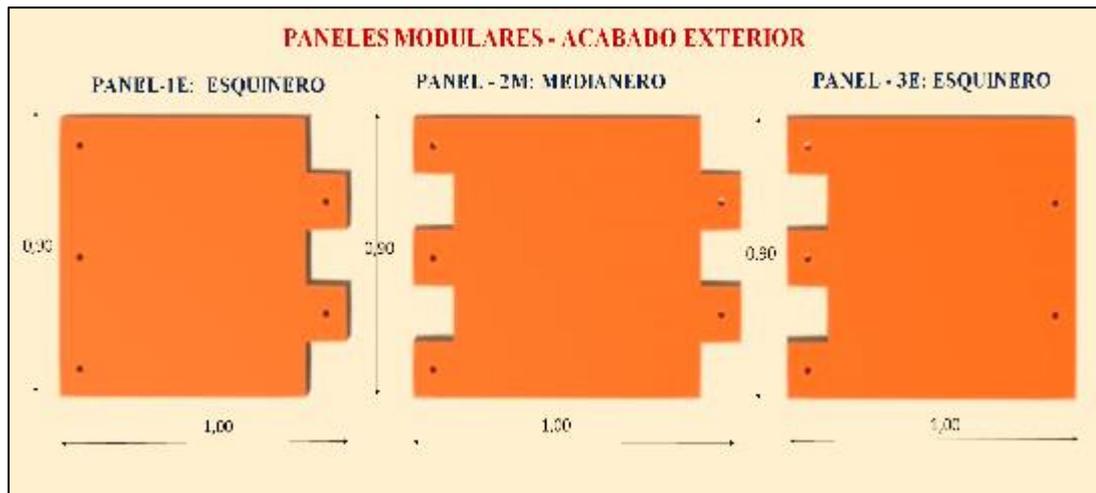


Imagen 90: Paneles modulares - Acabado exterior.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 91: Armado estructural de vivienda con paneles modulares

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Piso:** Para la instalación del piso se utilizará desperdicio de cerámica; así ayudara a reducir costo.



Imagen 92: Detalle de piso con acabado de desperdicio de cerámica.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

- **Estructura de cubierta:** Construcción a base de caña guadúa, la cual será colocada longitudinalmente con una separación de 50 centímetros entre ejes, de manera que permita colocar las láminas del techo según las especificaciones técnicas de los fabricantes.

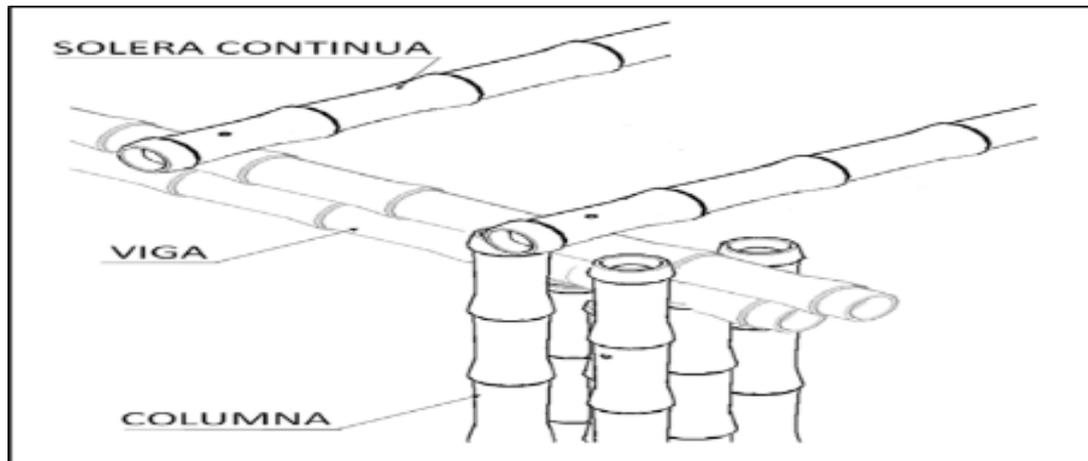


Imagen 93: Detalle de estructura de cubierta

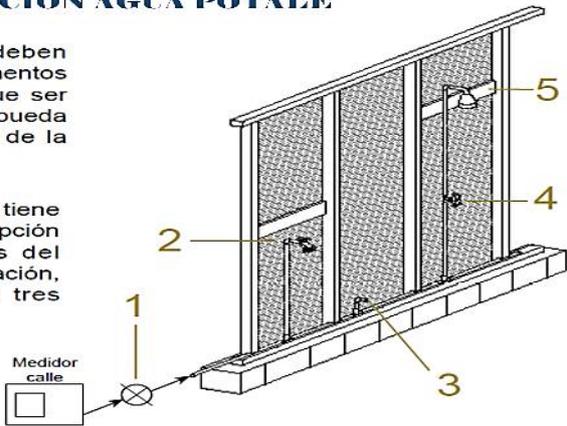
Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Cubierta:** En los techos se colocarán láminas livianas, impermeables y con aleros que cubran las paredes de las fachadas, su ángulo de inclinación respecto a la radiación solar es de 20 y 30 grados, con la finalidad de cubrir las superficies de los culmos de GaK de los rayos UV y lluvias con viento.

- Instalaciones Sanitarias:** Este rubro contempla la provisión de un pozo séptico para la recolección aguas servidas; Así mismo se utilizara tuberías sobrepuestas con diámetros de 50, 75, 100 centímetros las mismas que son PVC, adicionalmente incluyen; agua potable, cajas de registro, accesorios y piezas sanitarias de la marca Edesa. Para el revestimiento del baño se utilizara desperdicios de cerámicas y serán pegados con cemento portland; su sistema constructivo se aplicara de acuerdo a las normas INEN y NEC.

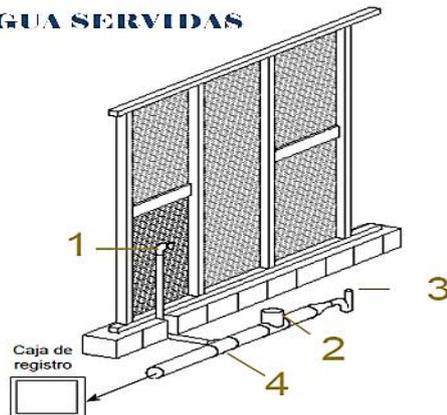
NORMATIVAS PARA INSTALACION AGUA POTABLE

- Las instalaciones sanitarias no deben estar empotradas dentro de los elementos estructurales de bambú. Tienen que ser adosadas para evitar que una fuga pueda deteriorar elementos estructurales de la edificación.
- El sistema de alimentación de agua tiene que ser dotado de válvulas de interrupción (llaves) ubicadas justo después del medidor, en cada piso de la edificación, y en cada ambiente con más de tres aparatos sanitarios.



