



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

PROYECTO PROFESIONAL



DIANA BURGOS ENRIQUEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

CENTRO DE ATENCIÓN UNIVERSITARIO PASTO

PASTO, MAYO 2019



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

PROYECTO PROFESIONAL



DIANA BURGOS ENRIQUEZ

PRESENTADO A:

PROF.: ARQ. MG HÉCTOR ALBA PULIDO

CODIGO: 2173716

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

CENTRO DE ATENCIÓN UNIVERSITARIO PASTO

PASTO, MAYO 2019



1. Área del programa de estudios: Facultad de ciencias y tecnologías

2. Nombre del programa de estudios: CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

3. Datos personales:

Nombre del alumno: DIANA NATALY BURGOS ENRIQUEZ

E-mail: dianaburgos@ustadistancia.edu.co- anaid1321@gmail.com

Fecha de finalización: 1 Junio

4. Director de tesis. Arq. MG Héctor Alba Pulido

5. El tema de la investigación: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE MADERA COMO MÉTODO ALTERNATIVO EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO-PUTUMAYO.

5.1. Define el tema central de tu investigación, ¿de qué trata su Proyecto Final?

El proyecto final trata del análisis de factibilidad a nivel económico y técnico en la construcción de viviendas en madera como método alternativo en el municipio de San Francisco departamento del Putumayo, zona urbana.

5.2. ¿Qué te ha llevado o motivado a trabajar este tema?

Me motivo trabajar en este tema específico puesto que en el municipio de San Francisco, Departamento del Putumayo solo se emplea el sistema porticado en la construcción de sus edificaciones esto en zona urbana, en donde genera un método tradicionalista, la cual la aplicación de este método alternativo sería un paso en la construcción de sus viviendas un método económico, innovador, arquitectónico, empleando la materia prima de la región, especialmente el empleo del pino como elemento principal, con detalles constructivos que mejoren las construcciones vernáculas de la región, de igual manera que beneficie la calidad de vida de sus residentes y claro está aplicando el reglamento colombiano de construcción de viviendas sismo resistentes NSR-10 título G y generando una conciencia de uso moderado y racional del material prima en este caso la madera, como material constructivo.



5.3. ¿Qué va a aportar este trabajo a la temática seleccionada y a quiénes pudiera beneficiar?

Aporte Principal: Cambio método tradicionalista en la construcción de viviendas de madera en la zona urbana en el municipio de San Francisco departamento del Putumayo.

Beneficios:

Ambiental: Uso del recurso natural en la construcción de viviendas de la región, contribuyendo en la forestación de montañas en la región, creando conciencia en su uso y alternativas de su uso racional.

Social. Creación de empleo en la realización de viviendas en madera, de igual manera innovación en diseño arquitectónico en fachadas, detalles constructivos, creación de proyectos de urbanización, manejo de nuevas alternativas constructivas y procesos en la realización de viviendas en madera.

Económico: Facilidad en la obtención del material (madera), método más económico comparado con el sistema pórtico a nivel de presupuesto.

Cultural. Empleo de métodos alternativos realizados por habitantes en la zona rural del municipio, puesto que en zona rural este método es el más empleado en la realización de viviendas de uno y dos pisos, por ende se obtienen más conocimientos constructivos y diseños arquitectónicos innovadores y creativos.

5.4. ¿Qué resultados de la investigación y/o resultados prácticos espera conseguir al finalizar la Tesis?

Los resultados de la investigación espero conseguir es cambiar el método tradicionalista mencionado por un método más económico, innovador en cuanto a diseños arquitectónicos, procesos constructivos, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus residentes y a la aplicación de la norma de sismo resistencia NSR-10 en la construcción de viviendas en madera estipulado en el título G, puesto que en la realización de estas viviendas es empíricamente sin conocimientos de la normatividad vigente por parte de los habitantes de la región, de igual manera se espera que en la aplicación de este método se genere conciencia del uso del material contribuyendo a la forestación de bosques nativos en la región.



6. Naturaleza del proyecto:

El proyecto de investigación realizado pretende dar a conocer un análisis de factibilidad de tipo técnico y económico para la construcción de vivienda en madera como método alternativo con base al prototipo de vivienda realizada, de igual manera dar a conocer un análisis estadístico realizado como parte del análisis de factibilidad a propietarios de viviendas tanto de sistema pórtico y viviendas en madera en la región, determinando la viabilidad económica, social, ambiental y legal.

7. Descripción de los objetivos:

7.1. Objetivo general.

Análisis de factibilidad para la Construcción de viviendas de uno y dos pisos utilizando la madera como elemento estructural y arquitectónico en el municipio de San Francisco Putumayo.

7.2. Objetivos específicos

- 1.** Evaluar las especies maderables presentes en el municipio de San Francisco, con el fin de determinar cuál es la más óptima desde el punto de vista estructural, ambiental y estético para la construcción de las viviendas.
- 2.** Realizar el estudio técnico y económico para la construcción de viviendas en madera que mejor se adecue a las necesidades socio-ambientales y económicas del municipio de San Francisco zona urbana, con el fin de garantizar su resistencia, estabilidad y durabilidad.
- 3.** Investigar referentes de detalles constructivos que se pueda mejorar las construcciones vernáculas existentes en el municipio.
- 4.** Analizar el cumplimiento del sistema constructivo en madera con el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 para la construcción de viviendas de uno y dos pisos a través de la encuesta a residentes que emplean este método constructivo en la zona rural del municipio.



5. Dar a conocer los tipos de madera, ventajas y desventajas como material para la construcción, detalles constructivos, uniones y ensambles y algunos ejemplos de viviendas en madera dando a conocer su proceso constructivo en la región.

8. Metodología

Descripción del proceso de Investigación.

Esta investigación parte en la realización de una propuesta constructiva de vivienda en madera con la realización del diseño arquitectónico, estructural, análisis técnico y económico de viabilidad como método alternativo en construcción de viviendas de uno y dos pisos en el municipio de San Francisco zona urbana.

Se aplica la metodología tipo encuesta a una determinada población en donde se realiza un análisis estadístico sobre el empleo de viviendas en madera en el municipio de San Francisco

Se da a conocer los detalles constructivos de viviendas en madera, cortes, ensambles, cumpliendo con el tipo de investigación tipo correlacional en la cual se tiene en cuenta parámetros constructivos, normatividad, y ejemplos de edificaciones realizadas en madera donde se da a conocer el proceso constructivo, se da a conocer el tratamiento de la madera ante agentes de destrucción, ventajas de uso de la madera como material de construcción, disposición en la ubicación de ductos, cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas.

Aspectos relevantes.

El universo: Aplicado en el campo de la construcción, especialmente en la construcción de viviendas en madera con la realización de una propuesta constructiva con elementos de la región, y la realización de encuestas se dará a conocer aspectos tales como ventajas, desventajas, economía, aplicación normatividad (NSR-10) entre otras, la población objeto en esta investigación está ubicada en la zona urbana y rural del municipio de San Francisco, Putumayo, que emplean construcciones de viviendas en madera.

El proyecto se desarrolla en el departamento del putumayo.

Localización física. Municipio de San Francisco



Ámbito Territorial: Zona urbana y rural.

Tipo de Muestreo: Muestra no probabilística, donde las elecciones de los elementos no dependen de la probabilidad sino de las causas relacionadas con las características de la investigación, en donde se tuvo en cuenta población en la zona rural y urbana del municipio que realizaron sus viviendas con el método constructivo en madera para dar a conocer sus ventajas, desventajas, propiedades físicas, comportamiento estructural, procesos constructivos, viabilidad económica entre otras.

Tamaño de la población y toma de muestra:

La población analizada en la zona urbana del municipio de San Francisco corresponde a 3.214 habitantes.

Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde,

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Toma de muestra. Muestreo casual o incidental, donde se seleccionan directamente los individuos de la población objeto, que cumplan con las características de estudio, en este caso habitantes que vivan en viviendas usando el método constructivo en madera.



Rango de Tolerancia o error de Muestreo: El margen de error es una estadística que expresa la cantidad de error de muestreo aleatorio en los resultados de una encuesta, es decir, es la medida estadística del número de veces de cada 100 que se espera que los resultados se encuentren dentro de un rango específico.

En este caso el margen de error es de 5%.

Nivel de confiabilidad: 95%

Encuesta Tipo: Entrevista

Fecha de Realización: 4 Febrero 2019

9. Resumen del trabajo:

RESUMEN

La construcción de edificaciones de uno y dos pisos en el municipio de San Francisco, se ha experimentado un método tradicionalista la cual el método empleado es el método de pórticos, es de vital importancia conocer otros métodos constructivos de edificaciones que cumplan con el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10, puesto que nuestro departamento Putumayo según el título A 2.3 Zonas de amenaza sísmica, Tabla A.2.3-2 Valor de Aa y de Av para las ciudades capitales de departamento, se encuentra en zona sísmica alta, y por ende se necesita la construcción de viviendas que cumplan con los requerimientos mínimos mencionados en la norma vigente, la construcción de viviendas en madera puede ser un método alternativo de construcción de edificaciones en la zona urbana del municipio de San Francisco, estas son económicas, contribuyen al mejoramiento de la salud de sus residentes, y cumplen con el reglamento mencionado estipulado en el título G, se dará a conocer las propiedades, construcción, ventajas, entrevistas realizadas a la población en general de este método alternativo de construcción de viviendas de uno y dos pisos.

10. Palabras clave:

PALABRAS CLAVES. Madera, NSR-10, título G, viviendas, sistema pórticos.



ABSTRACT

The construction of buildings of one and two floors in the municipality of San Francisco, has experienced a traditional method which the method used is the method of pórticos, it is vital to know other construction methods of buildings that comply with the Colombian regulation of earthquake resistance NSR-10, since our department Putumayo according to title A 2.3 Zones of seismic hazard, Table A.2.3-2 Value of Aa and Av for the capital cities of department, is located in high seismic zone, and therefore the construction of houses that comply with the minimum requirements mentioned in the current norm is necessary, the construction of houses in wood can be an alternative method of construction of buildings in the urban area of the municipality of San Francisco, these are economic, they contribute to the improvement of the health of its residents, and comply with the aforementioned regulations stipulated in Title G, will be announced as properties, construction, advantages, interviews made to the general population of this alternative method of construction of one and two story homes.

11. Título del Proyecto Final propuesto:

TITULO DE INVESTIGACION

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE MADERA COMO MÉTODO ALTERNATIVO EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO-PUTUMAYO.

12. Guion/Índice que se seguirá en el PF:

1. INTRODUCCIÓN

La madera como material constructivo ha influido considerablemente en la construcción de edificaciones por el hombre, desde el neolítico, en la construcción de sus refugios, de igual manera data en el siglo I a.c. la civilización romana donde se escribieron tratados sobre la arquitectura y técnicas de construcción en roma, los métodos principales en la construcción utilizados mundialmente hoy en día son las casas de troncos, y las casas prefabricadas de madera de entramado ligero, la cual se alterna con el uso de estructuras metálicas de acero, combinado con materiales de madera, acero y concreto.

La madera ha recuperado su buena fama como material de construcción fiable en la Europa Mediterránea, por esas mismas cualidades isotérmicas, su sostenibilidad y porque se ha



demostrado su excelente comportamiento en caso de incendio las columnas de madera al sufrir un incendio no se colapsan, arrastrando al edificio que sustentan, sino que se ennegrecen y endurecen, con lo que evitan el derrumbe.

Las construcciones de madera han alcanzado su esplendor moderno con arquitectos y diseñadores que arriesgan por los materiales tradicionales pero con técnicas renovadoras que realzan la construcción con traviesas, tablas y listones a su máximo esplendor.

La madera garantiza numerosas ventajas de carácter estructural durante la construcción pero presenta también efectos positivos para el clima en el interior de los ambientes, como el aislante natural, gracias a su particular estructura porosa, la madera almacena numerosas áreas de calor y permite realizar estructuras de espesor reducido y bajo consumo energético, la microestructura refinada de la madera asegura a este material un peso propio reducido de frente a una excelente capacidad de carga, no obstante el peso reducido, la madera tiene una capacidad de carga 14 veces superior a la del acero y una resistencia a la compresión equivalente a la del concreto.

Ya en otros países desde hace varios años incluyendo algunas obras en Colombia ya se ha utilizado la madera como elemento estructural, aunque hay poco conocimiento sobre esta, a esta se le han realizados varios estudios como el de humedad que desde la parte técnica es el que más preocupa a la hora de tenerla en cuenta como elemento estructural, sin embargo esta respondió muy bien a los ensayos realizados aunque el comportamiento de esta depende de la especie a utilizar.

También se han realizado evaluaciones y ensayos a varias especies de madera para analizar sus propiedades mecánicas, y se concluyó que las partes de un árbol con las propiedades más óptimas para uso en la construcción son el corazón y la médula. Realizando ensayos para observar el comportamiento con respecto a la humedad y los esfuerzos generados sobre una estructura de una especie a utilizar como elemento estructural, se pueden realizar diseños acertados y adecuados utilizando madera y así se podrán elaborar construcciones limpias, innovadoras, sostenibles y poco contaminantes.

Por otra parte el costo de obra de la madera es mucho más bajo que el tradicional en concreto esto es un ítem muy valioso a la hora de tomar decisiones respecto a en que material construir, por eso como conclusión final se debe fomentar el uso de la madera como elemento estructural ya que responde satisfactoriamente contra la humedad y soporta



esfuerzos de compresión, tensión y cortante, y la utilización de esta es de menor costo que los materiales normalmente utilizados, como se da a conocer en el libro Estructuras de madera. Diseño, cálculo y construcción por el ingeniero Julio Cesar Pacini, nos da a conocer la historia de la construcción en madera y nos da una idea de cómo se llega a nuestros días. Los tres capítulos siguientes se abocan a la descripción del funcionamiento de la madera y de los materiales derivados de ella con aporte de ingeniería, así como de la normativa disponible y su justificación. El resto del libro se dedica al diseño, verificación y construcción de viviendas, estructuras de grandes luces y estructuras en altura, así como a la resolución de detalles y uniones, donde se incluye así mismo la descripción de posibles fallas típicas de la madera y cómo tratar con ellas. De igual manera este libro da a conocer el estudio de situaciones extremas para las cuales usualmente las estructuras no están diseñadas, mostrando el comportamiento de las estructuras de madera frente a la acción de tormentas extremas y el fuego.

Esta investigación pretende dar a conocer el análisis de factibilidad de viviendas en madera teniendo en cuenta aspectos como técnicos, económicos, sociales y ambientales, se realiza un prototipo de vivienda que cumpla con los objetivos propuestos como método alternativo de construcción de viviendas en el municipio, método que ha demostrado a nivel internacional gran acogida y funcionalidad, gracias a sus propiedades mecánicas y nivel de desempeño a nivel Sismico, la cual infiere positivamente en nuestro departamento catalogado según el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10, zonas de amenaza sísmica alta, la cual es un gran reto la construcción de viviendas sismo resistentes y la construcción de viviendas en madera y el cumplimiento de la normatividad para la construcción de este tipo de viviendas garanticen el bienestar y la preservación de vidas y bienes de sus residentes.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCION

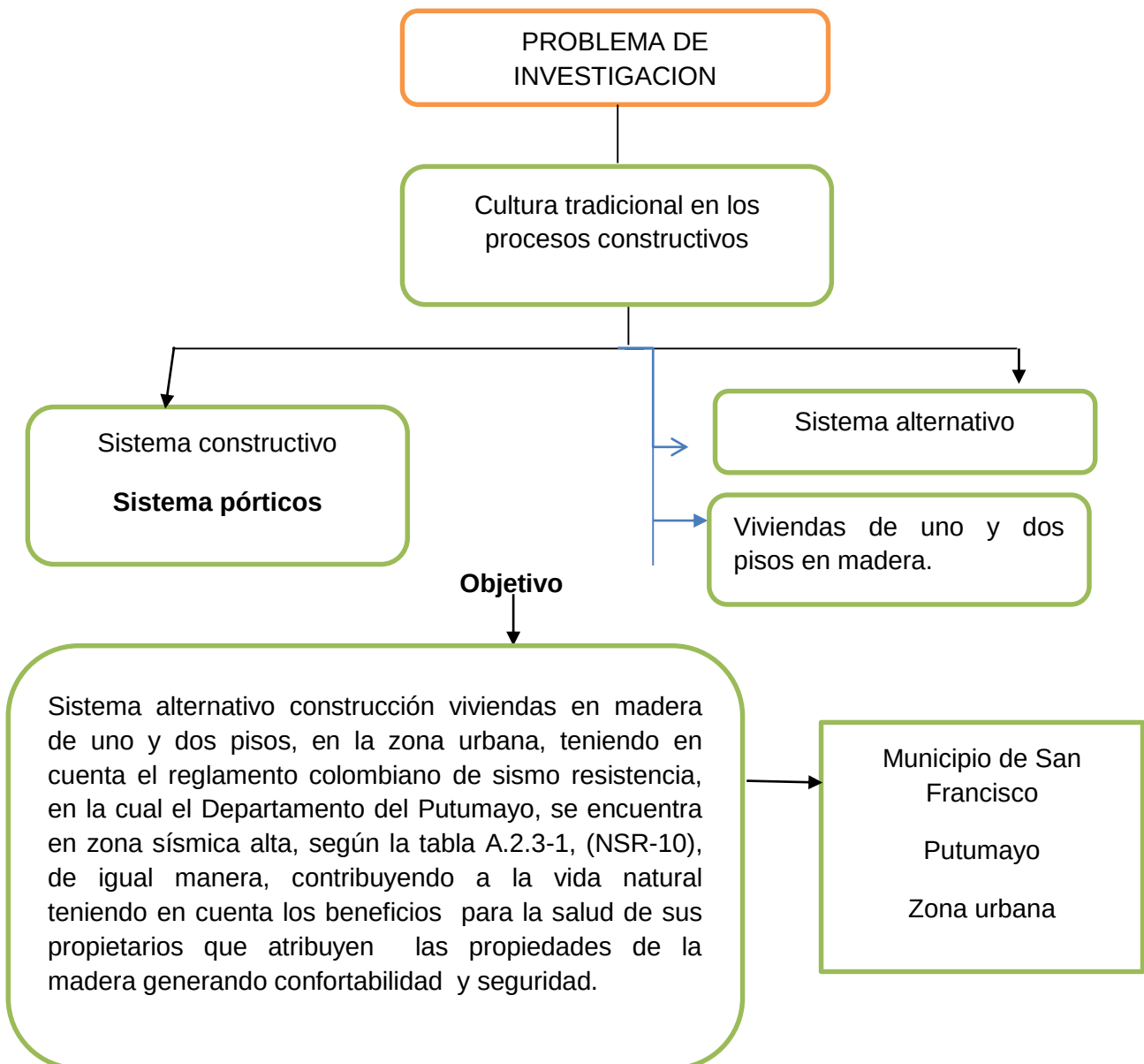
En el valle de Sibundoy, municipio de San Francisco en el departamento del Putumayo, se analizara el sistema constructivo en viviendas de madera como método alternativo de construcción en la zona urbana del municipio de San Francisco.

En este zona se crea una cultura tradicional en los procesos constructivos, de tal manera que la mayoría de la población opta por seguir una tendencia en modelos, materiales y



métodos, como el empleo del sistema pórtico en la construcción de viviendas de uno y dos pisos, sin investigar otras alternativas que conlleven a lograr los objetivos propuestos de manera más eficiente a nivel económico y constructivo, como lo es la construcción de viviendas de uno y dos pisos en madera.

Mapa conceptual





1. ¿Sera que el sistema de pórticos que se ha utilizado hasta el momento en el municipio de San Francisco es el más económico y eficiente?
2. ¿Por qué la comunidad de la región esta utilizado en su gran mayoría el sistema a porticado?
3. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la construcción de viviendas en madera?
4. ¿El sistema constructivo en madera cumple con las norma sismo resistente vigente en nuestro país como lo es la norma de sismo resistencia NSR-10?
5. ¿En la construcción de viviendas de uno y dos pisos en madera es viable económicamente en este municipio?
6. ¿Será viable económicamente la realización de una propuesta constructiva de viviendas en madera empleando los diferentes tipos de madera presentes en la región?
7. ¿En la región existe el respectivo tratamiento de la madera que se debe realizar antes de su venta?
8. ¿Cuántos tipos de madera existen en la zona que sean empleados en la construcción de viviendas?
9. ¿Sera que los propietarios de viviendas en madera de la región realizan los tratamientos pertinentes para prevenir la aparición de agentes patológicos en la vivienda?

3. JUSTIFICACION

JUSTIFICACION Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

El desarrollo de esta investigación permitirá detallar el uso del sistema constructivo en viviendas en madera como una alternativa en la construcción, teniendo en cuenta el análisis de factibilidad propuesto a nivel económico, técnico y social.

Es importante realizar esta investigación ya que se puede aumentar la demanda constructiva y de esta manera incentivar y promover empleos en la región, y crear una conciencia de uso razonable de las especies maderables de la región.

Se orienta y enfatiza en el campo de la construcción, para que un grupo de profesionales, y población en general tengan en cuenta los parámetros técnicos, arquitectónicos y económicos al momento de desarrollar proyectos de vivienda en el departamento de Putumayo, Municipio de San Francisco.



4. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

La construcción con madera está teniendo un impacto positivo en el usuario final donde encuentra es este material sensaciones de comodidad y confort que en otros materiales no son alcanzables, la cual arquitectos e ingenieros se han arriesgado como lo son, el arquitecto australiano especialista en construir viviendas de madera, se llama Jackson Clements Burrows con multitud de premios, la cual en sus trabajos ofrecen una mirada diferente del mundo de la arquitectura, de igual manera los arquitectos Tengbom en colaboración con AFB y la compañía maderera Martinson, construyeron viviendas de madera asequible y sostenible para estudiantes, Miguel Ángel Rodríguez Nevado, arquitecto con amplia experiencia en este campo, de igual manera la asociación de Fabricantes y Constructores de Casas de Madera (AFCCM), creada en el año 2000 como organización profesional, con un doble objetivo, por un lado, dar a conocer la madera como material para la construcción de viviendas, y centrar sus esfuerzos en el desarrollo y mejora de la calidad de la madera como material constructivo.

El rápido desarrollo de la construcción con madera en grandes edificaciones también ha hecho ganar prestigio al material, y ha contribuido, evidentemente a generar confianza en la construcción de viviendas.

Ya no solo la madera se utiliza como instrumento para moldear el concreto, o en pequeñas edificaciones, cada vez más los proyectistas se atreven con edificios en altura y estructuras de madera casi imposibles, como ejemplo en España lo podemos encontrar en el centro histórico de Lleida, ostenta el record del edificio más alto de España construido con madera.

El edificio tiene cinco pisos más la planta bajo cubierta, que en la práctica supone seis plantas. Hasta ahora, solo hay casas unifamiliares o de dos alturas como máximo en un país volcado con en concreto para estructuras.

Actualmente el edificio más alto del mundo construido en madera es en Londres denominado la Torre Stadhaus N1, de 17 m x 17 m, está sustentado sobre una cimentación de hormigón reforzado y la primera planta fue construida en concreto, el resto de la estructura consiste en una colmena de paneles de madera laminada maciza que cumplen la función de muros de carga, cerramientos y distribución.



Pero la habilidad de los arquitectos es sorprender y en este caso desde EE.UU por medio del estudio de arquitectura Michael Green propone rascacielos de madera, pretendiendo llegar a las 20 plantas, incluso se plantean hasta las 30 plantas, una idea muy arriesgada donde muchos detractores ponen en duda la sostenibilidad de la construcción ante la cantidad tan elevada de materia prima que se necesita.

En el barrio de Hackney en Londres, se ha aprobado la construcción de un edificio de nueve pisos en madera, el proyectista, arquitecto Waugh Thistleton, afirma que será el edificio de viviendas más alto construido hasta ahora en madera, constará de 29 departamentos y su costo se estima en 3 millones de libras. El sistema constructivo se basa en el uso de paneles de madera laminada, en la cual no sólo se construyeron en madera los muros portantes sino también las paredes de la caja del ascensor. El concepto de la fachada se inspira en la obra del artista Gerhard Richter y muestra las luces y sombras que generan los edificios y árboles del entorno con los cambios de la luz del sol. Ese efecto se logra con el uso de 5000 paneles prefabricados de madera pintados de blanco, gris y negro.

Actualmente, entre el 60 y el 80% de todas las viviendas que se construyen en países como Finlandia, Suecia, Austria, Estados Unidos y Australia, son de madera, y la gran mayoría de ellos son edificios de entramado ligero.

En el 2017 estudiantes de la universidad del Biobío, realizaron una investigación con el nombre de “Análisis del desempeño estructural de un edificio en base a marcos livianos de madera” en donde se concluye que las estructuras de madera tiene menos repercusiones de daños ante la acción de movimientos telúricos, produciendo más desplazamientos pero menos daños a diferencia de las estructuras de concreto armado, la propuesta consistió en estudiar el comportamiento sísmico de una estructura de madera de 5 pisos y 13,3 metros de altura, fue modelada con una interfaz gráfica 3D, en la que se simuló detalladamente cada clavo del revestimiento y cada elemento mecánico de sujeción, un trabajo de largo aliento ya que modelar con interfaz gráfica tomó un mes y medio, mientras la codificación en el software OpenSees demoró cuatro meses.

La principal conclusión de este estudio fue que la conexión del revestimiento el clavo que une la placa con las maderas, era de vital importancia debido a que cuando se aumenta la



capacidad de este clavo, el edificio se rigidiza mucho más, se deforma menos y por tanto, ante una carga sísmica lateral, comienzan a fluir otros conectores como el Angle bracket.

5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Análisis de factibilidad para la Construcción de viviendas de uno y dos pisos utilizando la madera como elemento estructural y arquitectónico en el municipio de San Francisco Putumayo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar las especies maderables presentes en el municipio de San Francisco, con el fin de determinar cuál es la más óptima desde el punto de vista estructural, ambiental y estético para la construcción de las viviendas.
2. Realizar el estudio técnico y económico para la construcción de viviendas en madera que mejor se adecue a las necesidades socio-ambientales y económicas del municipio de San Francisco zona urbana, con el fin de garantizar su resistencia, estabilidad y durabilidad.
3. Investigar referentes de detalles constructivos que se pueda mejorar las construcciones vernáculas existentes en el municipio.
4. Analizar el cumplimiento del sistema constructivo en madera con el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 para la construcción de viviendas de uno y dos pisos a través de la encuesta a residentes que emplean este método constructivo en la zona rural del municipio.
5. Dar a conocer los tipos de madera, ventajas y desventajas como material para la construcción, detalles constructivos, uniones y ensambles y algunos ejemplos de viviendas en madera dando a conocer su proceso constructivo en la región.

6. MARCO TEÓRICO

La madera ha formado parte, total o parcialmente, de las edificaciones construidas por el hombre, antes de que el hombre contara con herramientas con suficiente capacidad de corte como para trabajar la madera.



Sobre el año 25 A.C. Marco Viturbio, arquitecto e ingeniero romano, escribió un extenso tratado sobre arquitectura y técnicas de construcción en Roma, lo cual lo tituló De architectura y lo dedicó al emperador, según este libro, la arquitectura descansa en tres principios: la Belleza (Venustas), la Firmeza (Firmitas) y la Utilidad (Utilitas) que es la base de la utilización y función de la arquitectura. La arquitectura se puede definir, entonces, como un equilibrio entre estos tres elementos, sin sobrepasar ninguno a los otros la obra de Marco Viturvio recoge las primeras descripciones sobre la composición, cualidades y usos de la madera, mostrando especial interés sobre la influencia de la época de corta en las características de la misma frente a los xilófagos.

En la arquitectura civil, las grandes ciudades de la antigüedad estaban formadas, sobre todo, por viviendas familiares de madera sin tratar. Estados Unidos, donde la madera fue desde el principio, y sigue siendo, el material de construcción más consumido, recientemente, y gracias a los tratamientos a los que se la somete.

Los dos métodos principales de construcción utilizados mundialmente hoy en día son: las casas de troncos y las casas prefabricadas de madera de entramado ligero.

Las casas de troncos representan el estilo de construcción más antigua. Estas eran la casa típica de escandinavos, rusos y pobladores de otras zonas del norte de Europa.

Los colonizadores que emigraron al nuevo continente, a Sudáfrica, Nueva Zelanda y Australia, construyeron sus casas con este método.

Las casas prefabricadas de entramado ligero tienen sus orígenes en el siglo XIX. Esta técnica es el fruto de la necesidad de construir rápidamente edificios nuevos, y de la disponibilidad de materiales de construcción industrializados y normalizados. La estructura está compuesta por tres componentes diferenciados, cada cual con su función particular: entramado, cerramiento y revestimiento.

Existen sistemas de gestión forestal en aquellos países en los que es habitual la construcción con madera. En dichos países, las superficies de crecimiento y cultivo crecen continuamente. Existen organismos que controlan que dichas explotaciones son



gestionadas de manera racional y sostenible, como sucede con Forest Stewardship Council (FSC), un organismo a nivel mundial, con oficina en España -FSC España- y totalmente independiente, que certifica la madera que proviene de explotaciones forestales responsables, con el fin de conservar la masa forestal del planeta.

Las propiedades mecánicas abarcan las posibilidades estructurales de la madera, para ello se debe tomar en cuenta su resistencia, dureza, rigidez y densidad. Elevada resistencia a la flexión, buena capacidad de resistencia a la tracción y a la compresión paralela a la fibra, puede presentar la misma resistencia a compresión de un concreto de resistencia razonable, la resistencia a la flexión puede ser aproximadamente diez veces superior a la del concreto, escasa resistencia al cortante, muy escasas resistencias a la compresión y a la tracción perpendicular a la fibra, bajo módulo de elasticidad, mitad que el del concreto y veinte veces menor que el acero.

Las características de la madera como material de construcción, bajo consumo de energía la cual debido a su estructura y de baja densidad, el consumo de energía en los procesos de transformación, transporte y puesto en obra es bajo, las ventajas resistentes de la madera es un material ligero con una relación elevada entre resistencia y peso, esta relación es tracción y compresión paralela a la fibras es similar al acero pero superior en el caso de tracción a la del concreto, ante el comportamiento al fuego, la madera la superficie expuesta a un incendio, se inflama creando rápidamente una capa carbonizada aislante que incrementa su protección natural, este comportamiento es la base de una notable resistencia estructural al fuego.

En cuanto a la durabilidad la madera puede llegar a ser muy durable, la madera es a la acción de un gran número de compuestos químicos, presentando un mejor comportamiento que el hierro, y los aceros normales a la acción de los ácidos y de las soluciones de sales de ácidos.

La madera es elástica y extremadamente resistente a las tracciones, por lo tanto es el material de construcción ideal para los proyectos que se realizan en zonas sísmicas.

La madera es un material termoaislante, asegura una óptima protección contra el frío en invierno y el calor en verano, en un lapso de tiempo de hasta 14 horas, como la madera es



un material compuesto de fibras huecas, alineadas axialmente a la longitud del árbol, estos huecos o espacios contienen aire atrapado que le imparten excelentes cualidades como aislante del sonido y del calor.

En lo que se refiere al aislamiento acústico, la madera tiene valores superiores a 10 veces el concreto reforzado, el aislamiento acústico puede incrementarse, si se dejan espacios vacíos entre las maderas, o se utilizan materiales aislantes, tales como fibra de vidrio, yeso, en relación con el aislamiento térmico, la madera es excelente, en la cual es aproximadamente unas seis veces más eficiente que el ladrillo de barro cocido, quince veces más que el concreto o la piedra y 400 veces, más que el acero.

La reducción del tiempo de ejecución de obra en la construcción de una vivienda de madera hasta un 50% con respecto a los sistemas tradicionales con el consiguiente ahorro de dinero que esto conlleva.

Los edificios con estructura de madera tienden a estar compuestos de marcos repetitivos unidos con numerosos sujetadores y conectores, que proporcionan trayectos de carga múltiples y a menudo redundantes para la resistencia a las fuerzas sísmicas. Además, cuando los paneles estructurales como madera contrachapada o tablero de fibra orientada (OSB) se unen correctamente al piso de madera, techo y pared, forman diafragmas y muros cortantes que son excepcionales para resistir estas fuerzas.

Las estructuras de madera convenientemente ancladas a sus fundaciones, bien conectadas entre sus distintos elementos estructurales y eficazmente arriostradas, es decir, con sus respectivos elementos diagonales de rigidización para triangular la estructura y soportar los esfuerzos horizontales, sobrevivieron sin mayores daños y en su mayoría, intactas al 5 terremoto más grande registrado en la historia de la humanidad, en relación al tipo de suelo, aquellas construcciones emplazadas sobre rellenos granulares o de arenas con un bajo grado de compactación, tendieron a amplificar la onda sísmica, (fenómeno llamado licuofacción) sometiendo a las estructuras de madera a un esfuerzo mayor a las que fueron concebidas. En cambio, las viviendas fundadas en terrenos rocosos, evidentemente disiparon más eficientemente y en forma directa la energía sísmica hacia las edificaciones, haciendo que solicitara esfuerzos a las estructuras en forma monolítica, trabajando como un todo y en forma solidaria con el suelo.



6.1 LEGAL.

Cumplimiento y parámetros de construcción según el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 para construcción de viviendas en madera título G de igual manera parámetros ambientales en preservación de los bosques nativos de la región (COORPOMAZONIA).

6.2 HISTORICO

El método de construcción tradicionalista empleado en el municipio de San Francisco, departamento del Putumayo como lo es el sistema porticado.

El sistema porticado es la unión de vigas y columnas, conectadas a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis, resistente a momentos, esencialmente completos, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

las ventajas de este sistema radica en que permite ejecutar todas las modificaciones que se quieran a la edificación, ya que los muros al no soportar peso, tienen la posibilidad de moverse, funciona como aislante del ruido y calor, las desventajas de este sistema es una baja resistencia y rigidez a las cargas laterales, de igual manera su gran flexibilidad permite grandes desplazamientos lo cual produce daños en los elementos no estructurales, el uso de este sistema estructural está limitado a estructuras bajas o medianas, ya que a medida que el edificio tenga más pisos, mayores tendrían que ser las dimensiones de las columnas, lo cual puede hacer el proyecto inviable económicamente y arquitectónicamente.

Las nuevas alternativas de construcción especialmente en edificaciones en madera cumplen con los requisitos para la realización de una vivienda la cual debe satisfacer una gran cantidad de requisitos del usuario, que le permitan el desarrollo normal de su vida las cuales son seguridad, funcionalidad y durabilidad.



La estructura de la vivienda debe ser capaz de resistir fenómenos de la naturaleza como sismos, vientos, lluvias y nieve, así como también sollicitaciones mecánicas y a sus instalaciones (sanitarias, gas, electricidad entre otras), y la acción del fuego.

La funcionalidad de una vivienda está definida por los hábitos y costumbres de los habitantes que cobija, pero también se debe situar dentro del medio ambiente en que se encuentra, con condiciones estables y adecuadas con respecto a la temperatura, humedad, acústica, iluminación, ventilación y calidad de aire.

