



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

**“COMPARACION DE DOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: HORMIGON
ARMADO VS MADERA ESTRUCTURAL, EN UNA VIVIENDA DE UNA
PLANTA.”**

Trabajo de Investigación que se presenta como requisito para el Título de
ingeniero civil.

Autor: Gonzalo Andrés Córdova Molina

Tutora: ING.Carmen Terreros, PHD

Samborondon, Septiembre, 2015

CERTIFICACIÓN FINAL DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante **Gonzalo Andrés Córdova Molina** que cursa estudios en la escuela de Ingeniería Civil, dictado en la Facultad de Arquitectura de la UEES.

CERTIFICO:

Que he revisado el trabajo de tesis con el título: **COMPARACION DE DOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: HORMIGON ARMADO VS MADERA ESTRUCTURAL, EN UNA VIVIENDA DE UNA PLANTA,** presentado por el estudiante **Gonzalo Andrés Córdova Molina** con cédula de ciudadanía N°. 0918844549, como requisito previo para optar el Grado Académico de Ingeniero Civil, y considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes necesarios de carácter académico y científico, para presentarse a la Defensa Final.

ING.Carmen Terreros, PHD

Tutora

Samborondon, Septiembre 2015

DEDICATORIA

A Dios, que me ha ayudado durante todo este tiempo para lograr mi objetivo de conseguir mi título. A mis padres que siempre me apoyaron en todo desde el principio hasta el fin. A mis hermanas que siempre estuvieron a mi lado durante mis años de estudio.

Gonzalo Córdova M.

RECONOCIMIENTO

Quisiera agradecer a todas las personas que en una forma me ayudaron a realizar este trabajo y en especial a mi tutora la Doctora Carmen Terreros que me ayudo durante todo el tiempo guiándome para la preparación de este trabajo y al Ing. Urbano Caicedo por los conocimientos impartidos por ellos.

INDICE GENERAL

<u>CERTIFICACIÓN FINAL DE APROBACIÓN DEL TUTOR</u>	<u>II</u>
<u>DEDICATORIA</u>	<u>III</u>
<u>RECONOCIMIENTO</u>	<u>IV</u>
<u>RESUMEN.....</u>	<u>1</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>2</u>
<u>CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA</u>	<u>3</u>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	4
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.	5
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.	5
1.5 JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.	6
<u>CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL.....</u>	<u>8</u>
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1.1 LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.	8
2.1.2 CARGAS.	9
2.1.3 ESFUERZOS ADMISIBLES.	9
2.1.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD O MÓDULO DE YOUNG.	10
2.1.5 PROPIEDADES RESISTENTES LA MADERA.....	10
2.1.5.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARALELA.	11
2.1.5.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR.	11
2.1.5.3 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	12
2.1.5.4 RESISTENCIA AL CORTE.....	12
2.1.5.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	13
2.1.6 PRESERVACIÓN DE LA MADERA.....	14
2.1.6.1 AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA.	15
2.1.7 PRESERVANTES PARA LA MADERA.....	16
2.1.7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PRESERVANTES:	16
2.1.7.1.1 PRESERVANTES OLEOSOLUBLES.	16
2.1.7.1.2 PRESERVANTES HIDROSOLUBLES.	16
2.1.8 SECADO DE LA MADERA A PRESERVAR.....	17

2.1.8.1 MÉTODOS DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA.	17
2.1.8.1.1 MÉTODOS SIN PRESIÓN:	17
2.1.8.1.2 MÉTODOS A PRESIÓN:	20
2.1.8.1.3 PRODUCTOS CASEROS.	23
2.1.9 PREVENCIÓN, PREVISIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS.	24
2.1.9.1 SISTEMAS DE PREVENCIÓN.	24
2.1.9.2 SISTEMAS DE PREVISIÓN Y CONTROL.	25
2.1.10 EL RECURSO FORESTAL DE LA MADERA.	25
2.1.10.1 RECURSO RENOVABLE	26
2.1.10.2 MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE.	27
2.1.11 PARA LA UTILIZACIÓN DE LA MADERA.	27
2.1.11.1 PROCEDENCIA DE LA MADERA.	27
2.1.11.2 ESTABLECIMIENTOS AUTORIZADOS.	27
2.2 SISTEMA DE HIPÓTESIS Y VARIABLES	28
2.2.1 HIPÓTESIS:.....	28
2.2.2 VARIABLES:	28
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	29
<u>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA</u>	<u>33</u>
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	33
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
3.2.1 POBLACIÓN.	33
3.2.2 MUESTRA.	34
3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	34
3.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN Y PASOS A UTILIZAR.	34
3.4.1 METODOLOGÍA DE ENSAYOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA.....	34
3.4.2 ANÁLISIS DE GRUPOS DE MADERAS EN EL ECUADOR	36
3.4.3 LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA.	41
3.4.3.1 LA CIMENTACIÓN.....	42
3.4.3.2 FIJACIÓN ENTRE LAS COLUMNAS Y LA CIMENTACIÓN.	43
3.4.3.3 FIJACIÓN ENTRE LAS COLUMNAS Y LAS VIGAS.....	45
3.4.3.4 TIPOS DE UNIONES EN COLUMNAS Y VIGAS EN LAS ESQUINAS.....	49
3.4.3.5 PAREDES	50
<u>CAPÍTULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</u>	<u>51</u>
4.1 SELECCIÓN DE LA MADERA.	51
4.1.1 COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS DE MADERA.	51
4.1.1.1 REQUISITOS BÁSICOS CONTRA SISMOS.....	52
4.1.2 DURABILIDAD.....	53
4.2 PREPUESTO DE UNA VIVIENDA DE 36 M² EN HORMIGÓN ARMADO.....	54
4.3 PREPUESTO DE UNA VIVIENDA DE 36 M² EN MADERA ESTRUCTURAL.	56

4.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA ESTRUCTURA DE MADERA.	59
4.4.1 PLACA C.....	59
4.4.2 PLACA L.	60
4.4.3 COLUMNA A.	61
4.4.4 COLUMNA B.	62
4.4.5 VIGAS.	63
4.5 CRONOGRAMA DE LA VIVIENDA DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.	65
4.6 CRONOGRAMA DE LA VIVIENDA DE ESTRUCTURA DE MADERA.....	66
4.7 DATOS DE LA MADERA SELECCIONADA.	72
4.7 SALARIOS DE PERSONAL.....	73
<u>CAPÍTULO 5: LA PROPUESTA.....</u>	<u>78</u>
<u>CAPÍTULO 6: FACTIBILIDAD, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....</u>	<u>79</u>
6.1 LA FACTIBILIDAD:	79
6.2 LA CONCLUSIÓN:	79
6.3 LAS RECOMENDACIONES:	80
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>81</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>82</u>

ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura No. 1 Direcciones Ortogonales De La Madera.....	11
Figura No. 2 Curva Esfuerzo-Deformación Para Maderas.....	12
Figura No. 3 Curva Típica Carga-Deflexión Para Flexión.....	14
Figura No. 4 Agentes Que Ataca La Madera.....	14
Figura No. 5 Brocha Y Por Aspersión.....	18
Figura No. 6 Inmersión.....	19
Figura No. 7 Difusión.....	20
Figura No. 8 Cilindros Cerrados Hermético.....	20
Figura No. 9 Célula Llena.....	21
Figura No. 10 Célula Vacía.....	22
Figura No. 11 <i>Cimentación Plintos</i>.....	42
Figura No. 12 Riostras.....	42
Figura No. 13 Tipo Copa.....	43
Figura No. 14 Tipo Pletina.....	44
Figura No. 15 Tipo Pasador De Acero.....	44
Figura No. 16 Tipo Ángulo De Acero.....	45
Figura No. 17 Unión Columna Y Vigas.....	46
Figura No. 18 Tipo Destaje En Columna.....	46
Figura No. 19 Tipo Pasador En Viga Y Columnas.....	47
Figura No. 20 Tipo Pletina En Viga Y Columnas.....	47
Figura No. 21 Tipo Destaje En Viga.....	48
Figura No. 22 Tipo Espiga En Viga.....	48
Figura No. 23 Tipo Pletina En Viga Esquinada.....	49
Figura No. 24 Tipo Destaje En Viga Esquinada.....	49
Figura No. 25 Bloques De Arcilla.....	50
Figura No. 26 Árbol De Guayacán.....	51
Figura No. 27 Mapa De Peligro Sísmico En El Ecuador.....	52
Figura No. 28 Casa Bethlemen.....	53
Figura No. 29 Abertura De Tamices Y Clasificación.....	69
Figura No. 30 Numero De Golpes Y Porcentaje De Humedad.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla No. 1 Clasificación de la madera en (kg/cm²).....</u>	<u>35</u>
<u>Tabla No. 2 Presupuesto de hormigón.....</u>	<u>56</u>
<u>Tabla No. 3 Presupuesto de madera.....</u>	<u>58</u>
<u>Tabla No. 4 APU Placa C.....</u>	<u>59</u>
<u>Tabla No. 5 APU Placa T.....</u>	<u>60</u>
<u>Tabla No. 6 APU columna a.....</u>	<u>61</u>
<u>Tabla No. 7 APU columna b.....</u>	<u>62</u>
<u>Tabla No. 8 APU viga.....</u>	<u>63</u>
<u>Tabla No. 9 Cronograma de hormigón.....</u>	<u>65</u>
<u>Tabla No. 10 Cronograma de madera.....</u>	<u>66</u>
<u>Tabla No. 11 Pasante de tamiz (%).....</u>	<u>68</u>
<u>Tabla No. 12 Limite líquido y plástico.....</u>	<u>70</u>
<u>Tabla No. 13 Salarios.....</u>	<u>73</u>
<u>Tabla No. 14 Grupo de trabajo.....</u>	<u>74</u>
<u>Tabla No. 15 Precio de materiales.....</u>	<u>77</u>

RESUMEN

Durante mucho tiempo atrás las antiguas edificaciones eran hechas de elementos estructurales en madera, pero luego ese elemento quedo atrás porque se empezó a utilizar otro elemento llamado hormigón. Siendo este material muy bueno ha tenido sus desventajas como el factor tiempo ya que necesita una cierta cantidad de días para llegar a su resistencia deseada, y en cambio la madera nunca tuvo ese problema.

Este trabajo ayudara a discernir entre estos 2 tipos de metodología constructiva cual es mejor viendo la parte económica y el tiempo de construcción para una vivienda de una planta tipo miduvi de 36 m² en la ciudad de la Libertad, provincia de Santa Elena.

Para realizar este trabajo se tomara en cuenta una madera que se encuentre en el mercado ecuatoriano y que tenga unas características necesarias para el proyecto tomando en cuenta su resistencia y su precio.

Con el desarrollo de este trabajo, se quiere ayudar y dar un beneficio a las personas, dando a conocer las diferentes formas constructivas que existen en nuestro país y explicando cual es más económica viendo los siguientes puntos que se van a comparar.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de La Libertad provincia de Santa Elena durante mucho tiempo se han construido viviendas utilizando elementos de hormigón armado, tales como vigas, paredes, columnas, etc. Y todos esos elementos son afectados por el ambiente salino que tienen las ciudades cercanas al mar. Este trabajo espera que la implementación del sistema constructivo de madera, mejorar la calidad, el tiempo y el costo de la construcción. Con este tipo de construcción queremos aprovechar que las estructuras de madera no sufran por el ambiente de la zona, como sucede con el hormigón.

La construcción en madera es una alternativa para los habitantes de La Libertad, ya que la madera es un material que no sufre por los agentes externos como lo son la salinidad y las altas temperaturas por lo tanto la madera es una opción muy recomendada.

En el desarrollo del trabajo se describe los diferentes tipos de maderas que se pueden optar para la elaboración de la vivienda tomando en cuenta los factores de resistencia que puede tener la madera.

El punto de partida para este trabajo es poder analizar cuál de las 2 metodologías constructivas es mejor, considerando el presupuesto y el cronograma. Finalmente se concluirá demostrando cual tiene mejores resultados respecto a la calidad, costo y tiempo de elaboración.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

El método tradicional de la construcción de viviendas de una planta, es costoso y requiere un tiempo determinado.

Por método tradicional se entiende: estructuras de hormigón armado en vigas, riostras y columnas con la mampostería o paredes requeridas en la construcción.

El hormigón armado sufre un proceso de degradación por el ambiente salino y es la corrosión en el acero de refuerzo y es por la acción de los cloruros del agua del mar.

El deterioro de la estructuras en hormigón dependerá de la permeabilidad del mismo, ya que es su llave a la durabilidad, mientras más permeable se el hormigón es más propenso a sufrí una corrosión.

También dependerá de la atmosfera salina, esta será un punto crítico para las estructuras, el hormigón sufrirá por el impacto de la arena que desgastaran la estructura y la humedad atacara a la estructura debilitada, ya que el tiempo de vida útil del hormigón es el tiempo que demore los cloruros en penetrar el hormigón y llegar a la armadura.

Se puede reducir el tiempo o el costo de la construcción de una vivienda de una planta utilizando un método constructivo en madera (que generaría un ahorro importante en la obra). La madera no sufre una corrosión por el ambiente salino.

Las viviendas de madera se utilizan en países como Estados Unidos, Canadá, Japón y Europa del norte.

Los tipos de madera se dividen en 2 categorías, la madera más resistente que se utiliza para la parte estructural y la menos resistente que se utilizara para los acabados como revestimientos, puertas, etc. (PADT-REFORT, manual de diseño para madera del grupo andino, 1984).

Se empleará mano de obra, materiales, equipos y transporte locales para determinar los precios unitarios de los rubros en una construcción de una vivienda de una planta de madera de 36 m².

Con el resultado esperado se comparan los costos y los tiempos conocidos en la construcción de una vivienda tradicional con los costos y tiempos que tomaría la construcción de una vivienda de madera con las mismas características, para verificar cual es más económico considerando costo y tiempo de construcción.

1.2 Formulación de Problema.

El método tradicional de la construcción de viviendas de una planta, es costoso y requiere un tiempo determinado y utilizando este método las viviendas de hormigón sufren de corrosión por el acero de refuerzo en columnas y vigas.

1.3 Sistematización del Problema. Interrogantes de la investigación.

¿Es más costoso construir una vivienda con estructura de hormigón que con estructura de madera en La Libertad, Provincia de Santa Elena?

¿Cuál es el tiempo estimado para la elaboración de una vivienda de 36 m² de hormigón y de madera en La Libertad, Provincia de Santa Elena?

¿Responde a los requerimientos técnicos esos tipos de construcción?

1.4 Objetivos de la Investigación:

1.4.1 Objetivo General.

Determinar la factibilidad técnica, económica e impacto ambiental de la construcción, de una vivienda de una planta tipo MIDUVI de 36 m² en la ciudad de La Libertad, provincia de Santa Elena, comparada con el sistema tradicional de hormigón armado.

1.4.2 Objetivo Específico.

1. Identificar, el tipo de madera que se utilizara en el estudio considerando su existencia en el mercado, cumpliendo los requerimientos establecidos en NEC-2015, cap. 8
2. Establecer la Metodología constructiva para la construcción de una vivienda de madera de una planta, a implementar en la ciudad de La Libertad, Provincia de Santa Elena.

3. Establecer el Costo y Tiempo de construcción de una vivienda de madera de una planta, en la ciudad de La Libertad, Provincia de Santa Elena.
4. Determinar el impacto ambiental que tendría la utilización de la madera en nuestro medio.

1.5 Justificación o importancia de la investigación.

El objetivo principal es proporcionar a la ciudad de La Libertad, Provincia de Santa Elena de una alternativa constructiva utilizando un material que no se vea afectado por el ambiente salino proveniente de la cercanía del mar, la cual causa corrosión en los aceros de refuerzos en las columnas y vigas (Vera, R.M., & Cañas, 2005).