NORMATIVAS PARA INSTALACION AGUA SERVIDAS

- Las instalaciones sanitarias no deben estar empotradas dentro de los elementos estructurales de bambú.
- La pendiente de los colectores y ramales tiene que ser uniforme y no menor a 1%.
- El empalme entre colectores y ramales de desagüe se harán con un ángulo no mayor a 45° salvo que se hagan en una caja de registro.



1 Válvula de interrupción

2 Grifería de lavabo

3 Acometida de baño

4 Ducha

5 Llave de la ducha

1 Evacuación del lavadero

2 Tubería de inodoro 4"

3 Tubo de 2" para evacuación de ducha con codo

4 Conexión entre tuberías de 2" y 4"

Imagen 94: Detalle de instalaciones sanitarias.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Instalaciones eléctricas:** Serán sobrepuestas, y se usará materiales que cumplan con las normas de la empresa centro sur local, tubería eléctrica metálica “EMT”, este material protegerá a la vivienda en caso de que ocurra un corto circuito que hasta a veces producen incendios.

Consideraciones normativas

- 1** Las instalaciones eléctricas pueden ser empotradas dentro de los muros estructurales de bambú. En caso de requerirse perforaciones éstas no deberán exceder de 1/5 del diámetro de la pieza de bambú.
- 2** Los conductores eléctricos deben ser entubados o de tipo blindado, con terminación en cajas de pases metálicos o de otro material incombustible. Los empalmes y derivaciones serán debidamente aisladas y hechas en las cajas de pase.
- 3** La instalación eléctrica no debe ser perforada o interrumpida por los clavos que unen los elementos estructurales.

Componentes de instalación eléctrica:



1 El medidor



2 Tablero general



3 Punto de Luz



4 Tomacorriente



5 Interruptor

Imagen 95: Detalle de instalaciones eléctricas.

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda, 2016)

- **Acabados:** Las puertas están elaboradas en madera de laurel y ventanas construidas con madera y vidrio, las que contarán con un sencillo acabado, con decoraciones simples acorde al ambiente interno del hogar.

4.15. Diseño arquitectónico de vivienda popular a base de caña guadua.

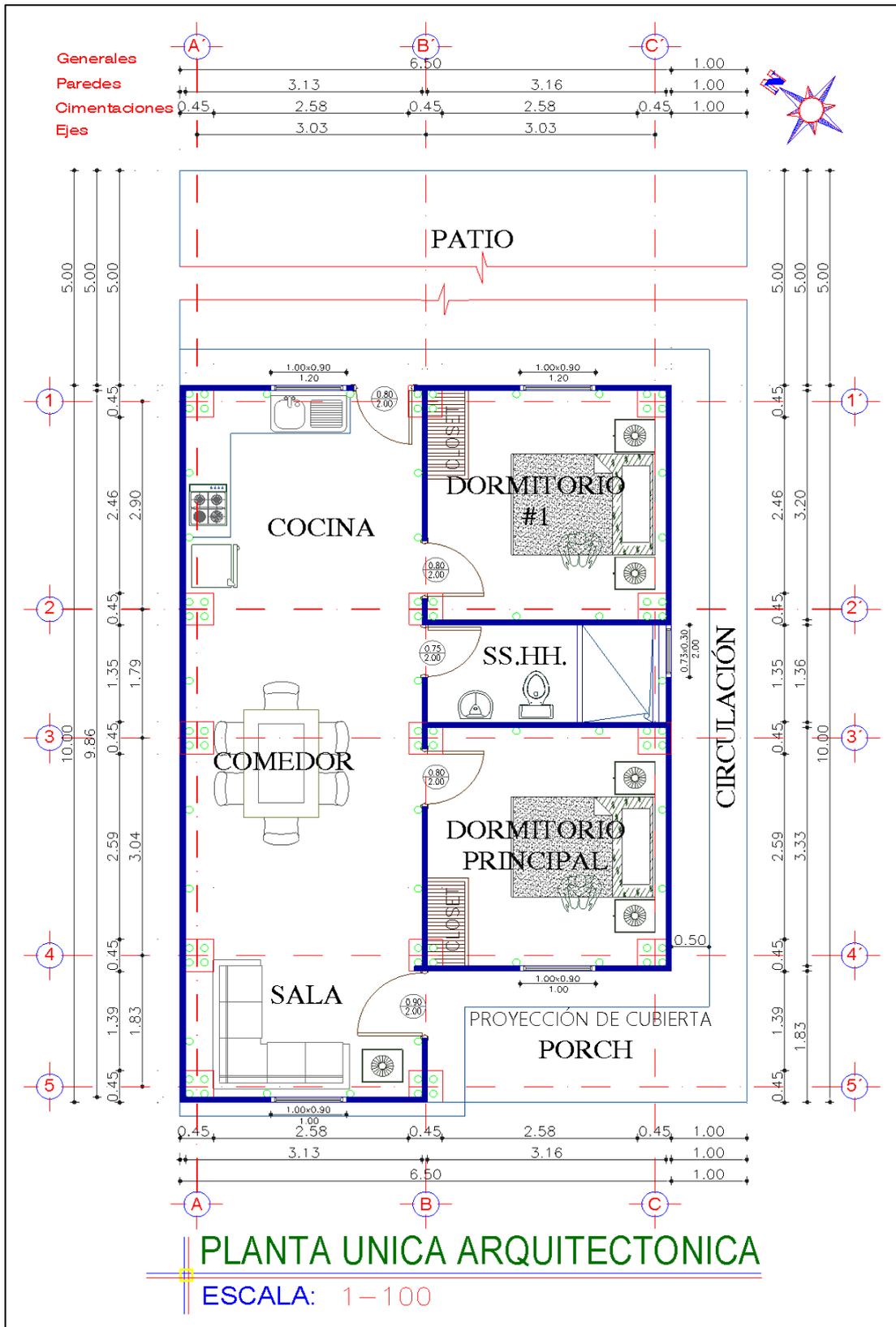


Imagen 96: Propuesta de vivienda - Planta única arquitectónica.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

4.16. Diseños 3 D - Vivienda a base de paneles.



Imagen 97: Plano 3D – Propuesta de vivienda popular.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 98: Plano 3D – Cocina.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 99: Plano 3D – Sala y Comedor.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 100: Plano 3D - Dormitorio.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 101: Plano 3D – Fachada Frontal.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 102: Plano 3D – fachada lateral Izquierdo.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 103: Plano 3D - Perspectiva.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

4.17. Presupuestos de viviendas populares.

A continuación, se detallan presupuestos de viviendas: Propuesta con paneles modulares a base de la tapia pisada y acabado de caña guadúa picada, así mismo se expone el costo tomado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda – MIDUVI (2016) realizado el análisis por área total de construcción y metros cuadrados:

Tabla 31: Costo propuesto de vivienda popular a base de paneles con estructura de caña guadúa.