En una vivienda se debe analizar la durabilidad de todos los materiales que la componen. Con ello, se podrán tomar las medidas de control y aseguramiento más apropiadas para cada material, lo que permitirá una reducción de costos por concepto de mantención, mejoramientos y reposición de las partidas afectadas.

Esto es posible a través del adecuado diseño de los elementos, la correcta elección de los materiales y de una puesta en obra que asegure la máxima durabilidad de lo construido.

La alternativa de construcción en viviendas en madera genera como anteriormente mencionada calidad, funcionalidad y seguridad, la cual se tiene un aspecto importante que es la economía en la realización de esta puesto que en la ejecución de una vivienda convencional se emplea más materiales como cemento, arena, triturado, acero de refuerzo, madera entre otros que en si en el presupuesto general aumentara significativamente en cambio una vivienda en madera solo es necesario la madera como elemento principal, claro está que se necesita más materiales para la cimentación la cual va a ser apoyada, en el presupuesto general tendrá una significativa comparación de precios, cabe destacar que una vivienda en madera resiste a cargas y esfuerzos producto por sismos, gracias que la madera es flexible, de igual manera para la construcción de estas viviendas hay que tener en cuenta los parámetros estipulados para la construcción de viviendas en madera estipulados en el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 como se realiza con el sistema porticado.

6.3 CONCEPTUAL

6.3.1 CONCEPTOS BÁSICOS



Procedimiento: Secuencia cronológica de operaciones para realizar una actividad.

Proceso: Conjuntos de etapas o pasos realizados para llevar a cabo una función.

Método: Es un proceso lógico a través del cual se obtiene el conocimiento.

Sistema pórtico. Unión de vigas y columnas, conectadas a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis.

Innovación. Es un cambio que introduce novedades.

NSR-10. Reglamento colombiano de sismo resistencia para construcción de viviendas sismo resistente.

Tablero estructural de Madera. El término se refiere a un tablero a base de madera unido con adhesivos impermeables.

Tableros de madera contrachapada. Tablero estructural de madera compuesto de láminas o chapas de madera dispuestas en capas con el grano orientado perpendicularmente entre chapas adyacentes. Las chapas son unidas con un adhesivo que se cura mediante la aplicación de calor y presión.

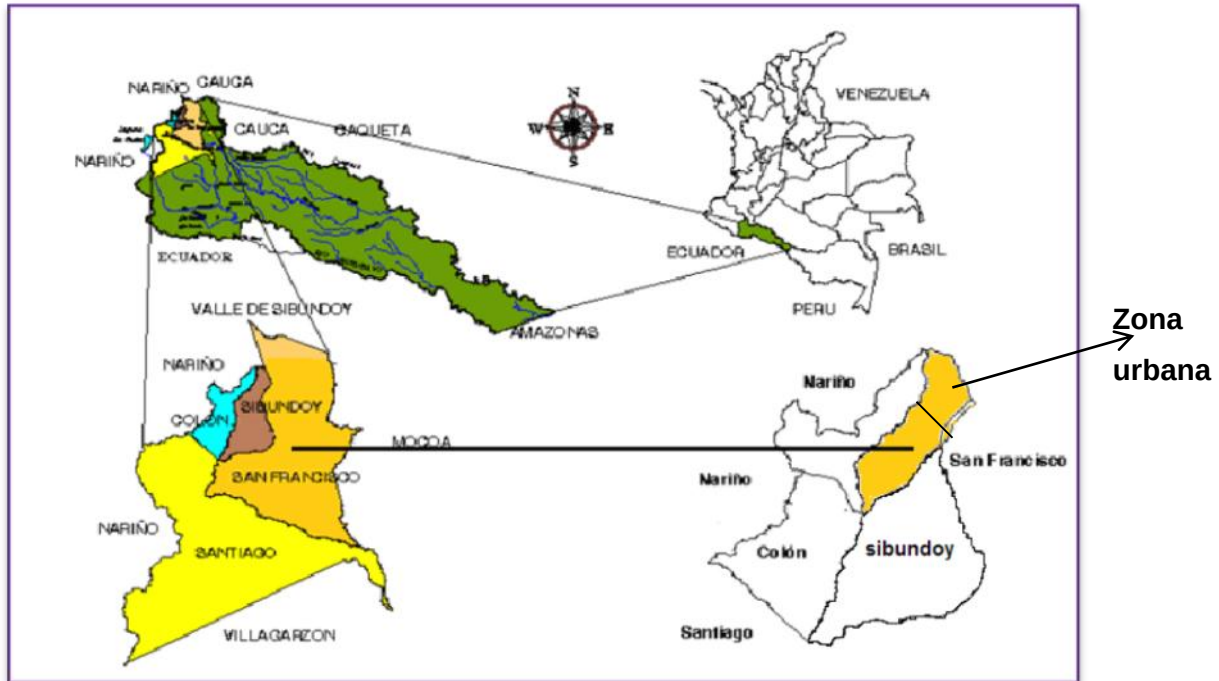
6.4 CONTEXTUAL

6.4.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los alcances de esta investigación conllevan al cambiar un sistema tradicional a un sistema económico y natural, la cual se establece los límites de la investigación en términos de espacio, tiempo, universo y contenido.

6.4.2 Delimitación Espacial.

El área geográfica donde se desarrolla la investigación es la zona urbana del municipio de San Francisco Departamento del Putumayo.



Fuente. Revisión y ajuste EOT San Francisco, 2011

Figura 1. MAPA UBICACIÓN DE LA INVESTIGACION

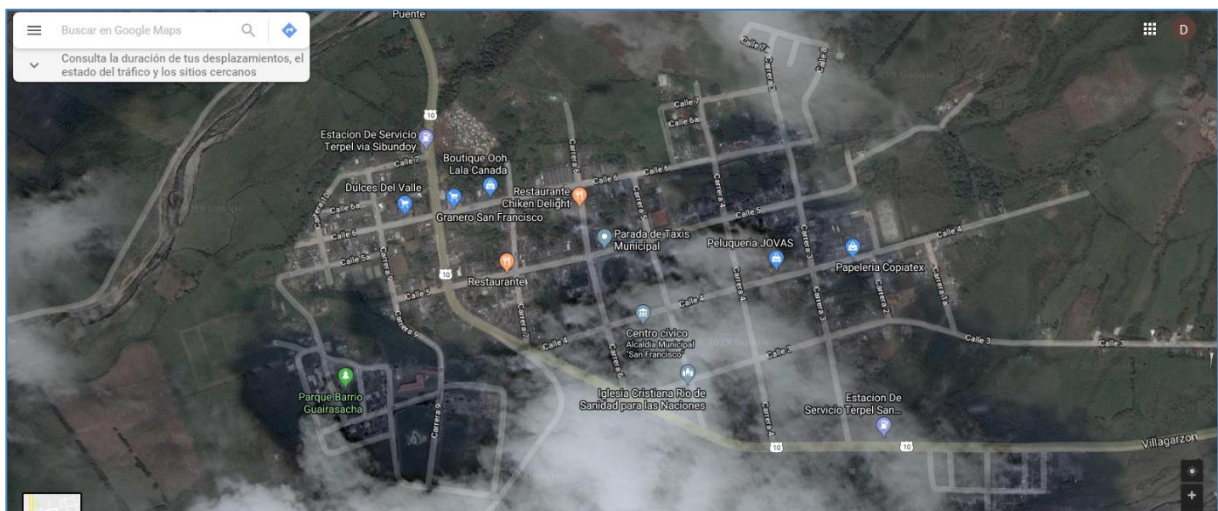


Figura 2. MAPA SATELITAL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO ZONA URBANA

6.4.3 Delimitación Temporal.

El periodo para la realización de la investigación es de 6 meses.



6.4.4 Delimitación del Universo.

Unidades de análisis, se enfatiza en el sector de la construcción, la población que realiza construcciones en sistema porticado en edificaciones de uno y dos pisos, donde se analiza la construcción de viviendas en madera como método alternativo en la región.

6.5 CONTEXTO NACIONAL

La construcción de viviendas en madera en el país ha ido aumentando gracias a los conocimientos adquiridos de ingenieros, arquitectos y constructores que emplean la madera como material de construcción.

6.6 CONTEXTO INTERNACIONAL

Como se ha mencionado en el marco teórico, en el mundo se ha incrementado la construcción de viviendas en madera llegando a la construcción de edificaciones más de 5 pisos creando una perspectiva positiva en la utilización de la madera a nivel estructural y arquitectónico.

METODOLOGIA

TIPO DE INVESTIGACION

Esta investigación será de tipo correlacional, debido a que busca examinar y medir variables o los resultados del objeto de estudio teniendo en cuenta que ninguna es causa de la otra, esta afirmación es realizada por Bernal A. (2010).

Por lo cual se parte de una propuesta constructiva (prototipo) que emplee los diferentes tipos de madera existentes en el municipio, determinado la especie maderable más conveniente a nivel económico que cumpla con especificaciones físico y mecánicas para su empleo como elemento estructural.

Se da a conocer los tipos de madera, detalles, procesos constructivos, ensambles, y ejemplos de edificaciones realizadas en madera donde se da a conocer el proceso



constructivo, de igual manera se da a conocer el tratamiento de la madera ante agentes de destrucción, ventajas de uso de la madera como material de construcción, disposición en la ubicación de ductos, cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas.

El método de esta investigación es el inductivo la cual utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general.

Esta investigación parte de hechos particulares para llegar a lo general con el estudio de factibilidad de viviendas en madera para determinar viabilidad económica en el municipio de San Francisco zona urbana.

ESTRATEGIAS METODOLOGICAS:

POBLACION Y MUESTRA

En el departamento del Putumayo, Municipio de San Francisco se estima una población de 8000 habitantes, según la secretaria de planeación del Municipio de San Francisco, en la cual el 70% de la población está ubicada en la zona rural del Municipio y el 30% en la zona urbana.

El Municipio de San Francisco se encuentra ubicado al sur occidente de la República de Colombia, en las estribaciones de las montañas del macizo Colombiano y al noroccidente del Departamento del Putumayo en la subregión denominada Valle de Sibundoy. Hace parte de la región Andino Amazónica y sus coordenadas geográficas son: 1° 00' 21", 1° 22' 42" de latitud norte y 76° 43' 46" y 76° 59' 18" de longitud oeste.

Geográficamente el Municipio está limitado al norte con el Municipio de Mocoa y el Tablón en el Departamento de Nariño; por el occidente con el Tablón Nariño, Municipios de Sibundoy, Colón y Santiago; por el sur con el Municipio de Villagarzón y por el oriente con el Municipio de Mocoa.

La parte intermedia del Municipio, con altitudes inferiores a los 2.000 metros sobre el nivel del mar como Minchay, Patoyaco, Titango, El Porotal y pequeñas zonas en la subcuenca del



río Blanco, corresponde a la zona de vida bosque pluvial premontano, con temperaturas entre 17 °C. Y 24 °C.

La cabecera municipal de San Francisco y las áreas aledañas como las veredas San Isidro, San Antonio del Porotoyaco, Balsayaco, San José, La Menta, y las zonas montañosas entre los 2.000 y 2.740 metros de altura sobre el nivel del mar, corresponde a la zona de vida bosque húmedo montano bajo, con temperaturas entre 6 °C. Y 17 °C

El tipo de población del Municipio de San Francisco, corresponde a Colona, población indígena Inga-Camentsa, estas están ubicadas en la zona rural y urbana, predominando en la zona rural la población indígena Inga-Camentsa.

El municipio de San Francisco, sus habitantes en la zona rural se dedican a la ganadera y agricultura como su fuente de sustento, y en la zona urbana al comercio.

En la muestra se procedió a la recolección de la información mediante el método de encuesta de los propietarios y constructores en viviendas de uno y dos pisos que poseen este sistema, viviendas en madera.

PROCEDIMIENTO.

Para el desarrollo de esta investigación se aplica el siguiente procedimiento.

1. Se realiza el análisis de factibilidad teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos, partiendo del prototipo de vivienda realizada, dando a conocer escogencia de la especie maderable a emplear, sistema de cimentación, sistema estructural, presupuesto de la vivienda, detalles que mejoren las construcciones vernáculas existentes en la región.
2. Realización de análisis DOFA para determinar la viabilidad de construcción de viviendas en madera en la zona urbana del municipio de San Francisco.
3. Como parte del análisis de factibilidad para conocer aspectos social-ambientales se procede a la realización del trabajo de campo con la visita a obra y encuestas a los propietarios de edificaciones en viviendas en madera en la zona rural y urbana del municipio, se realiza las respectivas encuestas a propietarios de viviendas en madera en la zona rural del municipio en las veredas comprendidas como la Menta, Vereda Central



San Antonio y San Silvestre y barrios que posean este método de construcción barrios como libertad, Carmen.

4. Se da a conocer en el informe el comportamiento de la madera como material de construcción, en la cual se tiene en cuenta procesos constructivos, detalles constructivos, ensambles, y ejemplos de edificaciones realizadas en madera donde se da a conocer el proceso constructivo, de igual manera se da a conocer el tratamiento de la madera ante agentes de destrucción, ventajas de uso de la madera como material de construcción, disposición en la ubicación de ductos, cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas.

7. Resultados.

ANALISIS DE FACTIBILIDAD EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN MADERA COMO METODO ALTERNATIVO EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO-PUTUMAYO

La preocupación de las personas al adquirir una vivienda unifamiliar en si es la confortabilidad, la calidad de vida, y la vuelta a la naturaleza, en donde las viviendas en madera son una opción adecuada, la cual la madera es un material único natural y renovable, donde las operaciones de transformación del árbol en madera son mínimos, la cual solo necesita energía en comparación con otras materiales tradiciones, reduce el efecto invernadero. Es una vivienda sana la cual contribuye a regularizar el medio ambiente interior, evita las dolencias de reumatismo y vías respiratorias, produce un estado de equilibrio en el cuerpo humano, la casa de madera es una casa silenciosa, lo que reduce el estrés de sus habitantes.

La construcción con madera no es patrimonio exclusivo de países septentrionales, sino que se expande con carácter universal por los cinco continentes, la construcción con madera añade a sus propios valores aislantes, la posibilidad de incrementar éstos con mucha más facilidad que en los sistemas tradicionales y con menor pérdida de superficie útil.

Para la realización de viviendas en madera es vital conocer aspectos de viabilidad económica, técnica, ambiental y social la cual influye directamente la escogencia de este tipo de viviendas, teniendo en cuenta estos parámetros se realiza un breve estudio técnico y



económico de viviendas en madera con el fin de determinar cómo uso alternativo en la realización de proyectos de viviendas en el municipio de San Francisco, zona urbana.

Antes de realizar el estudio técnico, económico con base al prototipo de vivienda, se da a conocer el diseño de la vivienda como se muestra a continuación.

DISEÑO DE LA VIVIENDA PROTOTIPO EN MADERA.

Se realizó el diseño de una vivienda unifamiliar de una planta que consta de dos dormitorios, sala, comedor, una cocina, un baño, la cimentación se la proyecta según el tipo de suelo y la capacidad portante del mismo, puesto que no se cuenta con estudios geotécnicos de edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones, cimentaciones, y la definición de espectros de diseño sismoresistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables, se tomara como capacidad portante de 10 ton/m^2

A continuación, se da a conocer el prototipo de la vivienda en madera realizada con materiales como madera y papel paja realizada por la estudiante, a escala 1:30.



Figura 3. Prototipo vivienda en madera

ESTUDIO TÉCNICO.

Para el estudio técnico de viviendas en madera se tendrá en cuenta parámetros físico y mecánicos de la madera como elemento estructural, determinación de las especies de



diseño, determinación de la especie maderable a emplear teniendo en cuenta aspectos de economía y propiedades mecánicas y físicas, diseño de cimentación, sistema estructural, detalles constructivos para mejorar las construcciones vernáculas existentes.

Propiedades físicas y mecánicas de la madera:

- **Peso específico anhidro.** Corresponde a la relación entre el peso anhidro (peso sin agua) y el volumen anhidro, el cual se expresa en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).
- **Módulo de Elasticidad (M.E.).** El Módulo es un número o cantidad que mide una fuerza y la Elasticidad es la propiedad de un material, de retornar a su forma original después de haber sido deformado por una fuerza, dentro de la zona elástica, se expresa en Toneladas o kilogramos por unidad de área. (t/cm^2 o kg/cm^2) o en megapascuales (MPa) equivalente a N/mm^2 .
- **Dureza.** Este término se refiere a la resistencia que presenta una madera al desgaste y a las abolladuras. La madera dura es generalmente aquella que presenta buenas características o resistencia al desgaste, lo cual es importante para la madera de pisos. Se expresa en kilogramos por unidad de área (kg/cm^2).
- **Contracción tangencial radial y volumétrica.** Es otra propiedad física de importancia desde el punto de vista de utilización de las maderas. Toda madera que se seca se contrae, ocasionando una disminución en sus dimensiones, lo cual trae consigo la formación de esfuerzos en la madera, causando grietas y torceduras. La contracción se expresa generalmente como un porcentaje (%) de las dimensiones en estado verde. La contracción puede ser radial, tangencial o volumétrica; la radial se refiere a la disminución radial con respecto a la disminución radial original; calculado desde el 15 % hasta el 0% de contenido de humedad. Del mismo modo se habla de contracción tangencial con respecto a la disminución tangencial y volumétrica al porcentaje en volumen que disminuye la madera con relación a su volumen original.

Especificaciones del diseño para vivienda (prototipo)



Materiales.

En la región se usa las siguientes especies maderables para la construcción de viviendas en madera las cuales son.

- Pino
- Cedro
- Eucalipto
- Acacia
- Roble
- Yarumo
- Arrayan
- Cipre

Se determina el uso de 5 especies maderables donde revisando las características mecánicas respecto a su resistencia a esfuerzos de compresión, flexión y tracción, las 5 especies maderables para el diseño de la vivienda son.

- Pino
- Cedro
- Roble
- Arrayan
- Ciprés

Tabla 1. Propiedades mecánicas de las especies maderables.

Elemento maderable	Propiedades mecánicas
PINO	✓ Resistencia a la compresión: 434 kg/cm² ✓ Resistencia a flexión estática: 874 kg/cm² ✓ Módulo de elasticidad: 10.000 kg/cm²
CEDRO	✓ Módulo de elasticidad en flexión: 89.700 kg/cm² ✓ Módulo de ruptura en flexión: 436 kg/cm² ✓ Compresión paralela: 230 kg/cm² ✓ Compresión perpendicular: 23.8 kg/cm²



	✓ Dureza de lados: 253.4 kg/cm² ✓ Tenacidad: 1.3 kg/cm²
ROBLE	✓ Resistencia a la flexión: 123.500 kg/cm² ✓ Resistencia a la compresión: 131.000 kg/cm² ✓ Resistencia al cizallamiento: 120 kg/cm²
ARRAYAN	✓ Módulo de elasticidad: 85.000 kg/cm² ✓ Resistencia a la compresión: 20.5 kg/cm²
CIPRES	✓ Resistencia compresión: 143 kg/cm² ✓ Resistencia corte: 101 kg/cm² ✓ Resistencia tensión: 522 kg/cm²

A continuación, se da a conocer las especies definitivas para el diseño.

Tabla 2. ESPECIES DEFINITIVAS PARA EL DISEÑO.

ESPECIE	USO
Pino	Especialmente utilizada más en la región en la construcción de viviendas, se utilizara para columnas, pies derechos, montantes, soleras superior e inferior.
Cedro	Esta especie se utilizara como puertas y ventanas por ser liviana, fuerte y duradera la cual ofrece la ventaja de ser fácil de trabajar.
Roble	Se utilizara para la construcción del piso.
Arrayan	Se utilizara para vigas y la realización de la cubierta elementos como correas y cerchas.
Cipre	Se utilizara para la construcción de los muros y fachada puesto que es una especie con alta resistencia a la humedad.



A continuación se da a conocer como se emplea cada especie de madera para cada elemento estructural de la vivienda.

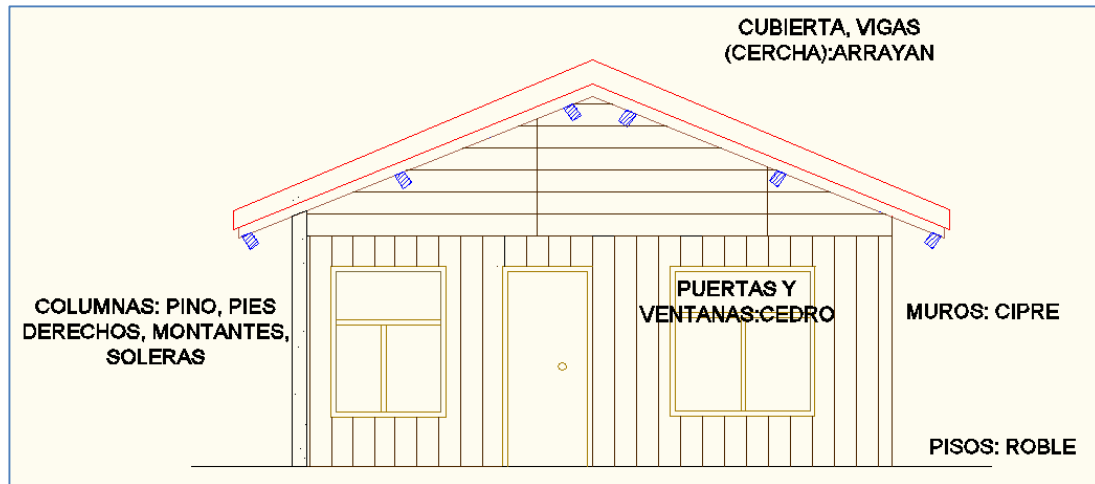


Figura 4. Distribución de las Especies Maderables para los Elementos de la Vivienda.

Cabe mencionar que en la determinación de las especies maderables y el empleo de las 5 especies escogidas a nivel estructural garantizaría una alta resistencia, rigidez y durabilidad pero en aspectos económicos sería una propuesta que incumpliría con los objetivos específicos de la investigación, una vivienda viablemente económica, por la cual se determinó el empleo de la especie maderable como el pino, para el planteamiento del prototipo de vivienda, puesto que este tipo de madera es más empleado en la región por su alta demanda en la zona en cuanto a adquisición y transporte, a nivel económico se consigue la tabla a un precio de \$9.000 a \$17.000, listones para elementos como columnas, vigas, y demás elementos verticales y horizontales esta entre un valor de mercado de \$20.000 a \$25.000 lo cual influye en el precio del valor total de la construcción en m^2 , la cual el m^2 de vivienda en madera pino esta entre los \$120.000, comparando con el valor de m^2 de las demás especies como roble y Cipre por ser maderas más finas a nivel decorativo y calidad tienen un valor superior, que influiría en el presupuesto final de la vivienda, por estas razones y por sus propiedades físico y mecánicas como a continuación se da a conocer se determina el empleo de solo esta especie maderable.

El pino chaquiro es una especie que se encuentra en la amazonia colombiana, la cual se registra en nuestro departamento Putumayo en Mocoa, esta especie no se encuentra registrada en los Apéndices de la CITES. A nivel nacional la Resolución 0316 de 1974 del



INDERENA, veda indefinidamente y en todo el territorio nacional el aprovechamiento de las especies de Pino colombiano.

DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Árbol de 25 m de altura. Corteza lisa, marrón- rojo oscuro o pardo-anaranjada. Yemas vegetativas usualmente ovoides hasta esféricas, terminales y axilares. Hojas coriáceas, elíptico-oviformes o ligeramente lanceoladas, con nervadura medial prominente por arriba. Conos masculinos cilíndricos, axilares. Cono femenino solitario, axilar, ovalado, con pedúnculo de 4,7 mm de longitud. Fruto 8-12 mm de largo x 5-8 mm de ancho, con pequeñas crestas cónicas. Semilla esférica de 6 mm.

Color de la madera. Crema- grisáceo.

- **Brillo o lustre.** Medio.
- **Olor.** No distintivo.
- **Grano de la madera.** Entrecruzado.
- **Veteado.** Suave

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA

- Peso específico anhidro 0.555 g/cm^3 .
- Dureza lateral 535 kg/cm^2 .
- Contracción tangencial 3.96%, radial 3.31 % y
- volumétrica 7.40%.

Madera de Pino Radiata o Insignis

Características del Pino Radiata

Color: Albura blanquecina y duramen entre amarillo y marrón.

Defectos Característicos: Tiene abundantes nudos, normalmente sanos.

Fibra: Recta.

Grano: Medio a Basto



Densidad: Aproximadamente 500 kg/m³ al 12% de humedad. Madera entre ligera y semi pesada.

Dureza: 1,8 – 2,1 madera blanda.

Durabilidad: Sensible al ataque de hongos e insectos.

Estabilidad Dimensional:

- **Coeficiente de contracción volumétrico:** 0,44% madera medianamente nerviosa

Propiedades Mecánicas:

- **Resistencia a la compresión:** 434 kg/cm²
- **Resistencia a flexión estática:** 874 kg/cm²
- **Módulo de elasticidad:** 90.000 kg/cm²

Impregnabilidad: Albura impregnable. Duramen de medio a poco impregnable.

Trabajabilidad:

- **Aserrado.** Fácil.
- **Secado.** Fácil y rápido. Existe un pequeño de riesgo de aparición de fendas y de que se produzcan ligeras deformaciones.
- **Cepillado.** Fácil.
- **Encolado.** Fácil.
- **Clavado y Atornillado.** Fácil.
- **Acabado.** Fácil
- **Precio:** Se trata de una madera de crecimiento rápido y abundante, por tanto, el precio de la madera de pino de radiata es bajo.

Madera de Pino Silvestre o Rojo.

Características del Pino Silvestre.

- ✓ **Color:** Albura amarillo pálida y duramen rojizo.



- ✓ **Defectos Característicos:** Presenta nudos, tanto pequeños como grandes, frecuentes y pequeñas bolsas de resina.
- ✓ **Fibra:** Recta.
- ✓ **Grano:** Medio a fino.
- ✓ **Densidad:** 510 kg/m³ al 12% de humedad. Madera entre ligera y semi pesada.
- ✓ **Dureza:** 1,9 madera blanda
- ✓ **Durabilidad:** No durable frente a insectos. De poco a medio frente a hongos.

Estabilidad Dimensional:

- ✓ **Coeficiente de contracción volumétrico:** 0,38% madera algo nerviosa.

Propiedades Mecánicas:

- ✓ **Resistencia a la compresión:** 406 kg/cm²
- ✓ **Resistencia a flexión estática:** 1.057 kg/cm²
- ✓ **Módulo de elasticidad:** 94.000 kg/cm²

Impregnabilidad: Albura impregnable. Duramen de poco a no impregnable.

Trabajabilidad:

- **Aserrado.** Fácil.
- **Secado.** Fácil y rápido. Pequeño riesgo de aparición de fendas y deformaciones.
- **Cepillado.** Fácil.
- **Encolado.** Fácil.
- **Clavado y Atornillado.** Fácil.
- **Acabado.** Fácil
- **Precio:** entre moderado y bajo.

Madera de Pino Marítimo o Gallego.

Características del Pino Gallego

Color: Albura de tonos amarillentos claros y duramen amarillo anaranjado.

Defectos Característicos. Presenta abundantes nudos, tanto pequeños como grandes, y pequeñas bolsas de resina.



Fibra: Recta.

Grano: Grueso a medio.

Densidad: 530 kg/m³ al 12% de humedad. Madera entre ligera y semi pesada.

Dureza: 2,45 madera blanda.

Durabilidad: No durable frente a insectos. Poco o nada durable frente a hongos.

Estabilidad Dimensional:

- **Coeficiente de contracción volumétrico:** 0,45% madera medianamente nerviosa.

Propiedades Mecánicas:

- **Resistencia a la compresión:** 400 kg/cm²
- **Resistencia a flexión estática:** 795 kg/cm²
- **Módulo de elasticidad:** 74.000 kg/cm²

Impregnabilidad: Albura impregnable, duramen poco o nada.

Trabajabilidad:

- **Aserrado.** Fácil, con la excepción de cuando existen depósitos de resina.
- **Secado. Fácil y rápido.** Pequeño riesgo de deformaciones y fendas. Son habituales las exudaciones de resina.
- **Cepillado.** Fácil salvo por los problemas derivados de las bolsas de resina.
- **Encolado.** Puede ser problemático si aparece resina.
- **Clavado y Atornillado.** Fácil. Requiere pretaladros.
- **Acabado.** Problemas si existe resina. Necesidad de limpiar y aplicar fondo.
- **Precio:** bajo.

En el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR título G (estructuras de madera y guadua) nos da a conocer que para el análisis y diseño de elementos estructurales se debe realizar $E'0.5$ como módulo de elasticidad del material, el E'_{min} , se utilizara para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas y columnas y a $E'0.05$, se podrá utilizar para deflexiones cuando las condiciones de servicio sean de alto riesgo o críticas. A continuación se da a conocer los módulos de elasticidad longitudinal $CH=12\%$.



Tabla G.2.2-2
Módulos de Elasticidad Longitudinal, E_i , (MPa) CH = 12%

GRUPO	Módulo Promedio $E_{0.5}$	Módulo 5° Percentil $E_{0.05}$	Módulo Mínimo E_{min}
ES1	18 000	13 250	7 130
ES2	18 000	13 250	7 130
ES3	14 000	11 000	5 500
ES4	12 500	10 000	5 000
ES5	11 200	8 250	4 435
ES6	9 000	6 500	3 564

Con base en los esfuerzos admisibles, módulos de elasticidad afectados de los coeficientes de modificación a que haya lugar por razón de duración de la carga, contenido de humedad, temperatura, estabilidad, altura, uso a lo ancho, incisión, acción de conjunto, estabilidad de columnas, rigidez al pandeo, área de soporte y cualquier otra condición modificatoria se determinaran los esfuerzos admisibles y la formula general, como se muestra a continuación.

$$F'_i = F_i C_D C_m C_t C_L C_F C_{fu} \dots$$

En donde:

- F_i = esfuerzo básico para la sollicitación i
- C_D = coeficiente de modificación por duración de la carga.
- C_m = coeficiente de modificación por contenido de humedad.
- C_t = coeficiente de modificación por temperatura.
- C_L = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
- C_F = coeficiente de modificación por forma.
- C_{fu} = coeficiente de modificación por uso en cara ancha.
- C_{in} = coeficiente de modificación por incisiones.
- C_r = coeficiente de modificación por acción de conjunto.
- C_p = coeficiente de modificación por estabilidad de columnas.
- C_T = coeficiente de modificación por rigidez al pandeo.
- C_b = coeficiente de modificación por área de soporte.

Los esfuerzos admisibles se muestran a continuación en la tabla G. 2. 2-1

Tabla G.2.2-1
Esfuerzos Admisibles, F_i , (MPa) C.H = 12%

GRUPO	F_b Flexión	F_t Tensión	F_c Compresión	F_p Compresión $\perp$	F_v Cortante
ES1	29.5	21.0	23.0	6.0	2.0
ES2	28.5	20.0	22.0	4.3	2.0
ES3	23.0	17.0	19.0	3.8	1.6
ES4	17.0	12.0	15.0	2.8	1.5
ES5	15.0	11.0	13.0	2.0	1.1
ES6	12.5	9.0	10.0	1.5	1.3



Clasificación de maderas apéndice G-B.

Para la clasificación de las maderas en los grupos ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6 se tomaron en cuenta valores de módulo de elasticidad MOE y esfuerzos de 75 maderas estudiadas por el SENA, Universidad Nacional de Colombia y 178 maderas de estudios recopilados por el profesor J. A. Lastra Rivera, la cual para el estudio de la especie maderable Pino se encuentra en el grupo ES6, con un módulo de elasticidad para Pino Patula de 10.000 MPa, para la especie Pino Chaquiro de 8.700 MPa, y para la especie Pino radiata colomb con un módulo de elasticidad de 11.000 MPa. Como se muestra en la siguiente tabla G.B.6 maderas tipo ES6 MPa.

Tabla G-B.6
Maderas Tipo "ES6" MPa
CH = 12%

No.	Nombre Científico	Nombre	DB	$E_{0,5}$	F_b	F_c	F_p	F_v	F_t
1	PINUS PATULA SCHLECHT	PINO PATULA	0.43	10 000	12.6	10.2	1.7	1.6	9.5
2	TECTONA GRANDIS	TECA	0.53	10 800	16.7	12.5	2.5	1.8	12.5
3	QUARARIBEA ASTEROLEPSIS	PUNULA	0.45	10 700	12.7	11.9	2.3	1.3	9.5
4	SAManea SAMAN	SAMAN	0.49	9 400	13.0	9.8	2.0	1.8	9.8
5	EUCALIPTUS SALIGNA	EUCALIPTO SALIÑA	0.40	11 100	13.1	10.7	1.5	1.4	9.8
6	PODOCARPUS OLEIFOLIUS	PINO CHAQUIRO	0.44	8 700	13.0	10.6	2.4	1.7	9.8
7	PINUS RADIATA DON	PINO RADIATA COLOMB	0.39	11 000	13.2	11.9	2.5	1.4	9.9
8	COPAIFERA SP	CANIME	0.480	9 800	14.5	11.7	2.9	2.0	10.9
9	LONCHOCARPUS SANCTAMARTAE	MACURUTU	0.645	10 100	25.1	19.9	7.1	2.1	18.8
VALORES DE DISEÑO ASUMIDOS			Nota 1	9 000	12.5	10.0	1.5	1.3	9.0

Valores de diseño asumidos

$E_{0,5}$ 9 000

$E_{0,05}$ 6 500

E_{min} 3 564

(1) se deben efectuar ensayos previamente

Como conclusión se puede determinar el empleo del pino como elemento principal de construcción de viviendas por su alta resistencia a la compresión paralela al grano, resistencia a la flexión, tracción paralela a la fibra, módulo de elasticidad de 10.000 MPa, la cual se puede emplear en todos los elementos estructurales sometidos a dichos esfuerzos, de igual manera se ha comprobado que el uso de esta madera en la región en la construcción de viviendas ha demostrado su alta resistencia, estabilidad y durabilidad ante el tiempo, construcciones con más de 20 años actualmente han resistido agentes abióticos, bióticos, y una alta resistencia a movimientos telúricos evidenciados en la región.



SISTEMA ESTRUCTURAL VIVIENDA PROTOTIPO

Sistema de cimentación: Pilares fundidos en concreto ciclópeo. (60% concreto 40% piedra)

Sistema Estructural: Sistema de entramado liviano.

Cubierta: Cubierta dos aguas teja zinc.

A continuación, se da a conocer el diseño arquitectónico de la vivienda en madera en formato AUTOCAD y en PDF para una mejor visualización.