La madera puede resultar un material de construcción muy beneficiosa, ya que cuenta con algunas propiedades:

Es anti-sísmico por las propiedades que tiene de resistencia y flexibilidad. Ya que la estructura tiene elasticidad y su peso es liviano y de esa manera aumenta la resistencia en los movimientos sísmicos.

Es acústica por su capacidad que tiene la madera de aislación (sonora) porque generara reverberación.

Aislador eléctrico, ya que la madera es un buen aislante, pero esta propiedad se pierde un poco cuando sube su contenido de humedad.

Es térmica, siempre que su densidad sea elevada, cuando su densidad es baja conduce menor calor.

Es flexible, ya que permite la libertad de crear cualquier diseño que sea planeado.

Es de rápido ensamblaje ya que la mayoría de su estructura es prácticamente pre-fabricado y eso ayuda a reducir el tiempo en la elaboración de la estructura.

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1 La Madera Como Material De Construcción.

La madera es considerada como un material anisotropico, el cual determina las diferentes orientaciones con respecto a la madera, ya sea visto de manera paralela o perpendicular a la fibra.

Debemos descartar que no siempre las propiedades de la madera cumplen con la Ley de Hooke que consiste en el comportamiento elástico-lineal, aunque también se relaciona con la teoría Elástica, en basados a investigaciones ya argumentadas.

Sin embargo, se recomienda utilizar la madera aserrada, ya que, si utilizamos la madera rolliza debemos tener otras medidas de precaución en el laboratorio al realizar el proyecto.

Los análisis de resultado que han sido realizados con probetas pequeñas en con la madera aserrada, debido que si utilizamos la rollizas esta forma parte de la estructura del árbol que no forma relación con las probetas pequeñas. De cualquier manera también es recomendable usar algunas otras piezas estructurales como la madera laminada que disponen en tener información de adhesivos y algunas técnicas para realizar piezas ya sean: columnas, vigas, etc.

Debemos conocer que el diseño elástico consiste en la adaptación de esfuerzos admisibles, implementan las estructura de elementos al cual deben elaborarse, por el cual los resultados de esfuerzo de la carga de servicio sean bajos, o lo más similar posible a los esfuerzos admisibles de dicho material.

Consecuentemente, se debe calcular las deformaciones de los elementos de con respecto a las cargas de servicio, estas cargas deberán ser bajas o similares a las deformaciones admisibles. A pesar, debemos denotar que las deformaciones diferidas con respecto a las cargas permanentes.

2.1.2 Cargas.

La estructura debe estar diseñada para resistir las cargas vivas, muertas, ya sean generadas por un sismo, dependientemente a su estructura y ocupación.

2.1.3 Esfuerzos Admisibles.

Para el diseño de la estructura es recomendable utilizar los esfuerzos admisibles que se encuentran en el “manual de diseño para maderas del grupo andino”, porque son el resultado de varios ensayos utilizando madera en la subregión (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 16). Y estos valores se encuentran respaldados gracias a numerosas repeticiones que han sido elaboradas.

De todas las investigaciones se ha establecido que las maderas tienen una relación con su densidad (densidad básica) y la resistencia a los diferentes tipos de esfuerzos, este manual indica que la madera existen 3 grupos para la madera estructural que están clasificados como: “A”, “B” y “C” y corresponde a densidades (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 16): Alta, Mediana y Baja.

Las maderas tienen estas densidades según su grupo:

“A” densidad básica puede ser entre 0.71 a 0.90 g/cm³.

“B” densidad básica puede ser entre 0.56 a 0.70 g/cm³.

“C” densidad básica puede ser entre 0.40 a 0.55 g/cm³.

2.1.4 Módulo De Elasticidad O Módulo De Young.

Los valores utilizados para el módulo de Young para los tres grupos de madera estructural, están en el manual, y serán utilizados para dimensionar los elementos en flexión y para los elementos en tracción y compresión paralelo a la fibra (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 16).

Se utilizan dos valores para la elasticidad “E”: el valor mínimo y el valor promedio. El valor mínimo se utiliza para el cálculo de elementos individuales como pueden ser columnas o vigas, su valor de diseño consiste en la acción de entablados o pies derechos de los tabiques. El valor promedio es utilizado para el diseño de los elementos que exista una acción de los conjuntos, como pueden ser las viguetas en los entablados y pies derechos en los tabiques (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 17).

2.1.5 Propiedades Resistentes La Madera.

La madera tiene 3 direcciones que son consideradas ortogonales entre sí mismas. Estas direcciones son longitudinales, tangenciales y radiales. Las direcciones tangenciales y radiales son perpendiculares a la fibra.

Las principales propiedades mecánicas de la madera son: resistencia a los esfuerzos de compresión, tracción y corte que pueden ser analizadas paralela y perpendicular a la fibra atendiendo a la anisotropía que tiene la madera.

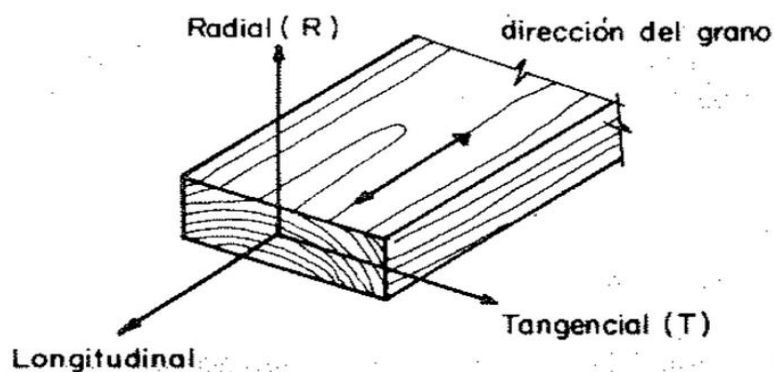


Figura No. 1 direcciones ortogonales de la madera

2.1.5.1 Resistencia A La Compresión Paralela.

La madera tiene una alta resistencia a la compresión cuando sus fibras están en posición paralela y es utilizada con su eje longitudinal en esa misma dirección. Y la capacidad de resistencia depende del pandeo y de su forma geométrica a la que la pieza es sometida a compresión, en otras palabras la longitud vs el ancho de la pieza misma. La compresión paralela a la fibra es la mitad a la resistencia a la tracción. Resisten mayores cargas porque las fibras paralelas actúan como columnas.

2.1.5.2 Resistencia A La Compresión Perpendicular.

Estas cargas hacen que las fibras sean sometidas a un esfuerzo perpendicular a su eje y que tienda a comprimir las pequeñas cavidades en ellas (PADT-REFORT, manual de diseño para madera del grupo andino, 1984, pág. 22). Cuando la magnitud aumenta se debe a que la

carga esta sobre la pieza y esta se quiere comprimir y a su vez aumenta su densidad y puede resistir mayores cargas.

2.1.5.3 Resistencia A La Tracción.

La resistencia a la tracción es afectada por la inclinación de la fibra, el esfuerzo de rotura perpendicular a la fibra 90° es de 2 a 5 % del esfuerzo de rotura paralelo a la fibra. Se asume que en práctica la resistencia a la tracción perpendicular es nula (PADT-REFORT, manual de diseño para madera del grupo andino, 1984, pág. 22).

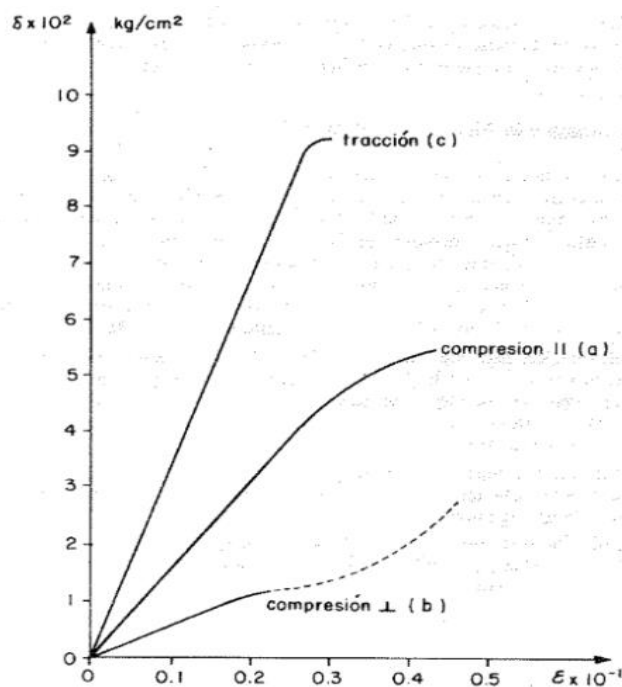


Figura No. 2 curva esfuerzo-deformación para maderas

2.1.5.4 Resistencia Al Corte.

Aparece cuando la madera está sometida a flexión. La madera tiene 2 resistencias diferentes al corte, la primera que es menor cuando esta paralela a la fibra, y la mayor que es cuando esta perpendicular a la fibra y es 3 a 4 veces mayor que en la otra posición.

La dirección radial es mayor que la tangencial y aumenta con la densidad, pero en una menor proporción que la resistencia a la compresión (PADT-REFORT, manual de diseño para madera del grupo andino, 1984, pág. 23).

2.1.5.5 Resistencia A La Flexión.

La resistencia a la tracción y a la compresión paralela a la fibra tiene una diferencia y es una característica en las vigas de madera en flexión. La resistencia a la compresión es menor que la resistencia a la tracción por tal motivo primero falla la compresión (PADT-REFORT, manual de diseño para madera del grupo andino, 1984, pág. 24). Gracias a eso aumenta la deformación en la parte comprimida, el eje neutro se mueve hacia la zona de tracción, por lo que acelera las deformaciones totales y eso conlleva que la pieza se rompa por la tracción. La resistencia a la flexión resulta en esfuerzos más elevados que los de la compresión y más bajos que los de la tracción. Los valores de la resistencia a la flexión están sujetos a la densidad de los diferentes tipos de maderas y de su contenido de humedad (PADT-REFORT, manual de diseño para madera del grupo andino, 1984, pág. 24).

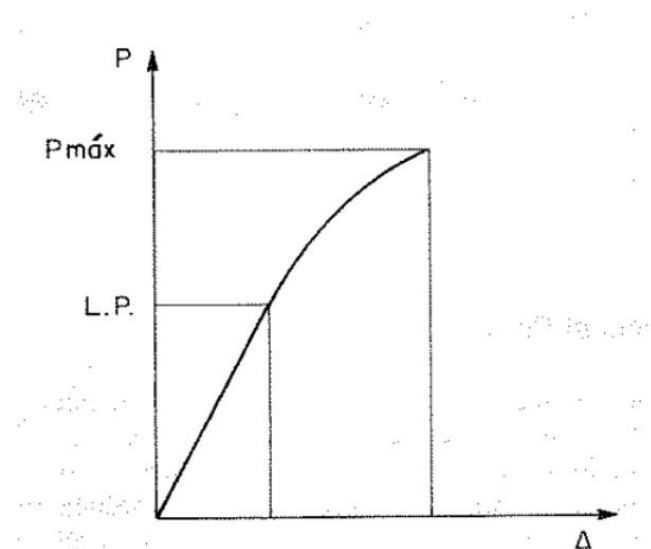


Figura No. 3 curva típica carga-deflexión para flexión

2.1.6 Preservación De La Madera.

La madera es un material orgánico y está expuesta a una serie de ataques como son: bacterias, hongos, insectos, o por causas no biológicas como el fuego, ya que es un material inflamable.

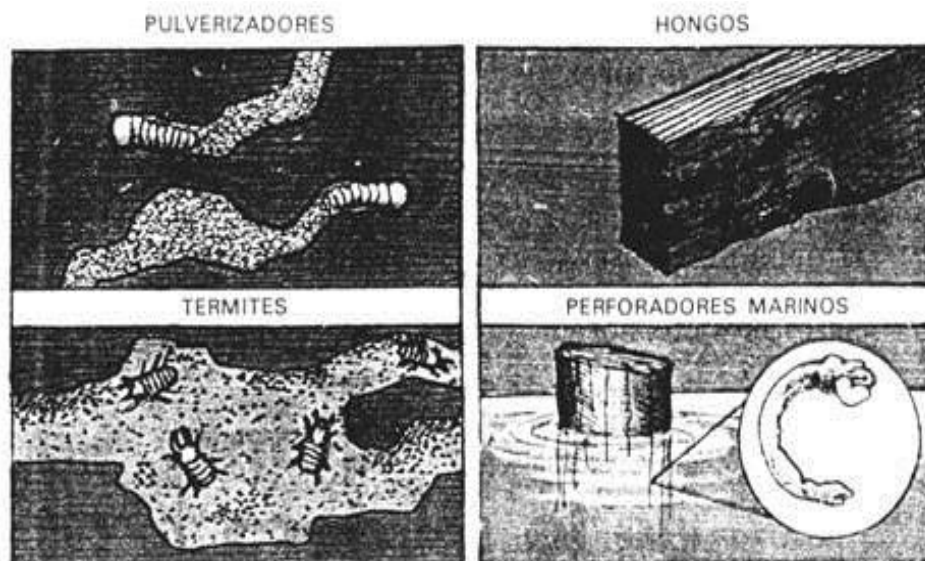


Figura No. 4 agentes que ataca la madera

2.1.6.1 Agentes Destruidores De La Madera.

- Hongos xilófagos

Estos hongos son capaces de descomponer las paredes celulares, y a su vez ocasionan la pudrición de la madera (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 20). Generalmente viven en tablas, tablones etc.

- Mancha azul

No alteran sus paredes celulares ni a su deterioro, más bien se la conoce como una destrucción verdadera.

- Insecto xilófago.

Hay una gran variedad de insectos xilófagos, que atacan de forma exclusiva a la madera, estos la perforan especialmente en la albura, ya que el duramen tiene una resistencia mayor al ataque y la penetración (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 20). Las perforaciones que hacen aumentan la aceleración de la pudrición.

Pudrición. Las maderas están siempre expuestas a sufrir el ataque de agentes, y puede ser el ataque antes o después de ser utilizada.

Durabilidad natural. La madera es gran facilitador para la destrucción ocasionado por varios agentes alterando en si su estructura ocasionado por múltiples factores como el clima, entre otros. Su resistencia natural consiste en una característica que varía; ya sea, del clima, el suelo y la especie que lo altere.

Durabilidad natural y tratabilidad de la madera. Para determinar la relación que existe en la durabilidad y la tratabilidad de la madera. Se hicieron 5 categorías para la durabilidad, la alta mente resistente, resistente, moderadamente resistente, poco resistente y no resistente.

2.1.7 Preservantes Para La Madera.

Son sustancias químicas que se utilizan en la madera y la hace resistente al ataque de los hongos e insectos, estos preservantes la protegen porque hace que madera se vuelva venenosa y estos agentes biológicos la repelen (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 20).

2.1.7.1 Clasificación De Los Preservantes:

Por su origen: Oleosolubles y los Hidrosolubles.

2.1.7.1.1 Preservantes Oleosolubles.

Estos persevantes son venenosos para agentes bilógicos, y a su vez tienen cualidades: tienen buena penetración, no son corrosivos y no son inflamables.

Son más adecuados para madera utilizadas en el exterior o intemperie y con contacto con el suelo.

2.1.7.1.2 Preservantes Hidrosolubles.

Estos preservantes tienen una importante ventaja es su bajo costo, tienen una buena penetración, no son inflamables y no afectan a la salud.

Estos preservantes son adecuados para madera usada en el interior, y no es recomendada para madera utilizada en el exterior o con contacto con el suelo.

2.1.8 Secado De La Madera A Preservar.

La madera que será preservada a través de procedimientos como: presión, inmersión en frío, requiere de un pre secado que alcance entre el 11 al 16 % de su contenido de humedad. Los contenidos mayores al 20 % no es recomendable para este tipo de tratamiento (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 21).