| PRESUPUESTO DE VIVIENDA A BASE PANELES Y CAÑA GUADUA AREA CONSTRUCCION 65,00 mtrs. | | | | | |
|---|---|-------|--------|---------------------------|--------------------|
| ITEMS | DESCRIPCIÓN DE RUBROS | UNID. | CANT | PRECIO | |
| | | | | COSTO UNIT USD \$ | TOTAL USD |
| 1 | PRELIMINARES | | | | |
| 1,1 | Limpieza del terreno | GBLA | 1,00 | 45,00 | 45,00 |
| 1,2 | Replanteo Nivelación | M2 | 75,00 | 0,80 | 60,00 |
| 1,3 | Excavación P/ Plintos | M3 | 4,06 | 5,80 | 23,55 |
| 1,4 | Relleno Compactado C/ Cascajo Mediano | M3 | 15,00 | 18,00 | 270,00 |
| 2 | ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO | | | | |
| 2,1 | Plintos de Hormigon Simple f _c = 210 Kg/cm ² | M3 | 4,06 | 75,00 | 304,50 |
| 2,2 | Muros de Hormigon Ciclopeo (25x50cm.) | M3 | 4,15 | 120,00 | 498,00 |
| 2,3 | Cadenas de Hormigón Simple f _c = 210 Kg/cm ² (25x25cm.) | M3 | 3,10 | 200,00 | 620,00 |
| 3 | ESTRUCTURA DE CAÑA GUADUA | | | | |
| 3,1 | Columnas de Caña Guadúa. | UND | 14,00 | 56,90 | 796,60 |
| 3,2 | Vigas de Caña Guadúa. | ML | 66,00 | 17,20 | 1135,20 |
| 3,3 | Pilaretes de Caña Guadúa. | UND | 30,00 | 27,30 | 819,00 |
| 3,4 | Vigetas de Caña Guadúa. | ML | 100,00 | 8,80 | 880,00 |
| 4 | MAMPOSTERIA | | | | |
| 4,1 | Paneles a base de tapia pisada y acabado de caña guadua picada. | M2 | 135,00 | 34,15 | 4610,25 |
| 5 | PISOS | | | | |
| 5,1 | Contrapiso Interior de Hormigon Simple 10cm - f _c = 210 kg/cm ² | M2 | 65,00 | 13,00 | 845,00 |
| 6 | CUBIERTA | | | | |
| 6,1 | Estructura a base de caña guadua | M2 | 77,00 | 7,90 | 608,30 |
| 6,2 | Techo con planchas de Duratecho | M2 | 77,00 | 2,50 | 192,50 |
| 7 | ACABADOS DE PISO | | | | |
| 7,1 | Desperdicios de ceramicas | M2 | 65,00 | 8,50 | 552,50 |
| 8 | INSTALACIONES SANITARIAS | | | | |
| 8,1 | Puntos de Agua Potable (Incluye Llave de Control) | PTOS | 5,00 | 18,00 | 90,00 |
| 8,2 | Puntos de Aguas Sevidas | PTOS | 5,00 | 25,00 | 125,00 |
| 8,3 | Caja de registro de 40x40cm. | UND | 2,00 | 36,00 | 72,00 |
| 8,4 | Tuberia de Aguas Potable 1/2" PVC - Roscable | ML | 20,00 | 3,95 | 79,00 |
| 8,5 | Tuberia de Aguas Servidas 4" PVC - Plastigama | ML | 20,00 | 10,00 | 200,00 |
| 9 | PIEZAS SANITARIAS | | | | |
| 9,1 | Inodoros de Edesa | UND | 1,00 | 75,00 | 75,00 |
| 9,2 | lavamanos de Edesa | UND | 1,00 | 50,00 | 50,00 |
| 9,3 | Ducha 1/2" | UND | 1,00 | 17,00 | 17,00 |
| 9,4 | Lavaplatos 1 pozo | UND | 1,00 | 42,00 | 42,00 |
| 10 | INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | |
| 10,1 | Puntos de Tomacorriente 110volt. | PTOS | 12,00 | 31,00 | 372,00 |
| 10,2 | Punto de Tomacorriente Cocina Induccion 220volt. | PTOS | 1,00 | 69,00 | 69,00 |
| 10,3 | Punto de Alumbrado | PTOS | 7,00 | 29,00 | 203,00 |
| 10,4 | Suministro e Instalacion de Caja de Breaker + Medidor | UND | 1,00 | 121,00 | 121,00 |
| 11 | CARPINTERIA | | | | |
| 11,1 | Puerta Principal a base caña guadua 0,90 x 2,00 mtrs. | UND | 1,00 | 90,00 | 90,00 |
| 11,2 | Puertas de Dormitorios a base caña guadua 0,80 x 2,00 mtrs. | UND | 3,00 | 90,00 | 270,00 |
| 11,3 | Puerta de Baño a base caña guadua 0,70 x 2,00 mtrs. | UND | 1,00 | 85,00 | 85,00 |
| 11,4 | Ventanas a base de caña guadua y vidrio | M2 | 6,35 | 45,00 | 285,75 |
| | | | | PRESUPUESTO TOTAL: | \$ 14506,15 |
| Estos precios Incluyen Iva. | | | | | |
| VALOR POR METRO CUADRO: \$ 223,17 | | | | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tabla 32: Costo de Vivienda Social - Miduvi