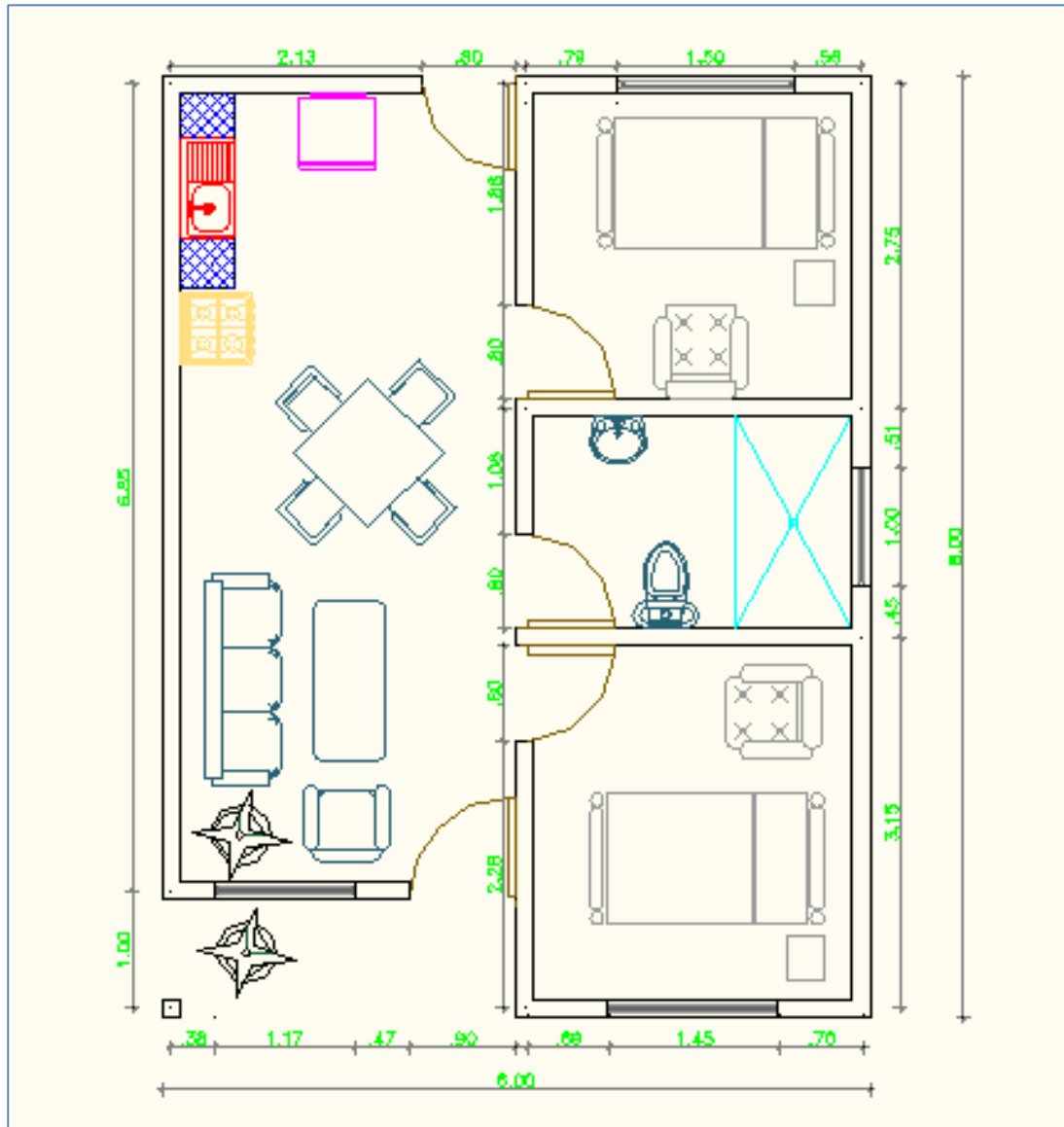


Figura 5. VISTA EN PLANTA VIVIENDA EN MADERA

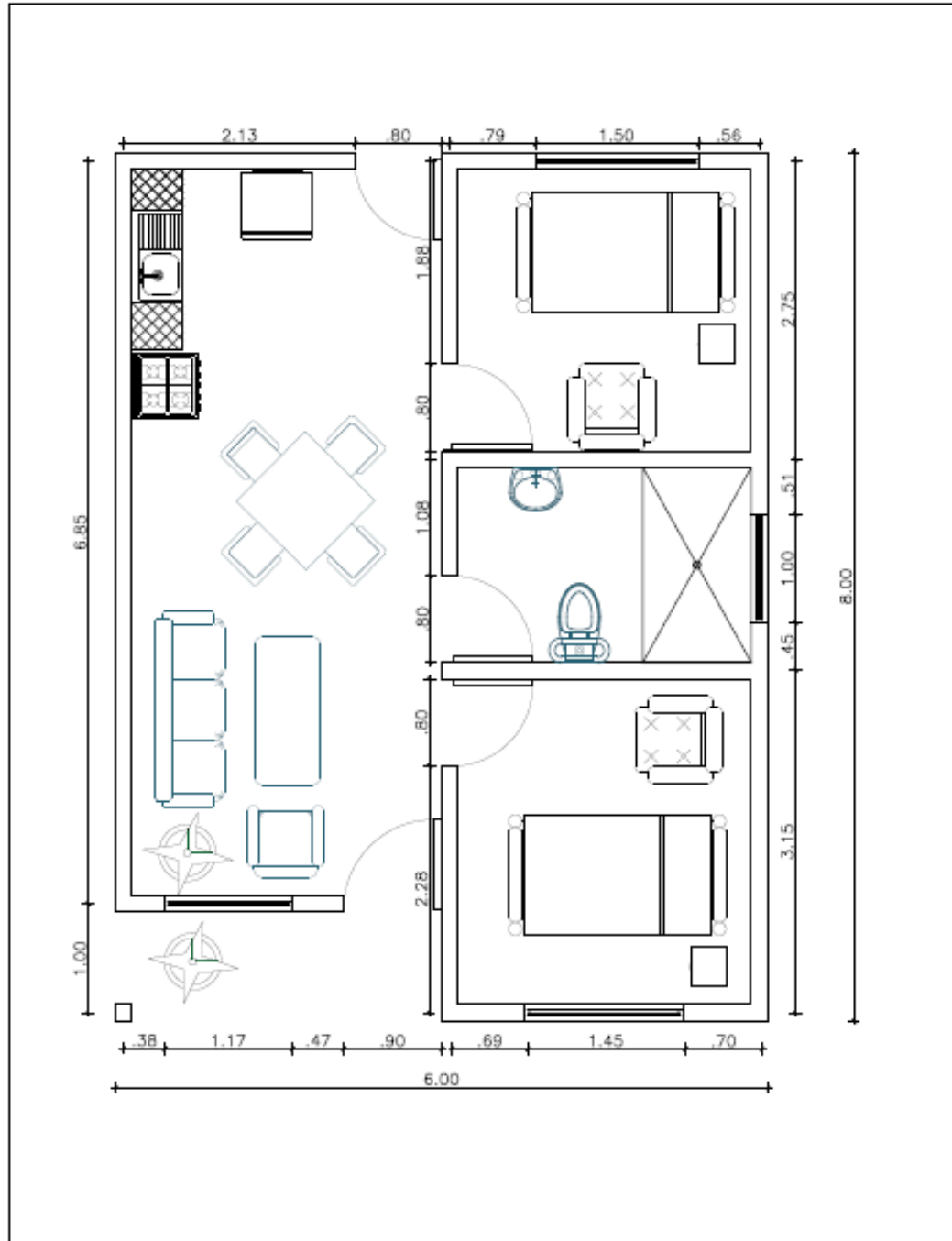


Figura 6. VISTA EN PLANTA VIVIENDA EN MADERA

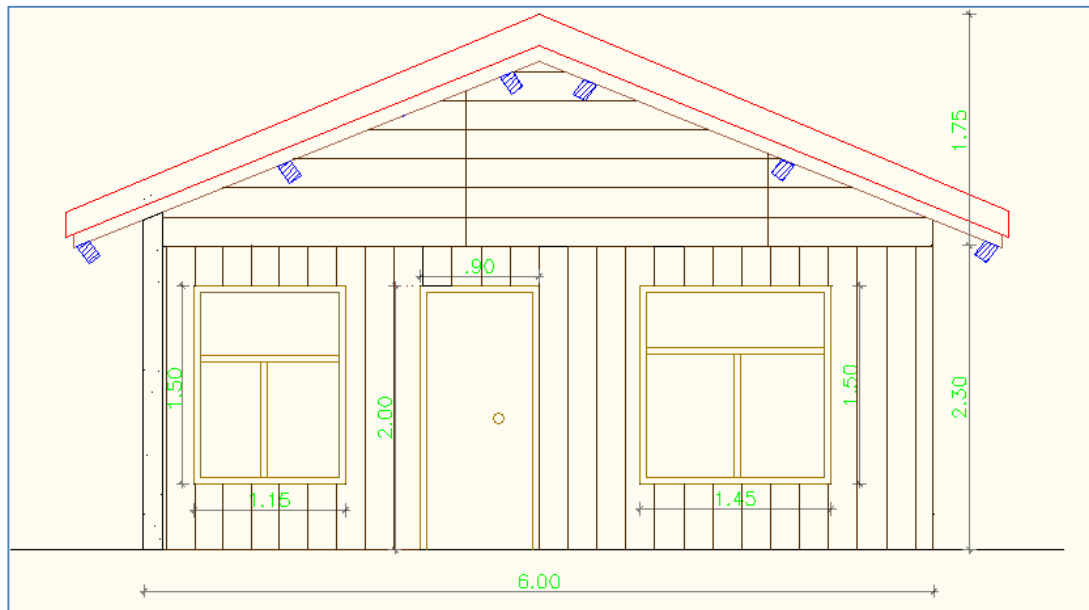


Figura 7. FACHADA PRINCIPAL VIVIENDA EN MADERA

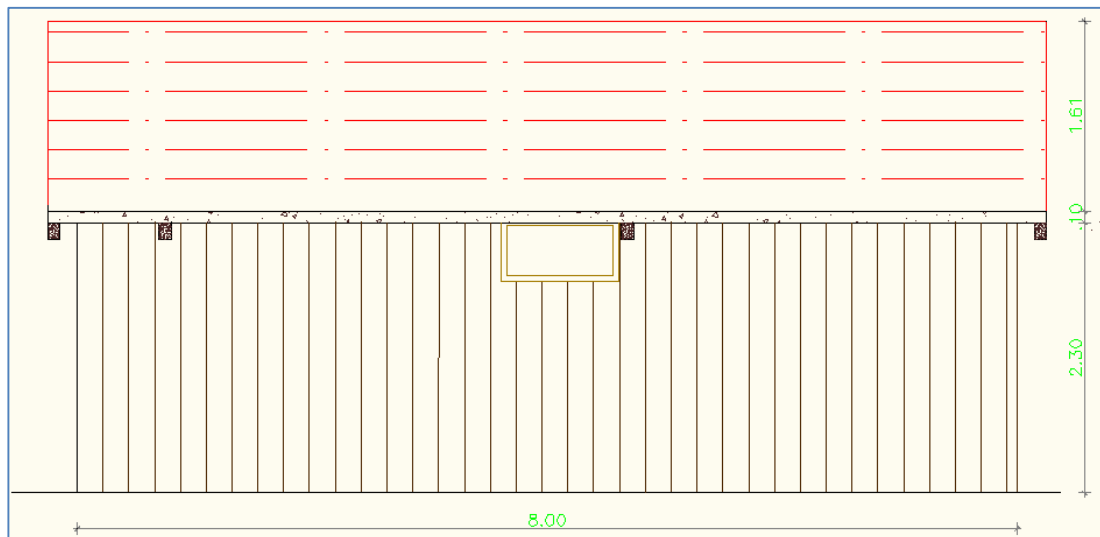


Figura 8. FACHADA LATERAL VIVIENDA EN MADERA



SISTEMA ESTRUCTURAL

Sistema entramado liviano: Es una estructura formada por piezas de madera muy esbeltas y delgadas y fijadas a marcos cerrados, sus componentes son auto-estables pero necesitan al resto de los elementos transversales para alcanzar la estabilidad general de la estructura. Las dimensiones que se emplearan para los elementos del sistema de entramado liviano son.

Pies derechos: $0.04 \text{ m} * 0.08 \text{ m}$, espaciados cada 0.50 m .

Montantes: $0.02 \text{ m} * 0.08 \text{ m}$

Soleras superior e inferior: $0.04 \text{ m} * 0.08 \text{ m}$

Columnas: $0.15 \text{ m} * 0.15 \text{ m}$

Para estas disposiciones de dimensiones de los elementos del sistema de entramado se tomó en cuenta la tabla 6.7.3-1 (coeficiente de conversión a longitud equivalente del muro de referencia).

SISTEMA DE CIMENTACIÓN: Sistemas tradicionales (pilares en concreto).

La cimentación de pilares fundidos en concreto ciclópeo con porcentaje de 60% concreto y 40% piedra, la columna o pilar tendrá dimensiones de $0.15 \text{ m} * 0.15 \text{ m} * 1 \text{ m}$ de profundidad, (dimensiones existentes en la región) la columnas se fundirá con el sistema de fundación en concreto ciclópeo de dimensiones de $0.40 \text{ m} * 0.40 \text{ m}$, donde se une con vigas de dimensiones de $0.08 \text{ m} * 0.10 \text{ m}$, la cual este sistema mejora la capacidad del suelo, genera rigidez a las columnas, económicamente es viable con empleo de piedra de la región, este sistema es adecuado puesto que la vivienda prototipo tiene un peso de 4 toneladas, la cual involucra la carga muerta como la madera teniendo un peso de 1926 kg y la cubierta en teja de zinc 608 kg con un total de 2534 kg con un factor de $1.6 = 4055 \text{ kg}$, concluyendo que este sistema de cimentación sería apta puesto que la estructura con un suelo portante es adecuada cumpliendo con la normatividad de viviendas sismo resistentes. A continuación, se muestra el detalle de cimentación.

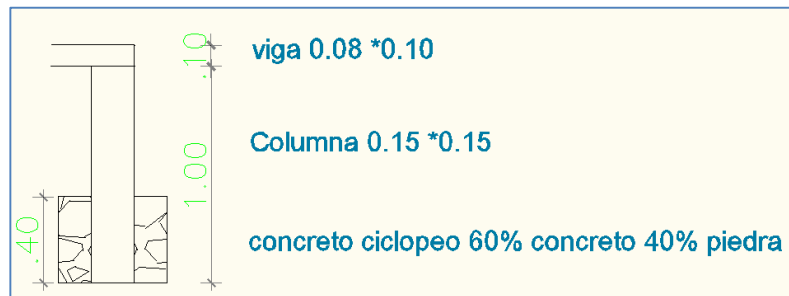


Figura 09. Cimentación pilares fundidos en concreto ciclópeo vivienda Prototipo

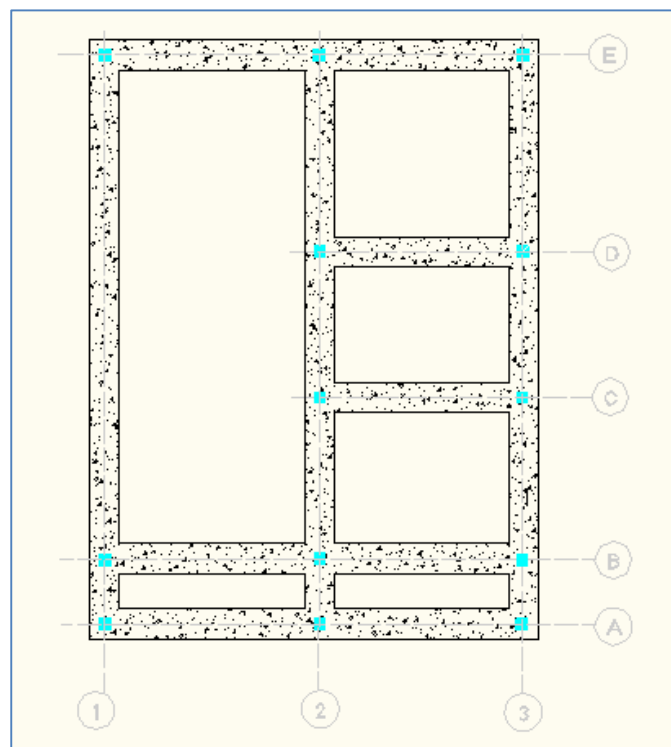


Figura 10. Planta de Cimentación pilares fundidos en concreto ciclópeo vivienda Prototipo

Muros. Se empleara madera Pino, con dimensiones de tabla de 0.22 m * 2.30 m 0.02 m, unidas con los diferentes elementos del sistema de entramado liviano, como se muestra en el prototipo de vivienda.

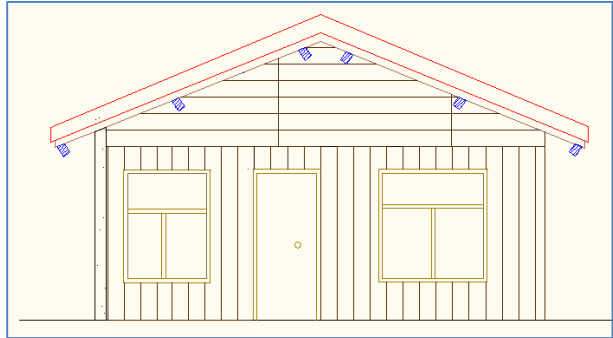


Figura 11. Muros vivienda prototipo

Piso: Por aspectos de economía se proyecta el piso de la vivienda en concreto simple 17.5 MPa, con espesor de losa 0.10 m, donde se puede emplear para el acabado del mismo material como baldosa, cerámica, o pigmentos para darle un acabado innovador a la vivienda la cual es un material económico y muy empleado en la zona.

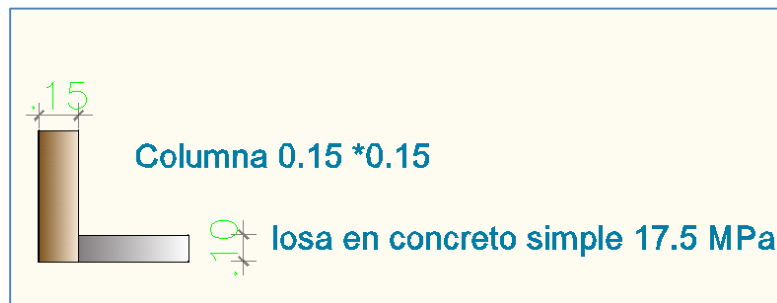


Figura 12. Cubierta vivienda en madera

Cubierta. La estructura de la cubierta del prototipo de vivienda fue diseñada como un sistema llamado a dos Aguas, la distribución de los elementos genera una cercha como se puede observar en la siguiente imagen. Se empleara para el respectivo encierro de la cubierta en teja zinc Nº 6, con las respectivas canaleta para la recolección de aguas lluvias.



Figura 13. Cubierta vivienda en madera

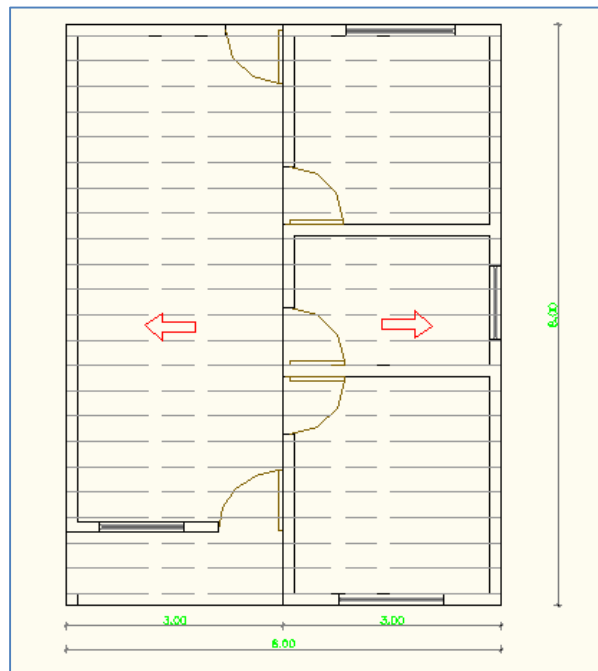


Figura 14. Diseño cubierta dos aguas



A continuación se dan a conocer algunos detalles constructivos de planta de cimentación, cortes de cimentaciones, planta estructura contrapiso, planta estructura de entrepiso, detalle de contrapiso y entrepiso, planta estructural de cubierta, isométrico estructural de cercha tipo 1, detalle de fachada y cubierta, elevación estructural de fachada izquierda, de derecha, estructura interior paneles, detalles de escaleras, detalle baño, tomado de planos suministrados por Arquitecto Héctor Alba Pulido, como referencia en diseños de viviendas en madera.