La práctica más utilizada para secar madera que será utilizada en la construcción, consiste en armar pilas al aire libre con 2 objetivos: 1 reducir al máximo los daños causados por los agentes contaminante y la 2 es acelerar la reducción del contenido de humedad de la madera (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 21).

2.1.8.1 Métodos De Preservación De La Madera.

Esto depende de la durabilidad natural de las diferentes variedades de maderas. Ya que existen maderas muy durables, como la teca, el chanul, el guayacán que tienen elementos químicos que los protegen contra los agentes destructores por muchos años. Y existen otras maderas que su durabilidad es mediana, como el cedro, el laurel, etc. (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 21).

2.1.8.1.1 Métodos Sin Presión:

Los métodos más conocidos en el mercado son los que se aplican por medio de una brocha, por aspersion, por difusión y por inmersión.

- Con brocha y por aspersión.

En este procedimiento, se utiliza una pequeña cantidad de líquido preservativo penetra en la madera. La absorción que ocurre con este tratamiento se debe, en parte a la resistencia natural a la penetración e influye la escasa cantidad de preservante que aprovecha (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 21).

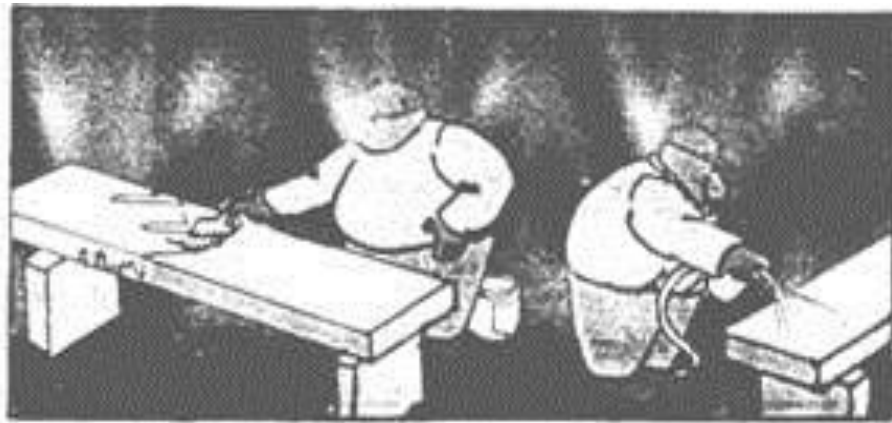


Figura No. 5 brocha y por aspersión

- Inmersión prolongada.

Este procedimiento se hace en frío, se lo hace generalmente para maderas que se las usará en la elaboración de ventanas, marcos de puertas, vigas, en los trabajos que no se halle la madera en contacto con el suelo. El procedimiento consiste, en mojar la madera por espacio mínimo de unas 24 horas y un máximo de 48 horas, en las que la madera ya no pueda absorber más (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 21).

- Inmersión momentánea.

La efectividad de esta preservación es muy limitada y no es recomendable para tratamientos de madera que luego tendrá contacto con el suelo o expuesto a la intemperie. Sin embargo este procedimiento se lo ha utilizado favorablemente en tratamientos de ventanas, marcos, puertas y en otros trabajos de carpintería. Este tratamiento consiste en sumergir la madera dentro del producto preservativo por espacios de tiempo cortos, que van desde 10 a 15 minutos (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22). La madera se debe encontrar seca para realizar el procedimiento.

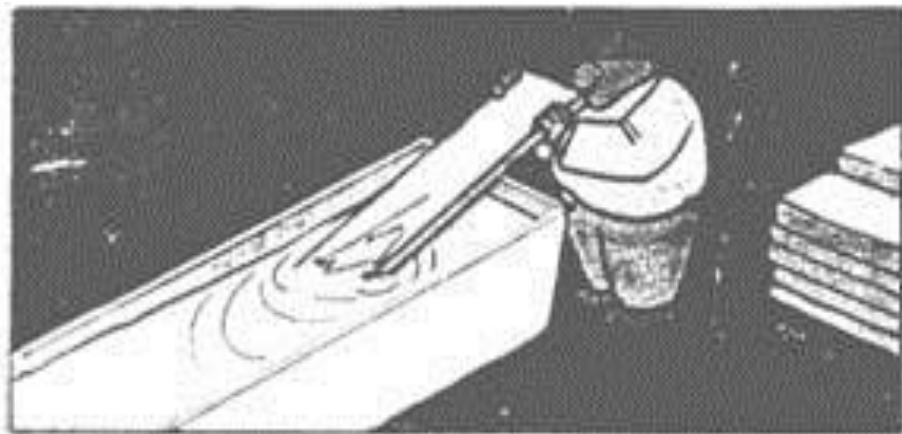


Figura No. 6 inmersión

- Tratamiento por difusión.

Este procedimiento tiene como fundamento beneficiarse del desplazamiento de la sabia a través de la madera. Para ello se utiliza madera rolliza, se prefiere que tengan un pequeño diámetro, recién cortada y descortezada. Uno de los lados se lo hunde en un preservante hidrosoluble. Se puede hacer una solución, mezclando 4 Kg de sales en 100 lt de agua (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22).

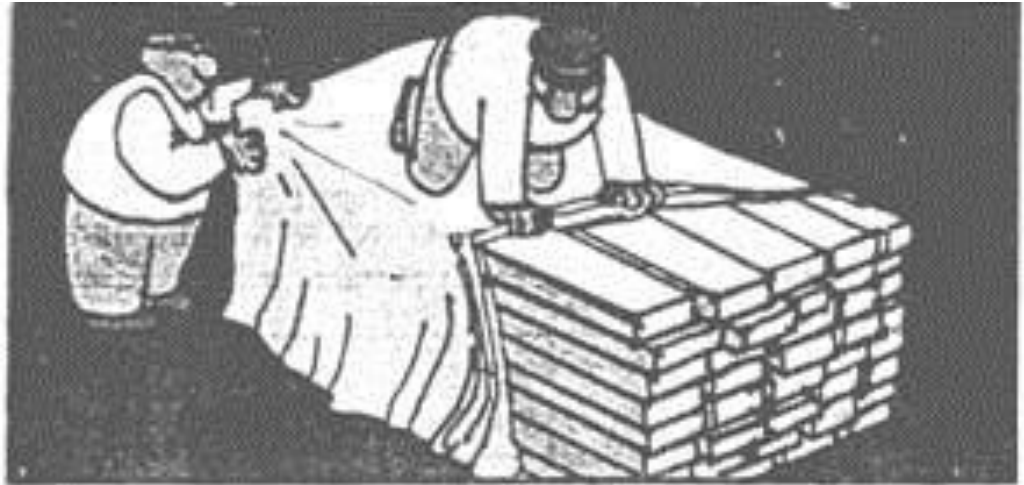


Figura No. 7 difusión

2.1.8.1.2 Métodos A Presión:

Se utiliza para impregnar preservante en la madera al interior de cilindros cerrados herméticos. Son 2, el de célula llena y vacía (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22). Son indiscutiblemente los más efectivos pero su costo es elevado.

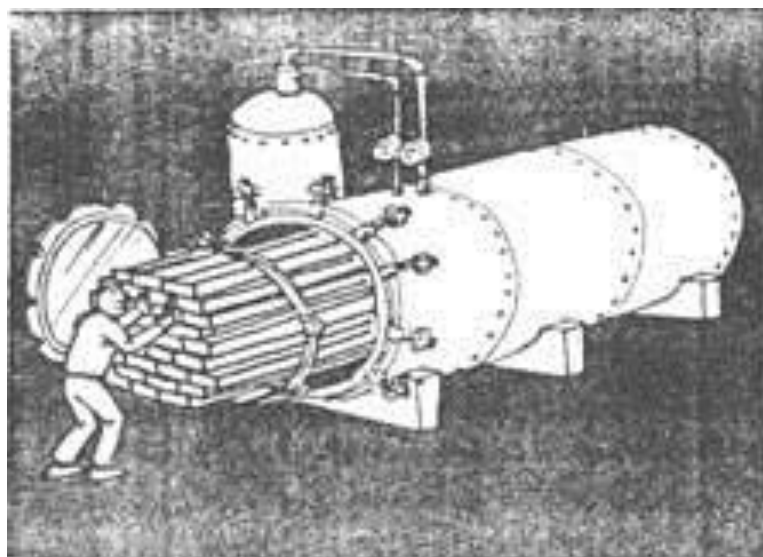


Figura No. 8 cilindro cerrado hermético

- El de célula llena.

Este tratamiento se trata de retener en la madera la mayor cantidad de líquido preservativo, y permitiendo que se produzca una absorción en el material tratado (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22).

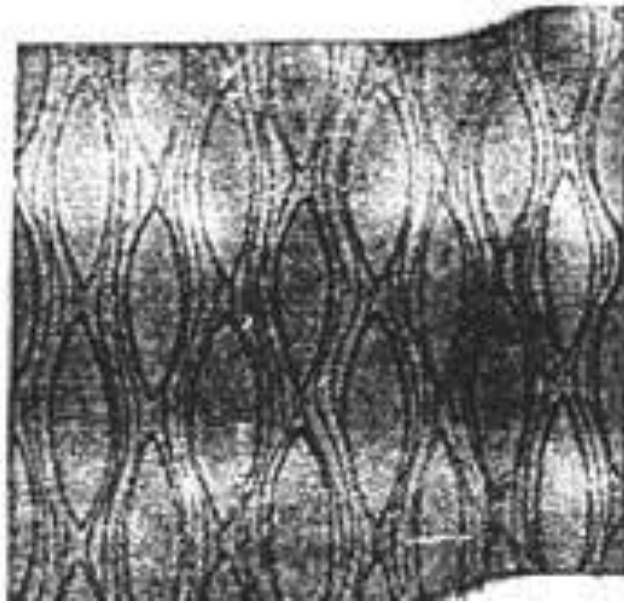


Figura No. 9 célula llena

- El de célula vacía.

Este tratamiento se trata de recuperar la solución inyectada a presión en la madera, este tratamiento da un buen resultado cuando se trata una penetración bien profunda pero con muy poca absorción final del preservativo líquido (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22).

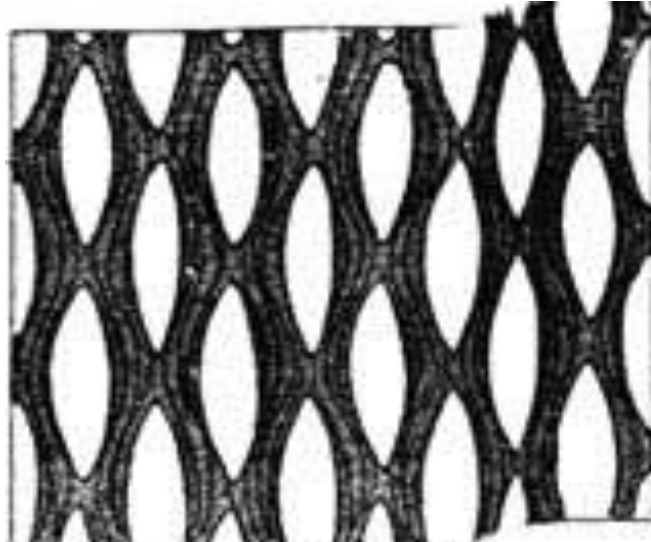


Figura No. 10 célula vacía

- Método Boucherie.

Este tratamiento de la madera se basa en el reemplazo de la sabia por un preservante hidrosoluble, cuyos componentes tengan una parecida velocidad de difusión. En la condición principal se requiere que los elementos a tratarse se encuentren en un estado verde en otras palabras que tengan un contenido de humedad de por lo menos el 30 %; debiéndose, eso sí, mantener la corteza durante el procedimiento (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22)

Para que funcione el proceso, se necesita 1 atm de presión, que se la consigue por diferentes niveles en la altura de 10 metros. La madera rolliza, al momento del procedimiento se coloca en una posición inclinada, con el fin de facilitar el deslizamiento del preservante a través de los sistemas de conducción de la sabia. Los elementos van agarrados en su extremo superior, mediante un casquete de caucho (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22).

2.1.8.1.3 Productos Caseros.

Existen algunos productos caseros que utilizan algunos ebanistas y constructores como preservantes para la madera. Ellos son: el aceite quemado, el diésel, incluso la gasolina, y otros, que suelen emplearlos con este fin, lo cual es una afirmación totalmente equívoca; puesto que en la práctica, realmente no causa efecto preservativo en la madera (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22).

Factores que influyen en la absorción y penetración del preservante.

El criterio más significativo es que debe ser considerado en un procedimiento de preservación, es la cantidad del inmunizante que absorbe la madera y la profundidad a la que penetra; también se debe considerar, la buena repartición del preservante en toda el área que se va a tratar (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 22).

Penetración Del Preservante.

La madera se clasifica en 4 clases:

- 1) penetración total
- 2) penetración parcial periférica
- 3) penetración parcial irregular
- 4) penetración nula.

Clasificación De La Madera Por Su Tratamiento.

Está realizada en función de la absorción y clase de penetración que se presenta en la madera que será tratada. Se establecen 4 categorías de tratabilidad: 1) fácil de tratar; 2) moderadamente tratable; 3) difícil de

tratar, y 4) imposible de tratar (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 23).

Aspectos Económicos De La Preservación.

La preservación de la madera se toma en cuenta siempre que sea viable y cuando sea beneficiosa desde el punto de vista económico. Es necesidad urgente que se preserve una madera que va a ponérsela en servicio, lo que ayudará a aumentar, no solamente su vida útil sino también su resistencia y durabilidad (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 23).

2.1.9 Prevención, Previsión Y Control De Incendios.

Para controlar el riesgo contra los incendios es mediante una adecuada política de prevención, prevención y control.

2.1.9.1 Sistemas De Prevención.

Los recursos son preparados y se disponen en una manera anticipada a la posible aparición de un incendio para reducir que este fenómeno ocurra.

Se basan en dos criterios:

- Examinar la posible fuente que causa el incendio: fuentes de calor, instalación eléctrica iluminaciones y material inflamable.
- Aplicación de tratamientos retardadores de fuego: materiales ignífugos.

Existen 2 métodos usados como retardadores químicos de fuego:

El primero consiste en aplicar el revestimiento de pintura con productos químicos retardante de fuego.

El segundo método es impregnar la madera con sales solubles utilizando procesos de presión al vacío, los mismos que utilizan la industria preservadora de madera.

- Método de recubrimiento: se aplica una capa de retardante en la superficie de la madera.
- Método de impregnación: se utiliza este método para que la madera no arda fácilmente cuando es atacada por las llamas y el calor intenso, produciendo una carbonización sin llama.

2.1.9.2 Sistemas De Previsión Y Control.

Impide que el fuego se propague utilizando principalmente en el aspecto del diseño arquitectónico, detección y confinamiento del fuego.

2.1.10 El Recurso Forestal De La Madera.

El Ecuador utiliza actualmente 5 millones de m³/año de madera para diferentes usos como:

- Construcción en general
- Muebles
- Tableros contrachapados
- Leña y carbón

El abastecimiento principal son el bosque nativo, que posee el 70%(3.5 millones de m³) y el 30% restante lo poseen plantaciones forestales (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 3).

El Ecuador no tiene unas estadísticas forestales completas. Unas fuentes oficiales dicen que actualmente constan 3 millones de hectáreas de bosque nativos que se están haciendo, pero solo 1 millón de hectáreas de ellas se encuentran lista para utilizarse.

Se considera que podría haber un aprovechamiento sostenible, de cada hectárea del bosque nativo obteniendo un promedio de 1.5 m³ anuales, esto haría que la producción sostenida sea 1.5 m³, con un perdida de 2 millones de m³, que son cubiertos con la tala ilegal de la madera o la conversión de los bosques nativos a actividades agropecuarias (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 4).