|  PROYECTO: PROTOTIPO DE VIVIENDA SOCIAL MIDUVI - AREA CONSTRUCCION 39,00M2 | | | | | |
|---|---|-------|-----------------|----------|------------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UNID. | CONTRATADO | | |
| | | | CANT. | P. UNIT. | P. TOTAL |
| 1 | PRELIMINARES | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO Y NIVELACION MANUAL | M2 | 39,00 | 0,77 | 30,03 |
| 1.2 | MEJORAMIENTO DE SUELO EN CIMIENTOS | M3 | 7,50 | 15,80 | 118,50 |
| 1.3 | RELLENO 60% PIEDRA 40% SUELO | M3 | 2,46 | 16,21 | 39,88 |
| 1.4 | EXCAVACION MANUAL EN SUELO NORMAL | M3 | 18,00 | 4,28 | 77,04 |
| 1.5 | RELLENO CON SUELO NORMAL | M3 | 5,00 | 4,17 | 20,85 |
| 2 | CIMENTACION | | | | |
| 2.1 | HORMIGON f'c= 140kg/cm2, REPLANTILLO, CIMIENTOS - T8 | M3 | 0,65 | 128,54 | 83,55 |
| 2.2 | HORMIGON EN PLINTOS f'c=210kg/cm2 T8 | M3 | 1,70 | 142,96 | 243,03 |
| 2.3 | HORMIGON CICLOPEO CIMIENTOS, f'c=180kg/cm2 - T8 | M3 | 3,35 | 121,51 | 407,06 |
| 2.4 | HORMIGON EN CADENAS f'c=210kg/cm2 - T8 | M3 | 1,40 | 151,56 | 212,18 |
| 3 | ESTRUCTURA | | | | |
| 3.1 | HORMIGON EN COLUMNAS f'c=210kg/cm2 | M3 | 1,05 | 185,17 | 194,43 |
| 3.2 | CONTRAPISO DE HORMIGON f'c=180kg/cm2, e=5cm | M2 | 33,48 | 15,25 | 510,57 |
| 3.3 | MASILLADO DE PISO | M2 | 39,00 | 4,50 | 175,50 |
| 3.4 | HORMIGON EN VIGAS f'c=210kg/cm2 | M3 | 1,29 | 197,81 | 255,17 |
| 3.5 | HORMIGON SIMPLE PARA DINTELES f'c= 210kg/cm2 INC. ENCOFRADO | UNID. | 5,00 | 43,58 | 217,90 |
| 3.6 | ACERO DE REFUERZO fy= 5000 kg/cm2 (INC. PLINTOS) | KG | 658,24 | 1,57 | 1.030,25 |
| 3.7 | ACERA POSTERIOR e= 5cm (INCLUYE MATERIAL DE MEJORAMIENTO) | M2 | 3,60 | 20,56 | 74,02 |
| 4 | MAMPOSTERIA | | | | |
| 4.1 | MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL DE BLOQUE e=15cm | M2 | 58,00 | 20,32 | 1.178,56 |
| 4.2 | MAMPOSTERIA CORRIENTE DE BLOQUE e=15cm | M2 | 12,00 | 17,61 | 211,32 |
| 4.3 | MAMPOSTERIA CORRIENTE DE BLOQUE e=10cm | M2 | 13,50 | 16,74 | 225,99 |
| 4.4 | ENCHAPE DE MAMPOSTERIA | M2 | 9,60 | 11,84 | 113,66 |
| 4.5 | CORCHADO DE ONDAS ENTRE CUBIERTA Y MAMPOSTERIA | ML | 12,00 | 4,42 | 53,04 |
| 4.6 | LOSETA MESON DE COCINA | ML | 1,15 | 40,80 | 46,92 |
| 4.7 | ENLUCIDOS | M2 | 47,302 | 4,31 | 203,87 |
| 4.8 | REVOCADADO INTERIOR TOTAL | M2 | 116,21 | 0,51 | 59,27 |
| 4.9 | MORTERO DE RELLENO EN MAMPOSTERIA | M2 | 4,50 | 12,18 | 54,81 |
| 5 | INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | |
| 5.1 | PUNTO DE ILUMINACION SIMPLE | PTO | 6,00 | 24,68 | 148,08 |
| 5.2 | ACOMETIDA PRINCIPAL HASTA CENTRO DE CARGA | PTO | 1,00 | 41,32 | 41,32 |
| 5.3 | CENTRO DE CARGA BIFASICO 6 ESPACIOS INCLUYE DISYUNTORES Y PUESTA A TIERRA (TABLERO DE DISTRIBUCION) | UNID. | 1,00 | 95,01 | 95,01 |
| 5.4 | CIRCUITO ALIMENTADOR PARA COCINA DE INDUCCION, 220V | PTO | 1,00 | 52,01 | 52,01 |
| 5.5 | CIRCUITO ALIMENTADOR PARA DUCHA ELECTRICA | PTO | 1,00 | 40,81 | 40,81 |
| 5.6 | PUNTO DE TOMACORRIENTE POLARIZADO 110V 20A | UNID. | 8,00 | 20,46 | 163,68 |
| 6 | INSTALACIONES HIDROSANITARIAS | | | | |
| 6.1 | INODORO DE PORCELANA BLANCO TIPO ECONOMICO | UNID. | 1,00 | 70,58 | 70,58 |
| 6.2 | LAVAMANOS PORCELANA BLANCO INCLUYE GRIFERIA | UNID. | 1,00 | 32,48 | 32,48 |
| 6.3 | FREGADERO DE ACERO INOXIDABLE 1 POZO (INCLUYE GRIFERIA) | UNID. | 1,00 | 59,87 | 59,87 |
| 6.4 | DUCHA ELECTRICA CON LLAVE TIPO CAMPANOLA | UNID. | 1,00 | 35,34 | 35,34 |
| 6.5 | ACOMETIDA DE 1/2" | ML | 5,00 | 6,66 | 33,30 |
| 6.6 | TUBERIA PVC - D 1/2" ROSCABLE | M | 8,00 | 4,95 | 39,60 |
| 6.7 | PUNTO DE AGUA POTABLE | UNID. | 4,00 | 17,30 | 69,20 |
| 6.8 | PUNTO DE AGUA SERVIDA 50 MM | UNID. | 4,00 | 12,47 | 49,88 |
| 6.9 | PUNTO DE AGUA SERVIDA 110 MM | UNID. | 1,00 | 22,97 | 22,97 |
| 6.10 | TUBERIA PVC 50 MM DESAGUE | M | 4,50 | 7,44 | 33,48 |
| 6.11 | TUBERIA PVC 110 MM DESAGUE | M | 5,00 | 9,42 | 47,10 |
| 6.12 | REJILLA DE PISO 50MM | UNID. | 2,00 | 3,95 | 7,90 |
| 6.13 | CAJA DE REVISION 60x60cm INC. TAPA | UNID. | 2,00 | 47,40 | 94,80 |
| 7 | CUBIERTA | | | | |
| 7.1 | CUBIERTA DE GALVALUMEN e=0.40 PREPINTADO CON ROCIADO DE POLIURETANO | M2 | 48,20 | 14,45 | 696,49 |
| 7.2 | ESTRUCTURA DE CUBIERTA | M2 | 48,2115 | 13,57 | 654,23 |
| 8 | ACABADOS | | | | |
| 8.1 | CERAMICA PARA PARED | M2 | 6,93 | 16,40 | 113,65 |
| 8.2 | CERAMICA EN PISOS (BAÑOS) | M2 | 2,20 | 15,96 | 35,11 |
| 8.3 | PIGMENTOS DE COLOR EN PISOS | M2 | 28,50 | 10,07 | 287,00 |
| 8.4 | CERAMICA PARA MESON DE COCINA | M2 | 0,75 | 18,12 | 13,59 |
| 8.5 | BLANQUEADO DE PARED INTERIOR | M2 | 124,72 | 2,64 | 329,26 |
| 8.6 | PINTURA EXTERIOR (ECONOMICA) | M2 | 37,00 | 3,89 | 143,93 |
| 8.7 | PUERTA METALICA 90x210 INGRESO PRINCIPAL | UNID. | 1,00 | 126,40 | 126,40 |
| 8.8 | PUERTA METALICA 80x210 INGRESO POSTERIOR | UNID. | 1,00 | 126,40 | 126,40 |
| 8.9 | PUERTA ECONOMICA 80x210 (INCLUYE CERRADURA, MARCO Y TAPAMARCO) | UNID. | 2,00 | 98,50 | 197,00 |
| 8.10 | PUERTA ECONOMICA 70x210 (INCLUYE CERRADURA, MARCO Y TAPAMARCO) | UNID. | 1,00 | 98,50 | 98,50 |
| 8.11 | VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO | M2 | 5,37 | 37,92 | 203,63 |
| | | | SUBTOTAL | | 10.000,00 |
| | | | IVA 12% | | 1.200,00 |
| | | | TOTAL | | 11.200,00 |