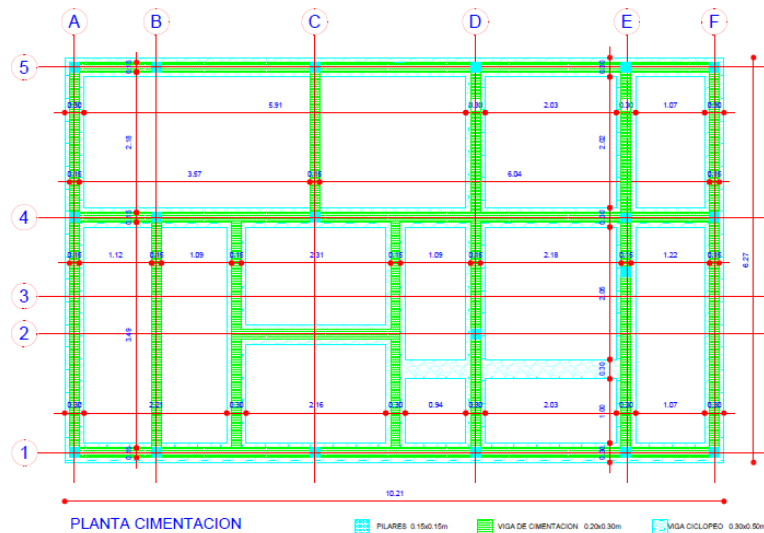


Figura 15. Planta cimentación

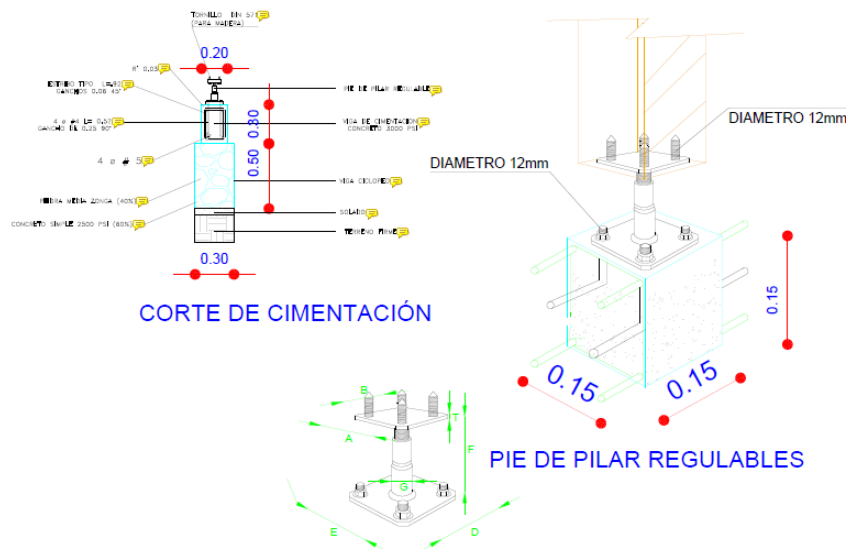


Figura 16. Corte cimentación

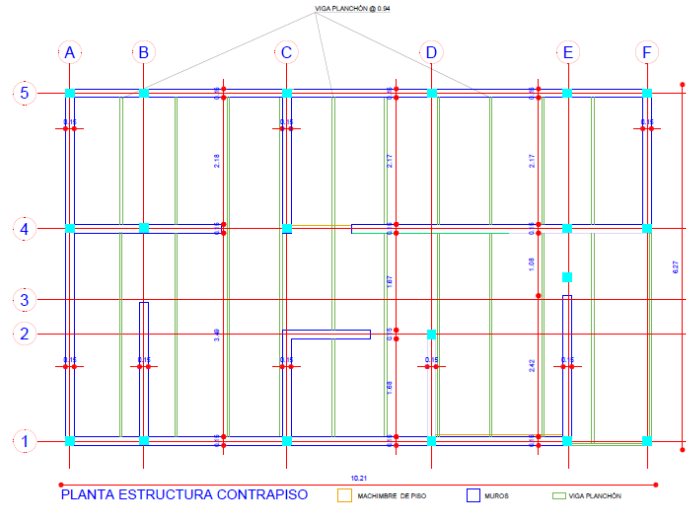


Figura 17. Planta estructura contrapiso

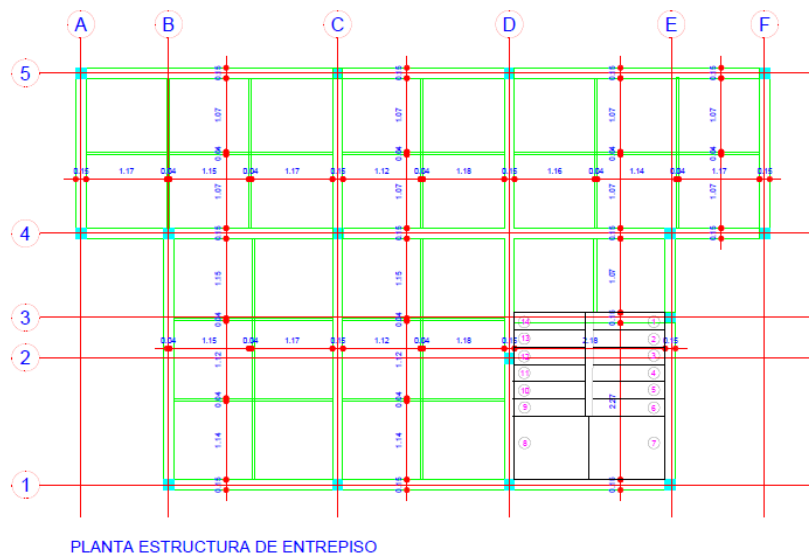


Figura 18. Planta estructura entrepiso

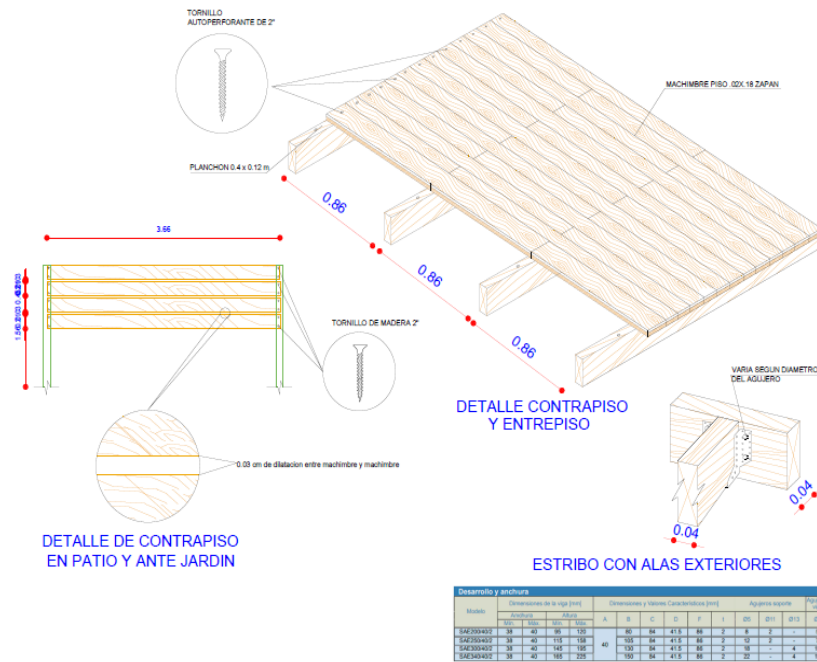


Figura 19. Detalle contrapiso y entrepiso

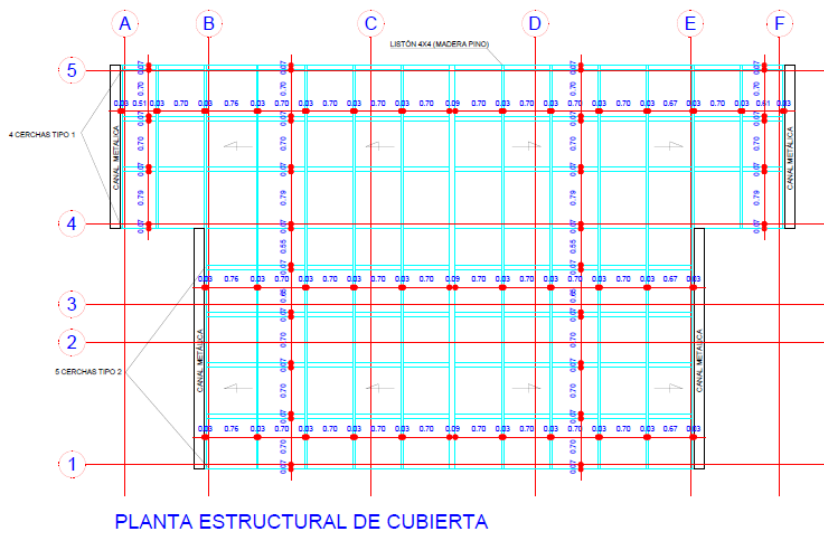


Figura 20. Planta estructural de cubierta

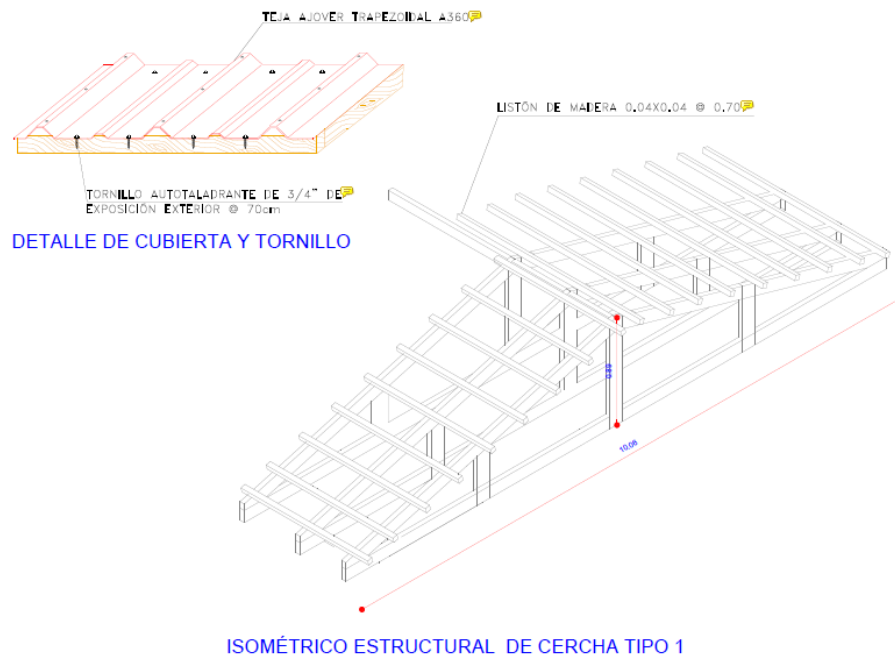


Figura 21. Isométrico estructural de cercha tipo 1

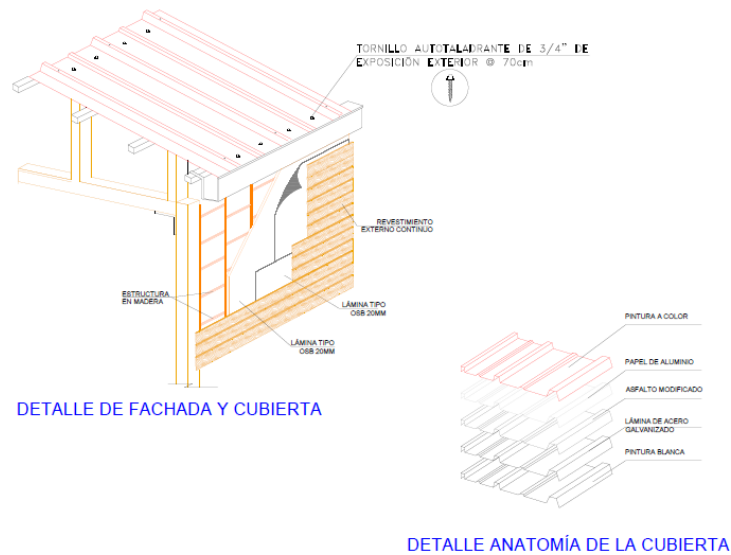


Figura 22. Detalle de fachada y cubierta

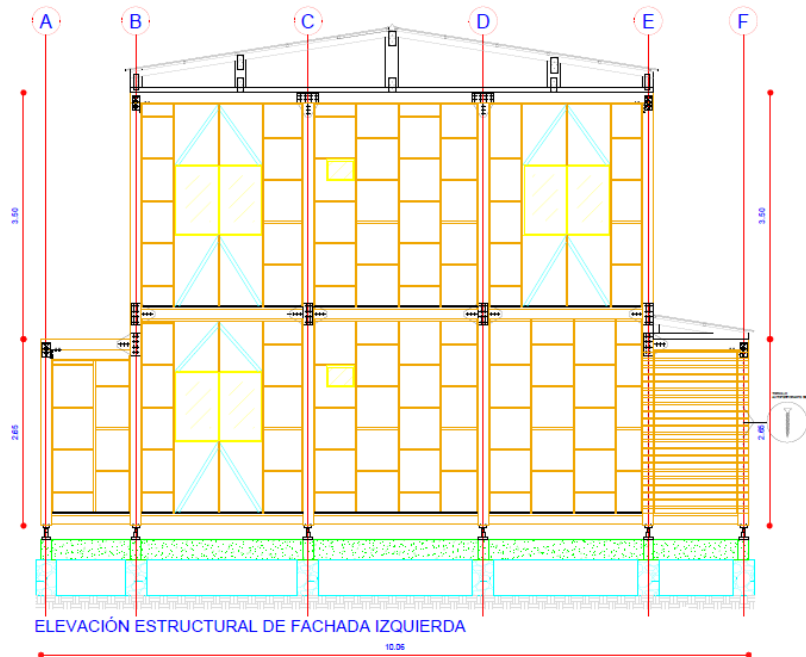


Figura 23. Elevación estructural de fachada izquierda

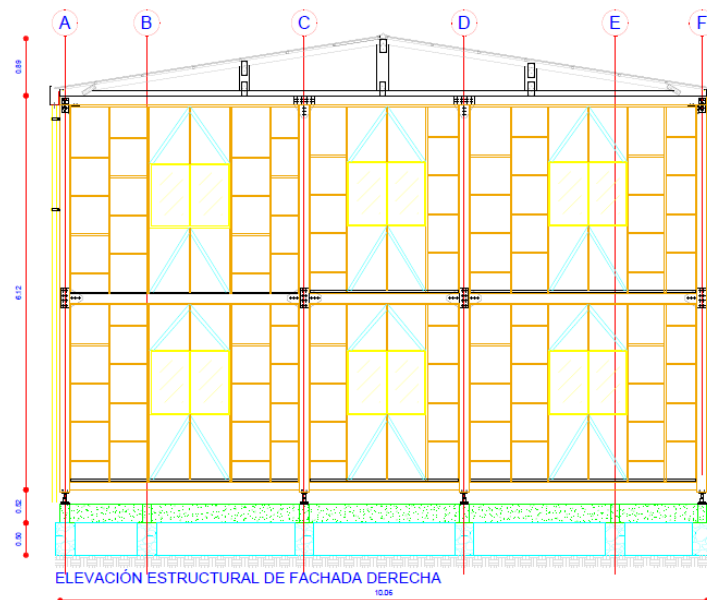


Figura 24. Elevación estructural de fachada derecha

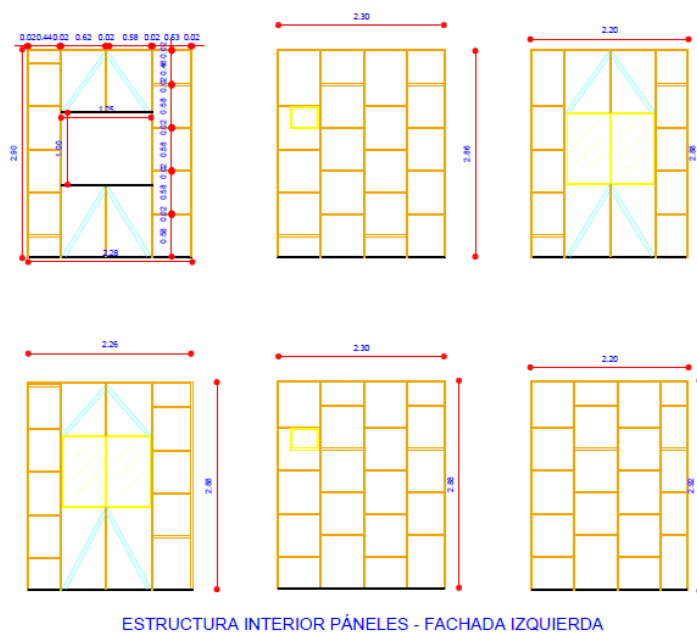


Figura 25. Estructura interior paneles- fachada izquierda

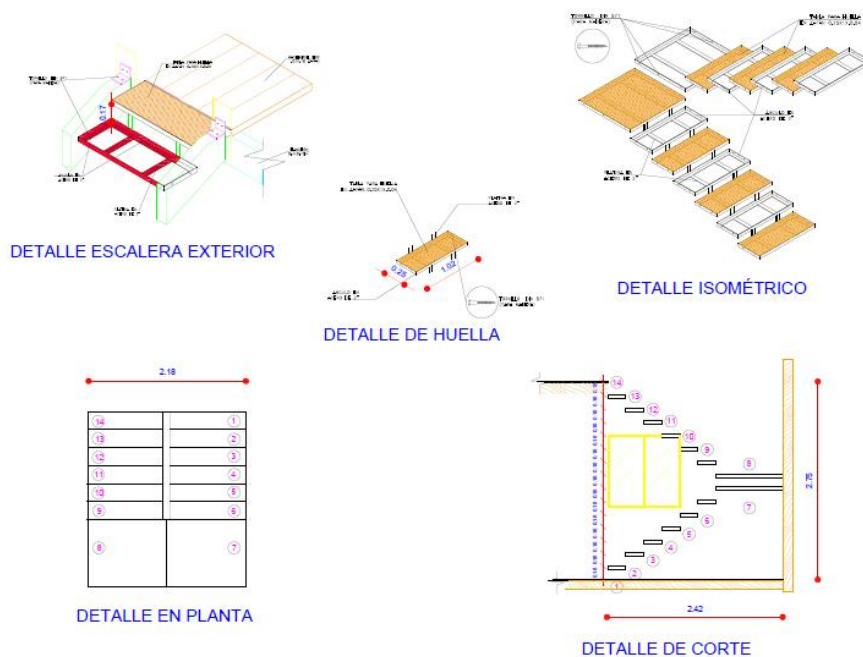


Figura 26. Detalle escaleras

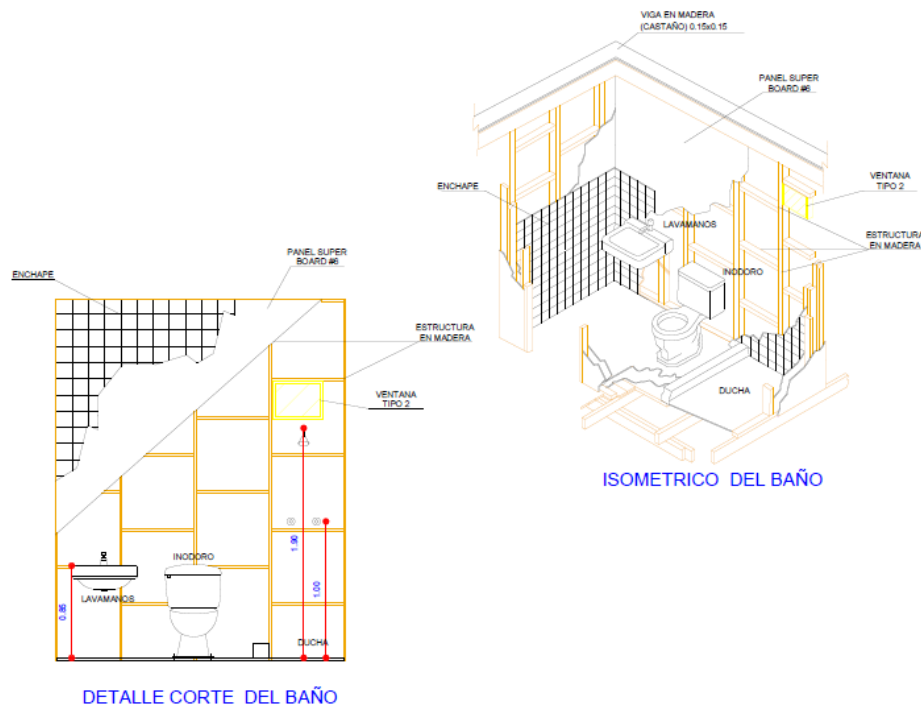


Figura 27. Detalle escaleras

DETALLES CONSTRUCTIVOS PARA MEJORAR LAS CONSTRUCCIONES VERNÁCULAS EXISTENTES.

Protección y Mantenimiento de la Madera. El mantenimiento a la estructura en madera de la vivienda se tendrá que realizar cada 3 años y este mantenimiento consiste en la aplicación de sustancias que protejan la madera de la humedad, la intemperie y el ataque de hongos y organismos que se alimentan de su celulosa. Estas sustancias preservadoras se aplicaran y penetraran a la madera por medio de los poros de esta, de tal manera que renovaran todas sus células y garantizara la durabilidad de la madera. Se recomienda para este tratamiento utilizar las sustancias tales como, creosota, el pentaclorofenol y las sales de cobre, de igual manera pinturas y barnices para evitar manchas en la madera, es importante también realizar acciones protectoras con productos como insecticidas, que protegen frente la acción de los insectos xilófagos, los fungicidas, estos protegen frente a la acción de hongos xilófagos, ignífugos o retardadores de fuego que protegen frente la acción del fuego convirtiendo a la madera desde un material combustible, a un difícilmente combustible y los



protectores de la luz, donde son pinturas con pigmentos metálicos que sellan la veta de la madera, de igual manera seguir con las indicaciones expuestas en el título G capítulo 11, en cuanto a protección contra la humedad, protección contra hongos, protección contra insectos, contra el fuego (título J), contra sismos, parámetros para instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas.

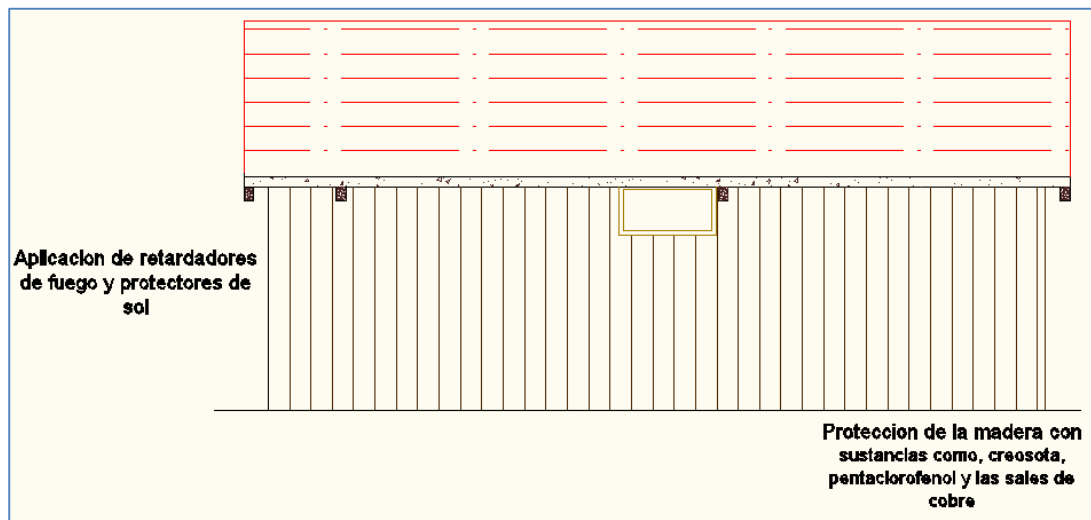


Figura 28. Detalle constructivo protección de la madera.

Para las uniones y fijaciones se recomienda el empleo de fijaciones mecánicas de diferentes tipos como clavos, tornillos, tirafondos, pasadores, pernos placas dentadas y conectores puesto que en la zona especialmente las viviendas nativas solo emplean clavos para unión de los diferentes elementos estructurales de la vivienda sin conocer otros tipos de fijaciones que pueden ser más económicos y resistentes ante las acciones externas que garanticen la durabilidad y fijación segura de la madera en la vivienda, cabe mencionar que estas fijaciones mecánicas dependen de la magnitud de las fuerzas a traspasar y dimensiones de las maderas. Siempre siguiendo los parámetros estipulados en el reglamento de sismo resistencia NSR-10 título (G.6). A continuación se da a conocer algunas fijaciones que se pueden emplear en las uniones de los diferentes elementos maderables.

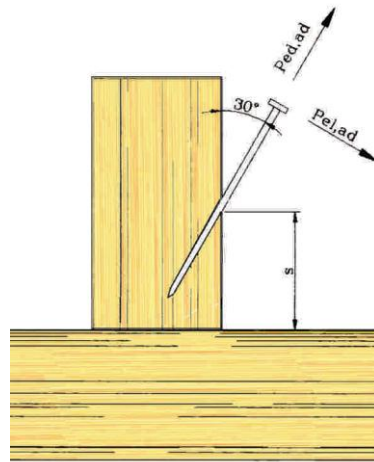


Figura 29. Detalle unión clavo con madera.

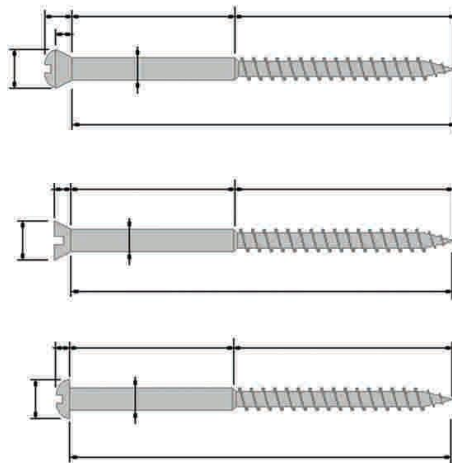


Figura 30. Detalles de tornillos con cabeza plana, oval y redonda.

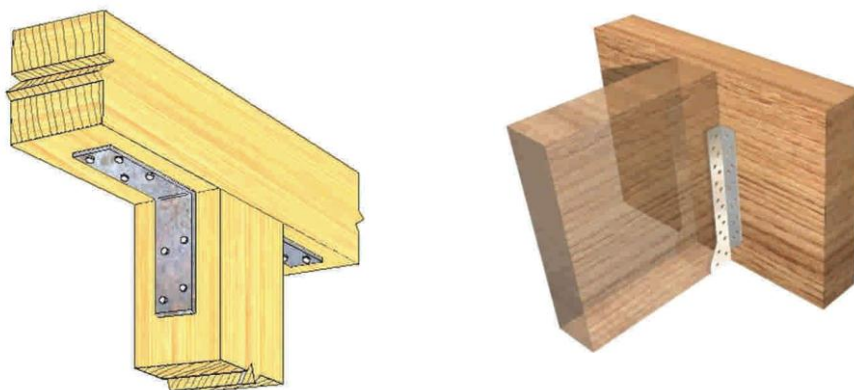


Figura 31. Detalles fijaciones de conectores con elementos estructurales.



Se recomienda en las uniones de la cubierta como cerchas, vigas, correas la unión con fijadores mecánicos como conectores mecánicos que fijen los diferentes elementos verticales dando seguridad y estabilidad a la estructura de techumbre. A continuación se da a conocer algunos detalles de las fijaciones de estos conectores con la estructura.

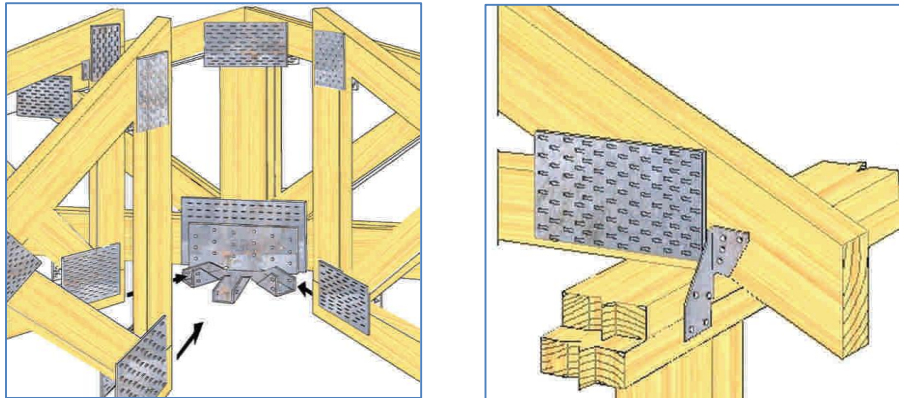


Figura 32. Fijaciones con conectores metálicos en estructura techumbre

Para instalaciones eléctricas se recomienda fijar la tubería con abrazaderas metálicas a los elementos de madera, cuidando que estos queden libres de posibles roces o golpes que puedan dañarla, de igual manera evitar colocar interruptores, tomacorrientes cerca de zonas húmedas como canaletas, bajantes de aguas lluvias, duchas, y grifos de la vivienda. A continuación se da a conocer el respectivo detalle constructivo en instalaciones eléctricas en viviendas en madera.

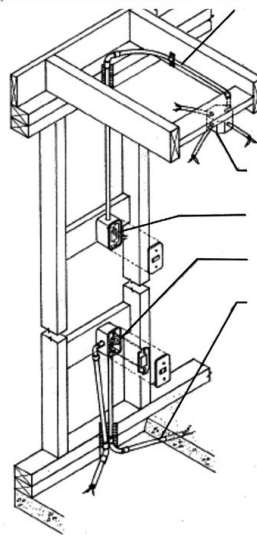


Figura 33. Detalle Fijación tubería eléctrica a elementos de madera.



De igual manera para instalaciones sanitarias se debe utilizar abrazaderas metálicas galvanizadas para la fijación de tuberías de agua y desagüe y sujetar adecuadamente el lavamanos y el inodoro al piso como a continuación se indica en la siguiente imagen.

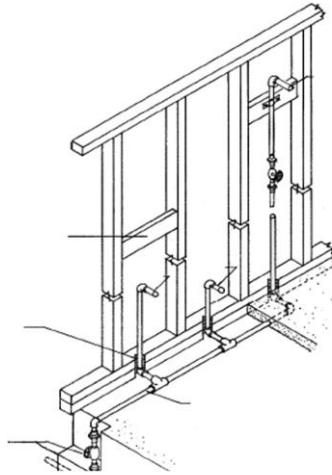


Figura 34. Detalle fijación tubería de agua y desagüe con abrazaderas metálicas galvanizadas.

Otro detalle constructivo que mejore las construcciones vernáculas existentes es introducir barreras de humedad, por lo cual actividades como cocinar, lavar y el uso de baños genera una cantidad de vapor de agua que es absorbido por el aire interior, aumentando el nivel de humedad, para evitar que este vapor se condense y se transforme en agua es recomendable usar barreras antihumedad como el polietileno que presenta una baja permeabilidad, como se muestra a continuación en el siguiente detalle de la vivienda en madera.

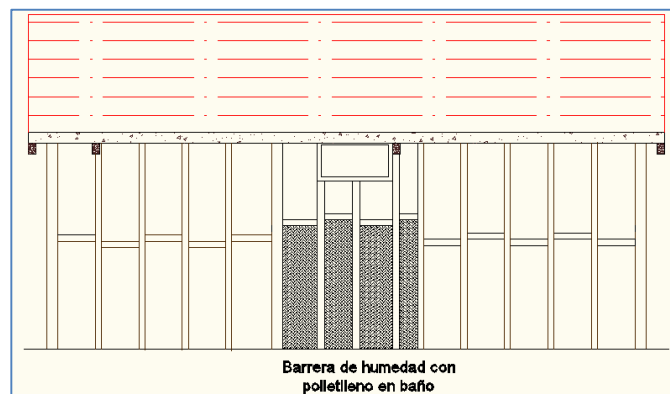


Figura 35. Detalle Barrera de humedad con polietileno en baño de la vivienda.



Un problema que aqueja a muchos propietarios de vivienda en la zona urbana es el excesivo ruido generado por los vehículos y viviendas, la cual es vital implementar el sistema de aislación acústica, la cual se introduce materiales adecuados en el interior de la vivienda de manera que la superficie expuesta de ellos mantenga las condiciones de agrado respecto a un determinado nivel acústico, un material que es fácil de conseguir en el mercado es la lámina yeso cartón por ser un material flexible es fácil de instalar como se muestra a continuación en el siguiente detalle.



Figura 36. Detalle aislación acústica en la vivienda.

Conclusiones del estudio técnico.

- ✓ Teniendo en cuenta aspectos técnicos en el empleo de la madera como elemento estructural se puede concluir que gracias a sus propiedades físico y mecánicas son aptas para la realización de viviendas, gracias a sus propiedades mecánicas resistente a compresión paralela a la fibra, resistencia a flexión, resistencia a la tracción paralela a la fibra, la cual resiste a la flexión 10 veces superior al concreto, resistencia a la compresión igual a la del concreto, y un buen comportamiento frente fuerzas producidas por sismos.
- ✓ Con la realización del prototipo se da a conocer aspectos constructivos que se pueden implementar en el desarrollo de proyectos de vivienda, con el empleo de especies maderables que en si posean una excelente resistencia a esfuerzos, fuerzas, cargas, determinando el empleo de la especie maderable pino en la región por su gran demanda especialmente la especie pino chaquiro en la región, facilidad de trabajar, y demás aspectos que garantizan una correcta elección como elemento para la construcción.



FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

- ✓ De igual manera se pueden tener en cuenta en la ejecución de este tipo de viviendas los detalles constructivos mencionados anteriormente, la cual mejoraría los procesos constructivos, la funcionalidad y durabilidad de la vivienda ante agentes bióticos como moho, insectos y hongos y agentes abióticos como es la lluvia, humedad, fuego, sismos, incompatibilidad con otros materiales.

ESTUDIO ECONOMICO

Para el estudio económico se tendrá en cuenta el presupuesto de la vivienda prototipo.

PRESUPUESTO VIVIENDA PROTOTIPO

CONCEPTO	TOTAL
MADERA	\$ 6.069.427
PUERTAS	\$ 900.000
VENTANAS	\$ 1.000.000
PISO CONCRETO	\$ 2.064.000
CONCRETO CICLOPEO	\$ 2.912.000
INSTALACIONES SANITARIAS	\$ 850.000
INSTALACIONES HIDRAULICAS	\$ 325.000
INSTALACIONES ELECTRICAS	\$ 637.000
COSTOS DIRECTOS	\$ 14.757.427
A.I.U (25%)	\$ 3.689.357
TOTAL	\$ 18.446.784

Conclusiones del estudio económico.

- Se puede determinar la viabilidad a nivel económico en la realización de viviendas en madera, con el empleo de la especie maderable como es el pino, con un precio en el mercado de 120.000 m², la cual la tabla de la especie esta entre los \$9.000 a \$17.000, los listones para la realización de columnas, vigas, soleras, montantes varía entre los \$20.000 a \$25.000, en donde se los puede realizar en las diferentes dimensiones hasta de 0.20 m de espesor.



- De igual manera se concluye que la vivienda por tener piso en concreto ciclópeo no aumenta significativamente el valor total del presupuesto, de igual manera el sistema de cubierta con cerchas y correas de madera.
- El presupuesto total de la vivienda prototipo es de **\$ 18.446.784**, donde comparando con otros sistemas constructivos como el sistema pórtico varía considerablemente en cuanto costos directos, mano de obra, accesibilidad de materiales, y rápido procesos constructivos.
- Concluyendo se puede garantizar la viabilidad económica en precios, materiales y mano de obra en la realización de viviendas en madera en el municipio de San Francisco zona urbana.

Realización análisis DOFA

La matriz DOFA es una importante herramienta de formulación de estrategias que conduce al desarrollo de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA. Las letras F, O, D y A representan fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Las estrategias FO se basan en el uso de las fortalezas internas de una firma con el objeto de aprovechar las oportunidades externas.

En el análisis de factibilidad se tendrá en cuenta aspectos de economía, viabilidad constructiva, aspectos sociales y ambientales como se muestran a continuación determinando la viabilidad como método alternativo en el municipio de San Francisco zona urbana, con la realización de la matriz DOFA, como se muestra a continuación.



TABLA 3. Análisis FODA

ANÁLISIS FODA	Fortalezas (F)	Debilidades (D)
	- Alta demanda o adquisición de la materia prima (madera). - Economía en la especie maderable como pino - Rápido proceso constructivo en la realización de vivienda varía entre 15 días a 1 mes. - Empleo de poca mano de obra calificada. - Contribuye a mejorar la calidad de vida en aspectos de salud a sus residentes.	- Ataque de agentes de destrucción como agentes bióticos y abióticos. - Por el aumento de demanda del material genera la deforestación de bosques en la zona. - Poca aplicación de la normatividad vigente para viviendas en madera (NSR-10).
Oportunidades	Estrategias (FO)	Estrategias (DO)
Demanda constructiva en la región Fomentar e incentivar empleo en la región Innovación arquitectónica por parte de profesionales de la construcción	Con el crecimiento de la demanda constructiva en la región se pueden realizar proyectos innovadores, aprovechando la adquisición del material, procesos constructivos reducidos y con mano de obra mínima, contribuyendo a realizar viviendas confortables y bienestar a sus residentes.	- Conociendo los agentes de destrucción se fomenta el adecuado mantenimiento de la vivienda, y demás aspectos que ayuden a mejorar la demanda constructiva - Fomentar la forestación de bosques nativos a nivel departamental y regional. - Innovación arquitectónica en empleo de diseños vanguardistas y cumplimiento de la normatividad vigente
Amenazas (A)	Estrategias (FA)	Estrategias (DA)



• Oposición de entes gubernamentales y ecológicos por el empleo de la madera en gran medida	• Realización de capacitaciones en cuanto al uso razonable de la materia prima y proyectos de forestación que contribuyan a aumentar la demanda de la materia prima en la región y aprovechando la madera en construcciones limpias, sostenibles e innovadoras en la zona urbana del municipio de San Francisco.	• Para reducir las críticas negativas y acciones legales que se puedan generar por la utilización de la especie maderable se promueve disminuir el bajo conocimiento del mantenimiento de las viviendas, incumplimiento de norma y deforestación de bosques promover acciones legales y ambientales que contribuyan a obtener los objetivos propuestos eficientemente.
--	--	--

Conclusión matriz DOFA

- Con la realización de la matriz DOFA se puede concluir que el análisis de factibilidad teniendo en cuenta aspectos económicos, técnicos, sociales y ambientales es viable la construcción de viviendas en madera como método alternativo puesto que analizando las fortalezas, debilidades se pueden minimizar las amenazas y aumentar las oportunidades, en este caso teniendo en cuenta aspectos legales y normativos la realización de proyectos que sean innovadores arquitectónicamente, en procesos constructivos, tiempo de ejecución aumenten la demanda constructiva en la región como método alternativo de construcción de viviendas de uno y dos pisos en la zona urbana del municipio de San Francisco.

A continuación, se da a conocer las encuestas realizadas en la zona rural y zona urbana del municipio determinando el análisis estadístico obtenido de las mismas.

ENCUESTA RECOLECCION DE INFORMACION

Es muy importante mencionar que este instrumento se aplicó a 10 personas residentes en el municipio de San Francisco Putumayo.



Las preguntas aplicadas fueron las siguientes:

1. ¿Por qué escogió este método constructivo para la realización de su vivienda?

R/

- A. Economía
- B. Facilidad
- C. Conocimiento propio
- D. No tenía otra opción

2. ¿Conoce el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10, para viviendas en madera?

R/

- A. SI
- B. NO

3. ¿En la construcción de sus viviendas, el maestro encargado, siguió los parámetros del reglamento colombiano de sismo resistencia (NSR-10) en viviendas en madera?

R/

- A. SI
- B. NO
- C. Parcialmente
- D. No sabe

4. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de su vivienda en madera?

4.1 Ventajas

- A. Cálida
- B. Económica
- C. Desarmable
- D. Accesibilidad de materiales

4.2 Desventajas



- A. Daño por Humedad
 - B. Daño por insectos como termitas
 - C. Poca duración
 - D. Vulnerable a robos
5. ¿Conoce los agentes (bióticos, abióticos) que pueden deteriorar el estado de la madera de su vivienda?
- A. Humedad
 - B. Insectos
 - C. Vientos
 - D. Lluvias fuertes
6. ¿Conoce el tratamiento que se le debe hacer a la madera ante los agentes de destrucción?
- A. SI
 - B. NO
 - C. PARCIALMENTE
7. ¿Cuánto tiempo se demoró en la construcción de su vivienda?
- A. 15 Días
 - B. 1 Mes
 - C. 20 Días
 - D. 40 Días
8. ¿Es viable económicamente este sistema de construcción?
- A. Si por costos
 - B. Si por la facilidad de acceso a materiales
 - C. Si por la rapidez de construcción
 - D. No por la inseguridad
9. ¿Qué tipo de madera utilizo para la construcción de su vivienda?

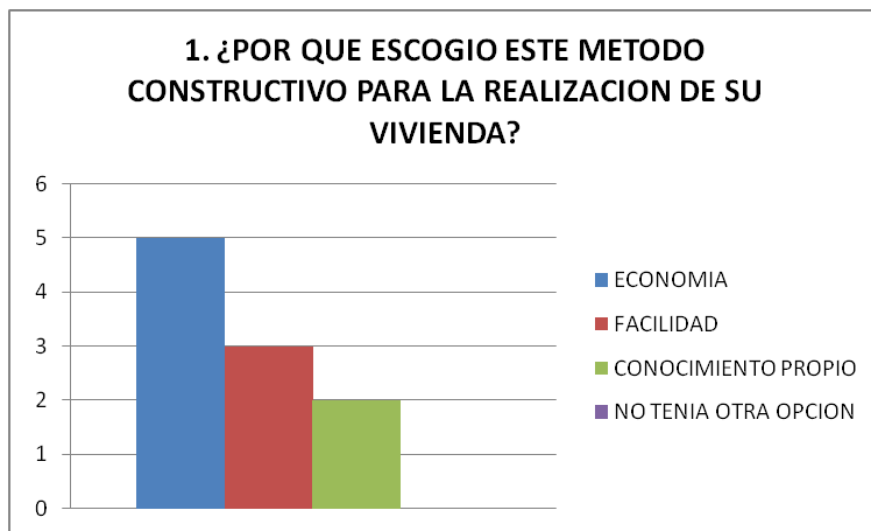


- A. Pino
- B. Eucalipto
- C. Ciprés
- D. Comino

10. ¿Usted recomienda este sistema de construcción de viviendas?

- A. SI
- B. NO

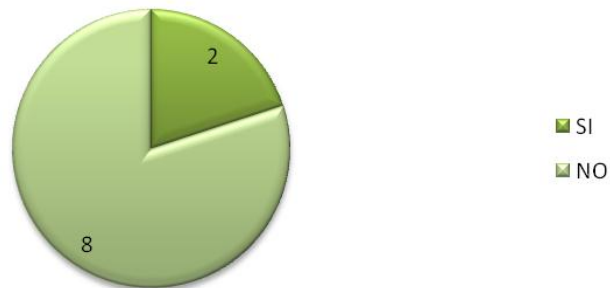
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:



Análisis: Es muy importante determinar que el costo es uno de los factores por los cuales las personas deciden construir viviendas con madera, adicional es muy fácil y esto agiliza el proceso como tal, condición fundamental para lograr el objetivo establecido; de las personas encuestadas el 50% escogió esta alternativa por factor económico el 30% por facilidad y el 20% restante por conocimiento propio.

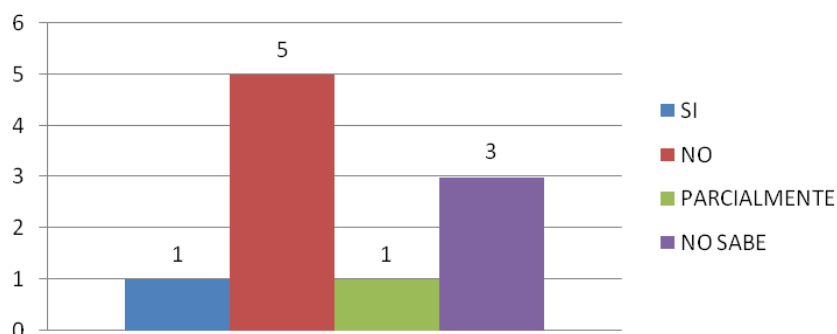


2. ¿CONOCE EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE SISMO RESISTENCIA NSR-10 PARA VIVIENDAS DE MADERA?



Análisis: La mayoría de las personas NO conoce el reglamento nacional sobre sismo resistencias NSR-10, lo cual se convierte en una oportunidad para las nuevas empresas o entidades constructoras, generar valor agregado a esta tipología de construcción, que para muchos usuarios o familiares es una alternativa necesaria y que requiere de esta condición de sismo-resistencia que además es un factor de seguridad para garantizar la integridad y la vida de sus ocupantes.

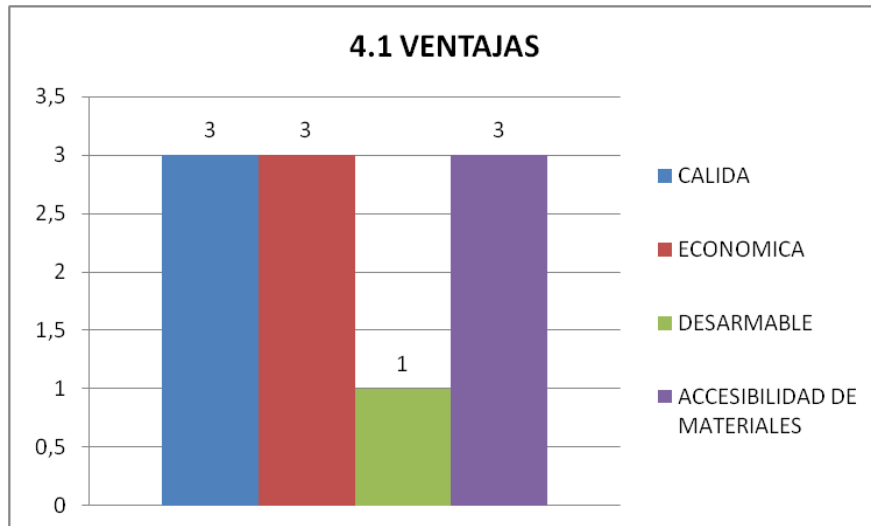
3. ¿EN LA CONSTRUCCION DE SU VIVIENDA, EL MAESTRO ENCARGADO, SIGUIO LOS PARAMETROS DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE SISMO RESISTENCIA NSR-10 EN VIVIENDAS EN MADERA?



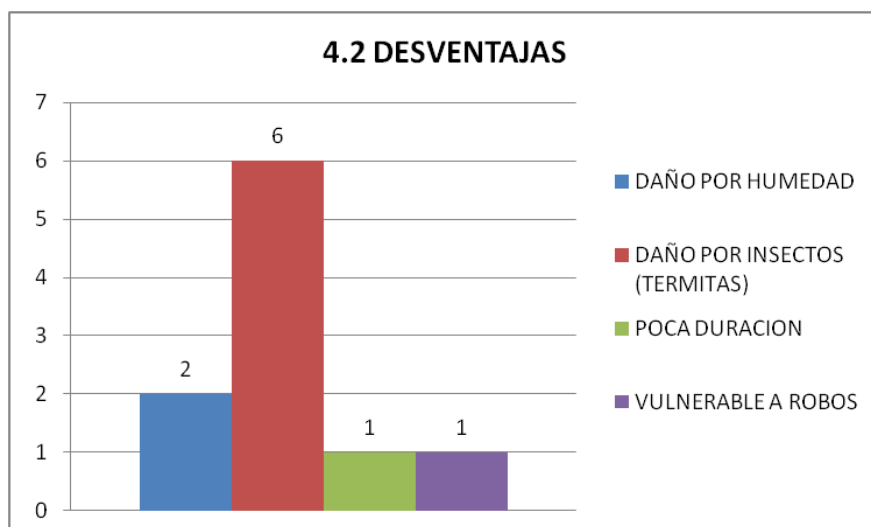
Análisis: En complemento de la anterior pregunta, la ausencia de aplicabilidad de la normatividad en sismo-resistencia no es por condiciones de materiales u otros factores, es por el NO conocimiento tanto de propietarios como de maestros de construcción, lo cual ejerce una construcción vulnerable frente a estos fenómenos naturales.



4. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de su vivienda en madera?