Toda la madera que será usada para la construcción debe provenir de bosque nativo, de preferencias de plantaciones forestales que tienen un volumen minino 250 m³/ha; son mayores a los nativos los que tienen de 20 a 25 m³/ha.

2.1.10.1 Recurso Renovable

Toda la madera que proviene del recurso forestal (bosque nativo y plantaciones forestales) tiene una forma renovable, se maneja bajo el plan de sustentabilidad, en caso contrario, la madera se degrada y se puede extinguir.

Los bosques primarios tienen una amplia variedad de diferentes especies forestales potencialmente maderables y de las cuales solo un limitado número fueron estudiadas y se ha obtenido información que permite ser utilizada en la construcción.

La norma no intenta regular la administración de los bosques, pero asegura el uso de la madera, de naturaleza legal, autorizada y supervisada por la autoridad competente.

2.1.10.2 Manejo Forestal Sustentable.

La departamento foresta de la FAO tiene como política central, sembrar en el mundo, un concepto de “*Manejo Forestal Sostenible*” que implica regular la extracción de acuerdo a su productividad del bosque y los ciclos productivos y mantención de la condiciones de la biodiversidad (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 4).

2.1.11 Para La Utilización De La Madera.

2.1.11.1 Procedencia De La Madera.

La Autoridad forestal del Ecuador, debe fiscalizar, en todos los depósitos e industrias de las maderas d todo el Ecuador, el origen legal de la madera para utilizarse en las construcciones de edificaciones, que se utilice la madera como material estructural (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 5).

2.1.11.2 Establecimientos Autorizados.

La Dirección Nacional Forestal, desarrollará la guía de movilización, a los interesados que efectúen los requisitos previstos:

- Abastecerse de la madera procedente de Programas de aprovechamiento y de corte, calificados por el Ministerio del Ambiente, en otras palabras que tenga procedencia legal.
- Debe señalar las buenas condiciones del secado de la madera y método y producto de preservación.
- Dispuestos a tomar las responsabilidades civiles y penales que resulten del uso de materiales defectuosos.

Toda persona natural o jurídica, se hace responsable de la elaboración de una edificación con un material estructural de madera, debe surtirse del material, en los locales de comercio de madera estructural, aprobados por la Autoridad Nacional Foresta (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 5).

2.2 SISTEMA DE HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.2.1 Hipótesis:

“Verificar si los costos y tiempos de ejecución de una vivienda de una planta de madera de 36 m², son más ventajosos que los de una vivienda de una planta tipo MIDUVI de 36 m² en cuanto a la calidad, economía y respecto al tiempo empleado en su construcción, en el ciudad La Libertad, Provincia de Santa Elena”

2.2.2 Variables:

Grupo de madera tipo A (caimitillo, guayacán)

Módulo de elasticidad (kg/cm²) E_{mínimo} 95,000 E_{promedio} 130,000

Tienen un esfuerzo máximo admisible en flexión (kg/cm²) 210

Tienen un esfuerzo máximo admisible en compresión paralela (kg/cm²) 145

Tienen un esfuerzo máximo admisible en tracción paralela (kg/cm²) 145

Tienen un esfuerzo máximo admisible para corte paralelo a las fibras (kg/cm²) 15

Grupo de madera tipo B (chanul, moral fino pituca)

Módulo de elasticidad (kg/cm²) E_{mínimo} 75,000 E_{promedio} 100,000

Tienen un esfuerzo máximo admisible en flexión (kg/cm²) 150

Tienen un esfuerzo máximo admisible en compresión paralela (kg/cm^2) 110

Tienen un esfuerzo máximo admisible en tracción paralela (kg/cm^2) 105

Tienen un esfuerzo máximo admisible para corte paralelo a las fibras (kg/cm^2) 12

Grupo de madera tipo C (fernansanchez, mascarey, sande)

Módulo de elasticidad (kg/cm^2) $E_{\text{mínimo}} 12,149$ $E_{\text{promedio}} 90,000$

Tienen un esfuerzo máximo admisible en flexión (kg/cm^2) 143

Tienen un esfuerzo máximo admisible en compresión paralela (kg/cm^2) 80

Tienen un esfuerzo máximo admisible en tracción paralela (kg/cm^2) 75

Tienen un esfuerzo máximo admisible para corte paralelo a las fibras (kg/cm^2) 8

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.

Anhidro: Estado de la madera, sin contenido de humedad (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 5).

Anisotropía: Propiedad de ciertos materiales que, como la madera, presentan características diferentes según la dirección que se considere (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6).

Aserrar: Es la operación de cortar la madera a partir de una troza, y darle una escuadría determinada con sierra manual o eléctrica (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6).

Contenido de humedad (CH): El contenido de humedad (CH) de la madera es la cantidad de agua que contiene una pieza de madera en un momento dado, que se expresa como un porcentaje de su peso anhidro (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6).

Densidad de la madera: Es la relación que existe entre la masa y el volumen de una pieza de madera, a un determinado contenido de humedad. En el Sistema Internacional se expresa en gr/cm³ o kg/m³. Según las condiciones de humedad de la madera, se conocen algunos tipos de densidad (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6):

Densidad básica: Es la relación entre el peso de la madera en estado anhidro y su volumen en estado verde o saturado (CH mínimo del 30 %). Es un indicativo de las propiedades mecánicas que tiene una madera. Es función de la edad, a mayor edad del árbol de donde procede la madera, su densidad aumenta (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6).

Duramen: Porción de madera procedente de la parte interna del tronco, de los tejidos muertos y lignificados del árbol, con propiedades de resistencia mecánica y de resistencia al ataque de hongos e insectos, mayores que la albura. Frecuentemente de coloración más oscura que la albura (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6).

Fibra: Es la dirección de las fibras y de otros tejidos longitudinales de la madera, con respecto al eje principal de una pieza aserrada. Se conoce como Fibra Recta, cuando la dirección de la fibra es paralela al eje principal de la pieza. Fibra inclinada, cuando la fibra guarda cierta inclinación respecto del eje principal de la pieza (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 6).

Madera: Material más o menos duro, fibroso y compacto, de origen vegetal, proveniente de las plantas leñosas (árboles, arbustos y lianas), principalmente de los troncos de los árboles (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Madera rolliza: Es aquella susceptible de utilizarse en su forma original (redonda), con o sin corteza (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Madera estructural: Aquella que en uso, a más de soportar su propio peso, estará sujeta a esfuerzos diversos. Por tal razón deberá tener una densidad básica mínima de 0.4 gr/cm³ (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Madera aserrada: Es la pieza que se obtiene de una troza de madera, mediante cortes longitudinales y/o transversales, realizados con sierras normales o con la sierra eléctrica (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Madera no estructural: Aquella que en uso, no soporta únicamente su propio peso, pudiendo tener una densidad básica menor a 0.4 gr/cm³ (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Madera preservada: Es la madera que ha sido sometida a un tratamiento inmunizante con algún tipo de preservante, a efectos de aumentar su durabilidad y resistencia a los agentes biológicos deteriorantes y/o al fuego o procesos de intemperización (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Preservación: Acción y efecto de incorporar a la madera, sustancias tóxicas para agentes biológicos de deterioro de la madera, principalmente hongos e insectos, para alargar la vida útil de la madera (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Pudrición: Es la descomposición de la madera por la acción de hongos xilófagos, acompañada de un proceso gradual de cambios de sus características físicas, químicas y mecánicas (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Riostra: Elemento secundario, de apoyo o amarre entre otros (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Secado de la madera: Proceso de eliminación de la humedad de la madera, por medios naturales o al aire libre o bajo control de temperatura, humedad relativa del aire y remoción de aire (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

Sistema estructural: Elementos resistentes de la construcción y la forma en que se considera que trabajan a efectos de su modelización (CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI, 2011, pág. 7).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación que se realizará es del tipo experimental y teórica, es una investigación tipo experimental porque se utiliza un método constructivo diferente al tradicional, utilizando la madera y se utilizarán los resultados de unos ensayos de laboratorio para comprender la capacidad de la madera para resistir diferentes esfuerzos.

A su vez es una investigación tipo teórica ya que compara ideas entre los 2 diferentes tipos de construcciones: la tradicional en hormigón armado y la construcción en madera. Se verá si entre una construcción tradicional de una vivienda de una planta tipo MIDUVI de 36 m² en la ciudad de La Libertad, Provincia de Santa Elena, con una vivienda de una planta de madera de 36 m² en el mismo sitio, cuál de los dos sistemas es más ventajoso en calidad, economía y respecto al tiempo empleado en su construcción.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1 Población.

La población en esta investigación serán las diferentes variables de la madera:

- Esfuerzo máximo admisible en flexión (kg/cm²)
- Esfuerzo máximo admisible en compresión paralela (kg/cm²)
- Esfuerzo máximo admisible para corte paralelo a las fibras (kg/cm²)

- Densidad de la madera (g/cm^3)

3.2.2 Muestra.

Las muestras son los ensayos realizados en el laboratorio de la universidad de Guayaquil durante 5 años por estudiantes de Ingeniería Civil. (Ing. Terreros, 2006)⁶

3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos la información de esta investigación utilizara:

- Los planos de una vivienda de una planta tipo MIDUVI de 36 m^2 conseguidos del portal de contratación pública.
- Para el diseño de una vivienda de una planta de madera de 36 m^2 . Se utilizaran resultados de ensayos de maderas anteriores para conocer las resistencias de la misma.

3.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN Y PASOS A UTILIZAR.

3.4.1 Metodología De Ensayos Para La Caracterización De La Madera.

Para obtener los esfuerzos de las maderas se utilizaron formulas establecidas en la elaboración de ensayos y calculo con fórmulas tradicionales.

- Resistencia a la flexión:

Se usaran probetas de $300 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$, colocadas entre dos apoyos a 240 mm de distancia y aplicando la fuerza en el punto central.

$$f = 1.5 \frac{(\text{Fuerza} \times \text{longitud})}{(a \times b^2)} = 1.5 \frac{(F \times l)}{(a^3)} \quad a=b=20 \text{ mm } l=240 \text{ mm}$$

$$f=0.045(F)$$

La resistencia a la flexión en (kg/cm^2) se clasifica la madera en estas categorías:

Categoría	Resinosas	Frondosas, blandas indígenas	Frondosas, duras indígenas	Frondosas, exóticas indígenas
Baja	715	635	795	950
Mediana	795	715	950	1190
Superior	950	795	1190	1425

Tabla No. 1 Clasificación de la madera en (kg/cm^2)

- Resistencia a la compresión

Se utilizó probetas de 20 mm x 20 mm x 20mm, sobre las que se aplica la carga. Los resultados obtenidos varían según la posición de la carga sea perpendicular a la fibra o paralela a la fibra (paralela a la fibra da resultados más altos). (Ing. Terreros, 2006)⁶

$$\sigma r = \frac{\text{Carga de rotura}}{\text{area}}$$

3.4.2 Análisis De Grupos De Maderas En El Ecuador

En el Ecuador existen varios tipos de maderas como las siguientes:

Guayacán

Es una de las maderas más pesadas y duras. Es considerada de muy buena calidad. Se utiliza en ebanistería, carpintería, elementos estructurales, partes de carros, instrumentos musicales y más.

Durabilidad.

Es durable y resistente a las termitas y al agua salada.

Trabajabilidad.

Es difícil de cepillar y cortar. Secado moderadamente fácil.

❖ Resistencia a la flexión.

- Esfuerzo en la rotura 1757 k/cm^2
- Esfuerzo admisible 251 k/cm^2
- Modulo elástico 18863 k/cm^2

❖ Resistencia a compresión.

- Carga perpendicular a la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 542 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 90.2 k/cm^2
 - Modulo elástico 30000 k/cm^2
- Carga paralela la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 849 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 140 k/cm^2
 - Modulo elástico 40000 k/cm^2

Laurel

Tiene una demanda por su color y brillo en las artesanías de muebles. En construcción se puede utilizar como elemento estructural, también es utilizado en construcción naval, como madera para muelles y embarcaderos y como muebles decorativos.

Durabilidad.

Tiene una durabilidad alta.

Trabajabilidad.

Es fácil de trabajar, su velocidad de secado es rápida.

La madera se asierra y trabaja fácilmente y se logran de buenos a excelentes resultados en todas las operaciones.

❖ Resistencia a la flexión.

- Esfuerzo en la rotura 871 k/cm^2
- Esfuerzo admisible 124 k/cm^2
- Modulo elástico 11102 k/cm^2

❖ Resistencia a compresión.

- Carga perpendicular a la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 231 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 38.5 k/cm^2
 - Modulo elástico 17500 k/cm^2
- Carga paralela la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 425 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 70.8 k/cm^2
 - Modulo elástico 21666 k/cm^2

Bálsamo

El uso de su madera, para láminas de enchape, pisos, construcciones estructural, muebles y pisos exteriores.

Durabilidad

Es una madera durable, y es resistente el ataque de hongos e insectos.

Trabajabilidad:

Es moderadamente difícil de trabajar ya que tiene una alta dureza.

❖ Resistencia a la flexión.

- Esfuerzo en la rotura 1908 k/cm^2
- Esfuerzo admisible 273 k/cm^2
- Modulo elástico 18131 k/cm^2

❖ Resistencia a compresión.

- Carga perpendicular a la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 400 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 66.7 k/cm^2
 - Modulo elástico 10800 k/cm^2
- Carga paralela la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 685 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 114 k/cm^2
 - Modulo elástico 25000 k/cm^2

Cedro

Es utilizada para la construcción de muebles, canoas, artesanías, instrumentos musicales.

Durabilidad

Tiene una baja durabilidad natural.

Trabajabilidad:

Es fácil de trabajar con maquinaria y herramientas manuales, es de secado rápido.

- ❖ Resistencia a la flexión.
 - Esfuerzo en la rotura 1358 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 194 k/cm^2
 - Modulo elástico 17100 k/cm^2

- ❖ Resistencia a compresión.
 - Carga perpendicular a la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 213 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 35.4 k/cm^2
 - Modulo elástico 30000 k/cm^2
 - Carga paralela la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 568 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 95 k/cm^2
 - Modulo elástico 38000 k/cm^2

Virola

Es utilizada para la elaboración de cajas, chapas para interior, para palos de escobas.

Durabilidad

Tiene una baja durabilidad natural y es susceptible a ataques biológicos.

Trabajabilidad:

Es fácil de trabajar en el cepillado, la moldura. Tiene un comportamiento al secado bueno, al aire libre se seca de manera rápida.

- ❖ Resistencia a la flexión.
 - Esfuerzo en la rotura 742 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 106 k/cm^2
 - Modulo elástico 20500 k/cm^2

- ❖ Resistencia a compresión.
 - Carga perpendicular a la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 86 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 14.3 k/cm^2
 - Modulo elástico 3435 k/cm^2
 - Carga paralela la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 266 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 44 k/cm^2
 - Modulo elástico 22900 k/cm^2

3.4.3 La Metodología Constructiva.

Para la elaboración se tomaran en cuenta estos pasos.

1. Cimentación
2. Pisos
3. Columnas
4. Paredes
5. Viga
6. Cubierta

A continuación se detalla cada una de ellas.

- Cimentación

La cimentación es la base de la vivienda, ya que transmiten la carga al terreno y son de hormigón armado, es la primera etapa de la construcción.

- Pisos

Los pisos se realizan después de haber terminado con la cimentación y dependiendo de su sistema estructural incluiría la colocación de vigas, viguetas, riostras etc.

- Columnas

Las columnas se realizan después de la cimentación y comprende la instalación de anclaje y columnas.

- paredes

Las paredes se las coloca luego de tener instaladas las columnas para que se puedan sujetar.

- Vigas

El montaje se hace después de haber concluido las columnas y las paredes, ya que el montaje de esta contempla el levantamiento del pórtico

- Cubierta

La cubierta es la parte final de la vivienda, está la protege del frío, calor, viento o lluvia.

3.4.3.1 La Cimentación.

Es de zapatas aisladas o plintos, unidos por las riostra.

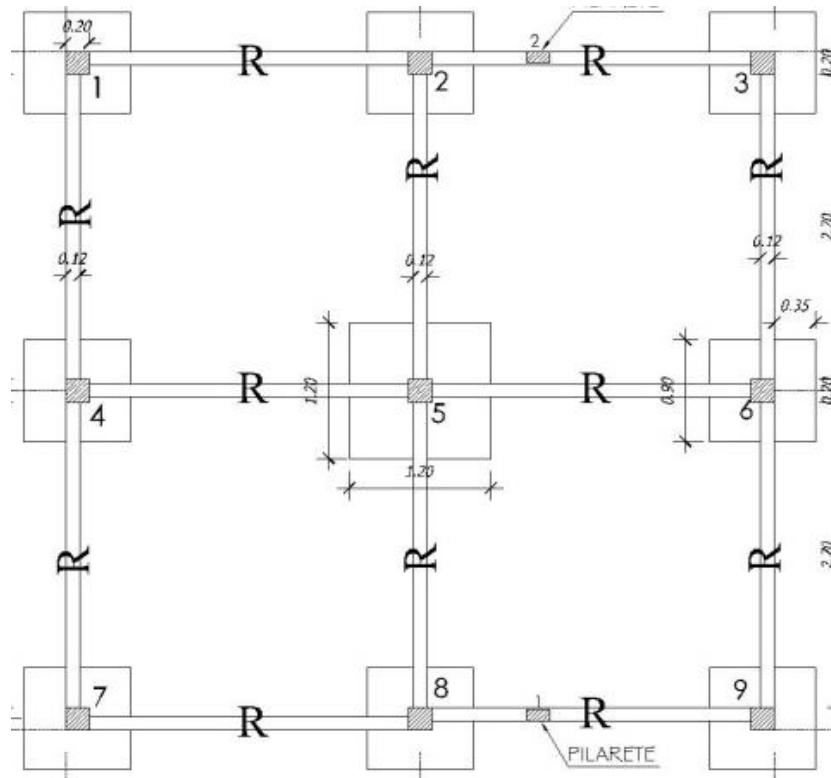


Figura No. 11 cimentación plintos

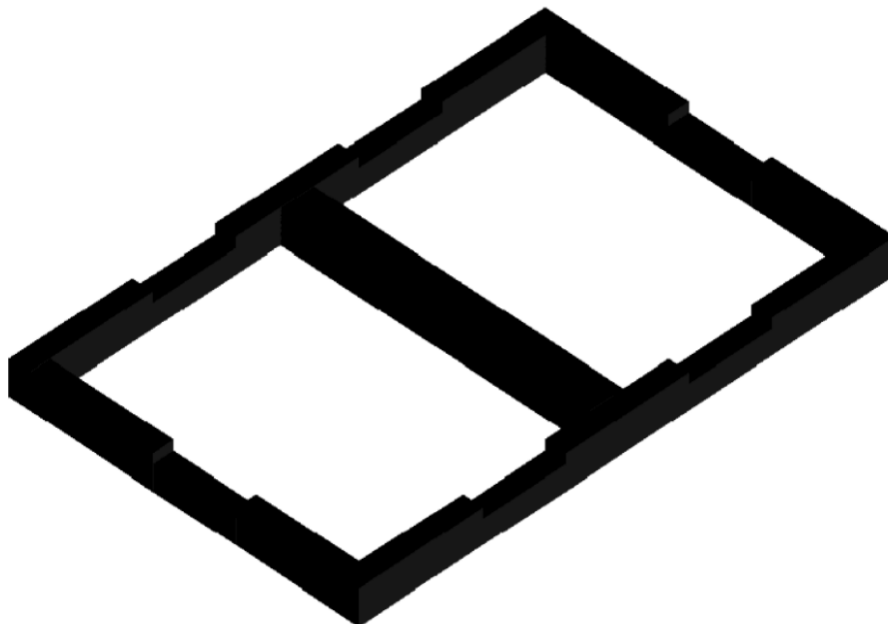


Figura No.12 Riostras

3.4.3.2 Fijación Entre Las Columnas Y La Cimentación.

Para realizar una fijación se deberá elegir una de las siguientes formas y dependerá de la cimentación.

Tipo copa

Esta fija una platina con un tornillo tirafondo a su base de hormigón, la misma que se asegura a la columna de madera con tornillos. Se debe fijar la base con 2 pernos, sobre la platina se coloca la columna que es asegurada con 4 pernos en cada ala (Cruz, 2012, pág. 47).

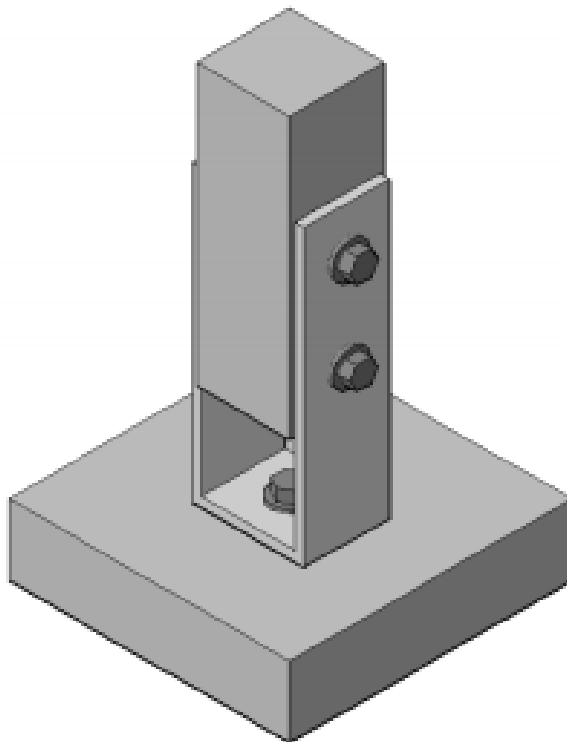


Figura No. 13 Tipo copa

Tipo pletina

Es una unión que se deja fundida a la base de hormigón de acero llamado pletina que tiene forma "C" que tiene las alas alargadas, que pasan las bases, con 2 varillas que atraviesan la pletina y la columna.

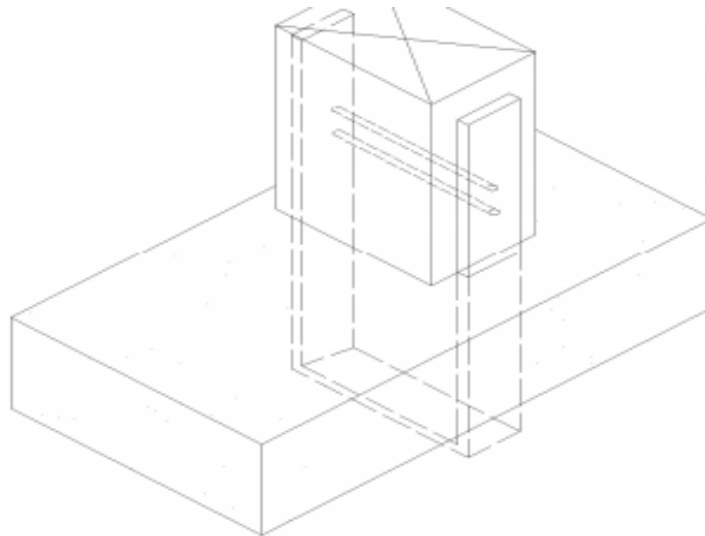


Figura No. 14 Tipo pletina

Tipo pasador de acero

La columna se fija a los cimientos, con el pasador que la hará firme.

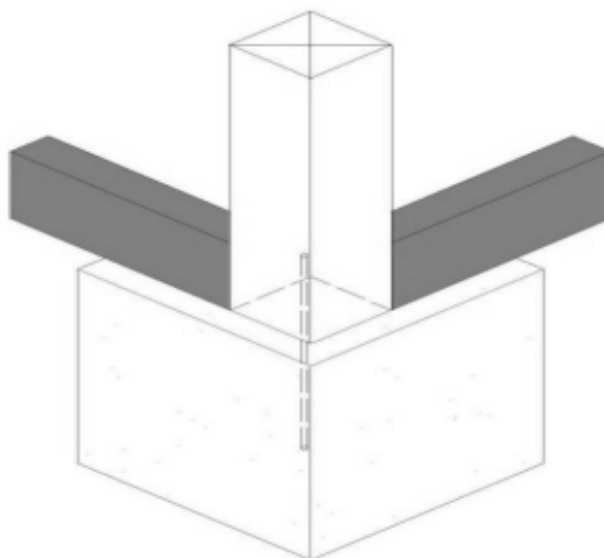


Figura No. 15 Tipo pasador de acero

Tipo ángulo de acero

La columna es fijada a la viga del piso con unos ángulos de acero.

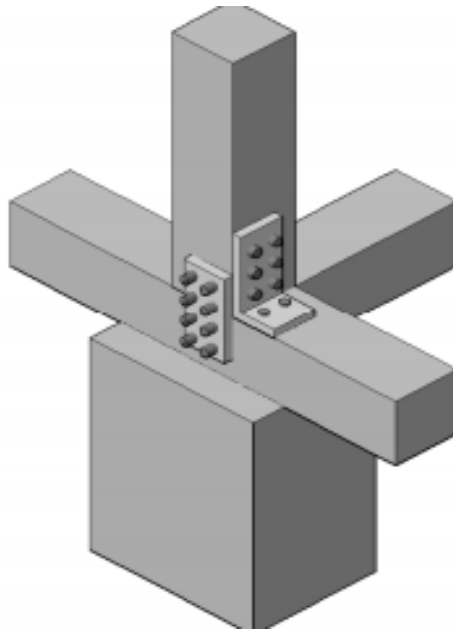


Figura No. 16 Tipo ángulo de acero

3.4.3.3 Fijación Entre Las Columnas Y Las Vigas.

Con las columnas ubicadas, se procede a colocar las vigas que servirán de apoyo para la cubierta.

Unión viga-columna

Las vigas se unen con las columnas con unas platinas de acero tipo "L" y pernos (Cruz, 2012, pág. 52).

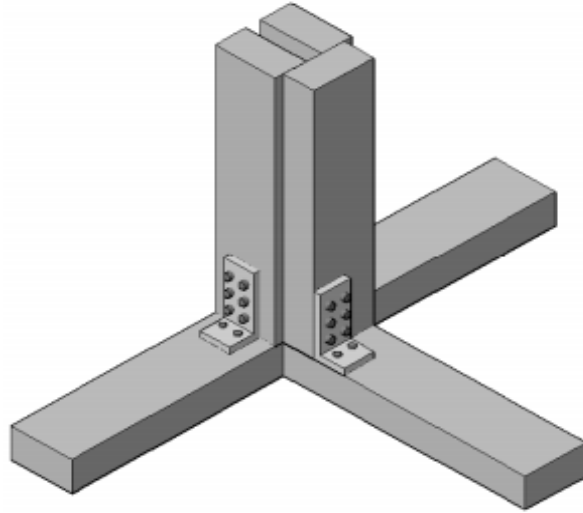


Figura No. 17 Unión columna y vigas

Tipo destaje en columna

Unión de la viga con un destaje, la columna se corta un tercio de su ancho, para que calce la viga y se fija con platinas (Cruz, 2012, pág. 54).

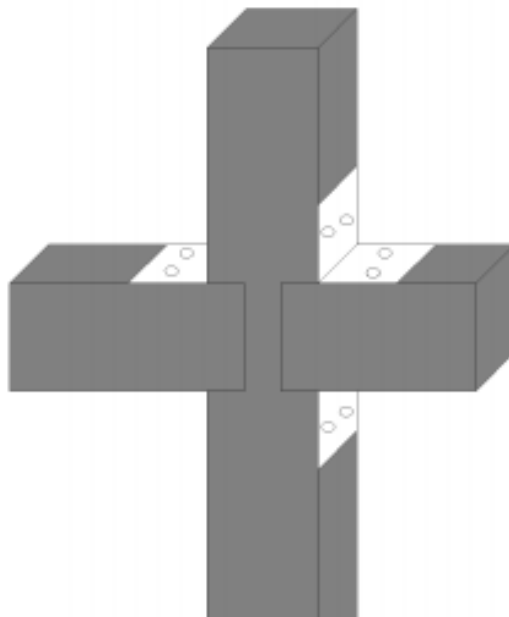


Figura No. 18 tipo destaje en columna

Tipo pasador de acero

Se asegura la viga con las columnas con un pasador, que está colocado en el centro de la viga y la columna, se perforan los 2 elementos y se coloca el pasador (Cruz, 2012, pág. 55).

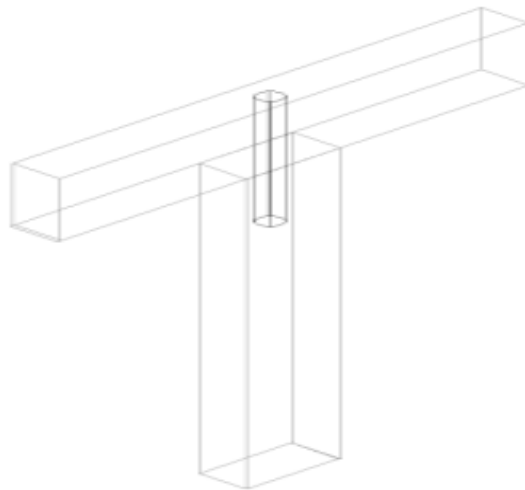


Figura No. 19 tipo pasador en viga y columnas

Tipo pletina de acero

2 vigas son aseguradas sobre una columna, cada viga estará una en cada lado de la columna, y se junta con la pletina

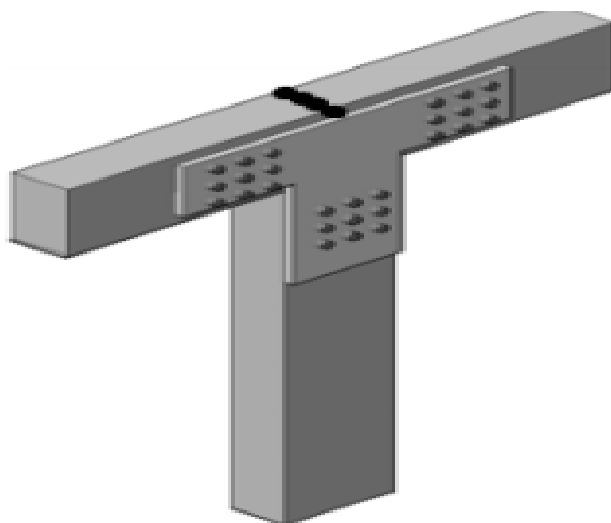


Figura No. 20 Tipo pletina en viga y columnas

Tipo destaje en viga

Se debe hacer un destaje en la columna para en embone la viga y se asegura con platinas en la unión inferior (Cruz, 2012, pág. 57).

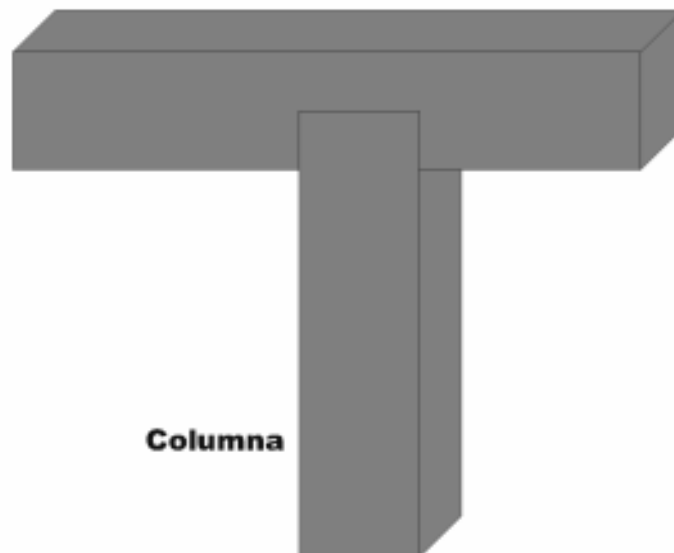


Figura No. 21 Tipo destaje en viga

Tipo espiga

La viga está segura a la columna mediante un corte llamado espiga en la que calza la columna y se asegura con platinas en la unión inferior.

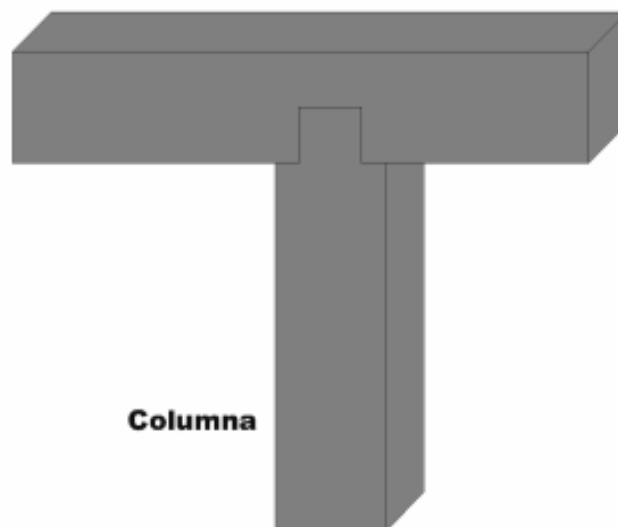


Figura No. 22 Tipo espiga en viga

3.4.3.4 Tipos De Uniones En Columnas Y Vigas En Las Esquinas.

Tipo pletina

La viga se asegura a la columna en la esquina, la pletina se coloca encima de la columna y la viga y con tirafondo de esta manera la viga queda sujeta y se asegura con un ángulo en la parte inferior (Cruz, 2012, pág. 59).

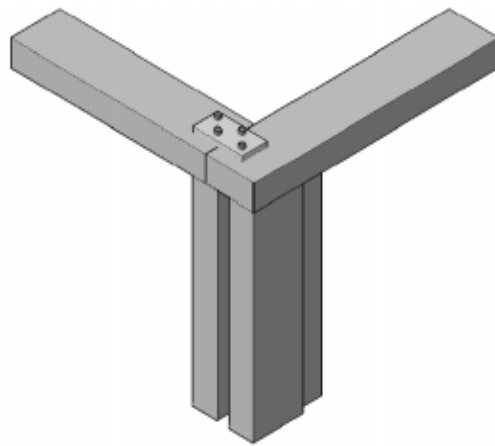


Figura No. 23 Tipo pletina en viga esquinada

Tipo destaje

Para esta unión se hace un destaje en la columna y la viga de tal manera que cuadre y quede la unión perfecta y es asegurada con tirafondos (Cruz, 2012, pág. 60).

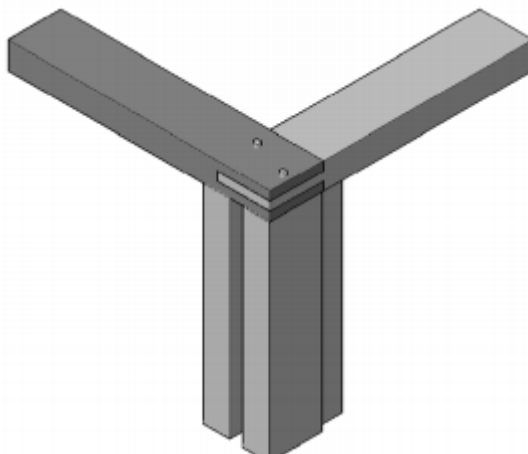


Figura No. 24 Tipo destaje en viga esquinada

3.4.3.5 Paredes

Para la elaboración de las paredes:

1. Se necesita dejar unos chicotes en las columnas de madera cada 40 cm.
2. Se empieza a hacer el entramado de los bloques.
3. En la unión entre el bloque y las columnas o vigas, se pondrá una malla para enlucir.
4. Puesta la malla se empieza a dejar champeado.
5. Se realiza el enlucido con su debida plomada.



Figura No. 25 bloques de arcilla

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 SELECCIÓN DE LA MADERA.

Se eligió al guayacán como madera ya que es considerada una madera altamente resistente cuando se usa en el exterior, resiste el ataque de hongos e insectos y al agua salada. Tiene una excelente resistencia y en el sector de Santa Elena existe la madera en el mercado, además si se le da un buen mantenimiento la estructura tendrá una larga vida.



Figura No. 26 árbol de Guayacán

¿Porque mejor madera que hormigón?

4.1.1 Comportamiento Sísmico De Estructuras De Madera.

La construcción en madera es considerada mejor que la construcción tradicional en hormigón viéndola desde el punto de vista sismo resistente, debido a que la estructura en madera durante un sismo tiene esta características: ductilidad, flexibilidad, poco peso y amortiguamiento.

La construcción en madera puede absorber el movimiento sísmico sin que la estructura falle. Ecuador es un país propenso a movimientos sísmicos, especialmente en la península que se la considera zona crítica en sismos.

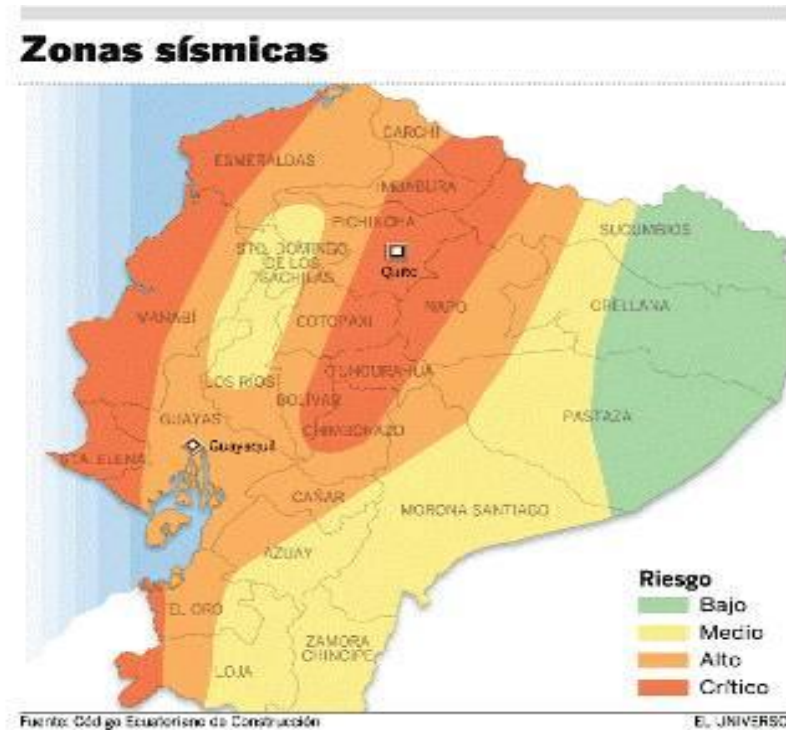


Figura No. 27 mapa de peligro sísmico en el Ecuador

4.1.1.1 Requisitos Básicos Contra Sismos.

Para que las construcciones en madera obtengan una adecuada protección contra los sismos:

El diseño arquitectónico cumpla estos requisitos de carácter estructural:

- Los elementos de la construcción estén apropiadamente unidos entre si y la estructura este aferrada a la cimentación.
- La cubierta no sea pesada con relación al resto de la estructura.
- Las edificaciones deberán tener una simetría en planta, esto no permite que se haga una torsión producidos por los sismos.

Las instalaciones de agua y desagüe serán fijadas a la construcción con unos soportes para evitar la rotura de las instalaciones durante un sismo.

Las edificaciones de más de dos volúmenes se comporten de una manera independiente durante un sismo, diseñando una junta estructural.

4.1.2 Durabilidad.

En todo el mundo existen construcciones de madera que han perdurado durante muchos años. Un diseño de una estructura con madera tratada y es construida de manera óptima el promedio de vida de la estructura es entre los 80 a 100 años mientras que las edificaciones de hormigón el promedio de vida de las estructuras es de 50 a 60 años. Ambas estructuras pueden mejorar sus promedios de vida si reciben mantenimiento constante mente y no dejan que afecten a las estructuras agentes contaminantes.

Un ejemplo de la dureza de la madera es la casa Bethlemen de Schwyz que tiene 700 años y esta ubicada en Suiza central que ha sobrevivido varios años y hasta incendios. Actualmente es considerada la casa de madera más antigua de Europa.



Figura No. 28 casa Bethlemen

4.2 PREPUESTO DE UNA VIVIENDA DE 36 M² EN HORMIGÓN ARMADO.

**PRESUPUESTO
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS
vivienda tipo MIDUVI 36 m²**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTI.	PRECIO UNITAR.	SUB TOTAL
1.- PRELIMINARES					
1.1	Replanteo y Trazado	m ²	36.00	2.15	77.55
1.2	Excavación a pulso	m ³	1.89	8.98	16.97
1.3	Relleno Compactado	m ³	9.21	16.13	148.60
SUB TOTAL					\$ 243.12
2.- CIMENTACIÓN					
2.1	Plintos	m ³	0.95		
2.1.1	Plinto Tipo A	m ³	0.17	350.37	60.54
2.1.2	Plinto Tipo B	m ³	0.78	344.41	267.82
2.2	Riostras	m ³	0.78	633.19	493.89
SUB TOTAL					\$ 822.25
3.- ESTRUCTURA					
3.1	Columnas	m ³	0.98		
3.1.1	Columnas tipo A	m ³	0.72	748.06	538.60
3.1.2	Columnas tipo B	m ³	0.26	748.22	194.54
3.2	pilarete	m ³	0.28	321.73	90.08
3.3	Vigas de cubierta	m ³	0.62	815.51	505.62
3.5	Dinteles	ml	17.90	26.14	467.97
3.6	Mesón de cocina	m ³	0.10	121.19	12.12
SUB TOTAL					\$ 1,808.93
4.- CUBIERTA					
4.1	cubierta duratecho	m ²	44.10	53.56	2361.87
SUB TOTAL					\$ 2,361.87
5.- MAMPOSTERIA					
5.1	Paredes bloques	m ²	60.45	14.16	856.10
5.2	pared de bloque ornamental	m ²	0.56	41.25	23.10
5.3	Patas mesón y lavarropa	ml	6.00	20.03	120.19
SUB TOTAL					\$ 999.39
6.- ENLUCIDOS					
6.1	Paredes exteriores y interior	m ²	120.00	10.80	1296.41
6.2	cuadrada de boquete	ml	9.76	7.40	72.19

SUB TOTAL					\$ 1,368.60
7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y TELEFÓNICAS					
7.1	Punto de Luz	U	4.00	53.31	213.26
7.2.1	Tomacorriente 110 v.	U	4.00	43.60	174.41
7.2.2	Tomacorriente 220 v.	U	1.00	54.23	54.23
7.3	Tablero de Medidor	U	1.00	160.17	160.17
7.4	Panel de Distribución	U	1.00	137.11	137.11
SUB TOTAL					\$ 739.18
8.- INSTALACIÓN SANITARIA					
8.1	Punto de Agua Potable	U	4.00	50.14	200.57
8.2	Punto de Agua Servida	U	4.00	61.71	246.82
8.3	Tubería AAPP 1/2"	ml	5.00	7.38	36.90
8.4	Tubería AASS 4"	ml	8.00	12.56	100.48
8.5	Caja de Registro	U	1.00	37.84	37.84
SUB TOTAL					\$ 622.61
9.- PIEZAS SANITARIAS					
9.1	Inodoro	U	1.00	81.54	81.54
9.2	Lavatorio	U	1.00	75.04	75.04
9.3	Lavadero de cocina	U	1.00	62.18	62.18
9.4	Ducha y rejilla de piso	U	1.00	74.45	74.45
SUB TOTAL					\$ 293.21
10.- PISOS					
10.1	Contra piso	m ²	34.17	16.87	576.28
10.2	Cerámica	m ²	40.00	32.62	1304.91
SUB TOTAL					\$ 1,881.19
11.- CARPINTERIA					
11.1	Puertas Exteriores	U	2.00		
11.1A	Puerta Exterior de Madera	U	1.00	242.23	242.23
11.1B	Puerta Exterior Metálica	U	1.00	194.57	194.57
11.2	Puertas Interiores	U	7.00		
11.2.1	Puertas Interiores 70x200	U	3.00	207.02	621.07
11.2.2	Puertas Interiores 80x200	U	4.00	207.02	828.10
SUB TOTAL					\$ 1,885.97
12.- ALUMINIO Y VIDRO					
12.1	Ventanas	m ²	4.32	55.44	239.50
SUB TOTAL					\$ 239.50
13.- PINTURA					
13.1	Exterior	m ²	60.45	8.18	494.65
SUB TOTAL					\$ 494.65

TOTAL \$ 13,760.47

SON: TRECE MIL SETECIENTOS SESENTA DOLARES CON CUARENTA Y SIETE CENTAVOS

Área de construcción: 36 m²
 Costo por m²: \$ 382.24

Tabla No. 2 presupuesto de hormigón

4.3 PREPUESTO DE UNA VIVIENDA DE 36 M² EN MADERA ESTRUCTURAL.

PRESUPUESTO TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS vivienda tipo MIDUVI 36 m²

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTI.	PRECIO UNITAR.	SUB TOTAL
1.- PRELIMINARES					
1.1	Replanteo y Trazado	m ²	36.00	2.15	77.55
1.2	Excavación a pulso	m ³	1.89	8.98	16.97
1.3	Relleno Compactado	m ³	9.21	16.13	148.60
SUB TOTAL					\$ 243.12
2.- CIMENTACIÓN					
2.1	Plintos	m ³	0.95		
2.1.1	Plinto Tipo A	m ³	0.17	350.37	60.54
2.1.2	Plinto Tipo B	m ³	0.78	344.41	267.82
2.2	Riostras	m ³	0.78	633.19	493.89
SUB TOTAL					\$ 822.25
3.- ESTRUCTURA en madera					
3.1	placa de unión plinto columna	u	9.00	15.29	137.61
3.2	placa de unión columna viga	u	5.00	20.84	104.20
3.3	Columnas de madera	U	9.00		
3.3.1	Columnas tipo A	U	6.00	152.49	914.94
3.3.2	Columnas tipo B	U	3.00	157.99	473.97
3.4	pilarete	m ³	0.28	321.73	90.08
3.5	Vigas de cubierta de madera	U	7.00	72.58	508.06
3.6	Dinteles	ml	17.90	26.14	467.97
3.7	Mesón de cocina	m ³	0.10	121.19	12.12
SUB TOTAL					\$ 2,708.95
4.- CUBIERTA					
4.1	cubierta duratecho	m ²	44.10	53.56	2361.87
SUB TOTAL					\$ 2,361.87

5.- MAMPOSTERIA					
5.1	Paredes bloques	m ²	60.45	14.16	856.10
5.2	pared de bloque ornamental	m ²	0.56	41.25	23.10
5.3	Patas mesón y lavarropa	ml	6.00	20.03	120.19
SUB TOTAL					\$ 999.39
6.- ENLUCIDOS					
6.1	Paredes exteriores y interior	m ²	120.00	10.80	1296.41
6.2	cuadrada de boquete	ml	9.76	7.40	72.19
SUB TOTAL					\$ 1,368.60
7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y TELEFÓNICAS					
7.1	Punto de Luz	U	4.00	53.31	213.26
7.2.1	Tomacorriente 110 v.	U	4.00	43.60	174.41
7.2.2	Tomacorriente 220 v.	U	1.00	54.23	54.23
7.3	Tablero de Medidor	U	1.00	160.17	160.17
7.4	Panel de Distribución	U	1.00	137.11	137.11
SUB TOTAL					\$ 739.18
8.- INSTALACIÓN SANITARIA					
8.1	Punto de Agua Potable	U	4.00	50.14	200.57
8.2	Punto de Agua Servida	U	4.00	61.71	246.82
8.3	Tubería AAPP 1/2"	ml	5.00	7.38	36.90
8.4	Tubería AASS 4"	ml	8.00	12.56	100.48
8.5	Caja de Registro	U	1.00	37.84	37.84
SUB TOTAL					\$ 622.61
9.- PIEZAS SANITARIAS					
9.1	Inodoro	U	1.00	81.54	81.54
9.2	Lavatorio	U	1.00	75.04	75.04
9.3	Lavadero de cocina	U	1.00	62.18	62.18
9.4	Ducha y rejilla de piso	U	1.00	74.45	74.45
SUB TOTAL					\$ 293.21
10.- PISOS					
10.1	Contra piso	m ²	34.17	16.87	576.28
10.2	Cerámica	m ²	40.00	32.62	1304.91
SUB TOTAL					\$ 1,881.19
11.- CARPINTERIA					
11.1	Puertas Exteriores	U	2.00		
11.1A	Puerta Exterior de Madera	U	1.00	242.23	242.23
11.1B	Puerta Exterior Metálica	U	1.00	194.57	194.57
11.2	Puertas Interiores	U	7.00		
11.2.1	Puertas Interiores 70x200	U	3.00	207.02	621.07
11.2.2	Puertas Interiores 80x200	U	4.00	207.02	828.10
SUB TOTAL					\$ 1,885.97
12.- ALUMINIO Y VIDRO					
12.1	Ventanas	m ²	4.32	55.44	239.50

SUB TOTAL					\$ 239.50
13.-	PINTURA				
13.1	Exterior	m ²	60.45	8.18	494.65
SUB TOTAL					\$ 494.65
TOTAL					\$ 14,660.50

SON: CATORCE MIL SEISCIENTOS SESENTA DOLARES CON CINCUENTA CENTAVOS

Área de construcción: 36 m²
Costo por m²: \$ 407.24

Tabla No. 3 presupuesto de madera

4.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA ESTRUCTURA DE MADERA.

4.4.1 Placa C.

NOMBRE DEL PROPONENTE:					
CÓDIGO: 3.1					(H/U)
RUBRO: placa C		UNIDAD: m ³	RENDIMIENTO (R):		0.308
DETALLE:			FECHA:		9/1/2015
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Especialista	0.5	24.23	2.06	3.120	0.961
Ayudante	1	12.12	2.13	3.224	0.993
MAESTRO 10%					0.195
PARCIAL M/O:					2.149
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
placa C	u	1.000	8.59	8.590	
Anclaje de varilla roscada , tuerca	u	2.000	1.53	3.060	
PARCIAL M:					11.650
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5%)				0.098	
PARCIAL E:					0.098
TOTAL COSTOS DIRECTOS: M/O +M+ E					13.897
TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 10%					1.390
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					15.287
VALOR PROPUESTO:					15.29

Tabla No. 4 APU placa C

4.4.2 Placa L.

NOMBRE DEL PROPONENTE:

CÓDIGO: 3.2

(H/U)

RUBRO: placa L

UNIDAD: m³

RENDIMIENTO (R):

0.410

DETALLE:

FECHA:

9/1/2015

MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Especialista	0.25	24.23	2.06	1.560	0.640
Ayudante	1	12.12	2.13	3.224	1.322
MAESTRO 10%					0.196
PARCIAL M/O:					2.157
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
placa T	u	1.000	7.03	7.030	
perno con tuerca y contratuerca	u	6.000	1.61	9.660	
PARCIAL M:					16.690
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5%)				0.098	
PARCIAL E:					0.098
TOTAL COSTOS DIRECTOS: M/O +M+ E					18.946
TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 10%					1.895
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					20.840
VALOR PROPUESTO:					20.84

Tabla No. 5 APU placa T

4.4.3 Columna A.

NOMBRE DEL PROPONENTE:					
CÓDIGO: 3.3.1					(H/U)
RUBRO: Columna a		UNIDAD: U	RENDIMIENTO (R):		2.670
DETALLE: Columna Seccion 0,20mX0,20m				FECHA:	9/1/2015
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Especialista	0.5	24.23	2.06	3.120	8.329
Ayudante	1	12.12	2.13	3.224	8.608
					0.000
					0.000
				MAESTRO 10%	1.694
				PARCIAL M/O:	18.631
MATERIALES: (Incluido transporte)			A	B	A*B
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
columna .2x.2x3	u	1.000	120.00	120.000	
				PARCIAL M:	120.000
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5%)					
				PARCIAL E:	0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS: M/O +M+ E					138.631
TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 10%					13.863
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					152.494
VALOR PROPUESTO:					152.49

Página 1

Tabla No. 6 APU columna a

4.4.4 Columna B.

NOMBRE DEL PROPONENTE:

CÓDIGO: 3.3.2

(H/U)

RUBRO: Columna b

UNIDAD: U

RENDIMIENTO (R):

2.670

DETALLE: Columna Seccion 0,20mX0,20m

FECHA:

9/1/2015

MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Especialista	0.5	24.23	2.06	3.120	8.329
Ayudante	1	12.12	2.13	3.224	8.608
					0.000
					0.000
MAESTRO 10%					1.694
PARCIAL M/O:					18.631
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
columna .2x.2x3.5	u	1.000	125.00	125.000	
PARCIAL M:					125.000
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5%)					
PARCIAL E:					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS: M/O +M+ E					143.631
TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 10%					14.363
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					157.994
VALOR PROPUESTO:					157.99

Tabla No. 7 APU columna b

4.4.5 Vigas.

NOMBRE DEL PROPONENTE:

CÓDIGO: 3.5

(H/U)

RUBRO: Viga de Cubierta

UNIDAD: u

RENDIMIENTO (R):

2.290

DETALLE: vigas

FECHA:

9/1/2015

MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Especialista	0.5	24.23	2.06	3.120	7.144
Ayudante	1	12.12	2.13	3.224	7.383
MAESTRO 10%					1.453
PARCIAL M/O:					15.979
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
vigas 0.15x.1x2.7	u	1.000	50.00	50.000	
PARCIAL M:					50.000
EQUIPOS	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5%)					
PARCIAL E:					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS: M/O + M + E					65.979
TOTAL COSTOS INDIRECTOS: 10%					6.598
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					72.577
VALOR PROPUESTO:					72.58

Tabla No. 8 APU viga

Como se puede apreciar en los 2 Presupuestos la variación radica en la estructura y se puede observar que los precios finales son:

- Vivienda de hormigón

Precio final: 13760.47

M2: 382.24

- Vivienda de madera

Precio final: 14660.50

M2: 407.24

- Porcentaje de diferencia es 6.54 % más cara la de madera

Como se puede apreciar en los 2 Presupuestos la variación radica en la estructura, siendo la de madera más costosa que la de hormigón ya que se le han colocado unas placas para poder unir hormigón y madera. Las placas están ubicadas en los plintos y en las uniones de las vigas y columnas.

Se eleva el 6.54% de más la vivienda de madera dejando demostrado que es tiene un costo más elevado debido a su estructura ya las placas que están ubicadas en los plintos y en las uniones de las vigas y columnas, eses es un factor que aumenta el valor en el presupuesto en la vivienda de madera, pero de igual manera se puede observar que aunque sea un poco más costosa, en relación al tiempo se puede apreciar que es mucho más rápida su elaboración.

4.6 CRONOGRAMA DE LA VIVIENDA DE ESTRUCTURA DE MADERA.

CODIGO	DESCRIPCION	SUB TOTALES	% Del Rubro	TIEMPO EN SEMANAS										
				SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8			
1-	PRELIMINARES	243.12	1.66%	243.12										
2-	CIMENTACION	822.25	5.61%		534.46	287.79								
3-	ESTRUCTURA	2.708.95	18.48%			2.708.95								
4-	CUBIERTA	2.361.87	16.11%				1.417.12	944.75						
5-	MAMPONERIA	999.39	6.82%				329.80	329.80	339.79					
6-	ENLUCIDO	1.368.60	9.34%						684.30	684.30				
7-	INSTALACION ELECTR	739.18	5.04%					243.93	243.93	251.32				
8-	INSTALACION SANITA	622.61	4.25%											
9-	PIEZAS SANITARIAS	293.21	2.00%			205.46	205.46	211.69						293.21
10-	PISOS	1.891.19	12.83%						658.42	658.42	564.36			
11-	CARPINTERIA	1.885.97	12.86%						565.79		1.320.18			
12-	ALUMINIO Y VIDRIO	239.50	1.63%							143.70	95.80			
13-	PINTURA	494.65	3.37%							163.24	163.24			168.18
	TOTAL	14,660.50	100.00%											
FECHA	Septiembre del 2015													
	PROPONENTE	MONTO	ACUMULADO	243.12	777.59	4,309.59	6,505.90	10,154.56	12,055.53	14,199.11	14,660.50			
		PORCENTAJE	ACUMULADO	1.66%	5.30%	29.40%	44.38%	69.26%	82.23%	96.85%	100.00%			
			PARCIAL											

Tabla No. 10 cronograma madera

Como se puede observar en ambos cronogramas.

En el rubro de estructura en el primer cronograma de estructura de hormigón se está considerando que dura 4 semanas por el hecho que se necesita armar el encofrado de las estructuras y luego la fundición y claro el desencofrado que es cuando la estructura tenga el 70% de su resistencia y en el segundo cronograma de estructura de madera se reduce el tiempo de la elaboración de la estructura porque las columnas y vigas son prefabricadas , también se puede observar que desde el 4to rubro es posible la elaboración de otros rubros:

Por ejemplo en el rubro de la cubierta en el 2do cronograma se empieza en la 6ta semana porque se pudo avanzar de mejor manera en el rubro de estructura. En la mampostería ocurre en mismo efecto se adelanta y empieza en la 5ta semana porque la estructura estará lista, en el enlucido empieza en la 7ta semana ya que las paredes estarán listas y la cubierta empezada. Las instalaciones eléctricas y sanitarias, la instalación de piezas sanitarias y piso, carpintería, aluminio y vidrio y pintura también empezaran antes.

La elaboración de la vivienda de estructura de hormigón es de 13 semanas y la elaboración de la vivienda de madera es de 8 semanas. Se ahorra 1 mes y 1 semana en la elaboración de esta vivienda en madera.

Por esa diferencia entre los tiempos de la elaboración de las viviendas está claro que esto ayuda a reducir el gasto al constructor.

Variables del suelo.

El suelo que tenemos en este sector donde estaría la vivienda es un GC (grava arcillosa con arena)

La fracción granular del suelo (grava y arena) tiene la siguiente granulometría.

ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM C-136

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO	% PASANTE	ESPECIFIC.	
ASTM	mm.	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO	MTOP	
						MIN	MAX
3"	76	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
No. 4	4.75	274.0	41.2	41.2	58.8	30	70
No. 200	0.08	135.4	20.4	61.6	38.4	0	20
Total		664.7	gr.				

P. Húmedo + Tara: 761.5 Cu =

P. Seco + Tara : 741.0 Cc =

P. Tara : 76.3

Humedad (%): 3.1

Tabla No. 11 Pasante de tamiz (%)

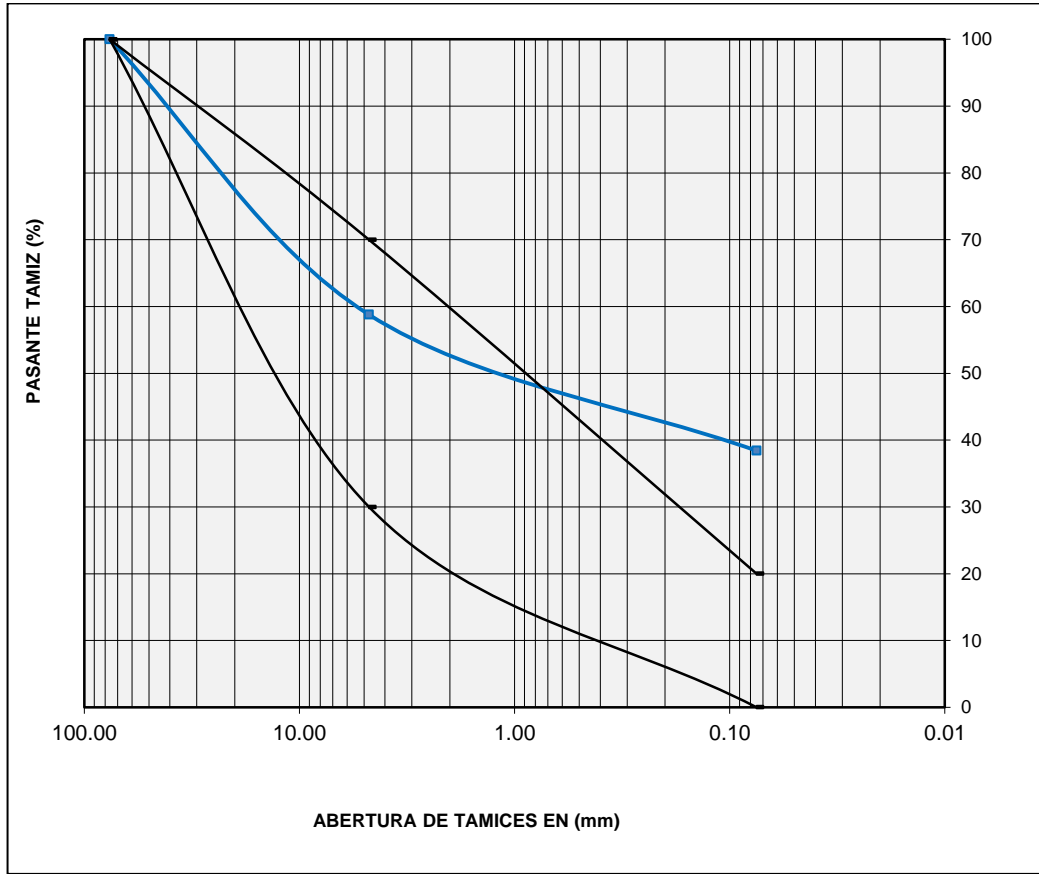


Figura No. 29 Abertura de tamices (mm) y clasificación

CLASIFICACION	
SUCS	GC

Grava Arcillosa Con Arena

Y la fracción arcillosa (cohesiva) tiene los siguientes límites de Atterberg.