VALOR POR METRO CUADROS: **\$ 287,20**

Fuente: MIDUVI (2016)

CONCLUSIONES

En base a las experiencias del prototipo en sus inicios, se consigue revelar que el panel de revestimiento modular a base de tapia pisada con acabado de Caña Guadua puede ser incorporado como solución de mampostería de viviendas populares al haber conseguido suficiente resistencia, buena apariencia y cualidades ecológicas. Que se pueden adquirir a un bajo costo, permitiendo que la población pueda tener acceso a una vivienda digna y confortable, sin la necesidad de adquirir materiales costosos y que perjudican al ecosistema

El panel modular propuesto cumple con la resistencia y durabilidad que establece la norma Ecuatoriana de Construcción, permitiendo que la vivienda pueda soportar movimientos telúricos evitando pérdidas humanas y daños materiales cuantiosos, además el uso de estos materiales ecológicos tiene la capacidad de resistir al agua y la humedad.

El uso de materiales como tierra o arcilla, estiércol de ganado y la caña guadúa se pueden conseguir con facilidad en este sector, ya que el clima del Cantón La Troncal es propicio para el cultivo de este material; la utilización de la arcilla y el bambú en la construcción de estas viviendas cumple con las características y proporciones tanto físicas y mecánicas. La creación de estos paneles y la utilización de materiales orgánicos, ecológicos como la tapia y la caña guadúa hacen que la población tenga la opción de adquirir una vivienda a bajo costo con características de seguridad, confort, y sobre todo amigable con el entorno.

EL material orgánico que se consideró para la elaboración del prototipo, es el estiércol del ganado vacuno, el mismo que se comprobó en los ensayos realizados; siendo este un material que permitió obtener un mortero de gran adherencia y resistencia para la experimentación del panel. Este componente se lo encuentra con facilidad y en cantidades numerosas, en los sectores rurales del cantón La Troncal.

El proceso de instalación de los paneles consiste en utilizar elementos que son prefabricados, hechos en serie permitiendo armar con facilidad la vivienda en los sectores rurales del cantón La Troncal; su sistema de diseño machihembrado, cuenta con una de forma de uniones entre placas, los mismos que estarán sujetos con pernos a la estructura vertical, que son elaborados de caña guadúa, facilitando el armado de

la vivienda en un corto plazo, a su vez desmontar los paneles en caso de ser necesario. El tiempo de construcción del prototipo, se reduce hasta la mitad en comparación al sistema constructivo tradicional.

De acuerdo al objetivo general este prototipo de panel modular podrá dar soluciones en las construcciones de viviendas económicas, lo bueno de este producto es que también cualquier región del país podría construir con estos materiales, la misma que pueden resistir y adaptarse a los cambios climáticos.

Finalmente para concretar este proyecto de investigación, basado en el proceso de análisis de la observación, exploración, experimentación y diseño del prototipo modular a base de la tapia pisada, materia orgánica con acabado de caña guadúa picada para el interior de la edificación; cumpliéndose de esta manera con los objetivos general, específicos y la hipótesis planteados en el tema de tesis; es decir este proceso de interrogantes iniciales al fin se han resueltos tal como se lo esperaba.

RECOMENDACIONES

El panel modular vertical, elaborado a base de la tapia pisada y la caña guadúa como acabado para interior de la vivienda; es un material resistente, pero sensible en su procedimiento de construcción, por ende el armado de las paredes de este producto debe ser realizado con cautela, especialmente sus cortes y pegados, ya que puede dañarse con facilidad si se somete a prácticas no recomendables como colocación de clavos, despegado, cortes con cuchillas gruesas, entre otros.

Para lograr un ambiente más agradable se podría acompañar con mobiliarios de caña guadua, madera, balsa con el objetivo de mantener el estilo rustico en el diseño interior de la vivienda logrando resaltar su ecología, sin embargo, no debe agregarse elementos pesados en las paredes ya que podrían dañarse.

Se debería implementar nuevas técnicas constructivas con relación a las herramientas utilizadas para la elaboración del prototipo modular, como en el caso del armado y secado del panel, utilizando encofrados metálicos, hornos a base de tierra. Con la finalidad de ahorrar tiempo y costo en la fabricación del panel.

Se recomienda que se prosigan los estudios del prototipo modular que se presenta pero para un uso diferente; que la cara de caña guadúa picada de al exterior y la parte lisa al interior de la edificación.

GLOSARIO

Aditivo: Material químico que se le agrega a la mezcla para cambiar sus propiedades. Sustancia química que se le agrega al hormigón para cambiar sus propiedades.

Arandela: Pieza metálica en forma de corona, utilizada en uniones empernadas para repartir la fuerza en un área mayor. Sinónimo de rodela.

Arcilla: Partículas de tierra de un tamaño menor de 0.002 milímetros de diámetro. Tierra finamente dividida, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, que procede de la descomposición de minerales de aluminio, blanca cuando es pura y con coloraciones diversas según las impurezas que contiene.

Avinagrado: Proceso que consiste en dejar el culmo recién cortado, durante al menos 6 días, sobre el tocón para que de forma natural libere los líquidos contenidos en el mismo.

Bahareque: En Colombia, Ecuador, Honduras y Venezuela, pared de palos.

Cal: Se obtiene de la piedra caliza o de la arcilla. Cuando sale del horno se le denomina cal viva. Puede ser hidráulica o no-hidráulica. La cal hidráulica tiene propiedades similares al cemento, fragua cuando se le añade el agua y desprende calor mientras se expande. La cal no-hidráulica se puede utilizar directamente en el proyecto, aunque se recomienda humedecerla 24 horas antes de iniciar el trabajo, para elaborar pasta de cal.

Cabio: Vigüeta de cubierta puesta en el sentido de la pendiente, también se le conoce con el nombre de alfarda.

Caña picada: (esterilla en Colombia, caña chancada en Perú) Estera que se forma después de realizar incisiones longitudinales al culmo de GaK en estado verde y de abrirla en forma plana.

Cemento Portland: Cemento hidráulico producido al pulverizar Clinker Portland, consistente básicamente de silicatos de calcio hidráulicos, y que usualmente contiene una o más formas de sulfato de calcio como adición de molienda.

Cimentación: Es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno.

Columna en Guadúa: Pieza, generalmente vertical, cuyo trabajo principal es a compresión.

Contrapiso: (o losa base) Elemento de hormigón o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de soporte al piso acabado.

Culmo: Tallo del bambú, formado por nudos y entrenudos, que emerge del rizoma; es el equivalente al tallo de un árbol.

Endémico: Propio, nativo u originario de un lugar.

Fibra: Células alargadas con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas.