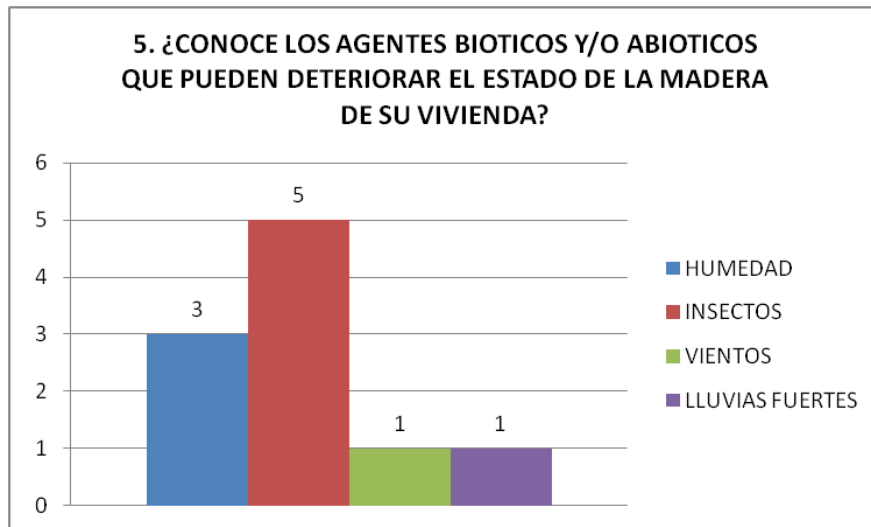


Análisis: Es muy importante mencionar que dentro de las ventajas es que para la zona geográfica en la que se encuentran estas viviendas, un clima frío, estas tienen como característica interna que son cálidas, guardan mejor el clima interno y eso asegura un mayor nivel de comodidad para sus ocupantes, de igual manera se pueden trasladar a otro lugar pues son fáciles de desarmar, y los materiales (madera), se consiguen fácilmente en la región, lo que optimiza costos y tiempos; pues eso se puede evidenciar con los resultados de la encuesta donde el 30% afirma que son cálidas, otro 30% afirma que son económicas y el mismo porcentaje afirma que sus materiales son muy accesibles en la región.

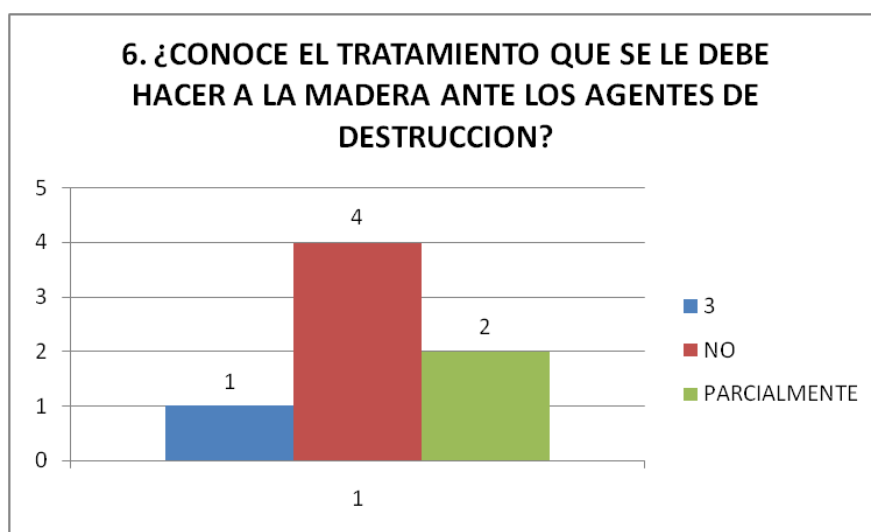




Análisis: Sus desventajas son que la madera es vulnerable a factores como la humedad y daños causados por insectos (termitas), lo que puede afectar considerablemente el tiempo de duración de la construcción como tal, pues así lo conocen sus ocupantes, donde el 60% de los encuestados afirman que las termitas y otros insectos son los mayores agentes degradantes de la madera.

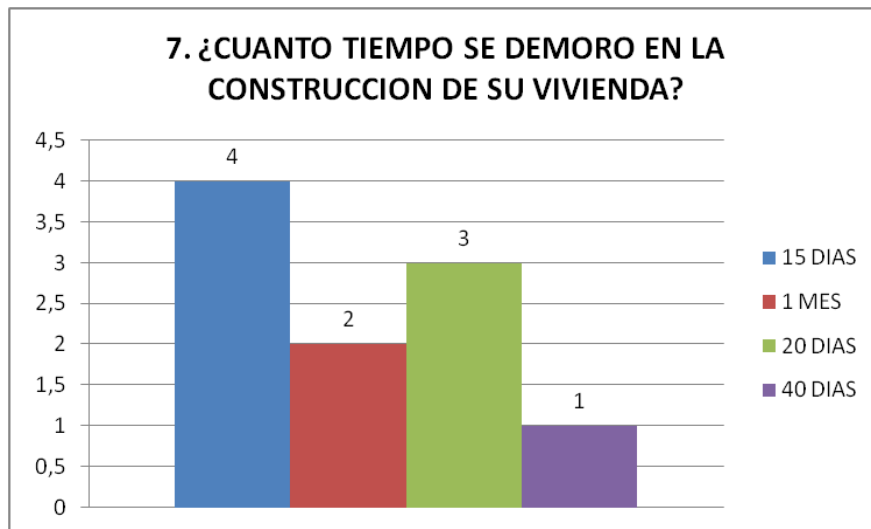


Análisis: En complemento de la pregunta anterior, las personas si conocen los factores o agentes que pueden dañar o deteriorar la calidad de la madera, donde el 50% tiene claro que los insectos son la mayor amenaza, seguido con un 30% que afirma que la humedad es otro agente peligroso para la durabilidad de la madera como tal. Lo anterior exige que las nuevas construcciones tengan un mejor manejo en el tratamiento previo de la madera.

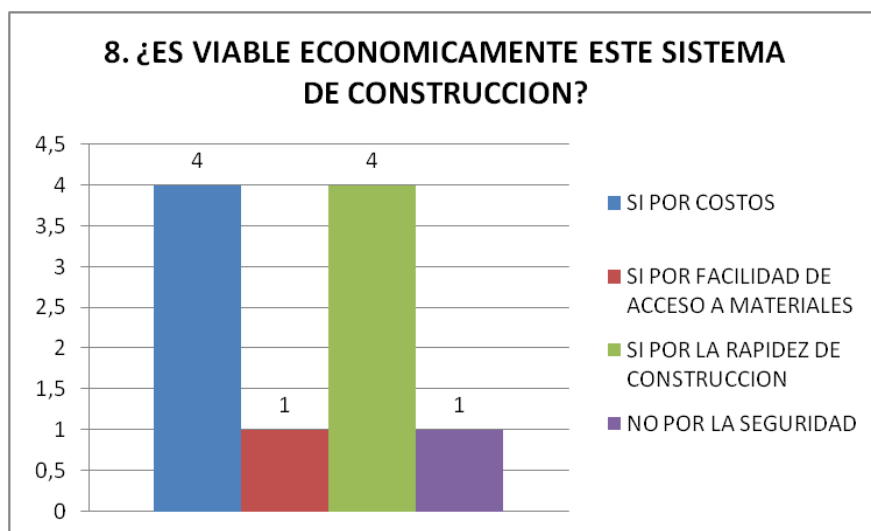




Análisis: El tratamiento de la madera es fundamental para asegurar la calidad de la misma, de las personas encuestadas el 40% afirma NO conocer un tratamiento técnico de la misma, el 20% conoce un manejo parcial, lo que representa una necesidad de fomentar un manejo más tecnificado de este importante material.



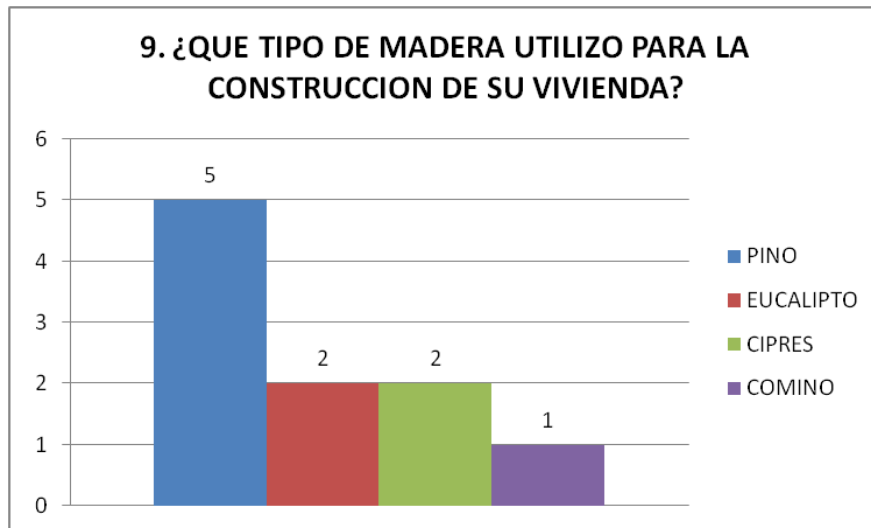
Análisis: Esta alternativa es muy eficiente en optimización de tiempo y recursos, de la población encuestada el 40% solo gasto 15 días, el 30% 20 días, el 20% 1 mes, lo que significa que la rapidez de construcción es una de las ventajas de mayor impacto de esta alternativa



Análisis: Teniendo en cuenta que el tiempo de construcción es poco y que los materiales son de fácil accesibilidad en la región, soportado en un 40% que afirma que, si es viable por



los costos y un 40% que afirma que si por la rapidez, esta opción es una alternativa muy viable para la población de la región.



Análisis: La región tiene alta variabilidad de madera, muy reconocida por su calidad y durabilidad, entre los tipos más utilizados se encuentra con un 50% el pino, un árbol muy bueno y con alta presencia en la región, seguido de ciprés con un 20% y eucalipto con 20% más, desatancando que estas viviendas soportadas en esta tipología de madera son muy duraderas y resistentes.



Análisis: El 90% de la población encuestada recomienda esta alternativa de construcción, lo que significa que es muy cómoda, viable y económica, factores claves para las personas



que buscan estas condiciones y características en sus alternativas para tener vivienda propia.

INGENIERIA DEL PROYECTO

A continuación se dan a conocer propiedades físicas, mecánicas y estéticas de la madera, tipos de madera, sistema estructural, procesos constructivos, detalles constructivos, uniones y ensambles, tratamiento de la madera, ventajas de la madera para la construcción, ubicación de ductos, cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas.

Propiedades físicas de la madera.

Las propiedades de la madera dependen, del crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno y distintas partes del tronco.

- Humedad

La madera contiene agua de constitución, agua de saturación y agua libre.

- ✓ Verde, más del 20% de agua.
- ✓ Poco secas: 18-20% de agua
- ✓ Desecadas: 12-18% de agua
- ✓ Muy secas: menos del 12% de agua

- Densidad

La densidad real de las maderas es sensiblemente igual para todas las especies, aproximadamente $1,56 \text{ kg/dm}^3$.

Las maderas se clasifican por su densidad aparente en:

- ✓ Pesadas, si es mayor de 0.8 kg/dm^3 .
- ✓ Ligeras, si está comprendida entre 0.5 kg/dm^3 y 0.7 kg/dm^3 .
- ✓ Muy ligeras, las menores de 0.5 kg/dm^3 .

- Contracción e hinchamiento



La madera cambia de volumen según la humedad que contiene. Cuando pierde agua, se contrae o merma. El hinchamiento se produce cuando absorbe humedad

- **Dureza**

Es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavar, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido de sus fibras o en el perpendicular. Cuanta más vieja y dura es, mayor la resistencia que opone.

- **Hendibilidad**

Se llama también facilidad a la raja y es la aptitud de las maderas a dividirse en el sentido longitudinal bajo la acción de una cuna.

- **Conductividad**

La madera seca es mala conductora del calor y electricidad, no así cuando está húmeda.

- **Dilatación térmica**

El coeficiente de dilatación lineal de la madera es muy pequeño, pudiendo ser despreciado.

- **Duración**

La duración de la madera varía mucho con la clase y medio

Propiedades estéticas de la madera

- **Textura**

Propiedad de la madera que determina el estado de la superficie y la estabilidad.

- **Color**

El color aporta personalidad a la madera

- **Veta**

Característica más conocida de la madera. Es producto de la orientación de las fibras de las células de la madera según sea el corte dado de la madera la veta puede tener aspectos muy distintos.



Hay 6 tipos de vetas:

- Veta diagonal: Cuando los troncos no se sierran a lo largo de su eje vertical.
- Veta en espiral: Cuando el tronco crece retorcido
- Veta recta: Las fibras del tablero discurren casi en paralelo al eje vertical del tronco.
- Veta ondulada: Cuando la dirección de las fibras de la madera cambia constantemente.
- Veta irregular: Cuando la dirección de las fibras de estos tableros es variada e irregular y se desvía del eje vertical del tronco
- Veta entrelazada: Tienen su origen en los árboles cuyas fibras se alinearon en direcciones opuestas cada año de crecimiento.

- **Clasificación**

La clasificación de la madera se basa en el número, la ubicación y el tamaño de los defectos del tablero, no en su resistencia

Propiedades mecánicas.

- **Flexión**

La resistencia a flexión de la madera es muy elevada, sobre todo comparada con su densidad, el comportamiento en flexión de una pieza de madera combina, simultáneamente los comportamientos a tracción, compresión y corte, la madera es un material particularmente apto para soportar tracción y compresión paralela, debido a su alta capacidad por unidad de peso, la madera es solicitada a flexión cuando se le utiliza en forma de viga, viguetas, soleras superior, entablado, dinteles.

- **Tracción paralela a la fibra**

La madera tiene una elevada resistencia a tracción paralela a la fibra. En la madera libre de defectos alcanza valores algo superiores a los conseguidos en la flexión, debido a que las uniones longitudinales entre estas son 30 a 40 veces más resistentes que las uniones transversales, sin embargo esta cualidad debe considerarse con sumo cuidado pues los defectos de la madera tienen influencia negativa en la tracción paralela a la fibra.

- **Tracción perpendicular a la fibra**



La capacidad de resistencia en tracción perpendicular al grano, es asumida básicamente por la lignina de la madera que cumple una función cementante entre las fibras, La resistencia de la madera a la tracción perpendicular a la fibra es muy baja.

- **Compresión perpendicular a la fibra**

La resistencia a compresión paralela a la fibra de la madera es elevada, la madera se comporta a manera de un conjunto de tubos alargados que sufriera una presión perpendicular a su longitud, sus secciones transversales serán aplastadas y en consecuencia, sufrirán disminución en sus dimensiones bajo esfuerzos suficientemente altos, la madera se somete a esfuerzos de compresión perpendicular cuando se le utiliza en forma de soleras, durmientes, cartelas de cerchas.

- **Compresión paralela a la fibra**

La madera se comporta como si el conjunto de tubos alargados sufriera la presión de una fuerza que trata de aplastarlos, su comportamiento ante este tipo de esfuerzos es considerado dentro de sus estado elástico, es decir, mientras tenga la capacidad de recuperar su dimensión inicial una vez retirada la fuerza, la madera se somete a esfuerzos de compresión paralela, cuando se utiliza como pilotes, columnas, barras internas de cerchas.

- **Cortante**

El esfuerzo cortante origina tensiones tangenciales que actúan sobre las fibras de la madera según diversos modos, el trabajo al corte de la estructura interna de la madera, es semejante al comportamiento de un paquete de tubos que se hallan adheridos entre sí, por esta razón, en el caso de corte paralelo al grano, el esfuerzo es resistido básicamente por la sustancia cementante, es decir, la lignina, mientras que la situación de corte perpendicular al grano son las fibras que aumentan la resistencia al cizallamiento.

- **Módulo de elasticidad**

En la madera y en la dirección paralela a la fibra, debería hablarse de dos módulos de elasticidad, módulo en tracción y módulo en compresión.

Tipos de madera



- Clasificación por procesado:

Maderas macizas: Proceden directamente de los troncos.

Maderas industriales: Son maderas procesadas en fábricas.

- Clasificación por dureza.

Madera blanda: Las más ligeras, baratas y habituales. Suelen provenir árboles de hoja perenne. Las maderas blandas más usadas son el cedro, el abeto, el pino y la picea.

- **Cedro.** Es denso y ligero a la vez, ofrece excelentes cualidades para el revestimiento de paredes.
- **Ciprés.** Especialmente resistente a la humedad, muy utilizado en fachadas.
- **Abetos.** Existen muchas variedades de este tipo de árbol, muy utilizados para construir las populares casas de troncos.
- **Pino.** Muy común en la construcción de viviendas de madera, debido a que es abundante y barato.
- **Sauce.** Madera dura, flexible y normalmente suave.
- **Chopo.** Madera de buena calidad, muy utilizada en tableros de contrachapado.

Madera dura: son más caras y generalmente más resistentes. Proviene de los árboles que pierden las hojas en otoño (caducifolios).

- **Roble.** Madera dura y resistente, existen muchos tipos de roble, usos muy adecuados en construcción de viviendas.
- **Fresno.** Destaca por ser una madera fácil de moldear bajo presión, muy utilizada en chapados y contrachapados.
- **Olmo.** Una de las maderas con mejores prestaciones para la construcción de viviendas.
- **Caoba.** Madera bella, pero también cara, se encuentra en peligro de extinción, muy utilizada en la construcción de muebles.
- **Castaño.** Madera dura, sobre todo en carpintería y elaboración de muebles.
- **Teca.** Está en peligro de extinción, en el mercado legal solo podemos encontrar productos de imitación a esta madera.
- **Cerezo.** Por sus características es ideal para usar en trabajos de interior.



- Clasificación según su origen
 - Maderas europeas: Son maderas procedentes del hemisferio norte o zonas templadas.
 - Maderas frondosas: Proviene normalmente de árboles caducifolios. Se usan para fabricación de muebles, ebanistería y revestimientos de madera.
 - Maderas resinosas: Son las más utilizadas en construcción y carpintería
 - Maderas tropicales: Son maderas exóticas muy resistentes a la humedad

A continuación, se da a conocer algunos tipos de madera su comportamiento estructural y usos.

TABLA 4. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y USOS.

NOMBRE DE LA ESPECIE	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	USOS
ACACIA	Buena resistencia para soportar esfuerzos perpendiculares a sus eje, pero tiene muy baja resistencia para soportar compresiones paralelas.	Ya que esta especie tiene una gran resistencia para soportar esfuerzos perpendiculares a su eje se puede utilizar estructuralmente como vigas, viguetas y riostras.
GUAYACAN	Tiene un buen límite de resistencia a los esfuerzos de tensión y compresión.	Esta especie tiene una alta resistencia a esfuerzos de compresión por lo tanto se podría utilizar como columnas en estructuras y la NSR-10 la evalúa.
YARUMMO	Es una especie muy ornamental no se utiliza estructuralmente.	Con los troncos huecos, rajados a lo largo, se fabrican canales para la conducción de aguas.



CEDRO	Esta especie estructuralmente es de resistencia media por 10 tanto puede ser utilizada en elementos estructurales que no tengan que soportar cargas muy pesadas. Y se caracteriza por sus excelentes acabados.	La madera es considerada duradera, fuerte, liviana y fácil de trabajar. Además ofrece un bonito acabado y se puede utilizar como puertas, ventanas, enchapados y ebanistería general. Y estructuralmente en elementos que no soporten cargas muy grandes como placas entre pisos.
CEIBA	Las propiedades mecánicas son bajas.	Se puede utilizar en elementos que no soporten esfuerzos como ebanistería y enchapados.
ROBLE	Esta especie presente una alta resistencia para soportar todo tipo de esfuerzos.	Se puede utilizar en la construcción de viviendas en general, trabajando como cualquier elemento estructural.
ARRAYAN	Presenta una baja resistencia para soportar esfuerzos	Para la construcción de muros, base de cubiertas de techos, revestimientos de tabiques estructurales, pisos, escalas, pisos falsos.
TECA	Esta especie presenta una gran resistencia y se comporta muy bien en construcciones marinas.	La Teca es particularmente recomendable para la construcción de viviendas, caneyes, churuatas, cobertizos, pérgolas, etc. donde puede ser utilizada como madera rolliza para las



		columnas, vigas y viguetas. Igualmente es excelente como madera aserrada para la fabricación de puertas, portones, ventanas, pisos, cielos rasos, machihembrado, etc.)
--	--	--

En la construcción de viviendas la madera puede tener tres categorías de uso:

Madera de uso definitivo

Es aquella incorporada a la edificación, ya sea a nivel de estructura o terminaciones, cuyo objeto es cumplir con la vida útil establecida para el edificio, es decir, queda incorporada definitivamente a la vivienda.

Madera de uso transitorio

Cumple la función de apoyar estructuralmente la construcción del edificio, sin quedar incorporada a su estructura al finalizar la actividad, en esta categoría se encuentra, por ejemplo, toda la madera utilizada en encofrados para concretos.

Madera de uso auxiliar

Es aquella que cumple sólo funciones de apoyo al proceso constructivo, en esta categoría se pueden considerar, por ejemplo, la instalación de faenas, niveletas o tabla estacados, reglas y riostras de montaje, entre otros, por ello, no toda la madera utilizada en las actividades de construcción de una vivienda debe tener propiedades, especificaciones y requerimientos iguales, ya que éstas dependerán del destino que tendrá.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas estructurales en madera se clasifican en.



Estructuras macizas.

Sistema constructivo que por su aspecto de arquitectura, solución estructural y constructiva, es particularmente diferente, su presentación es de una connotación de pesadez y gran rigidez por la forma en que se disponen los elementos que lo constituyen, en este caso rollizo o basa.

Este tipo de estructuras basa su estabilidad y resistencia en los muros de carga. Estos se realizan apilando rollizos de madera más o menos escuadrados, de unos 20 centímetros de diámetro. Para conseguir cierto encaje se ejecutan mecanizados en los planos de apoyo a modo de machihembrado y se traban en las esquinas.

Estructuralmente no corresponde a una solución eficaz, ya que por la disposición de las piezas, éstas son solicitadas perpendicularmente a la fibra, o sea en la dirección en la cual la resistencia es menor.

Otra ventaja que ofrece es la buena aislación térmica, garantizada por la masa de la madera, pero presenta problemas en la variabilidad dimensional por efecto de los cambios climáticos, los que afectan en gran medida los rasgos de ventanas y puertas, como también las instalaciones sanitarias.



Figura 37. Vivienda construida con troncos macizos

Estructuras de placa.



Este sistema básicamente consiste en la fabricación de paneles que están conformados por bastidores de perfil de madera, provistos de revestimiento que le imprimen la rigidez y arriostramiento al conjunto.

A cada panel que corresponde se le incorpora la instalación eléctrica, sanitaria, aislación térmica, barreras de vapor y humedad, puertas y ventanas, para luego ejecutar en obra los anclajes a la fundación, uniones de encuentros y colocación de revestimientos.

Pueden ser fabricados en grandes formatos, simplemente limitados en sus dimensiones por las limitaciones propias del transporte en carretera. No implica modulación ninguna, por lo que la libertad que dota al proyectar es muy alta.



Figura 38. Instalación de una puerta a un tabique autoportante.

Estructuras de entramados.

Cabe destacar tres variantes dentro de este tipo de estructuras: el sistema viga-pilar, el Entramado pesado y el entramado ligero

Entramado ligero.

Actualmente es el sistema más difundido, ya que es sencillo, permite altos grados de prefabricación y rapidez de montaje. El 70 - 80% de los edificios construidos en Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Suecia y Noruega son de entramado de madera

Las estructuras de entramado ligero (light frame) se basan en una serie de elementos portantes a modo de muros, formados por montantes de madera de secciones reducidas,



separadas a poca distancia (30 - 60 cm) atadas arriba y abajo por listones, correas horizontales o testers. Por tanto, se trata de muros de carga ligeros. Por encima (sistema de plataforma) o empotrados a estos (sistema globo), sobre vigas o los muros de cimentación, se colocan viguetas de madera poco espaciadas para conformar los suelos y techos. La cubierta podrá ser plana (viguetas) o inclinada con previsión de aprovechar el bajo-cubierta.

Las estructuras de entramado ligero funcionan de forma tridimensional, donde los elementos muy livianos soportan cargas elevadas a base de repartirlas y arriostrar adecuadamente los elementos, este comportamiento unitario presenta ventajas de cara al sismo y al viento el funcionamiento de estas estructuras como bloque pero con cierta flexibilidad a las deformaciones, la hace ser una estructura adecuada frente al sismo siempre que la cimentación permita cierta independencia de la estructura además las uniones metálicas, clavadas o con herrajes presentan una cierta ductilidad que permitan la recuperación de la forma tras el desplazamiento lateral, es fundamental en el papel del cerramiento rigidizante la estructura se adapte con facilidad al desplazamiento provocado por el viento.

El entramado ligero de madera tiene un buen comportamiento estructural antisísmico por su propia configuración y el material empleado, todo el núcleo de muros de cerramiento se puede rellenar con material aislante de forma que un cerramiento de 19 cm de espesor en este sistema es 10 veces más aislante que el mismo espesor en construcción de ladrillo y concreto a mismo espesor.

Se diferencian dos sistemas constructivos dentro del entramado ligero de madera: el sistema de globo y el de plataforma.

Sistema de globo. Sus características estructurales, que evidentemente proceden de los primigenios entramados pesados, se definen en una arquitectura de diafragma, donde todos los elementos adquieren importancia para el sistema, pero es en su multiplicidad de uniones donde adquiere su fuerza.

La diferencia entre este sistema y el de plataforma es que los montantes de las paredes exteriores son continuos en toda su altura, que normalmente es de dos plantas, esta característica diferenciadora obedece, probablemente, a la dificultad de conseguir la

estabilidad necesaria del conjunto, al no contar con el arriostramiento que aporta el tablero en el sistema de plataforma.

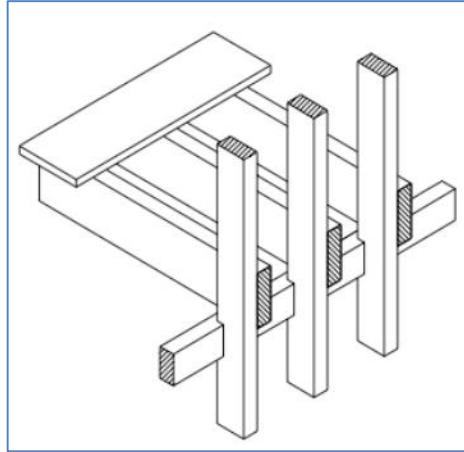


Figura 39. Detalle del encuentro del muro con el forjado en el sistema globo

Sistema de plataforma. La diferencia con el anterior es que los montantes quedan interrumpidos cada planta (Figura 9), lo que supone una serie de beneficios que le hacen más competitivo y que casi han hecho desaparecer al sistema de globo. Estos beneficios son:

- Presenta un mejor diseño frente al fuego (en lo relativo a la propagación del incendio) por existir menor continuidad entre las plantas.
- Es un sistema de más fácil ejecución y se presta más a la prefabricación.
- No se encuentra limitado a dos alturas.

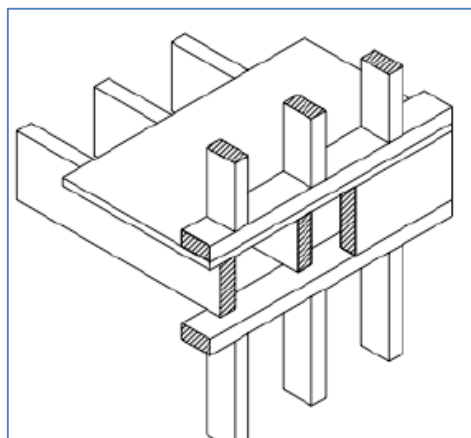


Figura 40. Detalle del encuentro del muro con el forjado en el sistema de plataforma.



Sistema poste- viga.

El sistema viga-pilar, conocido en inglés como post and beam, es un porticado de miembros muy espaciados a base de pilares y vigas de madera. Puede utilizar grandes escuadrías con uniones de ensamble, siendo la estructura independiente del cerramiento exterior, como el sistema convencional de pilares y vigas de concreto armado. Los pórticos pueden ser de pequeñas, medias o grandes luces. El desarrollo de la madera laminada, y las nuevas tecnologías han producido una renovación total de su concepto.

Utilizado principalmente cuando se deben salvar luces mayores a las normales en una vivienda de dos pisos, pudiendo dejar plantas libres de grandes áreas. Utiliza pilares o postes, los cuales están empotrados en su base y se encargan de recibir los esfuerzos de la estructura de la vivienda a través de las vigas maestras ancladas a estos, sobre las cuales descansan las viguetas que conformarán la plataforma del primer piso o del entrepiso.



Figura 41. Sistema de poste y viga.

Entramado pesado.

En el entramado pesado o timber frame encontramos una estructura de elementos lineales, pies derechos, jácenas y riostras (barras diagonales), de secciones cuadradas de gran escuadría, con separaciones de reducida dimensión, que en determinados casos requiere de paredes rígidas para su estabilización. El entramado constituye un muro de carga. De manera tradicional, los vanos entre los elementos de madera se "rellenaban" de mampostería de piedra, material cerámico, tapial, o trenzados de madera o vegetales



revocados con arcilla o yeso. Actualmente se utilizan aislamientos para reforzar las condiciones térmicas de los vanos, no desarrollando, por tanto, ningún papel estructural.

Los nuevos sistemas constructivos industrializados, que han abierto nuevas posibilidades a las estructuras de madera de entramado pesado, han relegado este sistema, fundamentalmente por razones económicas y dado su alto consumo de madera, para obras y proyectos de rehabilitación y restauración.

PARTES Y ESTUDIOS QUE CONTEMPLA UN PROYECTO DE VIVIENDA EN MADERA

Estudio del terreno

Ubicación del terreno: Comuna en que se encuentra, identificación de avenidas, calles, número municipal, accesos, deslindes y orientación cardinal. En caso que el terreno se ubique en una zona sub-urbana, es necesario especificar con monolitos y puntos de referencia que permitan la delimitación del lote correspondiente.

Características del terreno: Condiciones del terreno donde se va a materializar la construcción como:

Topografía del terreno: Conocer en detalle la caracterización del predio donde se ejecutará el proyecto, o sea, su forma, dimensiones, relieve, orientación, elementos existentes sobre él como posibles construcciones, árboles, cursos de agua, instalaciones (sanitarias, eléctricas, telefónicas), y tipos de cercos, entre otros.

Características del subsuelo: Los aspectos que es necesario conocer son:

- Estratos del subsuelo, conformación y características de los diferentes estratos.
- Nivel de la capa freática, comportamiento y variación.
- Capacidad de soporte del suelo y característica de consolidación

Características de los suelos.



Un suelo se deforma al recibir cargas a través de una fundación continua o aislada. El diseñar una fundación adecuada consiste en limitar las posibles deformaciones a valores que no produzcan efectos perjudiciales a la vivienda, evitando asentamiento total o asentamientos diferenciales.

Presencia de agua en el terreno de fundación.

La presencia de agua en el terreno de fundación afecta:

- La capacidad de soporte del suelo
- El diseño de la fundación
- La materialización de la fundación.

Capacidad de soporte del suelo.

Dependiendo de la clasificación del suelo, afectará sus propiedades de diferentes formas, por ejemplo, en terrenos donde predomina la granulometría gruesa (ripió, arena gruesa), el comportamiento será el mismo como si fuese seco.

En cambio, en los suelos de predominio de arenas arcillosas, la humedad actúa como agente cementicio, aumentando la adherencia y volumen de suelo, en este caso, es aconsejable considerar zanjas de drenajes o drenes y así evitar la presencia de agua para que no haya esta variación de volumen. En suelos arcillosos se debe adoptar el mismo criterio y evitar ciclos alternados de suelos secos a saturados que afectan la capacidad de soporte del suelo, produciendo asentamientos diferenciales.

Diseño de la fundación.

Si la vivienda se encuentra emplazada en un terreno con presencia de agua superficial en zona lluviosa y con pendiente pronunciada, el agua puede socavar las fundaciones, lo que hace necesario proteger la fundación construyendo zanjas para desviar las aguas.

En el caso de terrenos con exceso de humedad (capa freática superficial), la fundación tenderá a absorber el agua por capilaridad, afectando posiblemente al sobrecimiento en caso de plataforma de piso. Las soluciones son diversas, como fundar sobre pilotes de



madera preservada o de hormigón impermeable, sobre la cual se materializa la plataforma de madera.



Figura 42. Fundación aislada, pilotes impregnados.

En otros casos, será necesario el empleo de drenes, sellos para evitar el acceso del agua por capilaridad. En el caso de la construcción en madera, siempre se debe considerar el tratamiento de impregnación de toda madera que se encuentre en contacto con el concreto.

Diseño arquitectónico.

Para el diseño se considera la estandarización de materiales y elementos que se integrarán al proyecto, así como también todos los aspectos de habitabilidad que aseguren la mejor condición de vida a sus ocupantes, incorporando protección contra la humedad, aislación de la envolvente, protección acústica y calidad del aire interior.

El diseño considera las siguientes etapas:

- Programa: Documento en el que se dan a conocer los requerimientos del mandante y que se deben reflejar posteriormente en la construcción de la vivienda.
- Anteproyecto: Bocetos de la solución que el arquitecto presenta para satisfacer las necesidades y requerimientos del mandante. Una vez aprobado el anteproyecto, se definen costos y plazos estimativos para que el mandante decida sobre la alternativa más adecuada según sus intereses.

Proyecto arquitectónico: Estudio que comprende:



- Planos generales de emplazamiento de planta de arquitectura por piso, elevaciones, cortes, y cubiertas.
- Planos de detalle de escantillón, puertas y ventanas, escaleras, revestimientos con diseño (baños, cocina) y otros.
- Maquetas para un mejor entendimiento del proyecto, en caso de ser necesario.

Diseño estructural.

Dotar al proyecto definido de las estructuras necesarias que le permitan ser capaz de resistir todas las solicitaciones a que será sometido durante su vida útil.

Comprende las siguientes etapas.

- ✓ Determinación de tipo y magnitud de las solicitaciones por peso propio, sobrecargas, acción del viento, nieve, temperatura y sismos.
- ✓ Estructuración y definición de los elementos que resistirán las solicitaciones estimadas, de forma de asegurar que la estructura cumpla para lo que fue diseñada.
- ✓ Diseño de elementos estructurales: definir los materiales, forma y dimensión de los elementos que absorberán los esfuerzos con su diseño de uniones.
- ✓ Planos de fundaciones, estructura de plataformas, entramados horizontal, vertical, techumbre, escalera o cualquier otra estructura especial, con memoria de cálculo, recomendaciones y especificaciones respectivas.

Diseño de instalaciones.

De acuerdo a las características propias de cada edificación, se deben elaborar planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo para los principales proyectos como son:

- Instalaciones sanitarias (alcantarillado y agua potable)
- Instalación de gas
- Instalación eléctrica
- Especialidades (corrientes débiles, calefacción, etc.)

Constructibilidad.



Definido como el empleo óptimo del conocimiento y experiencia en construcción en la planificación, diseño, adquisición y ejecución de actividades que conforman el proyecto a materializar.

PROCESO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS VIVIENDA EN MADERA.

CASAS DE TRONCOS O DE BLOQUES DE MADERA.

La edificación a base de rollizos o troncos puede asimilarse a la construcción de muros de mampostería puesto que estructuralmente funciona igual.

Proceso constructivo tradicional.

Cimentación.

La cimentación de las casas de troncos no difiere de la de la construcción tradicional: suelen consistir en zapatas corridas bajo los muros de madera.

Cimentación Construcciones sin sótano

Sobre el terreno limpio se extiende una capa de enchado de grava gruesa con un espesor mínimo de 15 cm (normalmente se recomienda de 25 a 30 cm), su finalidad es evitar el ascenso de la humedad del terreno por capilaridad y, además, este espacio se utiliza para alojar conducciones de saneamiento.