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318

LÍMITE LÍQUIDO

Paso No.	1	2	3
Tara No.	A031	A025	A005
Tara + Suelo Húmedo	18.85	14.90	16.40
Tara + Suelo Seco	17.00	13.00	14.85
Agua	1.85	1.90	1.55
Peso de Tara	11.6	7.9	10.9
Peso Seco	5.40	5.10	3.95
Numero de Golpes	38	27	12
Contenido de Humedad (%)	34.3	37.3	39.2

LÍMITE PLÁSTICO

Paso No.	1	2	3
Tara No.	2	18	25
Tara + Suelo Húmedo	7.60	7.90	7.60
Tara + Suelo Seco	6.85	7.10	6.90
Agua	0.75	0.80	0.70
Peso de Tara	3.65	3.7	3.65
Peso Seco	3.20	3.40	3.25
Contenido de Humedad (%)	23.4	23.5	21.5

Tabla No. 12 Limites líquido y plástico

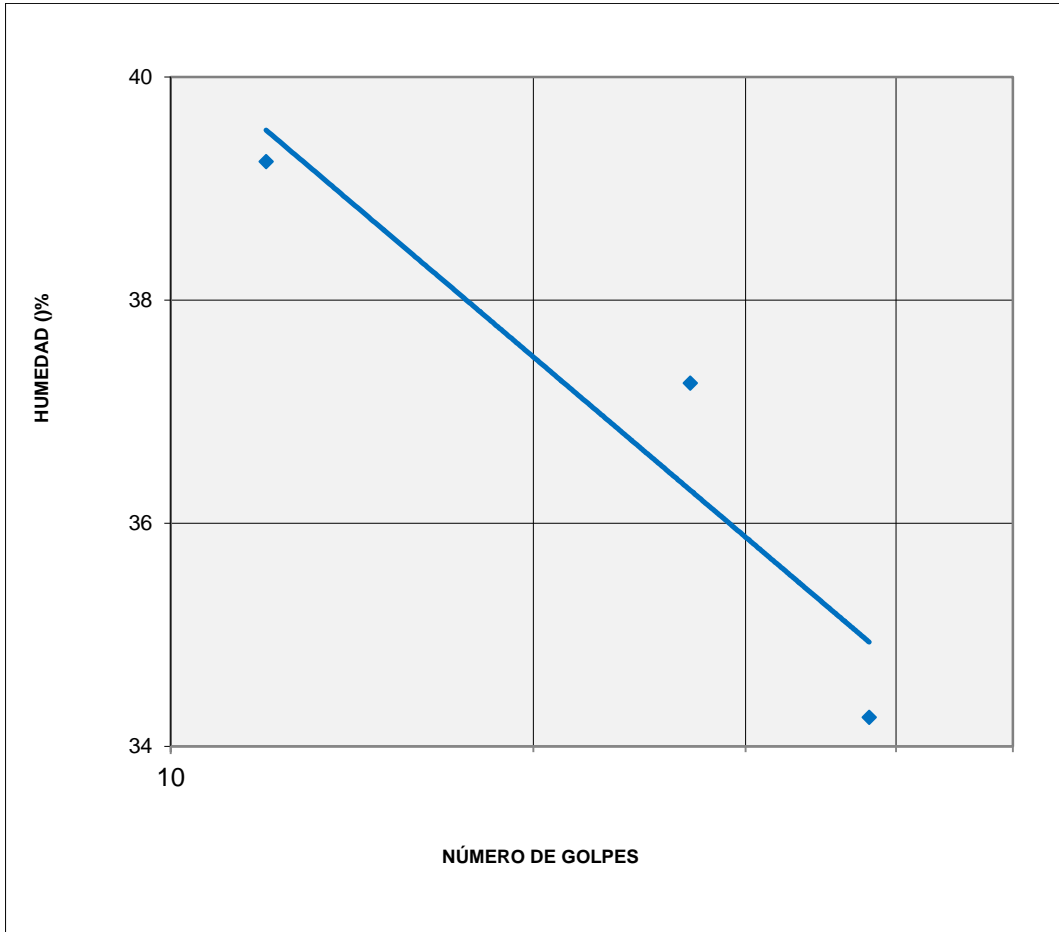


Figura No. 30 Numero de golpes y porcentaje de humedad (%)

LIMITES		
WL	36.5	%
WP	22.8	%
IP	13.7	%

En su elaboración se utilizará relleno para la cimentación.

Excavando unos 32 cm, en la zona donde serán ubicados los plintos, y serán rellenos y compactados con un relleno de cascajo mediano de 20 cm y será compactado mecánicamente e hidratado hasta que obtenga las condiciones de consolidación óptima, la resistencia $qu = 0.4 \frac{kg}{cm^2}$ y después se construirán los elementos de la cimentación y que tengan el 95% del ensayo de proctor modificado, según el AASHTO.

4.7 DATOS DE LA MADERA SELECCIONADA.

Se eligió al guayacán como madera ya que es considerada una madera altamente resistente cuando se usa en el exterior, resiste el ataque de hongos e insectos y al agua salada. Tiene una excelente resistencia y en el sector de Santa Elena existe la madera en el mercado, además si se le da un buen mantenimiento la estructura tendrá una larga vida.

La resistencia del guayacán es la siguiente según los ensayos de laboratorios:

- ❖ Resistencia a la flexión.
 - Esfuerzo en la rotura 1757 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 251 k/cm^2
 - Modulo elástico 18863 k/cm^2

- ❖ Resistencia a compresión.
 - Carga perpendicular a la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 542 k/cm^2
 - Esfuerzo admisible 90.2 k/cm^2

- Modulo elástico 30000 k/cm²
- Carga paralela la fibra.
 - Esfuerzo en la rotura 849 k/cm²
 - Esfuerzo admisible 140 k/cm²
 - Modulo elástico 40000 k/cm²

4.7 SALARIOS DE PERSONAL.

SALARIO MINIMO VITAL = \$ 354.00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Categoría	Sueldo	Decimo	Decimo	Aporte	Fondo	Total	Jornal	Factor	Costo	Jornal
Occupaciona	Unificado	Tercero	Cuarto	Patronal	Reserva	Mensual	Real	S. Real	Hora	Unifi
Peon	\$ 363.74	\$ 363.74	\$ 354.00	\$ 530.33	\$ 363.74	\$ 498.06	\$ 25.79	2.13	\$ 3.22	\$ 12.12
Albanil	\$ 368.48	\$ 368.48	\$ 354.00	\$ 537.24	\$ 368.48	\$ 504.16	\$ 26.10	2.13	\$ 3.26	\$ 12.28
Carpintero	\$ 368.48	\$ 368.48	\$ 354.00	\$ 537.24	\$ 368.48	\$ 504.16	\$ 26.10	2.13	\$ 3.26	\$ 12.28
Ferretero	\$ 368.48	\$ 368.48	\$ 354.00	\$ 537.24	\$ 368.48	\$ 504.16	\$ 26.10	2.13	\$ 3.26	\$ 12.28
Electricista	\$ 368.48	\$ 368.48	\$ 354.00	\$ 537.24	\$ 368.48	\$ 504.16	\$ 26.10	2.13	\$ 3.26	\$ 12.28
Gafnero	\$ 368.48	\$ 368.48	\$ 354.00	\$ 537.24	\$ 368.48	\$ 504.16	\$ 26.10	2.13	\$ 3.26	\$ 12.28
Especialista	\$ 726.80	\$ 726.80	\$ 354.00	\$ 1,059.67	\$ 726.80	\$ 965.74	\$ 50.00	2.06	\$ 6.25	\$ 24.23
Ayudante	\$ 363.74	\$ 363.74	\$ 354.00	\$ 530.33	\$ 363.74	\$ 498.06	\$ 25.79	2.13	\$ 3.22	\$ 12.12
	Sueldo Unificado							F.S.R.		

$$\text{FACTOR DE DIAS LABORALES F.D.L.} = \frac{\text{DIAS DEL AÑO}}{(\text{DIAS DEL AÑO} - \text{DIAS NO TRABAJADOS})} = 1.531915$$

Tabla No. 13 salarios

Grupo de trabajo

	GRUPOS DE TRABAJO			
G-1	0.10	Albanil	1.00	Peon
G-2	0.25	Albanil	1.00	Peon
G-3	1.00	Carpintero	1.00	Ayudante
G-4	0.50	Fierrero	1.00	Ayudante
G-5	1.00	Albanil	1.00	Peon
G-6	1.00	Especialista	1.00	Ayudante
G-7	0.50	Especialista	1.00	Avudante

Tabla No. 14 grupo de trabajo

El precio de materiales

Se utilizaran los siguientes materiales, que se enumeran con sus respectivos precios de mercado.

	Materiales	unidad	Precio
1	Saco de cemento	Saco	7,3
2	arena	M3	18,04
3	Piedra #4	M3	20.53
4	cuartones	unidad	2,8
5	Cascajo mediano	M3	7,5
6	tiras	unidad	1,68
7	Plancha duratecho	unidad	16,27
8	Perfiles G	MI	1.23
9	clavo de 2 ½	Kg	2,53
10	Ganchos J	U	1.2
11	varilla de hierro de 5.5"x 5.9	Kg	1.21
12	varilla de hierro de 8"x 12m	Kg	1.29
13	alambre galvanizado	Kg	2.54
14	Bloque 9x19x39	U	0.33

15	bloque ornamental .2x.4	U	2.34
16	Tubería PVC ½x3	u	4,44
17	Cable N 14	MI	0.38
18	Caja octogonal	U	0.95
19	Caja rectangular	U	0,55
20	Interruptor simple	U	4.36
21	Tomacorriente 110 v	U	5,5
22	Cable n 12	MI	0,57
23	Tomacorriente 220 v	U	8.74
24	Tubería PVC ¾x3	u	6,51
25	Caja de medidor	U	80
26	Disyuntor general 40 amp	U	5.06
27	Socket 110 v	U	21.02
28	Tablero de distribución	U	58,05
29	Disyuntores 20 amp	U	8,47
30	Disyuntores 15 amp	U	4,68
31	Tubería PVC roscable ½	MI	1,75
32	Codo ½	U	0.67
33	Tee ½	U	0.70
34	Uniones ½	U	0,67
35	Llave de control	U	12.96
36	Teflón	rollo	0,67
37	Tubería PVC 4	MI	5.5
38	Tubería de PVC 2	MI	2.22

39	Codo PVC 4	U	4.48
40	Codo PVC 2	U	1.68
41	Tee PVC 2-4	U	4,26
42	Yee PVC 2-4	U	8,4
43	Poli pega	Lt	18.88
44	Inodoro	U	55.72
45	Tubo de abasto	U	2,49
46	Lavatorio	U	36.69
47	Grifería	U	10.02
48	Sifón de 1 ½	U	3.1
49	Pozo de acero	U	25
50	Ducha	U	32
51	Rejilla 2"	U	4,55
52	Sifón 2"	U	5,2
53	Malla de 5.5 mm	U	79,99
54	Cerámica 30x30	M2	13,71
55	Porcelana con arena	Kg	0,4
56	Puerta de madera exterior	U	70
57	Juego de batientes	U	28
58	Jamba	U	10,64
59	Bisagra	Par	1,5
60	Cerradura	U	39
61	Puerta de metal	U	84

62	Cerradura metálica	U	33,2
63	Puerta de madera interior 70	U	37,31
64	Cerradura de puerta interior	U	22
65	Pintura	Lt	6,5
66	Empaste	saco	12,39
67	Lija	U	0,5
68	Tiza	libra	0.75
69	Agua	M3	1,75
70	Placa de interruptor	u	5,04
71	Conexión a tierra	u	9,12
72	Nudo ½	u	1,57
73	Permatex	u	4,98
74	Puerta de madera interior 80	U	42,62
75	Ventana	U	50,40

(POLIT ROLDOS, 2015)

Tabla No. 15 precios de materiales

CAPÍTULO 5: LA PROPUESTA

La construcción tradicional en hormigón armado de una vivienda de una planta tipo MIDUVI de 36 m² en la ciudad de La Libertad, Provincia de Santa Elena, puede tener corrosión en el acero de refuerzo en columnas y vigas.

Para solucionar este problema se utilizará madera tipo guayacán para la parte estructural en la construcción de la mencionada vivienda, la misma que será de buena **calidad** ya que la madera no sufrirá de la corrosión, a su vez su construcción no resulta más **económica**, pero tiene **menor** tiempo de elaboración que la construcción tradicional en hormigón armado, y tiene una buena durabilidad elevada que puede durar más que el hormigón.

Santa Elena si cuenta con madera tipo Guayacán en su mercado en las madereras del sector.

CAPÍTULO 6: FACTIBILIDAD, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 LA FACTIBILIDAD:

Es factible el trabajo ya que se puede realizar, porque se tiene los datos necesarios para conocer el tipo de suelo del sector y se cuentan con las resistencias de la madera seleccionada.

Otra ventaja es que en la zona se produce diferentes tipos de madera.

6.2 LA CONCLUSIÓN:

- Con este proyecto se observa otro tipo de metodología constructiva basada en madera. No quedado demostrado que es más económico realizar viviendas de madera en La Libertad, provincia de Santa Elena. Este método constructivo resulta más rápido para la elaboración de una vivienda de una planta tipo MIDUVI de 36 m² al compararlo con la construcción tradicional en hormigón armado. En cuanto a su calidad, la madera es excelente para trabajar como elemento estructural ya que su alta dureza la hace resistente a los agentes externos. Nuestra principal preocupación es la afectación que tienen las construcciones de hormigón dada su contaminación por el ambiente salino en la península que corroe el acero de refuerzo. La Libertad cuenta con abundante madera tipo guayacán que se pueden adquirir con facilidad en las madereras del sector.

6.3 LAS RECOMENDACIONES:

- Por todos los beneficios que posee: anti-sísmico, acústico, flexible, aislador eléctrico, menor tiempo de construcción y puede ser rentable trabajar en la construcción de una vivienda con madera.
- Es factible la construcción no solo en La Libertad si no en cualquier lugar del país.
- Si bien en este trabajo se ha comparado con maderas del Ecuador, puede trabajarse en otros países con maderas de buena calidad.
- Se recomienda que toda madera que sea utilizada como elemento estructural sea tratada en su curado, en el secado y sea tratada por preservantes ya que esos factores afectan directamente a su resistencia y vida útil.
- La madera que se use como material estructural debe tener un plan de mantenimiento periódico para garantizar que el material este en optima condición.
- Dada la economía en tiempo y dinero se puede justificar su uso en cualquier tipo de vivienda.

Bibliografía

1. ANDREW PYTEL , FERDINAND L. SINGER. (2008). *RESISTENCIA DE MATERIALES*. NEW YORK: OXFORD.
2. CAISEDO, U. (2010). *ingenieria de construccion de edifiios I*. Samborondon: UEES.
3. CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO & MIDUVI. (2011). ESTRUCTURAS DE MADERA. En *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN*. quito: dirección de comunicacion social, MIDUVI.
4. Cruz, E. A. (2012). Elaboración de manual de detalle constructivo en vivienda de madera. *tesis de pregrado*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
5. *EcuadorForestal*. (21 de junio de 2015). Recuperado el 21 de junio de 2015, de EcuadorForestal: <http://ecuadorforestal.org/>
6. FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA. (PAG 25 A 62). DISEÑO DE VIGAS. En U. M. SIMÓN, *ESTRUCTURA DE MADERA*.
7. FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA. (s.f.). DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN. En U. M. SIMÓN, *ESTRUCTURA DE MADERA* (pág. PAG 64 A 97).
8. Ing. Terreros, C. (2006). La madera. En *Materiales de Construccion* (págs. 128-137). Guayaquil.
9. LAIBLE, J. P. (1998). *ANÁLISIS ESTRUCTURAL*. MCGRAW HILL.
10. PADT-REFORT. (1980). procesos constructivo. En PADT-REFORT, *cartilla de construccion con madera* (pág. cap 17). lima: junta del acuerdo de cartagena.
11. PADT-REFORT. (1984). *manual de diseno para madera del grupo andino*. lima: grupo andino.
12. POLIT ROLDOS, P. (2015). CIFRAS DE DOMUS AGOSTO-SEPTIEMBRE. *DOMUS* .
13. SALAZAR, S. (s.f.). COSTOS FINALES. En *COSTO Y TIEMPO DE EDIFICACIÓN* (pág. 241 A LA 266).
14. Vera, R.M., & Cañas. (2005). *Comportamiento Frente a la Corrosión en Ambiente Marino de Acero Galvanizado y Acero Galvanizado Pintado (Duplex)*. Recuperado el 26 de junio de 2014, de informacion tecnologica: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642005000400009

Anexos

Presupuestó vivienda de hormigón

Presupuestó vivienda de madera