Mortero: Mezcla de arena, cemento y agua, que para efectos de este Capítulo es utilizada para llenar los entrenudos en conexiones empernadas, también se utiliza para pegar ladrillos y enlucir muros o techos.

Muro: Elemento laminar vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfiere cargas a las cimentaciones.

Secado: Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o Guadúa.

Viga: Pieza cuyo trabajo principal es la flexión.

Viga en Guadúa: Pieza, generalmente horizontal, cuyo trabajo principal es a flexión.

Vigueta: Elemento estructural secundario de la cubierta o entrepiso, que trabaja a flexión y cortante.

ABREVIATURAS

ACI: Instituto Americano de Concreto.

AASHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carretera Estatales y Transporte.

ASTM: Asociación Americana de Ensayo de Materiales.

CL: Arcilla de Baja Plasticidad.

EMT: Tubería Metálica Eléctrica.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

GaK: Guadúa Angustifolia Kunth.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

ININVI: Instituto Nacional de Investigación Normalización de la Vivienda.

INV: Institución Nacional de Vías.

KN: Kilonewton (es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional de Unidades).

LEDI: Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

Lp: Limite Plasticidad.

MPa: Megapascal (es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades, que equivale a 1.000 pascales).

MIDUVI: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

ML: Limo de Alta Plasticidad.

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas.

NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción.

NEC-SE-GUADÚA: Norma Ecuatoriana de la Construcción- Estructura de Guadúa

NEC-SE-MP: Norma Ecuatoriana de la Construcción – Mampostería Estructural.

SENCICO: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.

Pa: Pascal (es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado)

PSI: Libra Fuerza por pulgadas cuadrada (equivale a 0.00689475729 Megapascal).
Equivale a 101,97 Kg. o Kgf.)

PVC: Policloro de Vinilo.

WL: Limite Liquido.

Wp: Limite Plástico.

Ws: Peso Suelo Seco.

Ww: Peso Agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivivenda. (Agosto de 2016). *GUADÚA - NEC - SE*. Quito - Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
Obtenido de Estructuras de Guadúa (Gak).
- Arias, L. (2018). *El tapial revive en la zona rurales Lojanas*. Obtenido de El comercio:
<https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/construccion-loja-zonasrurales-tapial-edificaciones.html>
- Arq. Cerrón Oyagüe, T. (2014). *Manual de construcción de estructura con bambú*.
Lima, Perú: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la
Construcción - SENCICO.
- Arq. Duarte, M. d. (2016). *Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC) Estructura
de Guadua*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda (MIDUVI).
- Arq. Mejía Pablo. (2018). *Bloques de tierra comprimida con agregado de residuos de
construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en
la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Bambubros.com. (2018). *Bambubros Constructura S.A.* Obtenido de Naturaleza
Mística: <http://www.bambubros.com/wp-content/uploads/2018/02/CATALOGO.pdf>
- Bappler, A. A. (02 de 12 de 2014). *Coegio de las Aguas Montebello, Cali - Colombia*.
Obtenido de Cosas de Arquitectos:
<http://www.cosasdearquitectos.com/2014/12/un-paraiso-en-bambu-colegio-de-las-aguas-montebello-cali-colombia/>
- Bermeo Moyano, H. (2013). *Analisis de Vulnerabilidad del Cantón la Troncal*.
Redcedia, Cuenca.
- Brito Funes, J. T. (2015). *El desarrollo de un muro portante en base de cemento y
caña para aplicar a una vivviada popular*. Univeridad Especialidades Espiritu
Santo, Faacultad de Arquitectura e Ingenieria civil, Guayaquil, Guayas,
Ecuador.

- Camila Mileta, F. V. (2014). La arquitectura de tapia en Cataluña. Conocimiento, reivindicación y restauración. 2014. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia.
- Canguro. (30 de Noviembre de 2016). *El blogverde.com*. Obtenido de Pisos ecologicos hechos con excremento de vaca: <https://elblogverde.com/pisos-ecologicos-hechos-con-excrementos-de-vaca/>
- Cardenas, A. (2017). *El Tapial Alivianado*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Climate-data.org. (2016). *Clima la Troncal*. Datos climaticos mundiales.
- Constitucion de la Republica del Ecuador . (13 de julio de 2011). *Constitucion de la Republica ddel Ecuador 2008*. Obtenido de http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Constitucion_Asamblea_Ecuador.html
- Definición.de. (2018). *Definición de palabras*. Obtenido de <https://definicion.de>
- Derecho ambiental.org. (2018). *Consortio para el Derecho Socio - Ambiental*. Obtenido de http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Constitucion_Asamblea_Ecuador.html
- Educalingo.com. (2018). *El Diccionario para gente curiosa*. Obtenido de Diccionario Español: <https://educalingo.com/es/dic-es>
- Erreyes Padilla Alfredo R. & Gómez Gómez Tatiana . (2015). *Construcción sostenible a partir de paneles prefabricados con caña guadua y poliuretano*. Universidad Central del Ecuador - Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Quito, Ecuador.
- Fidias G., A. (2012). *El Proyecto de Investigación - Introducción a la Metodología Científica*. Caracas - República Bolivariana de Venezuela: Episteme, C.A.
- Gardenetti, M. (junio de 2014). *Tecne - Arquitectura Contextos*. Obtenido de <http://tecne.com/contextos/arte/ciudad-de-orion/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado , d. (15 de Noviembre de 2014). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón la Troncal*. Obtenido de

Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón la Troncal: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNOSTICO%20GAD%20LA%20TRONCAL%20FINAL_15-11-2014.pdf

Guillén, P. (2015). *Arquitectura de tierra de nueva planta, estudio de limitaciones constructivas*. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia.

Hernández Sampieri, Fernández & Baptista. (2014). *Metodología de la Investigación - Sexta edición*. México: Sexta Edición.

Hernández, J. (2016). *Construcción con tierra: Analisis, conservación y mejora*. Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2017). *Plan Médico Funcional del Hospital del Día la Troncal*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social - Centro de Atención Ambulatoria 304 IEES La Troncal: <https://www.iess.gob.ec/documents/10162/3321620/PMF+LA+TRONCAL.pdf>

Lopez , JE & Martinez , JD. (2014). *Técnica ancestrales de construcción*. Uniersidad de San Buenaventura, Colombia.

MIDUVI. (19 de Agosto de 2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda "MIDUVI": <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Morán Ubidia, J. (2015). *Manual de construcción con bambú*. Guayaquil: Tercera edición: Adaptada para el Perú.

Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la Lengua Española "REA"*. Obtenido de <http://www.rae.es>

Salas Serrano, J. (2016). *De habitat II a habitat III - Construyendo con recursos escasos en Latinoamérica* . Madrid: Ministerio de Fomento - Instituto Juan de Herrera, ETSAM, UPM.

Sencico. (2016). *Uso del tapial en la construcción*. Lima, Perú.

Senplades. (2013 - 2017). *Senplades "Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017: https://www.itb.edu.ec/views/layout/default/docs/instituto/ea493b_PlanNacional_para_el_Buen_Vivir_2013_2017.pdf

territorial., J. d. (2014). *Gobierno autónomo descentralizado del cantón la Troncal*.

Urbano Tejada, Alan Mendoza, Daniel Torrealva. (2013). *Uso del tapial en la construcción*. Perú.

ANEXOS

Tabla 33: Tabulación de preguntas.

| UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------------------|---------------|
| 1. ¿Le gustaría conocer el panel hecho a base de tapia pisada, materia orgánica con acabado de caña Guadua pisada para viviendas populares? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 2. ¿Oportaría usted por la construcción de su vivienda en base de paredes de tapia pisada? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 3. ¿Considera usted que los paneles para paredes en base tapia pisada le generaran un ahorro en la construcción de su viviendas populares? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 4. ¿Considera usted que el uso de los paneles verticales para pared en base de tapia pisada y la utilización de Caña Guadua como acabado de corativo interior en viviendas reduciría la contaminación del medio ambiente? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 5. ¿Cree usted que este tipo de viviendas son menos propensas a sufrir daños ante movimientos telúricos? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 6. ¿Considera usted que esta modalidad construcción como es el panel a base de esta técnica le genera mayor seguridad? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 7. ¿Cree usted que su estilo de vida y salud mejorarían con este tipo de viviendas eco sustentable? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 8. ¿En caso de que su vivienda hubiese cumplido su vida útil, consideraría usted reemplazarla por una vivienda cuyo revestimiento vertical es en base a tapia pisada y material orgánico? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 9. ¿Considera usted que el gobierno ecuatoriano debería incluir este tipo de modalidad de construcción dentro del plan casa para todos para satisfacer la demanda de vivienda de aquellas personas de escasos recursos económicos? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| 10. ¿Recomendaría Ud. la construcción de una vivienda en base de este sistema constructivo? | | | | |
| Totalmente de acuerdo | Muy de acuerdo | De acuerdo. | Parcialmente de acuerdo | En desacuerdo |
| () | () | () | () | () |
| COMENTARIOS: | | | | |

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 104: Ensayo a compresión del mortero.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 105: Ensayo a compresión máxima del panel.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 106: Ensayo a flexión máxima del panel.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 107: Peso del Panel modular - 38,10Kg.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)



Imagen 108: Ensayo de la tierra.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tabla 34: Resultados de la muestra 1 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días.

| CILINDRO Nº | DIAMETRO (cm) | FECHA | | EDAD (Días) | ÁREA (cm) | CARGA MAXIMA (Kg.) | RESISTENCIA | |
|-------------|---------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------------|-------------|----------|
| | | ELAB. | ENSAYOS | | | | Kg/cm2 | PROMEDIO |
| 1 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 0 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 0 | 0,000 | |
| 3 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 0 | 0,000 | |
| 4 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 374 | 19,052 | 19,22 |
| 5 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 380 | 19,358 | |
| 6 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 378 | 19,256 | |
| 7 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1330 | 67,753 | 67,84 |
| 8 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1335 | 68,008 | |
| 9 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1330 | 67,753 | |

OBSERVACIONES:

Cda. Universitaria Av. Kennedy - frente al Colegio Las Mercedarias
e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tabla 36: Resultados de la muestra 3 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días.

| CILINDRO Nº | DIAMETRO (cm) | FECHA | | EDAD (Días) | ÁREA (cm) | CARGA MAXIMA (Kg.) | RESISTENCIA | |
|----------------|------------------|------------|------------|----------------|--------------|--------------------------|--------------------|----------|
| | | ELAB. | ENSAYOS | | | | Kg/cm ² | PROMEDIO |
| 1 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 830 | 42,28 | 42,40 |
| 2 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 835 | 42,54 | |
| 3 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 832 | 42,38 | |
| 4 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1580 | 80,49 | 80,57 |
| 5 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1590 | 81,00 | |
| 6 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1575 | 80,23 | |
| 7 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 2100 | 106,98 | 112,58 |
| 8 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 2230 | 113,60 | |
| 9 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 2300 | 117,17 | |

OBSERVACIONES:

Cdla. Universitaria Av. Kennedy - frente al Colegio Las Mercedarias
e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli.
Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tabla 37: Resultados de la muestra 4 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días.

| CILINDRO Nº | DIAMETRO (cm) | FECHA | | EDAD (Días) | ÁREA (cm) | CARGA MAXIMA (Kg.) | RESISTENCIA | |
|----------------|------------------|------------|------------|----------------|--------------|--------------------------|--------------------|----------|
| | | ELAB. | ENSAYOS | | | | Kg/cm ² | PROMEDIO |
| 1 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 620 | 31,584 | 31,70 |
| 2 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 625 | 31,839 | |
| 3 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 622 | 31,686 | |
| 4 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 840 | 42,792 | 43,01 |
| 5 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 848 | 43,199 | |
| 6 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 845 | 43,046 | |
| 7 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1330 | 67,753 | 67,92 |
| 8 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1350 | 68,772 | |
| 9 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1320 | 67,244 | |

OBSERVACIONES:

Cda. Universitaria Av. Kennedy - frente al Colegio Las Mercedarias
e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli.

Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Tabla 38: Resultados de la muestra 5 en los ensayos a compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días.

| CILINDRO N° | DIAMETRO (cm) | FECHA | | EDAD (Días) | ÁREA (cm) | CARGA MAXIMA (Kg.) | RESISTENCIA | |
|-------------|---------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------------|--------------------|----------|
| | | ELAB. | ENSAYOS | | | | Kg/cm ² | PROMEDIO |
| 1 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 738 | 37,596 | 37,75 |
| 2 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 745 | 37,952 | |
| 3 | 5 | 16/10/2018 | 23/10/2018 | 7 | 19,63 | 740 | 37,697 | |
| 4 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1380 | 70,301 | 69,37 |
| 5 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1355 | 69,027 | |
| 6 | 5 | 16/10/2018 | 30/10/2018 | 14 | 19,63 | 1350 | 68,772 | |
| 7 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1910 | 97,300 | 97,33 |
| 8 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1900 | 96,791 | |
| 9 | 5 | 16/10/2018 | 06/11/2018 | 28 | 19,63 | 1922 | 97,911 | |

OBSERVACIONES:

Cda. Universitaria Av. Kennedy - frente al Colegio Las Mercedarias
e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli.
Elaboración: Castro Fernández, Crithian /Vera Salvatierra, Eddy (2018)

PRESUPUESTO
PANEL A BASE DE TAPIA PISADA
CON ACABADO DE CAÑA PICADA. (M²)

1. Materiales:

| | UND | CANT. | UNITARIO | TOTAL |
|----------------------------------|----------------|-------|----------|-------|
| 1. Tierra color café claro | m ³ | 0,04 | 4,375 | 0,18 |
| 2. Estiércol del ganado | m ³ | 0,04 | 3,75 | 0,15 |
| 3. Caña Guadua Picada | ml | 3,60 | 0,59 | 2,15 |
| 4. Fija. | m ³ | 0,04 | 3,50 | 0,04 |
| 5. Agua | m ³ | 0,01 | 1,00 | 0,01 |
| 6. Pintura Impermeabilizante | m ² | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 7. Buzón / recubrimiento de Cera | | 1 | 2,00 | 2,00 |
| SUB-TOTAL: | | | | 5,53 |

2. Mano de obra:

1 META: En un día se fabrican 5 cuadros, entre 1 maestro y 2 ayudantes.

- Salario Semanal:

| | | | | |
|---------------|---|---------|---|-----|
| 1 maestro | ⇒ | 150 | → | 150 |
| 2 Ayudantes | ⇒ | 120 × 2 | ⇒ | 240 |
| TOTAL semanal | | | | 390 |

Maestro ⇒ 1 × 150 ⇒ 150 ÷ 6 días ⇒ 25 días ÷ 5 panel ⇒ 5,00

Ayudantes 2 × 120 ⇒ 240 ÷ 6 días ⇒ 40 días ÷ 5 panel ⇒ 8,00

SUB-TOTAL: 13,00

3. Herramientas Menor:

Herramientas menor. → 3% de la mano de obra ⇒ 0,39

Encofrados. → ⇒ 0,61

SUB-TOTAL: 1,00

4. Transporte:

Materia prima: 0,50 → 1 × 0,50 ⇒ 0,50

SUB-TOTAL ⇒ 0,50

Sub-TOTAL ⇒ 5,53 + 3,90 + 13,00 + 1,00 + 0,50 ⇒ 23,93

Costos indirectos 15% ⇒ 3,60

Costo total del rubro ⇒ Σ TOTAL ⇒ 26,93

Imagen 109: Parte 1 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy.

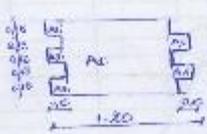
Elaboración: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy (2018)

Materiales:

1. Tierra obr. c/te:

Vol. q'etada 8 m² a costa ₺35,00

1.1. Cantidad de tierra por cada Panel.

Vol. del Panel ⇒  Factor esp. p'cedo 1,65%

| | | |
|------------------|---|---------------------|
| A1 ⇒ 0,10 × 0,40 | → | 0,04 m ² |
| A2 ⇒ 0,15 × 0,40 | → | 0,06 m ² |
| A3 ⇒ " | → | 0,03 m ² |
| A4 ⇒ " | → | 0,03 m ² |
| A5 ⇒ " | → | 0,03 m ² |
| A6 ⇒ " | → | 0,03 m ² |

0,99 m²

Vol. del Panel ⇒ 0,99 × esp. 0,04 m ⇒ 0,0396 ⇒ 0,04 m³ RP//

1.2. Precio de tierra por Panel:

Vol. q'etada 8 m² ⇒ ₺35

Cant. por Panel ⇒ $\frac{₺35}{8 \text{ m}^2} \Rightarrow 4,375 \times 0,04 \text{ m}^3 \Rightarrow$ ₺0,18 RP//

2. Estiercol del ganado:

Vol. q'etada 8 m² a costa ₺30,00

2.2. Cantidad de estiercol por cada Panel.

Vol. del Panel ⇒ 0,04 m³

2.3. Precio del estiercol

Cant. por cada Panel ⇒ $\frac{₺30}{8 \text{ m}^2} \Rightarrow 3,75 \text{ m}^3$

" ⇒ $3,75 \times 0,04 \text{ m}^3 \Rightarrow$ ₺0,15 m³ RP//

3. Caña Guadua picada:

Una cana de 6 mtr de longitud a costa ₺3,00 } Total ⇒ ₺3,50
 Proceso de cortar y picar ₺0,50

NOTA: SU CURADO ES NATURAL. | Cant. total por cada Panel: 3,50 ⇒ 67,058
 Total cana por cada Panel: 1,20 × 3 ⇒ 3,60

Formado de la cana: Entradas ⇒ 2 × 0,15 × 0,90 ⇒ 0,30 m. × 3 pedos ⇒ 0,90 can.

4. Faja:

1 m³ de Faja a costa ₺3,50

Cant. de Faja por cada Panel ⇒ vol. del Panel ÷ 4 ⇒ 0,04 ÷ 4 ⇒ 0,01 m³

4.1. Precio por cada Panel ⇒ 3,50 × 0,01 m³ ⇒ ₺0,04 RP//

Imagen 110: Parte 2 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy (2018)

5. Agua:

1 m³ de Agua cuesta ₡ 1,00

* Cost. de Agua por Faud. → Vol. del Faud. = 4 → 0,04 ÷ 4 → 0,01 m³

* Precio por cada Faud. → 1,00 × 0,01 ⇒ ₡ 0,01 m³ RP //

6. Intón / Impermeabilizar el Faud.:

1 Galón de Intón cuesta ₡ 25 [rinde 25 m²]

Área del Faud. ⇒ 1 m²

Precio por cada Faud. 25 ÷ 25 ⇒ 1 m × 1 m² ⇒ ₡ 1 m² RP //

7. Baruz / recubrimiento de la caña guadúa:

1 Galón Baruz cuesta ₡ 32,00 y rinde 48 m²

1 m² ⇒ ₡ 1,5 + 0,50 de pintura ⇒ 2,00

Área del Faud.:

Precio por m² Faud.: 1 m² × ₡ 2,00 ⇒ ₡ 2,00 m²

Imagen 111: Parte 3 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy (2018)

ARMADO DEL PANEL EN VIVIENDA (Hz).

NOTA: * 1 Maestro y 2 Ayudantes instalando 15 m² de Faud. x día

* Total de Faud. de acuerdo al diseño:

→ Área de Faud.: 9,80 m²

8,90

9,80

8,90

30,00

23,40

23,40

8,90

8,90

Total 134 m²

* 134 m² = 15 m² por día x día ⇒ 8,90 ⇒ 10 días

Hora de obra:

1 Maestro x día 30 } ₡ 66/día × 10 días ⇒ ₡ 660

2 Ayudantes x día 18 × 2 = 36

Materiales:

670 Tornos Faud. 1/2" × 20 cm ⇒ 670 × ₡ 0,40 ⇒ 268,00

1340 Arandelas 1/2" ⇒ 1340 × 0,04 ⇒ 53,60

670 Tornos 1/2" ⇒ 670 × 0,07 ⇒ 46,90

368,50

Mano de obra:

3% de la mano de obra ⇒ 660 × 3% ⇒ ₡ 19,80

Transporte → ₡ 1,00

Total → 1.050

Precio × m² inst. del Faud. ⇒ 1.050 ÷ 134 ⇒ ₡ 7,85 m²

Imagen 112: Parte 4 - Análisis de precio unitario del panel modular a base de la tapia pisada con acabado de caña guadúa picada.

Fuente: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy.

Elaboración: Castro Fernández, Cristhian / Vera Salvatierra, Eddy (2018)