Sobre esta capa se dispone una lámina impermeabilizante (normalmente de polietileno). Sobre ella se vierte el concreto, con un espesor mínimo de 10 cm reforzado en su cara inferior con un mallazo de reparto.

La cara superior de la solera debe quedar a 15 ó 20 cm por encima del nivel del terreno, con el fin de facilitar la protección de la madera. En la junta perimetral de la solera con el muro, que arranca de la cimentación, debe colocarse una capa de aislante que evite el puente térmico con el exterior.

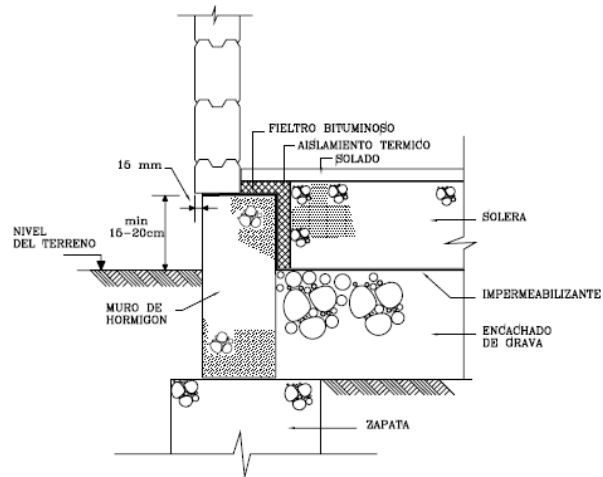


Figura 43. Cimentación sin sótano.

Impermeabilización.

Se utilizan como materiales impermeabilizantes la lana mineral de alta densidad, un fieltro bituminoso u otros materiales, además se puede tratar químicamente con un grado de protección profunda el rollizo de la primera hilada o el durmiente intermedio.

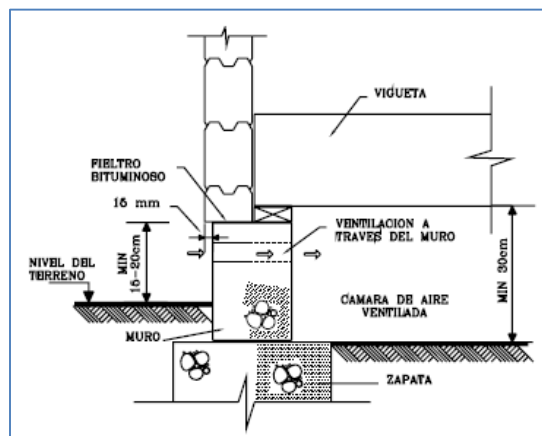


Figura 44. Impermeabilización.

Forjado sobre cámara de aire.

Consiste en construir un forjado para el soporte de la planta baja, que queda sobre elevado con respecto al nivel del terreno, dejando una cámara de aire ventilada que evita condensaciones y acumulación de humedad. La cámara ventilada deberá tener una altura mínima de 30 cm.

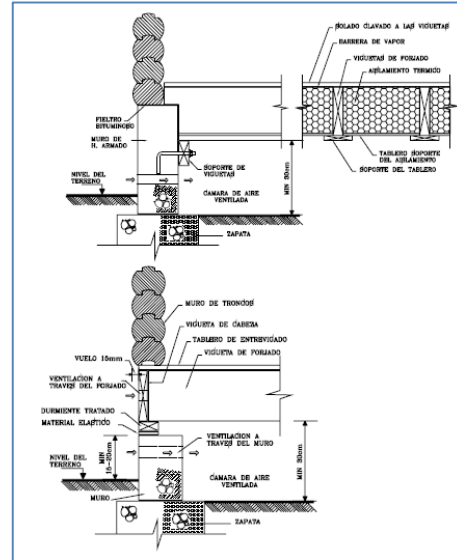
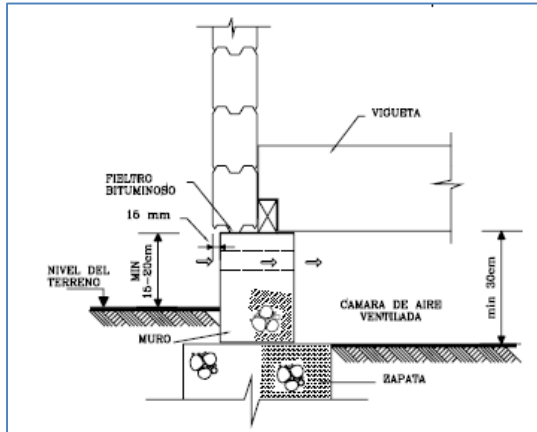


Figura 45. Forjado sobre cámara de aire

Cimentaciones para Construcciones con sótano

En las construcciones con sótano la ejecución no difiere respecto a la tradicional. La excavación se realiza normalmente en talud, que se rellena posteriormente con un enchachado de grava gruesa, disponiendo un sistema de drenaje en la parte inferior.

Esta solución constructiva obliga a la disposición de una solera de concreto y a la construcción de un muro de contención

Anclaje del muro con la cimentación

El anclaje puede realizarse de tres formas.

- Pernos anclados en el concreto cuya cabeza con tuerca queda alojada en un cajeadado en la madera.

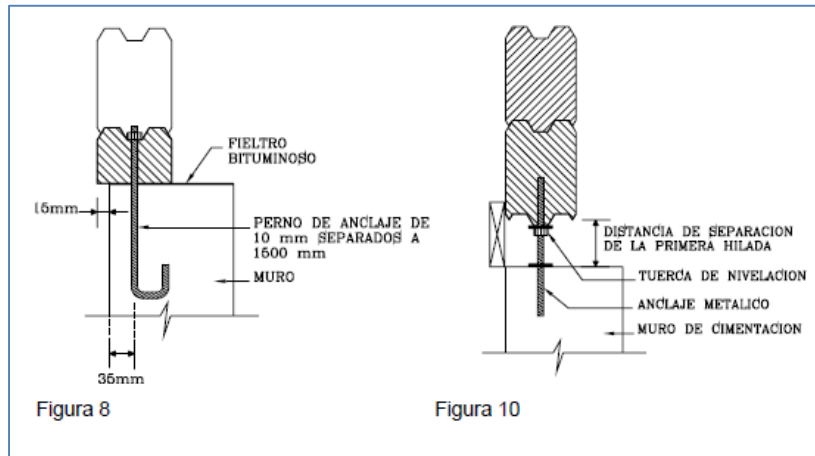


Figura 46. Pernos anclados en el concreto.

- b) Mediante un angular metálico que se clava a la madera y se fija al muro de concreto mediante anclajes mecánicos.

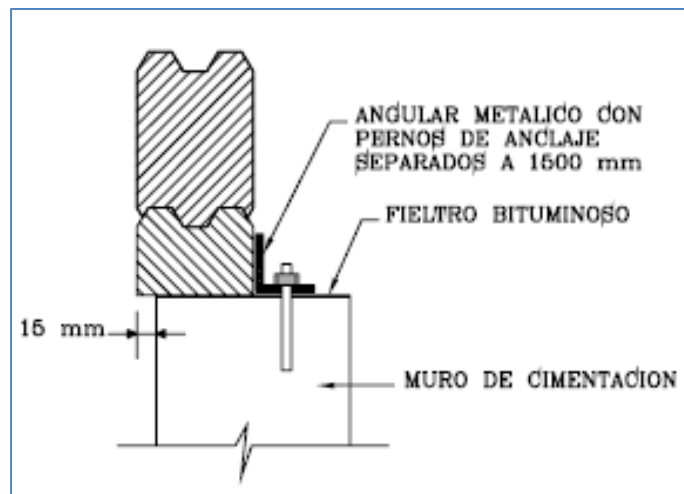


Figura 47. Anclajes mecánicos.

- c) Mediante barras metálicas ancladas al concreto con una placa de apoyo que permite separar y nivelar la primera hilada, gracias a un sistema de tuercas.

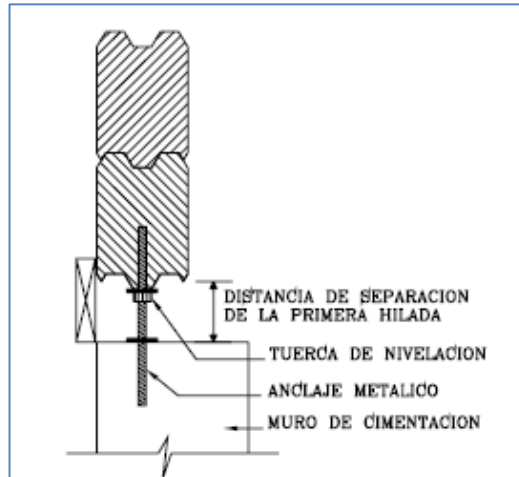


Figura 48. Barras metálicas ancladas al concreto.

Muros exteriores.

La evolución de la forma y el mecanizado de los rollizos ha sido la siguiente.

- El madero tiene la sección circular y una forma ligeramente cónica, con un acabado basto hecho a azuela, los rollizos se apoyan simplemente unos sobre otros a lo largo de toda la línea.
- Los maderos reciben un corte plano, cóncavo o en forma de V invertida para mejorar el apoyo entre hiladas, ofreciendo así una mayor superficie de contacto.
- Los maderos se perfilan en 3 ó 4 caras y se practica un cajeado o machihembrado en la superficie de contacto.

En los tres casos se puede completar la trabazón transversal con pernos o clavijas, y un sellado de juntas, la madera realiza en el muro todas las funciones: estructural, cerramiento y revestimiento, aislamiento térmico y acústico, e impermeabilización.

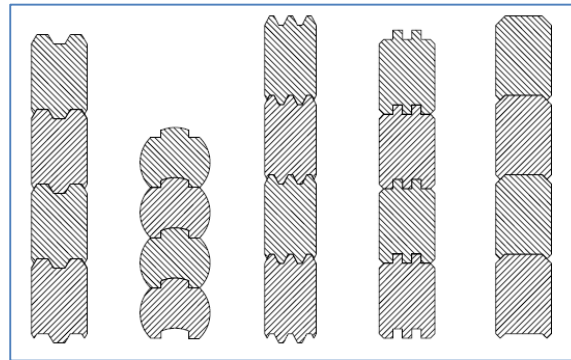


Figura 49. Forma y el mecanizado de los rollizos.

Clavijas. Se utilizan especies de maderas duras con diámetros del orden de 30 mm y longitudes de 250 mm, se utilizan para trabar transversalmente todos los troncos de dos en dos, disponiéndose de forma alterna.

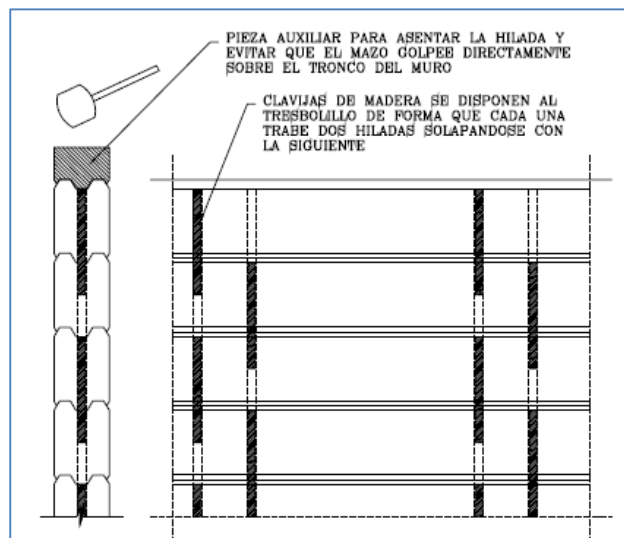


Figura 50. Clavijas.

Pernos y tirantes metálicos. Los pernos se utilizan para formar vigas o dinteles. Los tirantes metálicos se emplean para postensar el muro verticalmente, acelerando el proceso de contracción por efecto del secado o controlándolo.

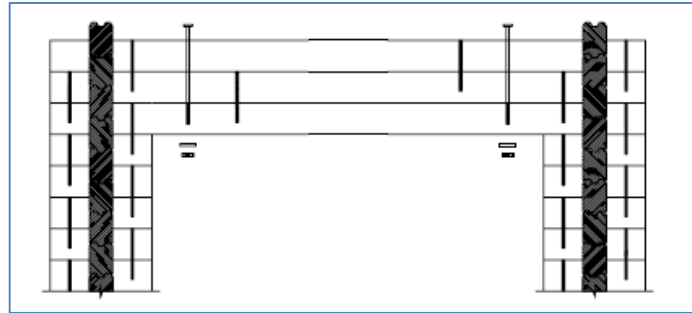


Figura 51. Pernos y tirantes metálicos.

Pilares.

Los pilares exentos se utilizan para apoyo de vigas donde se precise una luz libre sin cegar con el muro. Debe disponerse una holgura de 20 mm por metro lineal de pilar para secciones cuadradas y 30 mm para redondas.

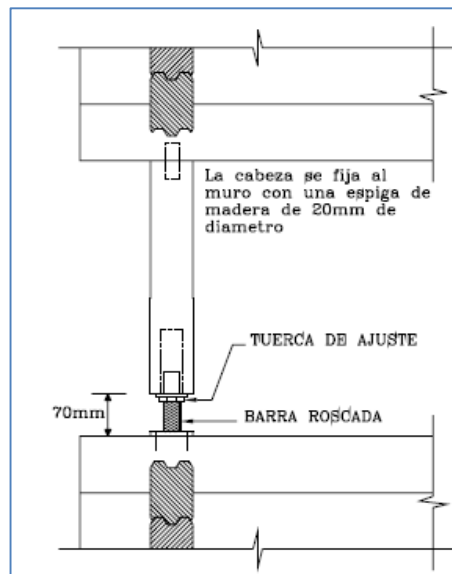


Figura 52. Pilares

Montaje de los muros.

Se coloca la tira sellante dentro del cajeadado y se presionan las piezas hasta que quede en su sitio. El adhesivo que suele llevar la tira, la mantiene fija, siempre que la superficie del tronco esté bien seca, puesto que la humedad no permite que se adhiera, la tira se interrumpe cuando llega a los taladros de pernos y clavijas. En las uniones de esquina se coloca una pieza especial de tejido mineral entre las hiladas, después de colocar la tercera hilada debe revisarse la nivelación y aplomado, el tronco debe asentar herméticamente

sobre el rebaje de forma que no haya juego entre piezas. Para ello conviene limpiar muy bien la parte mecanizada antes de colocar las piezas.

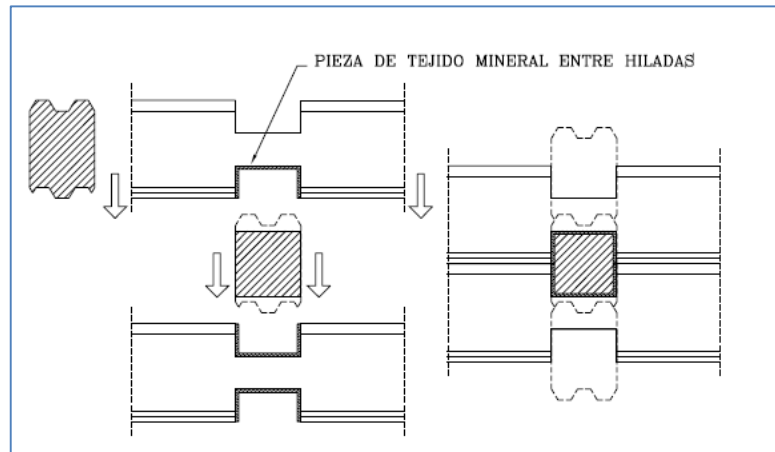


Figura 53. Montaje de los muros

Encuentros de empalmes y esquinas.

Los empalmes son necesarios cuando la fachada presenta longitudes superiores a los 5 m, ya que es poco frecuente utilizar troncos de mayor longitud.

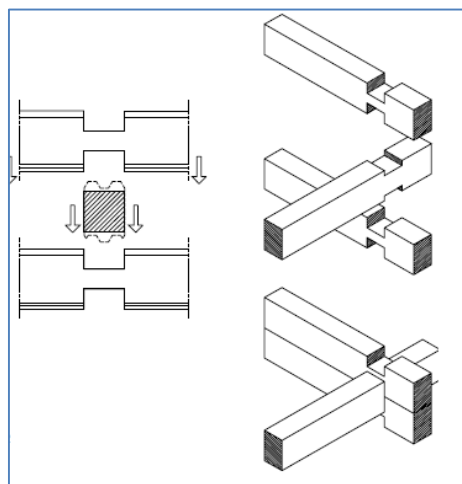


Figura 54. Encuentros de empalmes y esquinas.

Aberturas en los muros.

Los huecos para puertas y ventanas se ajustan a las hiladas del muro y en las fachadas perpendiculares el desfase de hiladas obliga a realizar un pre corte en fábrica que se elimina en obra.

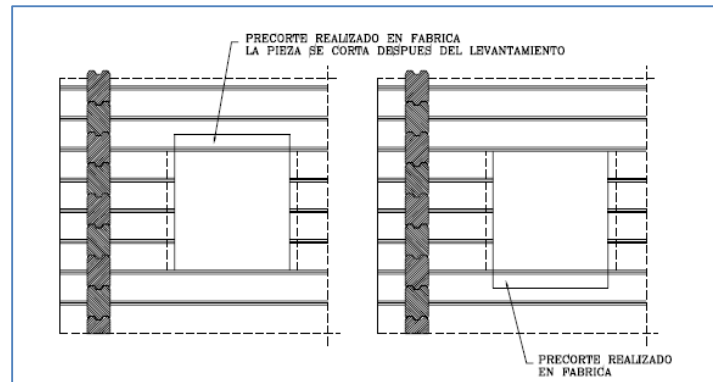


Figura 55. Aberturas en los muros.

Instalaciones eléctricas.

Antes de montar los troncos deben taladrarse los huecos para las conducciones eléctricas. Los interruptores y los enchufes pueden ocultarse en cavidades realizadas en los muros o colocarse sobre su superficie, los enchufes suelen colocarse en la segunda hilada y los interruptores entre la cuarta y la quinta.

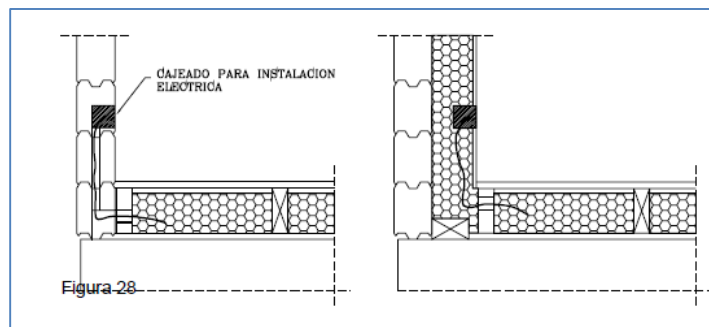


Figura 56. Instalaciones eléctricas

Tabiques.

Consiste en un entramado formado por montantes verticales que van clavados a dos testeros, superior e inferior. El espaciamiento habitual entre montantes es de 600 mm.

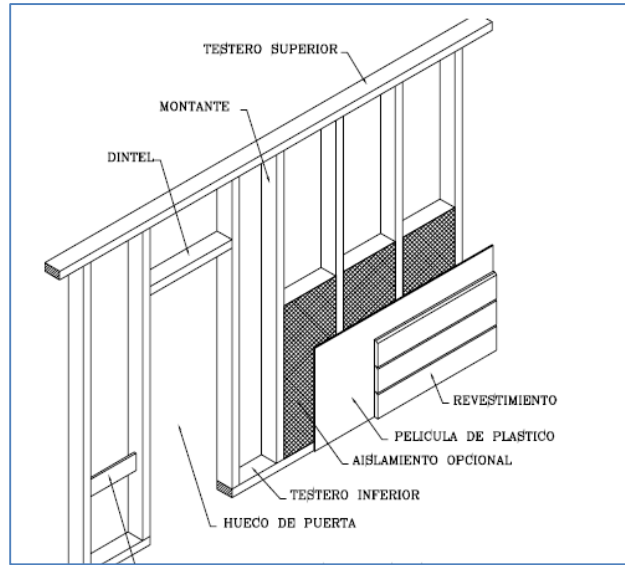


Figura 57. Tabiques.

Forjados.

Los forjados se solucionan con los elementos convencionales: vigas, viguetas de madera y entrevigado de tablazón o de tablero derivado de madera, las tablas se unen mediante juntas tradicionales: a tope, machihembrada, a media madera, la unión de las viguetas al muro se resuelve mediante herrajes de cuelgue, estos se fijan al madero antes de montar la pieza.

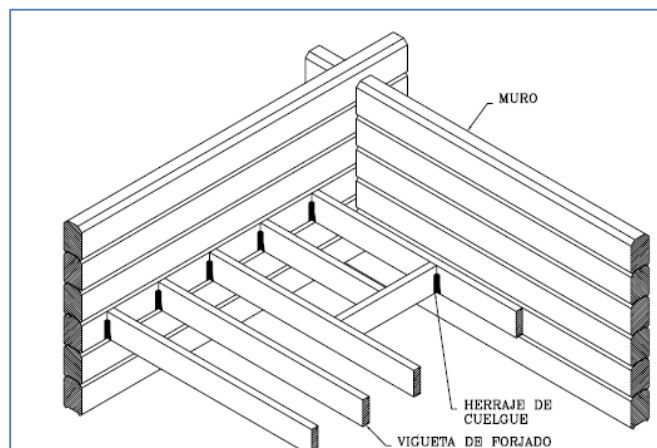


Figura 58. Forjados.

Cubiertas.

Existen dos métodos principales:



- ✓ Mediante pares de muro a cumbre, pueden disponer de apoyo intermedios (correas o vigas) que descansan sobre los muros piñones. Esta solución se utiliza cuando se va a aprovechar el espacio abuhardillado.
- ✓ Mediante cerchas prefabricadas que apoyan en los muros.

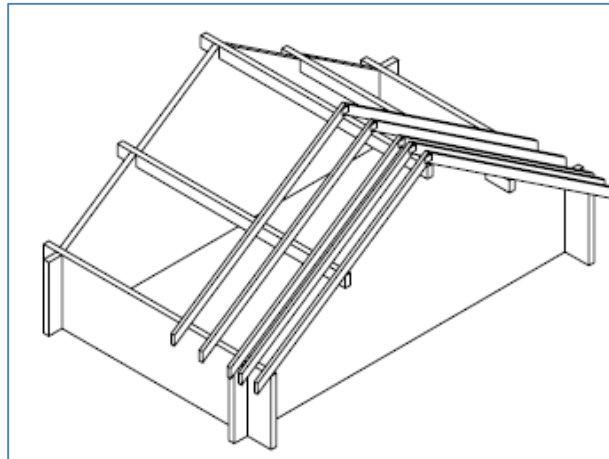


Figura 59. Cubiertas.

Cubierta formada por pares.

Antes de iniciar la construcción debe comprobarse la horizontalidad y rectitud de los muros. Si hubiera diferencias superiores a 20 mm se deberá ajustar a base de tensar los tirantes metálicos. Si los pares están apoyados en más de dos puntos debe comprobarse también que la falta de alineación no sobrepasa los 10 mm, las diferencias pueden eliminarse haciendo un rebaje en los muros, nunca en los pares. Los pares se replantean con la separación prevista por el cálculo (normalmente entre 400 y 600 mm) y con la pendiente fijada en el proyecto.

La fijación de cada par se efectúa en la cumbre (viga o muro) mediante placas angulares en ambas caras.

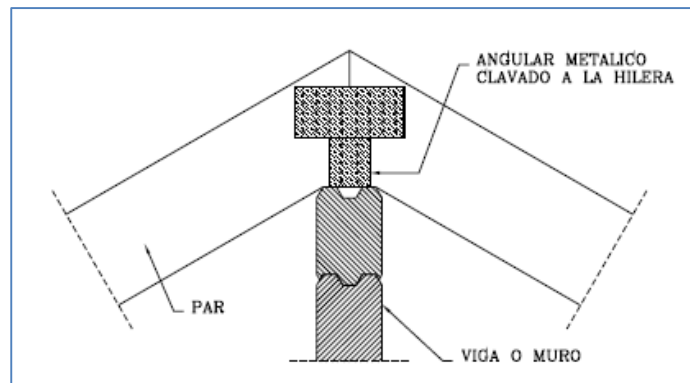


Figura 60. Fijación.

Cubiertas formadas por cerchas.

Las cerchas se anclan al muro por medio de angulares de acero, se replantean con la separación deseada.

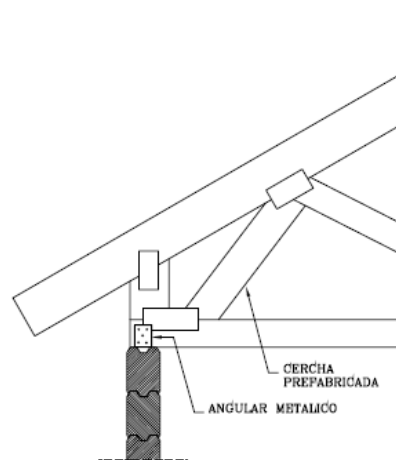


Figura 61. Colocación de las cerchas.

Cerramiento de la cubierta.

Pueden utilizarse tanto tablazón de madera como distintos tipos de tableros pero el más tradicional es el cerramiento de tablas que se adapta mejor al acabado rústico de este tipo de casas.

Recubrimiento o techado.

Los recubrimientos o techados más tradicionales en este sistema son los de tipo rústico: brezo, paja, tejuelas de madera, etc, pueden colocarse también otros materiales convencionales de techado (teja, pizarra, etc.) cuando la estética y el criterio del proyectista así lo determinen.

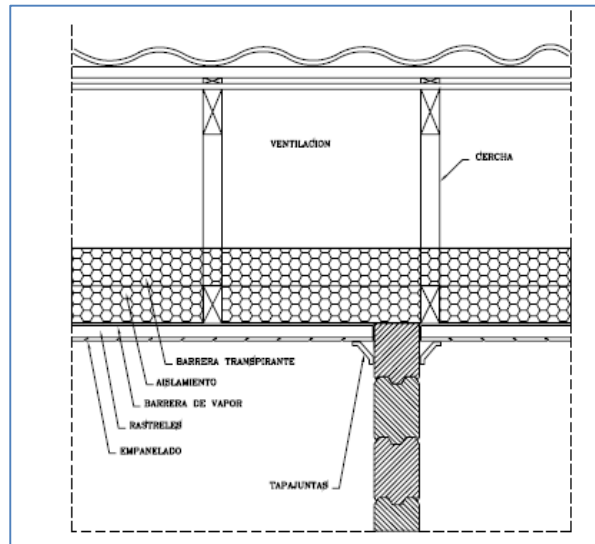


Figura 62. Recubrimiento o techado.

CASAS DE ENTRAMADO LIGERO.

Proceso constructivo.

Como en todos los sistemas constructivos la cimentación tiene la función principal de transmitir las cargas al terreno, en los sistemas constructivos de madera (especialmente en el entramado ligero) se deben dar, además, dos condiciones que revisten gran importancia, evitar que la humedad llegue a la madera, a través de un adecuado diseño constructivo y contrarrestar el posible efecto de succión del viento.

Forjados.

La plataforma que constituye el forjado se arma con los siguientes elementos: viguetas y cerramiento de tablero, se apoya sobre muros o vigas, Las viguetas del forjado tradicionales son piezas de madera aserrada, clasificadas estructuralmente y con escuadrías normalizadas.

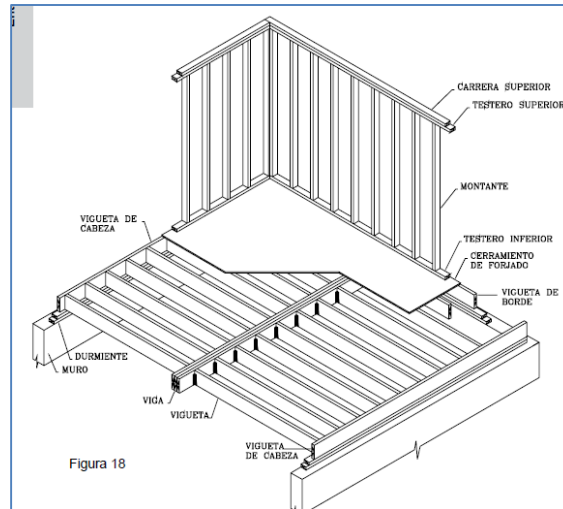


Figura 63. Forjados.

Vigas y cargaderos. Se pueden utilizar madera y productos derivados además de vigas metálicas, para el paso del cableado eléctrico, fontanería y aire acondicionado es necesario perforar piezas individuales y en serie.

Armado del forjado.

La plataforma se arma disponiendo la vigería a la separación de ejes elegidos y rematados en las testas con la vigueta de cabeza, en las soluciones de entrevigado con tablero contrachapado, éste se clava al borde superior de la vigueta de forma continua y en algunos casos, además, se encola, si se quiere que el tablero actúe como diafragma, además del clavado, deberá contarse con cubrejuntas en la dirección perpendicular a las viguetas, o bien resolverse el encuentro con junta machihembrada y encolada, cuando se cumplen estas condiciones no es preciso añadir arriostramientos en el vano del forjado. Sin embargo es recomendable éste para facilitar el montaje porque sirven a la vez de guía para la modulación y estabilizan temporalmente las viguetas.

Cuando el muro es paralelo a las viguetas debe soportarse con una viga. Si la pared es paralela a las viguetas, en la zona superior se colocarán travesaños intermedios de 38 x 89 mm, separados entre sí a una distancia inferior a 120 mm para poder fijarlo.

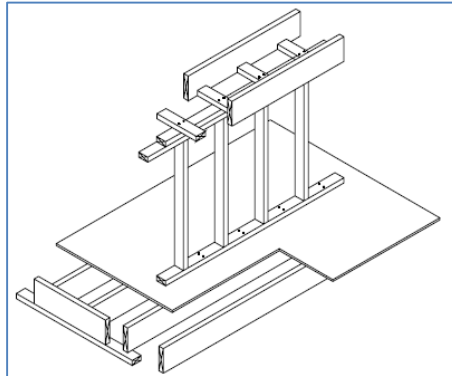


Figura 64. Forjado sobre el que apoyan paredes sin carga.

Entramado de muros y paredes.

El entramado de muros está constituido por todo el conjunto de piezas verticales, horizontales e inclinadas, las piezas verticales se denominan montantes, las horizontales, travesaños (testeros superior e inferior, y dinteles), y las inclinadas, riostras.

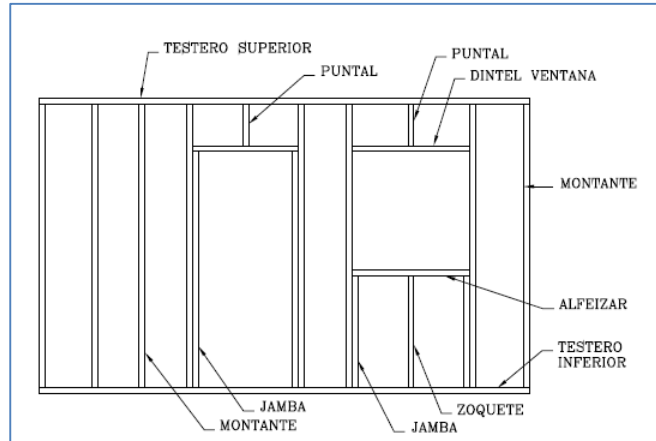


Figura 65. Entramado de muros y paredes.

Cerramiento del muro.

El cerramiento es la cara exterior del entramado y se clava directamente a éste, sirve de soporte del revestimiento exterior y recibe el aislamiento, los tableros se colocan, generalmente, de forma vertical para que coincida su dimensión con la altura total del muro, si se disponen horizontalmente se han de alternar las juntas.



Cuando los muros están escuadrados y aplomados, se unen entre sí trabando las esquinas e intersecciones con otros muros, finalmente se añade un segundo testero o carrera de reparto superior cuyas juntas se desplazan respecto de las inferiores.

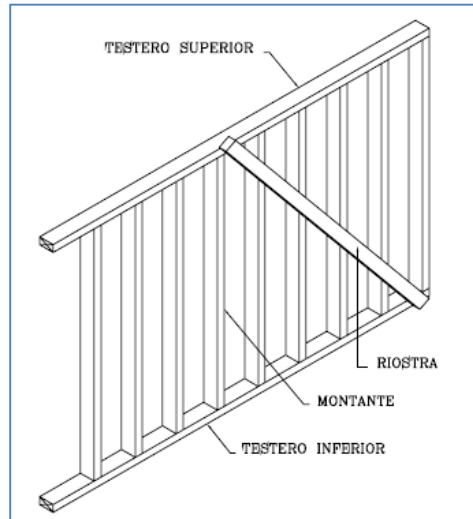


Figura 66. Colocación testeros.

Los muros se levantan enteros o por módulos y van completos (entramado, cerramiento, y en algunos casos aislamiento). Se apuntalan temporalmente mientras se ajustan los contiguos, con los que quedarán trabados

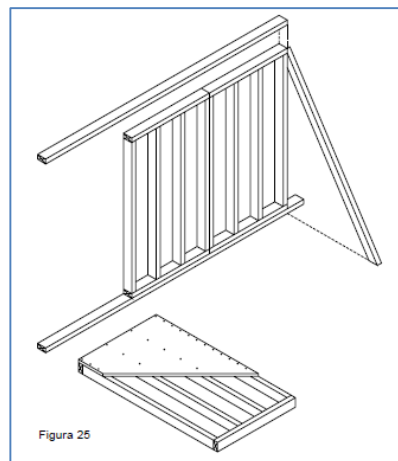


Figura 67. Erección de la plataforma completa.



Cubiertas y tejados

Cubiertas inclinadas.

Se solucionan normalmente con cerchas prefabricadas.

Cerchas prefabricadas. Ofrecen muchas ventajas, tales como la fiabilidad, la rapidez de ejecución y la economía de material, proporcionan un entramado para el cerramiento y una cavidad para el aislamiento. Su ventilación es sencilla a través de los sofitos de los aleros y de las aberturas en los muros piñones.

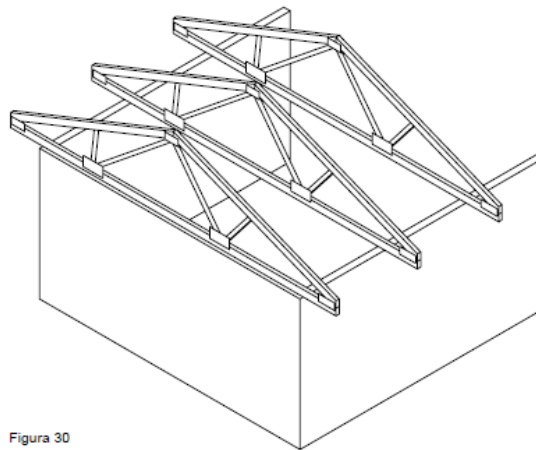


Figura 30

Figura 68. Cerchas prefabricadas.

La escasa separación entre las armaduras, hace que no sea preciso un segundo orden de piezas (correas) y pueda salvarse la luz sólo con un cerramiento de tableros, el arriostramiento en el plano de cubierta se consigue con el propio tablero de cerramiento, que forma un diafragma, la cercha está compuesta por pares, tirante y barras de celosía.

El contenido de humedad no debe exceder del 19%, aunque el ideal es el 15% y no deben mezclarse maderas secas con húmedas, para evitar movimientos del entramado.

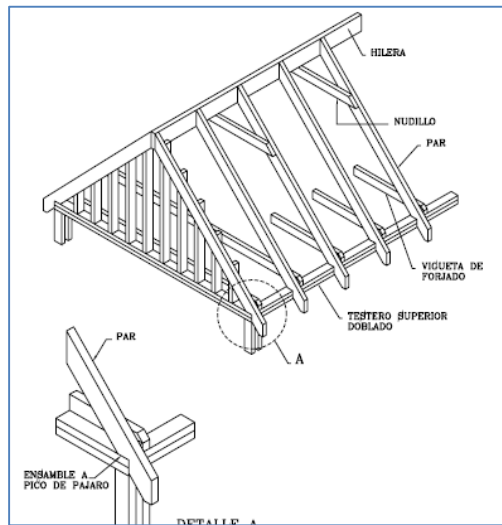


Figura 69. Colocación cubierta.

Revestimiento de la cubierta.

El revestimiento de la cubierta se instala tan pronto como el cerramiento esté concluido y antes que ningún otro revestimiento del edificio. Esto proporciona un espacio de trabajo estanco y resguardado en el interior, además de proteger los propios materiales que integran la cubierta, los materiales empleados deben tener una larga durabilidad y ser resistentes al agua.

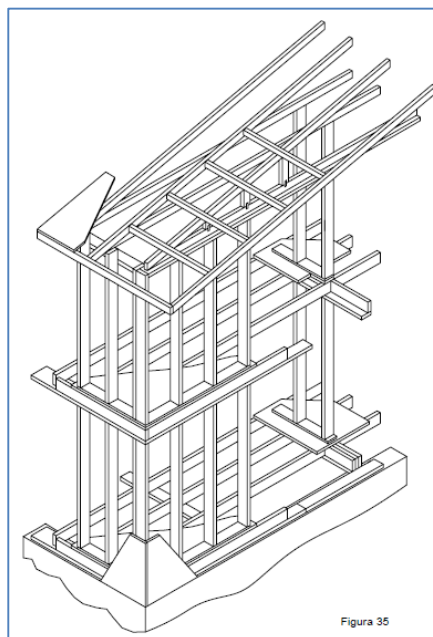


Figura 70. Revestimiento de la cubierta.



UNIONES Y ENSAMBLES.

Ensamblajes a compresión.

Son aquellos diseñados para transmitir esfuerzos de compresión, en los que en caso de inversión de esfuerzos el nudo puede desorganizarse. La transmisión del esfuerzo se realiza a través de tensiones entre las superficies en contacto, evitando el deslizamiento de una pieza sobre la otra mediante cajas y espigas o rebajes y en algunos casos herrajes metálicos.

Ensamble de caja y espiga. Una de las piezas tiene en su extremo una parte adelgazada llamada espiga, en forma de paralelepípedo, que se inserta en una entalladura de la otra pieza denominada caja o mortaja. Para evitar que la espiga pueda llegar a soportar ella sola todo el esfuerzo de compresión, suele hacerse ligeramente más corta que la profundidad de la caja, con el fin de evitar su apoyo.

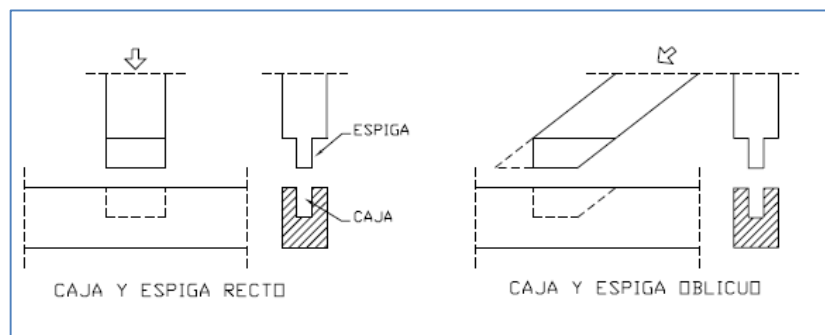


Figura 71. Ensamble de caja y espiga

Ensamble de barbilla y rebaje. En este caso la pieza comprimida no tiene realmente una espiga, sino que toda la anchura de la misma hace de barbilla, apoyando sobre un rebaje en la pieza que la recibe, tiene una ventaja respecto a la anterior de caja y espiga y es precisamente que no existe debilitamiento de su extremo al no adelgazar la pieza en la espiga, por otro lado, resultan indispensables para mantener la unión pernos o bridas metálicas.

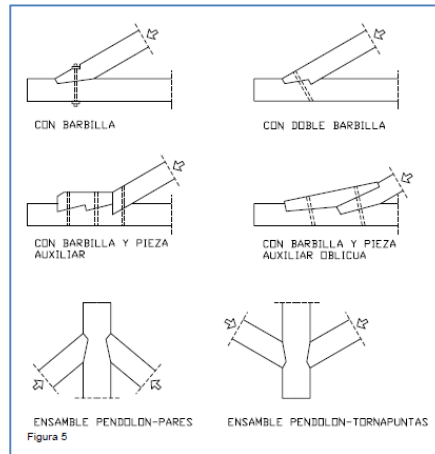


Figura 72. Ensamble de barbilla y rebaje

Ensamble de caja y espiga con barbilla. Es una concepción mixta de los dos anteriores, existiendo además de la caja y espiga una barbilla alojada sobre el rebaje de la otra pieza.

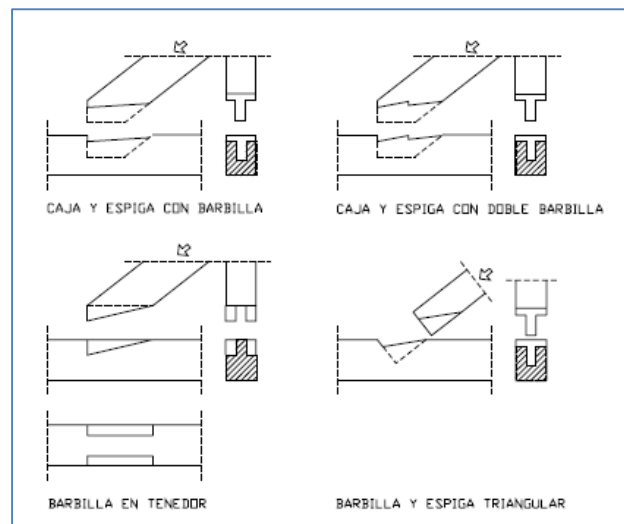


Figura 73. Ensamble de caja y espiga con barbilla.

Ensamblajes sometidos a tracción.

En este tipo de unión sometida a un esfuerzo de tracción la conexión entre ambas piezas se puede realizar mediante pernos, chapas metálicas, con ensambles de cola de milano o rebajes en las piezas.

Ensamble mediante rebaje en las piezas. Normalmente en estas uniones una de las barras está formada por dos piezas entre las que se encaja la pieza traccionada, esta última dispone de unos rebajes y un talón que permiten transmitir el esfuerzo de tracción a través de compresiones y esfuerzos tangenciales, el perno tiene en este caso la misión de afianzar las piezas y evitar el deslizamiento.

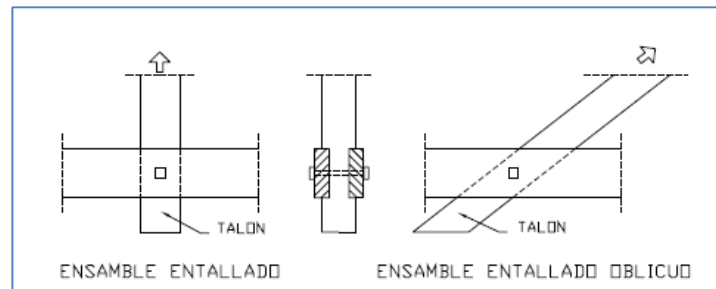


Figura 74. Ensamble mediante rebaje en las piezas.

Ensamble mediante pernos. Si los esfuerzos no son muy elevados puede recurrirse a la conexión mediante uno o más pernos, en este caso, si el perno es capaz de transmitir el esfuerzo en su totalidad puede hacer innecesario el talón y por tanto el rebaje, sin embargo el empleo de pernos por sí solos, resulta poco frecuente y normalmente se recurre al empleo de conectores metálicos o llaves de madera, que aumentan la capacidad de transmisión de esfuerzos.

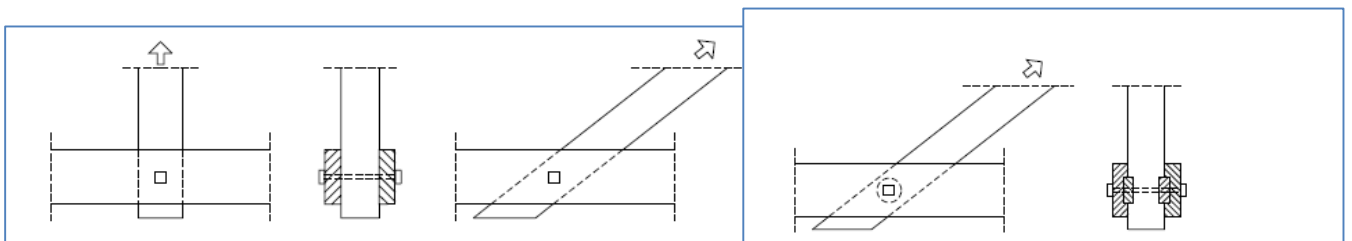


Figura 75. Ensamble mediante pernos.

Ensamble en cola de milano. Una de las piezas presenta una espiga en forma de cola de milano, mientras que la otra tiene el vaciado de la espiga, normalmente esta unión se realiza sobre la mitad del espesor de la pieza, denominándose en este caso a media madera, puede ser recto u oblicuo.

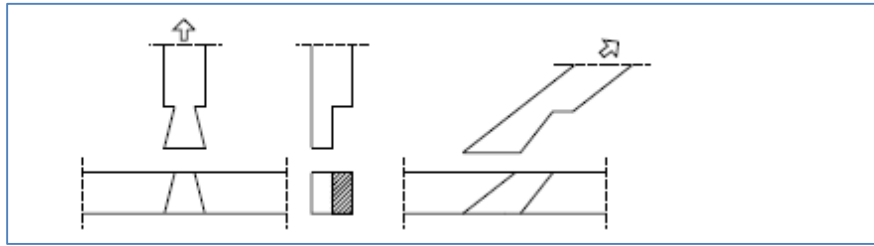


Figura 76. Ensamble en cola de milano.

Un tipo de ensamblaje con cola de milano, frecuente en armaduras de cubierta, es el denominado de cola de milano pasante, en este caso la cola de milano es oblicua y no es a media madera sino que queda entallado por ambas caras, la mortaja es más amplia que la espiga para permitir su entrada, impidiendo su salida mediante una espiga de madera más dura.

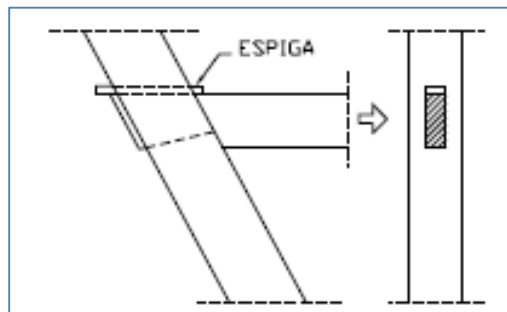


Figura 77. Cola de milano pasante

Ensamble de cuelgue de tirante. La utilización de pletinas metálicas atornilladas a las piezas de madera permite también la transmisión de esfuerzos de tracción.

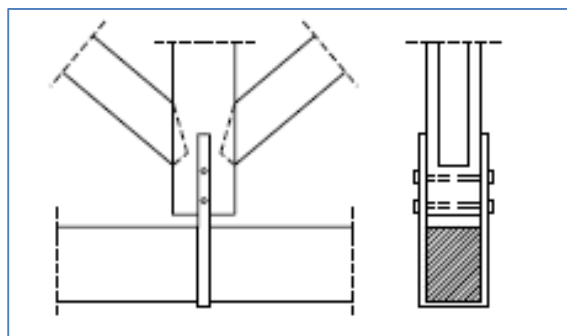


Figura 78. Ensamble de cuelgue de tirante.



Empalmes. El empalme consiste en la unión entre piezas por sus testas, estas dos piezas pueden constituir un tirante, el encuentro entre dos vigas enfrentadas en un apoyo y, menos frecuentemente, el empalme entre dos pilares.

Empalmes entre piezas traccionadas. Es el caso más frecuente de unión entre dos piezas que forman un tirante de gran longitud, generalmente el empalme se realiza en el centro del vano, la sección eficaz del tirante queda reducida a menos de la mitad de la sección completa.

Empalme en escalón. Cada pieza presenta un rebaje y se acoplan entre sí evitando su deslizamiento, pueden llevar una llave de madera que facilite el ajuste.

Empalme en rayo de júpiter. El escalonado entre piezas es oblicuó, precisando bridas para su aseguramiento, la longitud del empalme puede llegar a ser del orden de 2,5 a 5 veces la altura de la sección.

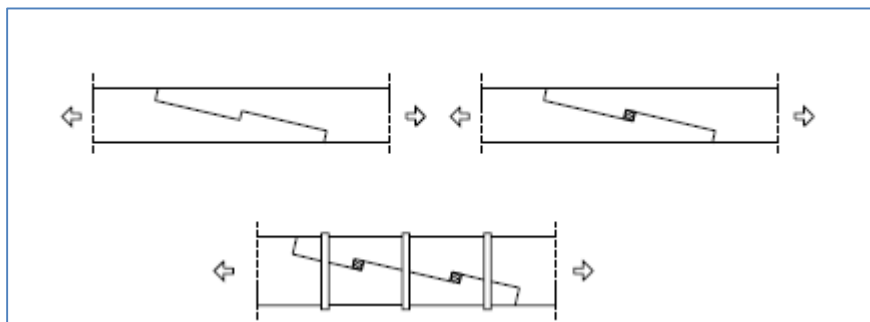


Figura 79. Empalme en rayo de júpiter.

Empalme a media madera con cola de milano. Cada una de las piezas presenta en su extremo adelgazado a media madera una cola de milano que encaja en el vaciado de la otra, la sección eficaz queda notablemente reducida, prácticamente a la cuarta parte de la sección original.

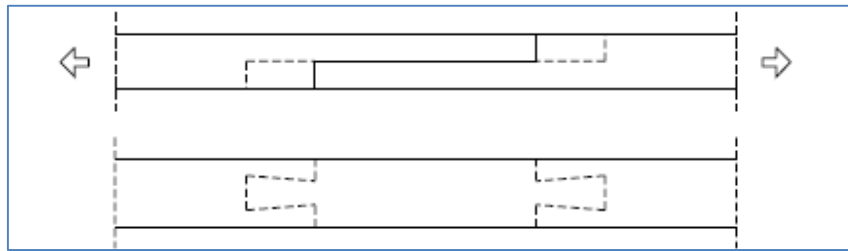


Figura 80. Empalme a media madera con cola de milano

Empalmes entre vigas sobre apoyo. El empalme entre piezas sometidas a flexión (vigas, viguetas, correas), debe necesariamente hacerse sobre un punto de apoyo (un muro, una viga, un par de una cercha, un pilar etc), únicamente las de grandes escuadrías como las empleadas en madera laminada, permite la utilización de enlaces articulados en el vano, constituyendo vigas tipo Gerber.

El empalme se hace a media madera o con corte oblicuo y es necesario fijar entre sí ambas piezas mediante clavado o atornillado.

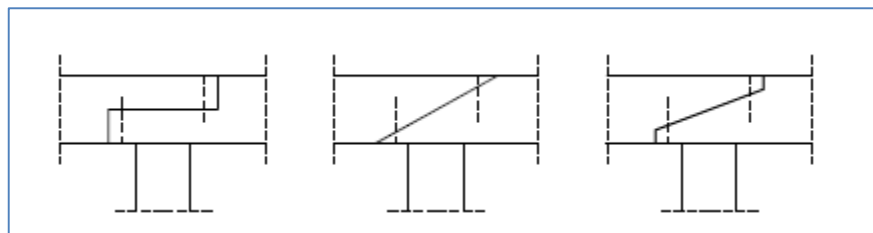


Figura 81. Empalmes entre vigas sobre apoyo.

Empalmes entre piezas comprimidas. En la práctica es difícil encontrarse con la unión por empalme de dos piezas de madera comprimidas, por sí solas, normalmente se encuentran junto con otras piezas formando nudos más complejos.

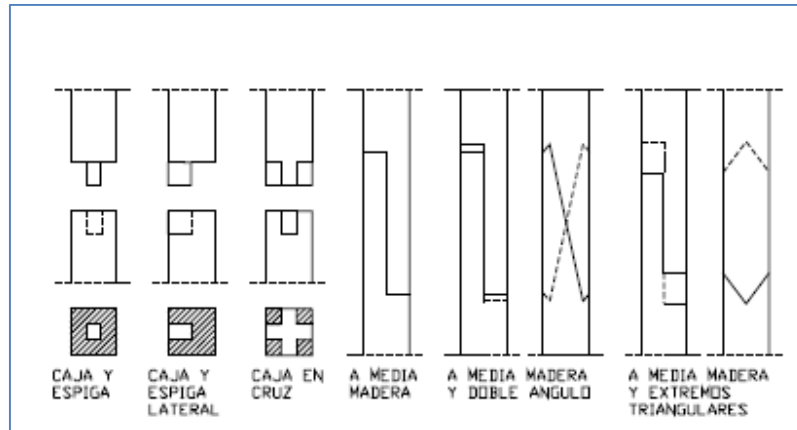


Figura 82. Empalmes entre piezas comprimidas.

Ensamblajes a tope y clavo. Los ensambles de forma de T comienzan por uniones simples hechas con clavos usualmente hechas para bastidores de puertas de tambor y algunos muebles. Deben introducirse desde el exterior en forma recta y semi diagonal usualmente se emplearan don o tres clavos, hay que espaciarlos y en sentido de la veta para que no se formen hendiduras o agrietamientos en la sección del larguero.

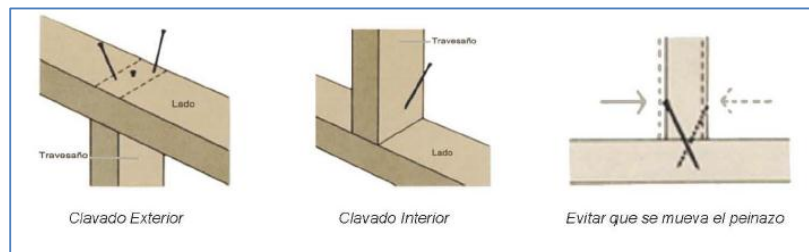


Figura 83. Ensamblajes a tope y clavo.

Ensamblajes con grapa metálica. El procedimiento de trabajo es igual a que se usa en clavos, la única variante es que en lugar de clavos se utilizan grapas.

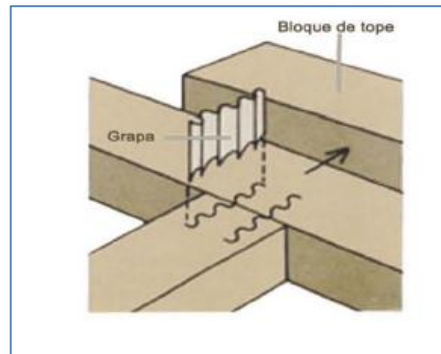


Figura 84. Colocación de grapa el bastidor debe topar contra el tope.

Ensamble con escuadra metálica. Las escuadras de metal son muy útiles para hacer ensambles en T de forma rápida y sencilla, existen dos tipos de escuadras por cara en T y por canto en L.

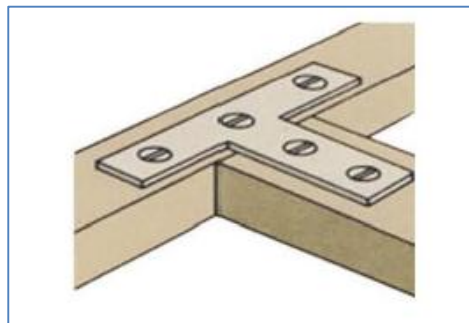


Figura 85. Ensamble con escuadra metálica.

Ensamble con solapa o cargador. La unión será sobreponiendo una carga con otra en forma de T combinado la sencillez y la resistencia, este tipo de uniones son parte para trabajos simples sin tener una gran vista pero de uso funcional y económico.

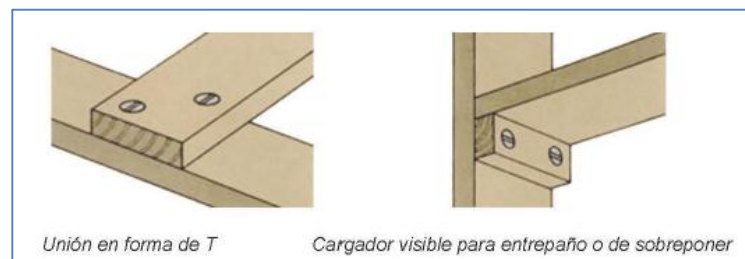


Figura 86. Ensamble con solapa o cargador

Ensamble a media madera por canto y cara. Este ensamble es más resistente que la unión de solapa que es de sobreponer una cara con la otra, si se va a utilizar un canto este listón deberá tener un corte seccionado por cara a la mitad del espesor y hacerse una caja en el otro listón para el lado del canto, así ambas piezas quedaran apañadas a una cara y no sobresaldrán ninguna parte de los listones de madera.

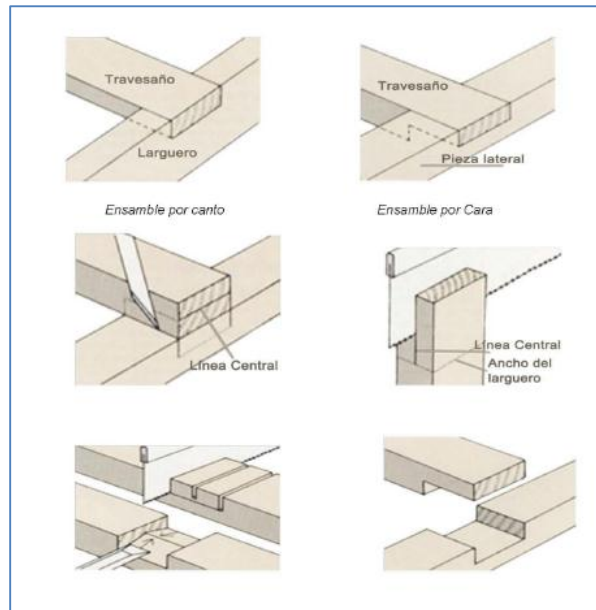


Figura 87. Ensamble a media madera por canto y cara.

Ensamble con rebajo. Este tipo de ensamble es el más tradicional de unir tablero a un pieza vertical de mismo material de rebajo debe ser exacto con el cabezal.

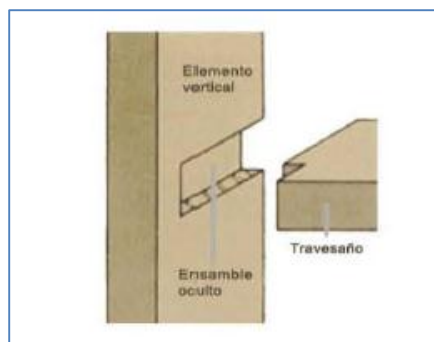


Figura 88. Ensamble con rebajo.

Ensamble en cruz a media madera. Este ensamble es muy sencillo dependiendo del método que se emplea.

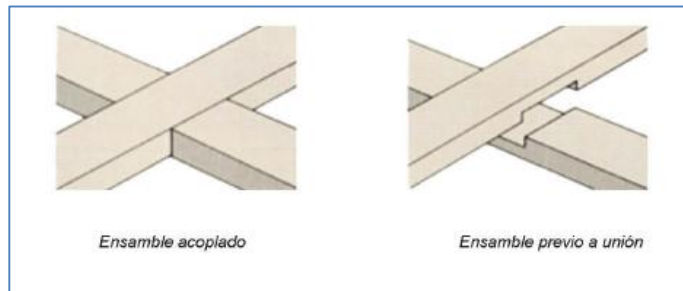


Figura 89. Ensamble en cruz a media madera.

Ensamblajes para alargar y empalmar. Este tipo de ensamblajes solo sirven para empalmes y alargamientos de secciones de madera que serán utilizados en bastidores para lambrines, pisos, vigas secundarias o terciarias.

- *Empalme a media madera con tornillo*



- *Empalme con planchas y espárragos*



- *Empalme con tornillos*

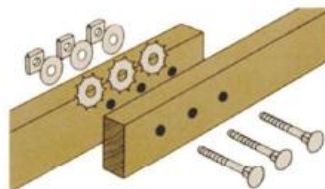


Figura 90. Ensamblajes para alargar y empalmar.



A continuación se da a conocer ejemplos de construcción de viviendas en madera en el municipio de Sibundoy y San Francisco.

DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACION

Tipo Vivienda: Vivienda Unifamiliar

Ubicación: Municipio de Sibundoy (Barrio Fátima) – Putumayo (zona Urbana).

SISTEMA ESTRUCTURAL

Sistema de cimentación: Zapatas aisladas

Sistema pórtico: Pilares y vigas

Cubierta: Cubierta dos aguas Asbesto cemento.



Figura 91. Vivienda en madera dos plantas.

La estructura de madera está conformada por la cimentación, los entramados horizontales (plataforma primer piso, entrepiso en el caso de una construcción de más de un piso), entramados verticales (tabiques o columnas) y estructura de cubierta.

Cimentación.

Toda edificación requiere una base de sustentación encargada de recibir diferentes esfuerzos y transmitirlos al suelo. A esta base de sustentación se le denomina fundación o cimentación. El tipo de esfuerzo relevante a que se somete el suelo es el de compresión, producto del peso propio de la cimentación, muros, entrepisos y cubierta, más las sobrecargas de uso.



Cimentación aislada (zapatas).

La cimentación es aquella estructura que trasmite las cargas de una construcción al terreno.

La fundación aísla la edificación del terreno, resguardándola tanto de humedad como del ataque de termitas y de otros insectos, factores gravitantes en la pérdida de resistencia de una estructura en madera.

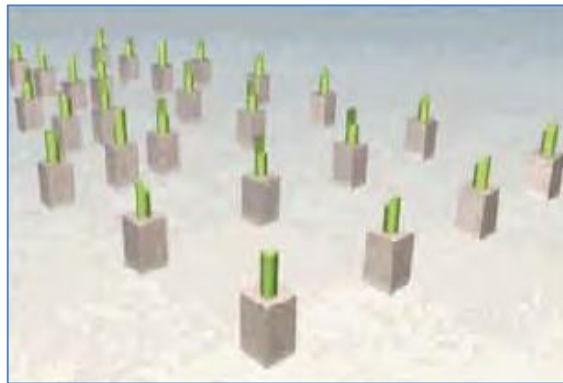


Figura 92. Cimentación aislada (zapatas)

En la edificación estudiada se empleó cimentación aislada (zapatas), en la cual se realiza el respectivo empotramiento de la estructura en este caso pilares en madera a la cimentación.

La dimensiones de la cimentación aislada es de 1.20 m * 1.20 m con una profundidad de 0.80 m para la realización de la zapata la cual tiene un solado de 0.20 m, se utilizó acero de refuerzo longitudinal para la parrilla y pedestal N° 3 y acero de refuerzo transversal N° 2, para la fundición de las zapatas aisladas se empleó concreto 2500 PSI. Para el empotramiento de la estructura en madera se utilizó acero de refuerzo ubicado en el centro de la zapata N° 4 que va empotrada en la parrilla y tiene una longitud de 0.65 m, con un gancho de 0.20 m, la cual es perfectamente empotrada al pilar en madera la cual previamente es realizado un avugero en el centro de este para que encaje con la varilla y quede asegurada a la cimentación, la cual también se le realiza un solado alrededor del pilar en concreto simple la cual se utiliza inmunizante como protección garantizando una perfecta y segura cimentación.

A continuación se muestra el detalle constructivo de la cimentación aislada empleada en la edificación.

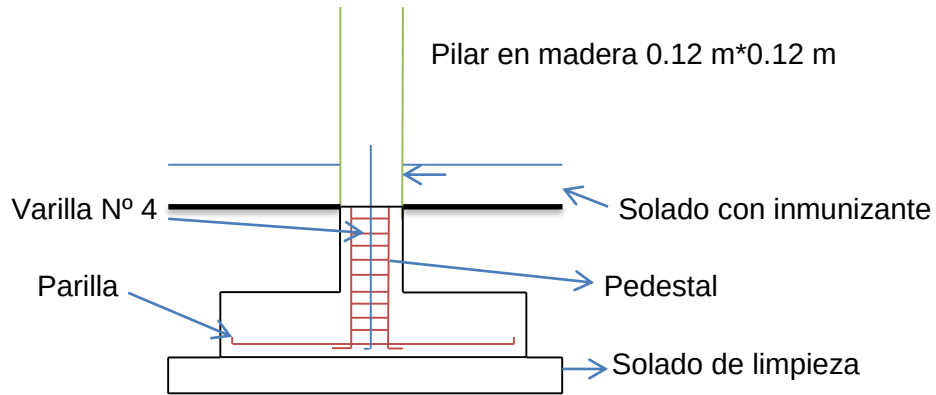


Figura 93. Detalle constructivo cimentación aislada.

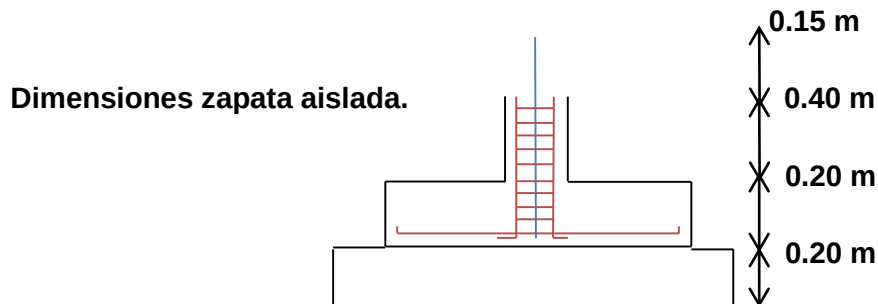


Figura 94. Dimensiones zapata aislada

Sistema de entrepisos.

En el sistema de entrepiso empleada loza maciza en concreto 21 MPA.



Figura 95. Sistema de entrepisos vivienda en madera



Sistema Estructural: Pilares y Vigas

Este sistema se basa esencialmente en apoyar vigas sobre columnas utilizadas para ello diversos métodos de unión según el tipo de edificación que se trate.

Las columnas casi siempre miembros verticales robustos de una sola pieza, encargados de la transmisión de cargas al suelo o cimiento, descansaran sobre una base sólida o bien se encontraran hincados en el suelo lo que contribuye eficazmente a la estabilidad de la estructura ante las fuerzas laterales como lo es en esta construcción analizada.

Las vigas son elementos de dimensiones más esbeltas que las columnas, se encuentran apoyadas directamente sobre las columnas o sobre una viga principal formando entrepisos o la estructura de un techo.

Para la construcción de pilares y vigas se utilizó madera (Pino). Se realizó los respectivos procesos constructivos según el plano de la vivienda con las respectivas dimensiones estipuladas en los mismos, para la unión en los sistemas estructurales de madera su principal objetivo es la transmisión de cargas y proveer continuidad en la estructura, en este caso se empleó como uniones clavos de diferentes pulgadas.

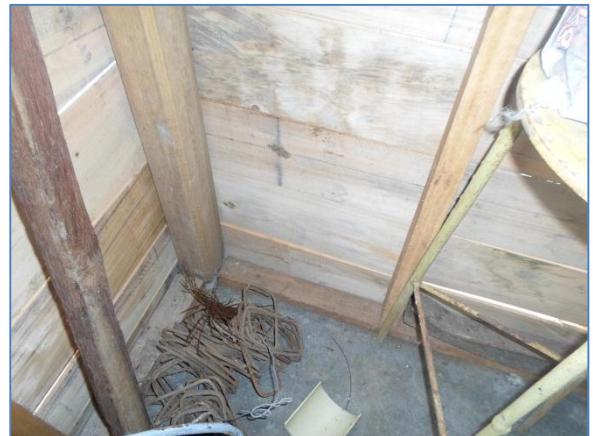
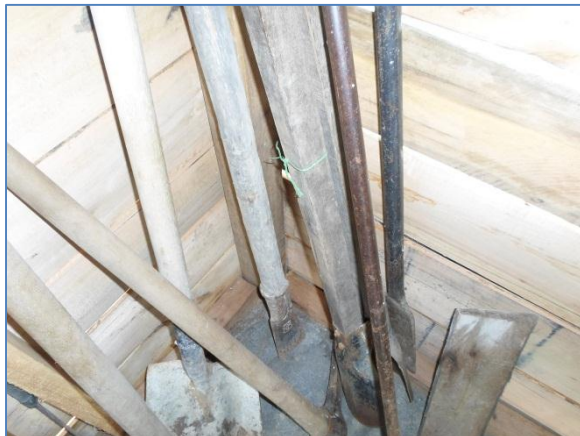


Figura 96. Pilares y vigas vivienda en madera dos plantas.

En toda construcción en madera se realiza cortafuego o cadeneta que es una pieza que separa el espacio entre dos pie derecho en compartimientos estancos independientes. También es llamada “cadeneta”. Su función consiste en bloquear la ascensión de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio. Permite, además, el clavado o atornillado de revestimientos verticales y ayuda a evitar el pandeo lateral de los pie derecho en el plano del tabique.



Figura 97. Dintel y montante vivienda en madera dos plantas

TABIQUES.

Es todo elemento vertical que cumple funciones de separación entre los recintos interiores de una vivienda y que sólo puede recibir cargas de magnitud reducida.

Los tabiques son sistemas formados por tableros de madera cuya estructura interior está compuesta de parales y arriostramiento simple, puede contener en su área aberturas para puertas o ventanas.

Los tabiques, tanto soportantes como auto soportantes, deben ser correctamente anclados a base de apoyo, sea ésta una plataforma de hormigón o de madera. Lateralmente a otros muros o tabiques con los que se produce un encuentro y superiormente a estructuras de entepiso o de cubierta.

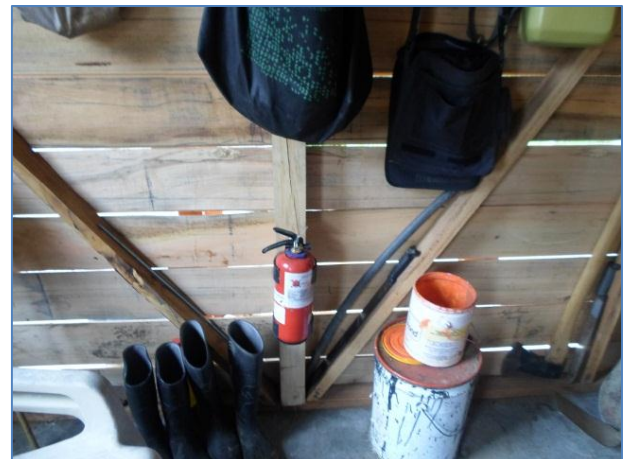
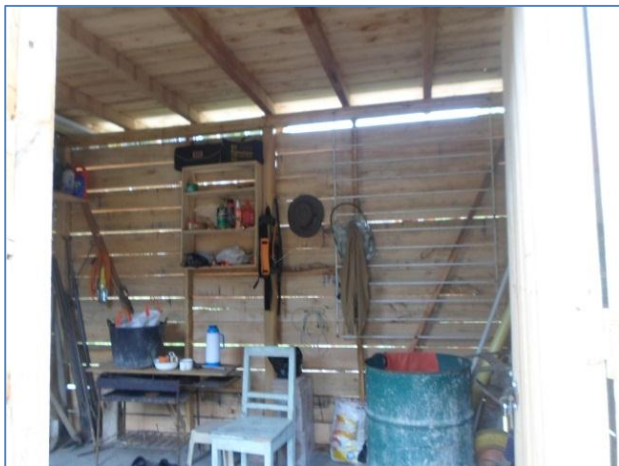




Figura 98. Tabiques vivienda en madera dos plantas.

Para vigas aéreas en la edificación se utilizó madera también (Pino) espaciadas cada 0.60 m dimensiones de 0.12 m *0.13 m.

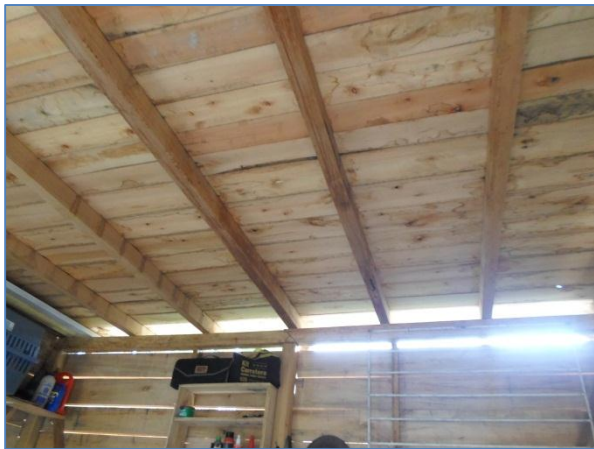


Figura 99. Vigas aéreas vivienda en madera dos plantas.

Para la construcción del segundo piso de la edificación también se respetaron las dimensiones estipuladas en plano, también se utilizó madera tipo Pino y madera en eucalipto para los listones y arrostramientos.



Figura 100. Arriostramiento vivienda en madera dos plantas

Para las uniones también se utilizó clavos de diferentes pulgadas en la construcción de la segunda planta de la edificación la cual tiene voladizo de 0.60 m y 0.70 m respectivamente.



Figura 101. Voladizo vivienda en madera dos plantas.

Sistema de cubierta: Cubierta dos aguas asbesto cemento N 6.

La cubierta de cierre superior que sirve como cerramiento exterior cuya función fundamental es ofrecer protección al edificio contra los agentes climáticos y otros factores para resguardar darle intimidad, aislación acústica y térmica.

La cercha es de fácil y rápida confección, puede ser prefabricada o armada a pie de obra y su diseño le permite salvar grandes luces. El tamaño no está limitado por el largo de las piezas comerciales, puesto que existen sistemas de unión que permiten conformar elementos de dimensiones mayores. Su uso en viviendas evita sobrecargarla estructura de los pisos inferiores, y la necesidad de tabiques estructurales interiores. La pendiente de la cubierta es de un 35%. Una recomendación para esta vivienda en la cual no tiene un



sistema de canaletas para la recolección de agua lluvias, la cual cae directamente al suelo y puede generar daño en este.



Figura 102. Sistema cubierta dos aguas asbesto cemento vivienda en madera

DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACION

Nombre de la edificación: Vivienda familiar

Ubicación: Sibundoy (Barrio) – Putumayo

SISTEMA ESTRUCTURAL

Sistema de cimentación: Zapatas aisladas

Sistema pórtico: Pilares y vigas (durmientes Piso) vigas aéreas

Cubierta: Cubierta dos aguas Asbesto cemento.

En la vivienda que se da a conocer mediante el registro fotográfico a continuación es restaurante y vivienda familiar, según la entrevista al propietario, nos menciona el sistema empleado, en la cual se utilizó troncos de madera de gran dimensión que cumplen la función de columnas, realización de vigas aéreas, dinteles, montantes, y demás elementos que conforman una vivienda en madera, la combinación de troncos y madera para las paredes de la vivienda, en la cual el arquitecto que diseño esta edificación es del municipio del Encano, por ende no se encontró planos de la edificación.



Esta edificación es otro ejemplo de la realización de viviendas en madera que en si son innovadoras arquitectónicamente que pueden ser empleadas en la región.

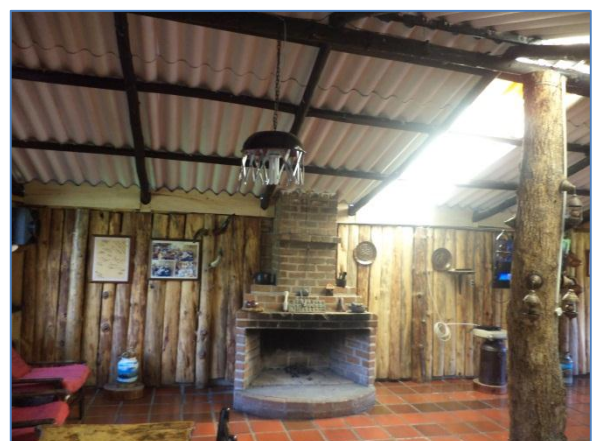


Figura 103. Vivienda en madera dos plantas municipio Sibundoy- Putumayo.



DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACION

Nombre de la edificación: Vivienda familiar

Ubicación: Vereda Central San Antonio (San Francisco-Putumayo)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Sistema de cimentación: Pilares fundidos en concreto

Sistema estructural: Pilares y vigas; entramado liviano

Cubierta: Cubierta dos aguas

Cimentación. La cimentación empleada en la vivienda es de sistemas tradicionales en la región como pilares fundidos en concreto, cabe destacar que esta vivienda es elevada a una altura determinada para evitar contacto con el agua del subsuelo, puesto que el nivel freático de la zona es bastante alto por ser zona cerca a Canal Artificial, las dimensiones de los pilares son de 0.10 m * 0.09 m, con altura de 0.70 m, como se muestra en la siguiente imagen, se recomienda a los propietarios realizar el respectivo mantenimiento del area de cimentación puesto que se encuentra una alta presencia de material vegetal que pueda afectar a los elementos estructurales como pilares y vigas.



Figura 104. Cimentación en pilares elevados



Sistema estructural: Entramado liviano, columnas y vigas.

El sistema estructural empleado en la realización de la vivienda es combinación de sistema de entramado liviano y columnas y vigas, los elementos que conforman la vivienda son pies derechos de dimensiones 0.05 m * 0.09 m, soleras inferiores y superiores de la misma dimensión que pies derechos, columnas y vigas de dimensiones de 0.10 m*0.10 m, riostras de 0.10 m * 0.10 m, cabe mencionar que en la estructura no se cumple con las disposiciones estipuladas en el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10, título G viviendas en madera y guadua, puesto que el proceso constructivo es empírico, la cual no se cumple con dicha norma en cuanto a diseño del muro de corte, en cuanto a dimensiones de soleras, pies derechos, rigidizadores, riostras, y longitudes equivalentes del muro de referencia (tabla G.7.3-1), en la visita a la vivienda se evidencio que no se colocaron montantes a la estructura entre los pies derechos puesto que el maestro no conoce la función de los mismos, la cual se hace una sugerencia en instalar los montantes o cortafuegos los cuales su función consiste en bloquear la ascensión de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio. Permite, además, el clavado o atornillado de revestimientos verticales y ayuda a evitar el pandeo lateral de los pie derecho en el plano del tabique. A continuación se muestra las imágenes del sistema estructural de la vivienda.





Figura 105. Sistema estructural vivienda en madera



Cubierta. Para la cubierta se empleó cerchas y correas realizadas en madera de dimensiones 0.10 m * 0.10 m, se emplearon perfiles metálicos y teja de zinc N 8, como se indica en las siguientes imágenes.

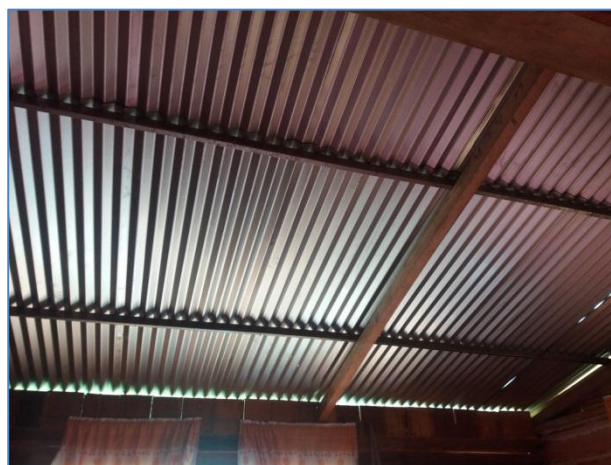


Figura 106. Cubierta vivienda en madera



Cabe mencionar en la vivienda no se ha realizado las instalaciones técnicas como sanitarias e hidráulicas y eléctricas.



Figura 107. Cocina vivienda en madera sin suministro de agua potable.



Figura 108. Vivienda en madera dos plantas municipio Sibundoy- Putumayo.

A continuación se da a conocer algunos diseños arquitectónicos de viviendas en madera que pueden ser pilares en la construcción de las mismas en la región incentivando a nuevos diseños arquitectónicos en la zona urbana del municipio.



Figura 109. Diseños arquitectónicos viviendas en madera.

TRATAMIENTO DE LA MADERA.

En el tratamiento de la madera se deben definir los requerimientos de durabilidad que son necesarios, o sea, si la madera elegida tiene la capacidad para resistir el ataque de los



diferentes agentes de destrucción, una vez puesta en servicio sin ningún tratamiento preservador.

Por la acción protectora que realizan.

- **Insecticidas.** Protegen frente a la acción de los insectos xilófagos, destacan el tipo Piretrinas o Clorpirifos.
- **Fungicidas.** Protegen frente a la acción de hongos xilófagos. Si es pudrición se emplean productos con contenidos de cromo, cobre y arsénico (CCA), cobre, azoles orgánicos (CA), cobres, azoles orgánicos y boro (CAB), cobre y amonios cuaternarios (ACQ) y boro. Si se trata de mancha azul, los productos más utilizados son el tribromofenato de sodio, quinolatos de cobre y carbendazimas.
- **Ignífugos o retardadores de fuego.** Protegen frente a la acción del fuego convirtiendo a la madera desde un material combustible, a uno difícilmente combustible. En este grupo se distinguen los que impiden que llegue oxígeno a la madera durante algunos minutos y los que basan su acción ignífuga en que reaccionan con el calor, emitiendo sustancias que acaparan el oxígeno del aire, impidiendo que la madera se queme.
- **Protectores de la luz.** Pinturas con pigmentos metálicos que sellan la veta de la madera. Se mantiene la veta, oscureciéndola en algún grado.

Por el tipo de preservante.

- **Solventes orgánicos:** Son los protectores que con mayor facilidad penetran en la madera, no producen manchas y son compatibles con la mayoría de los barnices de fondo y acabados, lo que hace que sean los más utilizados en la carpintería de terminación. Son aplicados a maderas secas por su característica de no otorgar humedad a ésta.
- **Hidrosolubles:** El disolvente es el agua, se utiliza para el tratamiento industrial de maderas húmedas.
- **Creosotados:** Son derivados del petróleo y la hulla, su penetración en la madera es dificultosa y además la mancha, haciendo incompatible la madera tratada con cualquier terminación a la vista.

Por el tipo protección que se desea lograr.



- **Protección preventiva:** Productos que evitan que la madera pueda ser atacada por agentes destructores, entre los cuales se distinguen:
- **Temporal:** Cuya eficacia preventiva se limita a un determinado tiempo, generalmente los tratamientos superficiales como pinturas y barnices entran en este grupo o como el típico tratamiento anti mancha de la madera.
- **Permanente:** Cuya eficacia preventiva es permanente, por lo menos duran varias decenas de años, el producto protector queda fijo en la madera independientemente de que sufra humedecimiento o secado. En este grupo están los tratamientos industriales de la madera a través de vacío-presión o vacío-vacío.
- **Protección curativa:** En este caso la madera se encuentra atacada, por lo que la protección curativa pretende eliminar dichos agentes, como por ejemplo mediante el simple oreado o secado de la madera, cuando el ataque que presenta es de hongos.

En el caso de los insectos existen los siguientes tratamientos.

- **En insectos de ciclo larvario.** La larva se encuentra en el interior de la madera, lo que hace necesario introducir insecticida para que al entrar en contacto elimine al insecto. La aplicación puede ser inyectando insecticida líquido o gases que sean capaces de introducirse hasta el interior de la madera, mediante un tratamiento térmico u otros más sofisticados.
- **En caso de termitas.** En este caso, el insecto no vive en el interior de la madera, por lo que su eliminación es difícil. Existen trazadores radioactivos mediante soluciones ionizantes (Na24, P32, Cl36, Ca45), con los que se capturan varios insectos, los que son sumergidos en una solución radiactiva y se les sigue hasta su termitero y al localizarlo se procede a su destrucción.

Por el alcance.

Tratamientos superficiales. Se caracterizan porque la penetración del protector en la madera apenas supera unos milímetros de profundidad. Son recomendables en la prevención de ataques superficiales como la mancha azul. No son indicados en los casos de ataques en profundidad, como es el caso de hongos a mediano y largo plazo, cuando vaya a estar expuesta a riesgos de humedades más o menos constantes, o del ataque de termitas, como es el caso de maderas situadas en el interior de la vivienda.



Estos tipos de tratamientos son aplicados mediante brochas, pulverizadores o inmersión rápida de la madera en un producto protector formado a partir de insecticidas y fungicidas. La penetración de unos milímetros del producto químico es suficiente como para evitar los ataques superficiales. La profundidad del tratamiento va a depender del tipo de producto, fundamentalmente del tipo de disolvente, la mayor o menor penetrabilidad de la madera y de las condiciones de esta.

Tratamientos en profundidad. Son los más indicados cuando la madera está expuesta a humedad del exterior, o en contacto con el suelo o bien tenga el riesgo de ataques de termitas a pesar de estar en el interior. Existen varios sistemas, entre los que destaca el boucherie o de sustitución de savia, en el cual se introduce la madera en un depósito por varios minutos para que el producto protector vaya ocupando la savia del árbol. Los productos utilizados son sales, que con la humedad de la madera y con el movimiento de la savia se introducen al interior por difusión. Este tratamiento se aplica a maderas que se utilizan en cierros y estacas en general.

Otro sistema es el caliente y frío, en el que se introduce la madera en un depósito con agua caliente por algunos minutos para abrir los poros, lo que facilita la entrada del producto protector y luego se introduce la madera por varias horas en otro depósito que contiene las sales protectoras. Este tratamiento es utilizado para postes, vigas y piezas que en general quedarán a la intemperie.

Existe un tratamiento en autoclave, el que por ser de carácter industrial es el único que puede garantizar su profundidad, las retenciones del producto protector y con ello su eficiencia. La autoclave es un sistema conformado por un cilindro de acero, una bomba de vacío y otra de presión. Con la bomba de vacío se extrae el aire de la madera conjuntamente con abrir los poros y con la bomba de presión se introduce el producto protector. Según la facilidad o dificultad de tratamiento y el tipo de producto utilizado, será diferente el vacío, la presión y el tiempo de cada una de las fases del tratamiento.

Ventajas del uso de madera como material de construcción.



Producto Natural. La madera es un producto de origen natural y renovable, cuyo proceso productivo en relación a otros productos industrializados, requiere un bajo consumo energético y respeta la naturaleza. Constituye uno de los escasos materiales de construcción de origen natural, lo que, a priori, le proporciona una serie de ventajas en relación a los demás. La madera de uso corriente no es tóxica, no genera olores o vapores tóxicos de origen químico, por lo tanto, es segura al tacto y manejo. A diferencia de otras materias primas, la madera cuando envejece o deja de realizar su función estructural, no constituye ningún peligro para el medio ambiente, ya que es fácilmente renovada.

Excelente Aislante. El aislamiento es un aspecto importantísimo para la reducción de la energía utilizada en la calefacción y climatización de edificios. La madera es un aislante natural que puede reducir la cantidad de energía necesaria para la climatización de espacios especialmente cuando se utiliza en ventanas, puertas y suelos. Presenta buenas condiciones naturales de aislamiento térmico y absorción acústica.

Fácil de Trabajar. Se trata de una materia prima muy versátil que puede ser usada de forma muy variada y que cumple con ciertas especificaciones, de acuerdo con el tipo de aplicación deseada. Permite conexiones y empalmes fáciles de ejecutar.

Propiedades físico-mecánicas. Fue el primer material empleado, capaz de resistir tanto a esfuerzos de compresión como de tracción. Tiene una baja masa, baja densidad y alta resistencia mecánica. Puede presentar la misma resistencia a compresión de un concreto de resistencia razonable. La resistencia a la flexión puede ser aproximadamente diez veces superior a la del hormigón, así como la resistencia al corte. No se deshace cuando se le somete a golpes bruscos que pueden provocar daños a otros materiales de construcción.

A nivel de salud, contribuye a evitar dolencias de reumatismo y de vías respiratorias, por estabilizar la humedad, y filtrar y purificar el aire. El campo bioeléctrico natural de la madera proporciona además un estado de equilibrio en el cuerpo humano, la madera permeable a las radiaciones naturales, por otra parte las propiedades acústicas de la madera son ampliamente reconocidas, absorbe una parte importante de la energía de las ondas que recibe, con la consiguiente reducción de la polución acústica. La vivienda de madera es una casa silenciosa, lo que reduce el estrés de sus habitantes. Y al contrario de lo que muchas personas creen, la madera es un buen material de construcción.



Ubicación de ductos, cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas en viviendas en madera.

Una de las ventajas que ofrece el sistema de construcción de vivienda con estructura en madera, es utilizar espacios libres en cualquier tipo de entramado para ubicar ductos y cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas, que se requieren en toda vivienda. Además, estos espacios son aprovechados para el aislamiento térmico, que permite asegurar un ambiente cálido en invierno con ahorro significativo de energía y fresco en el período estival. Al materializar las instalaciones en estas condiciones se logra un ahorro de materiales, de mano de obra y disminución en plazos para la ejecución y puesta en servicio.

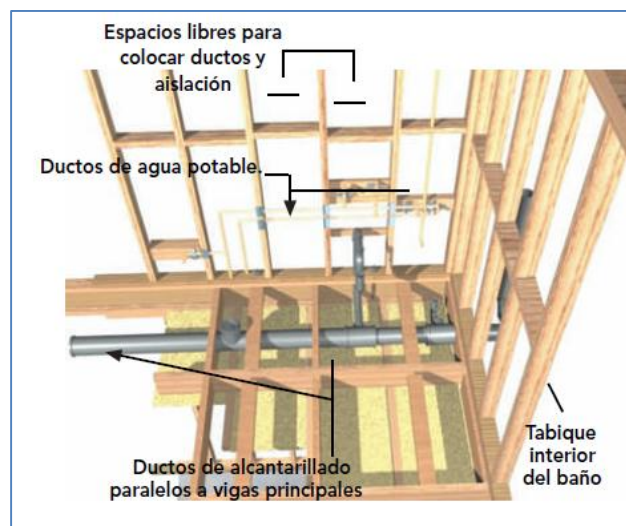


Figura 110. Colocación de ductos de alcantarillado y agua potable en los espacios que generan las estructuras de madera.

La disposición de los artefactos de baño por arquitectura debe ser proyectada en línea, con el objeto que la o las cañerías de descarga del alcantarillado, se dispongan en forma paralela a las vigas principales o secundarias de la plataforma de piso, entrepiso y pie derecho de tabiques.

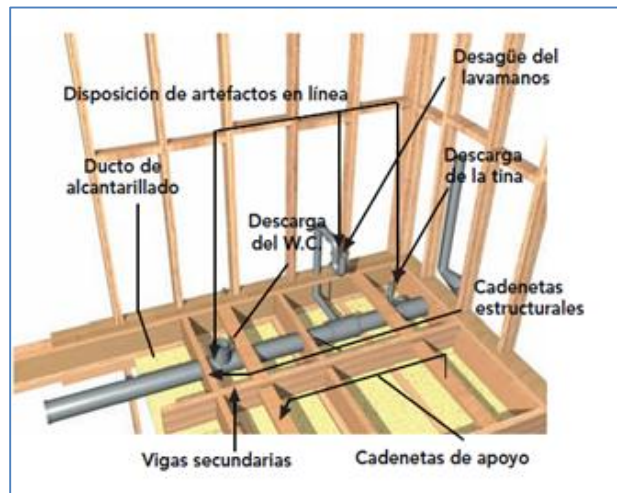


Figura 111. Descargas de artefacto de W.C., lavamanos y tina dispuestos en línea.

En el caso de alcantarillado para dos baños en segundo piso, se deben estudiar la disposición de los artefactos, las líneas de descargas y la forma de evacuar las aguas servidas por una sola cañería registrable al primer piso, directo a cámara.

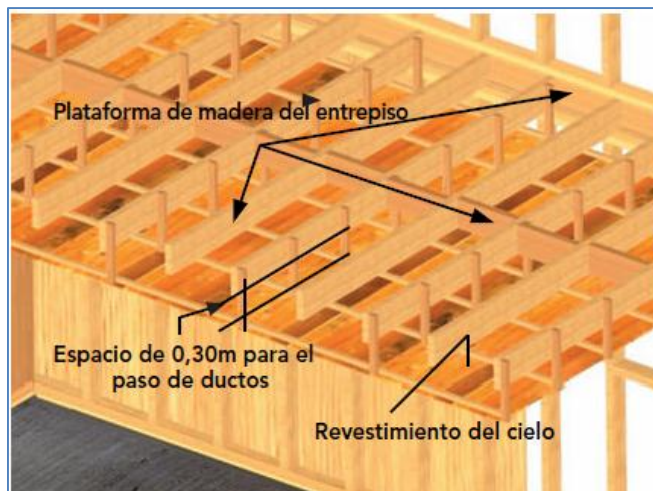


Figura 112. Cielo falso para el paso de ductos de alcantarillado

Diseñar e instalar piezas especiales que deben ser incorporadas a la estructura para instalación de elementos eléctricos y/o artefactos.

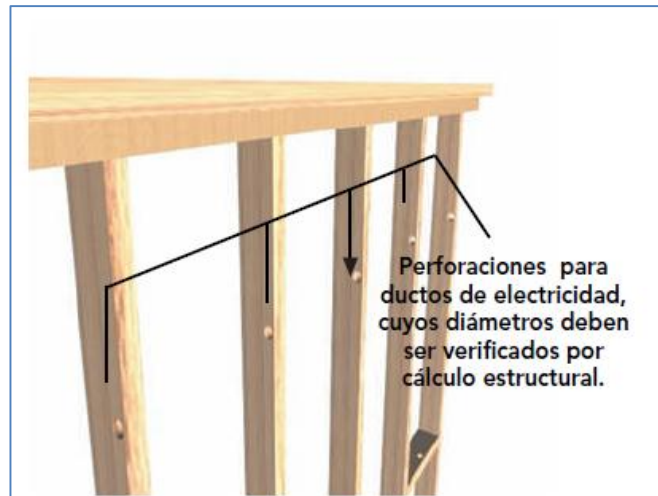


Figura 113. Ubicación y tamaño de perforaciones según ducto definido por proyecto.

Colocación de pletinas metálicas en pie derecho de tabiques, que requieren ser perforadas en una instalación de ductos eléctricos, la finalidad de instalar estas pletinas es proteger el ducto de posibles perforaciones que se requieran para instalación de revestimientos u otros.

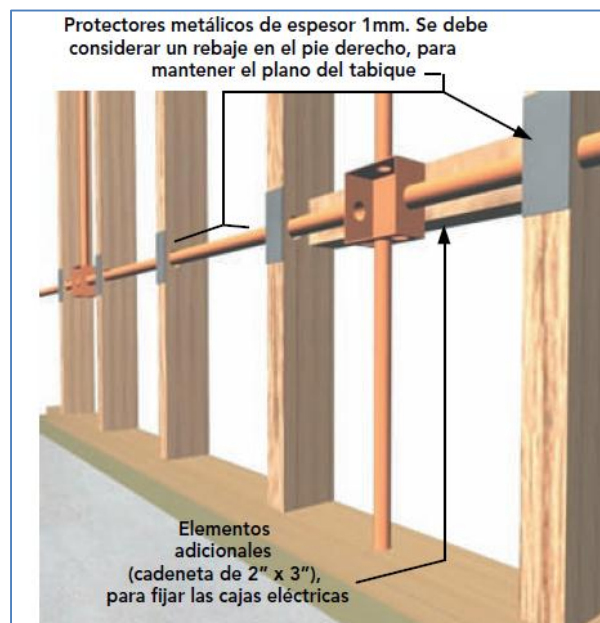


Figura 114. Consideraciones para la instalación, fijación y protección de ductos y accesorios.

Los refuerzos de madera necesarios para la colocación de la grifería y artefactos sanitarios, deben ser fijados a las estructuras de la vivienda, para luego ubicar en su posición definitiva

los artefactos. La tina se coloca antes que el revestimiento de muros, a fin de asegurar y evitar filtraciones a la estructura por mal sellado. La grifería se debe conectar después de haber terminado con el revestimiento interior de los tabiques. Los demás artefactos se instalan después de los revestimientos, pero se debe prever la colocación de los refuerzos necesarios para su fijación.

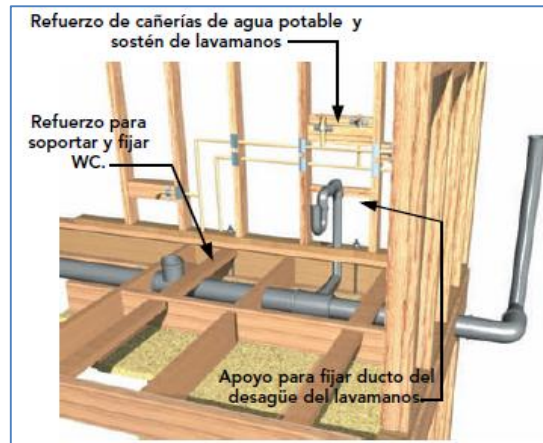


Figura 115. Ubicación de refuerzos a considerar en el diseño para fijar los ductos de las instalaciones.

Para cañerías y ductos que no pueden ser colocados, ya sea entre elementos de la plataforma de piso superior o a través de ellos, está la opción de generar un cielo falso, por el cual pueden proyectarse.

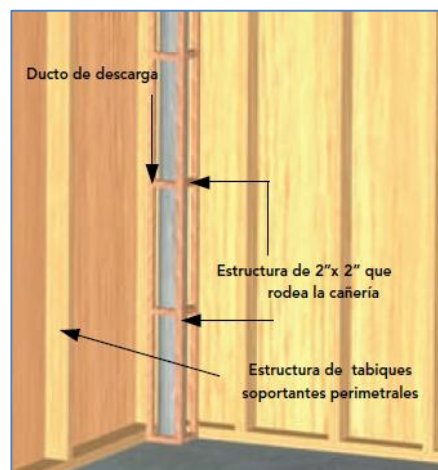


Figura 116. La cañería baja en una esquina a la cual se adosa una estructura de madera que será revestida quedando oculta, aparentando un pilar

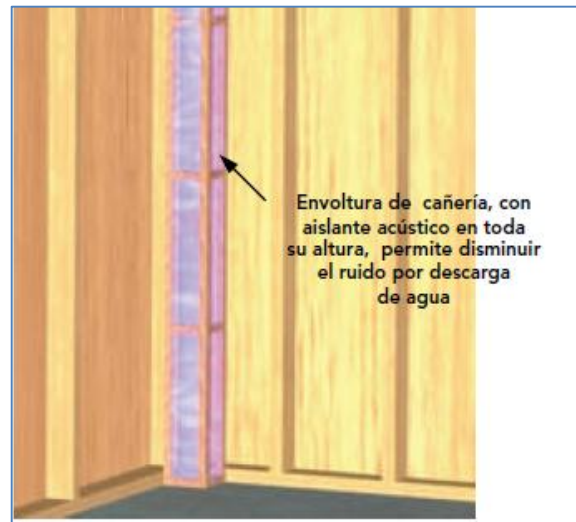


Figura 117. Cañería envuelta con lana de vidrio papel una cara.



Figura 118. Se reviste la estructura de madera con el mismo material de los muros.

Para la construcción de viviendas en madera es de vital importancia conocer y aplicar los requisitos para su construcción según el título G del reglamento colombiano sismo resistente (NSR 10), este título está compuesto por capítulos en el cual da a conocer los requisitos de calidad para la madera estructural, bases para el diseño estructural, diseño de elementos solicitados por flexión, diseño de elementos solicitados por fuerza axial, diseño de elementos solicitados por flexión y carga axial, uniones, diafragmas horizontales y muros de corte,



armaduras, sistemas estructurales, aserrado, preparación, fabricación, y construcción, montaje y mantenimiento de la madera.

8. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

Con la realización del análisis de factibilidad se logró determinar la viabilidad económica de la construcción de viviendas en madera como método alternativo en la zona urbana del municipio, la cual se deriva aspectos técnicos y económicos expuestos en la investigación realizada, de igual manera con base al prototipo de vivienda se da a conocer la viabilidad tanto económica como técnica con el empleo de la especie maderable pino, como elemento principal, dando a conocer sistema estructural, cimentación, detalles que pueden mejorar los procesos constructivos en las viviendas de la región generando durabilidad y confort, por lo cual es fundamental realizar capacitaciones a nivel municipal en aspectos de patologías, tratamientos y mantenimiento de las viviendas en madera garantizando su funcionalidad.

En el ámbito reglamentario aunque no se cumple con el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 para viviendas en madera, se enfatiza en el respectivo cumplimiento haciendo conocer el reglamento puesto que maestros de la zona el método constructivo es empírico, donde es de vital importancia dar a conocer como profesionales en el campo de la construcción, puesto que nuestro departamento se encuentra en zona sísmica alta y por ende las probabilidades de ocurrencia de un movimiento telúrico es alta, la cual conlleva a la preservación y conservación de los bienes y de la vida de sus residentes.

Como resultados de esta investigación se puede concluir la falta de información de la norma NSR-10 en construcción de viviendas tanto en madera como sistema pórtico, la construcción empírica por parte de los maestros y la falta de conocimiento de las zonas sísmicas en Colombia, por esta razón es un gran reto cambiar el pensamiento tradicionalista en la construcción de viviendas que garanticen preservar la seguridad y bienestar de sus residentes, pero con la realización de estas investigaciones se puede cambiar un poco la concepción de la madera como elemento de construcción y claro esta contribuir con la innovación arquitectónica en la región especialmente en la zona urbana del municipio de San Francisco.



8.1 BENEFICIOS E IMPACTO SOCIAL DEL PROYECTO.

El impacto social que tendrá esta investigación en la etapa de realización será positivo donde el objetivo propuesto se puede realizar satisfactoriamente primero implementando el cambio de método tradicional en este caso sistema pórtico en la realización de viviendas por el método de construcción de viviendas en madera cumpliendo con requerimientos establecido en nuestro país norma (NSR-10).

Los efectos positivos en la acogida de esta investigación es lograr incentivar la construcción de viviendas en madera, como incentivar la forestación de bosques en la obtención de la materia prima, los efectos negativos que podría tener en la colocación en marcha del proyecto, sería en el aspecto ambiental puesto que organizaciones medio ambientales no estarían de acuerdo en la generación de materia prima como la madera en la realización de las viviendas, la cual ocasionaría choques a nivel ambiental y económico y los beneficios que generaría sin duda es la obtención de empleo y la adquisición de conocimientos en la construcción de las viviendas y la respectiva aplicación de la norma NSR-10 título G construcción de viviendas en madera y guadua, como también la innovación arquitectónica en la región y futuros proyectos de urbanización.

8.2 IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.

Con el resultado del análisis de factibilidad en la construcción de viviendas en madera como método alternativo en el municipio de San Francisco, se pueden ejecutar proyectos sostenibles y viablemente ejecutables teniendo en cuenta aspectos económicos, ambientales y sociales, que contribuyan con la demanda constructiva en la región fomentando el cumplimiento de la normatividad en nuestro país y el uso racional del elemento maderable en la región.

9. CONCLUSIONES.

Como conclusión general se puede evidenciar la falta de implementación de proyectos de viviendas con empleo de otros materiales de construcción evidenciando más el método



tradicionalista aplicado en las zona como el sistema pórtico, la cual es un reto como profesionales en este amplio campo, la realización y ejecución de proyectos vanguardistas, innovadores, sostenibles y normativamente vigentes, y claro esta económicamente viables, que generen el crecimiento del sector constructor en Colombia y la generación de empleo contribuyendo en mejorar la condición de vida de la población en general.

10. RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones que se realizan es cambiar un poco el método tradicional en la construcción de viviendas y optar por otros métodos que pueden ser más económicos, estéticamente más modernos, ayuden en el bienestar y confort de sus residentes, cumpla con los requerimientos de construcción de viviendas sismo resistentes, y la generación de conciencia en incentivar a la forestación de bosques para la obtención de la materia prima.

De igual manera conocer el reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 por parte de la comunidad en general, incentivar a las entidades gubernamentales a dar a conocer los riesgos de la no aplicación de la misma y la obligatoriedad de su uso, con el fin de preservar la vida y los bienes de los residentes de las viviendas en sistema pórtico y demás sistemas constructivos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

AIS, A. C. (2012). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE (NSR-10). BOGOTA D.C.

MURCIA, J. G. (2013). *ESTRUCTURAS*. BOGOTA, D.C. COLOMBIA: EDITORIAL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS.

PADT-REFORT, (1984), Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, 3ª Edición, Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de Recursos Forestales Tropicales, Junta del Acuerdo de Cartagena, Pacto Andino, Lima, Perú, 597 p.



Manifiesto de conformidad:

Mediante el presente documento FORMULACION PROYECTO PROFESIONAL alumno del programa académico CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA manifiesto conformidad con la propuesta que he presentado para el desarrollo del Proyecto Final y me comprometo a realizar un trabajo de autoría propia y carácter original.

En, Colombia, 1 días del mes de JUNIO

Firma:

CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA.

Resultado de la evaluación:

Observaciones.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS