



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA
CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE
VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ**

PRESENTADA POR

IVÁN ENRIQUE CHÁVEZ ALVITEZ

EDWIN JESÚS SALAZAR CAMPOS

ASESOR

JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial – Compartir igual
CC BY-NC-SA**

Los autores permiten transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA
CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE
VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO -
PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

CHÁVEZ ALVITEZ, IVÁN ENRIQUE

SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS

LIMA - PERÚ

2018

Dedicatoria

A mi padre, Julio Enrique Chávez Tello, quien desde el cielo me observa y me cuida; compartió conmigo su sabiduría que solo un padre pudo darme, y se convirtió en mi ejemplo a seguir y superar. Para él es esta tesis.

Chávez Alvitez, Iván Enrique

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios y a la Virgen María, por el regalo más preciado, la vida con buena salud, fortaleza y sabiduría para afrontar los retos y metas que me he propuesto, permitiéndome llegar a este paso tan importante de mi formación profesional, pidiéndoles que sigan brindándome la satisfacción de superarme en cada momento.

En segundo lugar, a mi Familia, mi padre Eugenio, a mi madre Silvia, a mis cuatro hermanos Kathy, Cristian, Jessica y Eduardo, y también a mi angelita Peggy, que son la razón por la que he logrado superarme día a día, siendo mi motor y ejemplo para seguir adelante, brindándome su comprensión, amor y apoyo incondicional.

Salazar Campos, Edwin Jesús

Agradecimiento

Primero, a mi madre, Yessica Cecilia Alvites Barrantes, quien ha sido la persona que me permitió realizar mi tesis, llevando un gran peso encima para poder continuar con mi carrera.

Segundo, a nuestros asesores, el Ingeniero Wilson Segura y el Ingeniero Iván Medrano, quienes aportaron con tanto conocimiento técnico, invaluable para la persona que sabe apreciar lo que cuesta su información.

Tercero, a toda mi familia, quienes fueron el apoyo para poder realizar mi tesis, permitiéndome estar en una empresa que tiene mucho que aportar a mi proyecto de vida.

Chávez Alvitez, Iván Enrique

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios y a la Virgen María, por colocar en mi camino a todas aquellas personas que me apoyaron en todo momento para poder realizar este gran paso de mi formación profesional.

En segundo lugar, a Mis Padres, hermanos y toda mi Familia, por su incondicional amor, fortaleza, comprensión y apoyo brindado en cada momento para poder culminar mi investigación de tesis.

En tercer lugar, a nuestros asesores, el Ing. Wilson Segura e Ing. Iván Medrano, por su apoyo y asesoramiento, brindando su tiempo e información vital para esta presente investigación y Al Ing. Paulo Salguero y compañeros de trabajo, por su apoyo y comprensión para la participación en esta presente investigación.

Por último. a nuestra Universidad y asesores asignados, por el conocimiento brindado y preparándonos como profesionales éticos y competitivos.

Salazar Campos, Edwin Jesús

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Situación problemática.....	17
1.2 Definición del problema.....	21
1.3 Formulación del problema.....	21
1.3.1 Problema general.....	21
1.3.2 Problemas específicos.....	22
1.4 Objetivos	22
1.4.1 Objetivo general.....	22
1.4.2 Objetivos específicos	23
1.5 Justificación	23
1.6 Limitaciones	25
1.7 Viabilidad	25
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	27
2.1 Antecedentes del problema	27
2.2 Bases teóricas	32
2.3 Definiciones de términos básicos.....	65
CAPITULO III. METODOLOGIA	68
3.1 Hipótesis	68
3.1.1 Hipótesis general	68
3.1.2 Hipótesis específicas	68
3.2 Variables	69
3.2.1 Variable independiente general	69
3.2.2 Variable dependiente general	69
3.2.3 Variables independientes específicos	69
3.2.4 Variables dependientes específicos.....	70
3.3 Diseño metodológico	71
3.4 Métodos, materiales y equipos	72
CAPITULO IV. DESARROLLO	83
4.1 Ensayos	83
4.2 Diseño estructural con madera Capirona.....	131
4.3 Planilla de metrados	161

4.4 Costos unitarios	174
CAPITULO V. RESULTADOS	184
5.1 Resultados de ensayos físicos y mecánicos.....	184
CAPITULO VI. DISCUSIÓN	196
CONCLUSIONES	201
RECOMENDACIONES	202
FUENTES DE INFORMACIÓN	203
ANEXOS	205

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla 1.	Características de la madera Capirona	44
Tabla 2.	Producción de madera Capirona por Departamento	44
Tabla 3.	Aserraderos de Chiclayo con mayor producción de madera Capirona	52
Tabla 4.	Costo de madera Capirona por aserradero en la ciudad de Chiclayo	54
Tabla 5.	Cuadro de normas empleadas en la presente tesis	55
Tabla 6.	Equipos utilizados en laboratorio	77
Tabla 7.	Propiedades mecánicas de la madera Capirona en Grupo B	131
Tabla 8.	Identificación de paneles de la vivienda con estructura de madera	171
Tabla 9.	Partidas de estructura de madera Capirona	172
Tabla 10.	Planilla de metrados del Módulo de vivienda con madera Capirona	173
Tabla 11.	Costos unitarios - estructura de vivienda con madera Capirona	181
Tabla 12.	Resumen de resultados de contenido de humedad	184
Tabla 13.	Resumen de resultados de densidad de la madera	185
Tabla 14.	Resumen de resultados del ensayo de compresión	185
Tabla 15.	Resumen de resultados del ensayo de flexión	186
Tabla 16.	Resumen de resultados del ensayo de corte	186
Tabla 17.	Resumen de metrados de elementos estructurales	189
Tabla 18.	Resumen de metrados de soporte para muro	190

Tabla 19.	Resumen de metrados de muro de fibrocemento	190
Tabla 20.	Presupuesto del Módulo de Vivienda con Madera Capirona	191
Tabla 21.	Cuadro de costos de material noble	192
Tabla 22.	Cuadro de costos de madera Capirona	192
Tabla 23.	Cuadro comparativo entre el diseño con material noble y el diseño con madera Capirona	193
Tabla 24.	Cuadro Comparativo entre el diseño con material noble y el diseño con madera Capirona en \$ y en %	193
Tabla 25.	Cronograma de ejecución de estructura de madera Capirona	194
Tabla 26.	Costo por Pie ² de elementos estructurales (Otras Zonas)	196
Tabla 27.	Costo por Pie ² de soporte de muro de madera Capirona (otras zonas)	197
Tabla 28.	Costo total de planchas de fibrocemento (otras zonas)	197
Tabla 29.	Costo por Pie ² de elementos estructurales (zonas de producción)	198
Tabla 30.	Costo por Pie ² de soporte de muro de madera Capirona (zona de producción)	198
Tabla 31.	Costo total de planchas de fibrocemento (zonas de producción)	199
Tabla 32.	Costo total de solo la estructura con material noble	199
Tabla 33.	Cuadro comparativo de costo de estructuras	200
Tabla 34.	Cuadro comparativo de costo en dólares de estructuras	200

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Perú: Hogares con déficit cuantitativo de vivienda, 2013 - 2017 en porcentaje	18
Figura 2. Perú: Hogares con déficit cualitativo de vivienda, 2013 - 2017 en porcentaje	18
Figura 3. Perú: % Hogares con déficit habitacional, 2013 - 2017	19
Figura 4. Permisos y autorizaciones forestales maderables	33
Figura 5. Extracción de madera en la Selva	34
Figura 6. Lanchas de traslado de madera – “Chatas”	34
Figura 7. Almacenamiento de la madera en el aserradero	35
Figura 8. Partes del tronco – parte I	35
Figura 9. Partes del tronco – parte II	36
Figura 10. Cortes del tronco	38
Figura 11. Tipos de corte según su orientación	38
Figura 12. Instalación de plantaciones forestales, año 2016	39
Figura 13. Instalación de plantaciones forestales ejecutadas por AGRORUAL – Campaña 2016-2017	40
Figura 14. Superficie reforestada y por reforestar en Perú	40
Figura 15. Resumen de producción de productos maderables	42
Figura 16. Materiales predominantes para la vivienda en el Perú	42
Figura 17. Producción de madera rolliza por departamento	45
Figura 18. Gráfico de producción de madera rolliza por especie (m3)	46
Figura 19. Producción de madera aserrada por departamento	47
Figura 20. Gráfico de producción de madera aserrada por departamento	47

Figura 21.	Gráfico de producción de madera aserrada por especie de mayor producción (m3)	48
Figura 22.	Exportación de productos forestales maderables por producto y valor FOB (\$), año 2016	49
Figura 23.	Gráfico de exportación de productos forestales maderables por producto y valor FOB (\$), año 2016	49
Figura 24.	Importación de productos forestales maderables por producto y valor CIF (US\$), año 2016	50
Figura 25.	Gráfico de importación de productos forestales maderables por producto y valor CIF (US\$), año 2016	51
Figura 26.	Gráfico de costo de madera Capirona por aserradero en la ciudad de Chiclayo	54
Figura 27.	Variación de resistencia con el contenido de humedad	58
Figura 28.	Clasificación por densidad básica en gr/cm ³	63
Figura 29.	Clasificación por Módulo de Elasticidad en Kg/cm ²	63
Figura 30.	Clasificación por Esfuerzos Admisibles en Kg/cm ²	63
Figura 31.	Lista de especies agrupadas para uso estructural	64
Figura 32.	Máquina de cinta de vueltas	72
Figura 33.	Máquina de disco	72
Figura 34.	Máquina tableadora	73
Figura 35.	Máquina radial	73
Figura 36.	Máquina cepilladora	74
Figura 37.	Probetas para ensayo de contenido de humedad	75
Figura 38.	Probetas para ensayo de densidad básica	75
Figura 39.	Probetas para ensayo de compresión paralela a la fibra	75
Figura 40.	Probetas para ensayo de flexión	76

Figura 41.	Probetas para ensayo de corte paralela a la fibra	76
Figura 42.	Plano de arquitectura del Módulo de Vivienda Social	78
Figura 43.	Plano de estructuras del Módulo de Vivienda Social	79
Figura 44.	Plano de elevación principal del Módulo de Vivienda Social	79
Figura 45.	Presupuesto del diseño con material noble	80
Figura 46.	Plazo de ejecución contemplado en el presupuesto	82
Figura 47.	Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles	84
Figura 48.	Dimensionamiento del Módulo de Vivienda Social	131
Figura 49.	Peso propio de entablados de madera (Kg/m ²)	132
Figura 50.	Propiedades de escuadría	135
Figura 51.	Peso propio de vigas secundarias de madera en Kg/m ²	141
Figura 52.	Factor K – Longitud efectiva	153
Figura 53.	Esfuerzos máximos admisibles para diseño en Kg/cm ²	154
Figura 54.	Módulo de elasticidad columnas E. mínimo en kg/cm ²	155
Figura 55.	Relación de esbeltez límite entre columnas intermedias y largas	155
Figura 56.	Carga admisible por clavo – simple cizallamiento(63mm)	157
Figura 57.	Espesores mínimos y penetración de clavos sometidos a cizallamiento simple	158
Figura 58.	Dimensionamiento de listón de apoyo	160
Figura 59.	Unidades para comercializar la madera	161
Figura 60.	Secciones preferenciales PADT – REFORT	162
Figura 61.	Estructura del Módulo de Vivienda P. Techo Propio	170
Figura 62.	Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio	170

RESUMEN

En la presente tesis se promueve el uso de la madera Capirona como material de uso estructural para las construcciones, enfocado a sectores de bajos recursos, demostrando mediante ensayos físicos y mecánicos su resistencia y evaluando un Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio para demostrar su optimización al ser usada como material estructural, teniendo en cuenta los conceptos básicos del proyecto y de las construcciones de viviendas con madera, cumpliendo con los parámetros y especificaciones de la Norma Técnica Peruana E.010 y del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. La metodología empleada fue comparativa, porque se usaron cuadros de los resultados entre el diseño con material noble y del diseño con madera, comparando la evaluación técnica y económica, para la elección del diseño más óptimo para la construcción de viviendas sociales.

La problemática de este proyecto se analizó en base del poco conocimiento que se tiene sobre las construcciones con madera, el desconocimiento de sus propiedades y ventajas del empleo de este material como uso estructural. Asimismo, el objetivo general de la tesis, consiste en dar a conocer el diseño más óptimo para la construcción de viviendas sociales.

Por otro lado, puesta en práctica la hipótesis de la solución se corroboró que el diseño con madera Capirona es excelente para las construcciones de viviendas sociales, reduciendo los costos y tiempos de ejecución, favoreciendo este material aparte de ser renovable y menos contaminante.

Palabras clave: Madera Capirona, material noble, vivienda social, Programa Techo Propio

ABSTRACT

This thesis promotes the use of Capirona wood as a material for structural use for buildings, focused on low-income sectors, demonstrating physical and mechanical trials of wood and evaluating a housing module of the roof program itself optimization and resistance to being used as a structural material, taking into account the basic concepts of the project and the housing construction with wood, complying with the parameters and specifications of the Peruvian Technical Standard E.010 and the Manual of Design for Maderas of the Andean Group. The methodology used was comparative, because of the design and the design of the most optimal design for the construction of social housing.

The problem of this project was analyzed on the basis of the little knowledge that it had about the constructions with wood, the ignorance of its properties and advantages of the use of this material as structural use. Also, the general objective of the thesis, is to publicize the most optimal design for the construction of social housing.

On the other hand, put into practice the hypothesis of the solution that the design with Capirona wood is excellent for the construction of social housing, reducing costs and execution times, please this material apart from being renewable and less polluting.

Keywords: Capirona wood, noble material, social housing, Own Roof Program

INTRODUCCIÓN

En el Perú, se tiene una amplia extensión de bosques, con la capacidad suficiente para impulsar un sistema constructivo sostenible a través del tiempo, además de ser un material ecológico y económico, los estudios realizados sobre la madera no han sido tan extendidos como los estudios para material noble, desaprovechando la gran capacidad que este material ofrece.

En esta investigación se promueve el empleo de la madera, evaluando la especie Capirona en el sector construcción, sobre todo en las viviendas sociales, debido al déficit de viviendas en sectores más pobres, utilizando la madera como parte integral de la estructura, ya que al igual que el material noble, tiene como base el cálculo de las cargas vivas y muertas que soportara la estructura principal. Los pórticos de madera son más económicos, rápidos y ecológicos que los pórticos construidos con material noble.

Pero, si bien existe una gran diversidad de calidades para maderas estructurales, la mayoría de profesionales desconocen el gran potencial que ofrece esta madera. Por ello, se promueve el diseño y construcción en base a la madera, específicamente la denominada Capirona, puesto que presenta excelentes propiedades físicas y mecánicas, a un costo menor al de otras maderas estructurales similares.

Muchas de las personas que acuden a los programas sociales para viviendas del estado no cuentan con los ingresos necesarios para construir en material noble, y es por esto, que ocurre un déficit habitacional a lo largo del territorio

nacional, además de que tienen la creencia de que el material noble es el único y verdadero material para la construcción.

Asimismo, el objetivo principal de la tesis es comparar y evaluar el diseño con material noble y el diseño con madera Capirona para la optimización de un Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio; mientras que, en los objetivos específicos determinamos demostrar que efectivamente la madera Capirona se encuentra dentro del grupo de maderas estructurales según la norma E 010; determinar la solución más económica y de menor tiempo de ejecución; y por último, dar a conocer que para una estructura de madera el costo de mantenimiento post-construcción es menor a una estructura de material noble.

En lo referente a la hipótesis se planteó el diseño de una vivienda con madera Capirona siendo ser más óptimo que la construcción con material noble, siendo la madera una pieza integral de la estructura de una vivienda social, pero, también tenemos ciertas limitaciones, debido tiempo para la investigación, no se profundizó en los tiempos de extracción de la madera, no se contó con un amplio conocimiento de la madera ante los agentes biológicos y su resistencia real ante el fuego.

Finalmente, tiene como fin ser un apoyo para el aprendizaje de futuros profesionales interesados en la construcción con madera, proporcionando conocimiento y demostrando que la madera como uso estructural al emplearlo en las construcciones cumple con una buena resistencia, demostrando diversas ventajas, brindando calidad y durabilidad, siendo un material renovable y no contaminante, optimizando en lo económico y en tiempo de ejecución.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

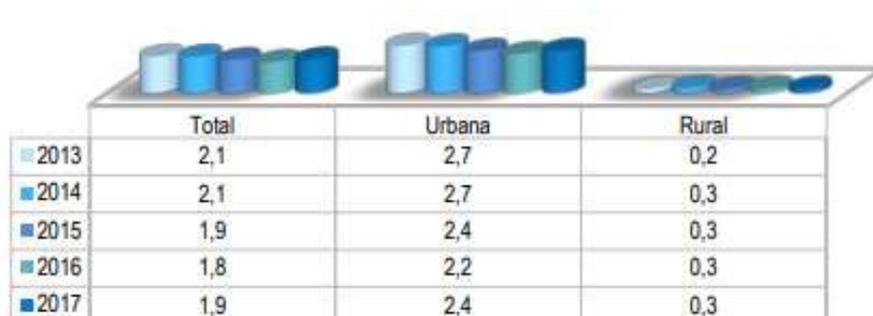
1.1 Situación problemática

En nuestro país, actualmente existe una gran problemática sobre la construcción, reparación y mantenimiento de viviendas, debido al déficit cuantitativo y cualitativo de viviendas, siendo testigos de este problema tan evidente, únicamente recorriendo sobre todo en las zonas de bajos recursos, visualizando en el camino el deterioro de muchas estructuras de material noble que son afectadas a lo largo de los años por distintas causales.

La mayoría de viviendas que existen, las condiciones no son las adecuadas, son inhabitables y otras es necesario mantenimiento urgente ante posibles fenómenos naturales, siendo el costo de construcción y mantenimiento elevado y es mayor el tiempo de ejecución, ya que la mayoría de viviendas son de material noble, esto afecta a zonas de bajos recursos.

Los resultados del INEI (2017), afirma que: “En el año 2017 a nivel nacional, el 1,9% de los hogares presentan déficit cuantitativo de vivienda. Asimismo, en el área urbana el 2,4% de los hogares presentan déficit cuantitativo de vivienda. Respecto al año anterior, el área urbana aumentó en 0,2%.

Figura 1. Perú: Hogares con déficit cuantitativo de vivienda, 2013 – 2017 en porcentaje



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales, Año 2003-2017, Pag.181

Los resultados del INEI (2017), menciona que: “El 9,3% de hogares a nivel nacional presentan déficit habitacional cualitativo. Esta característica se presenta en mayor porcentaje en el área rural del país con 19,2%, mientras que, en el área urbana alcanza el 6,3%. En comparación con el año 2016, a nivel nacional, este porcentaje disminuyó en 0,6 %”.

Figura 2. Perú: Hogares con déficit cualitativo de vivienda, 2013 – 2017 en porcentaje



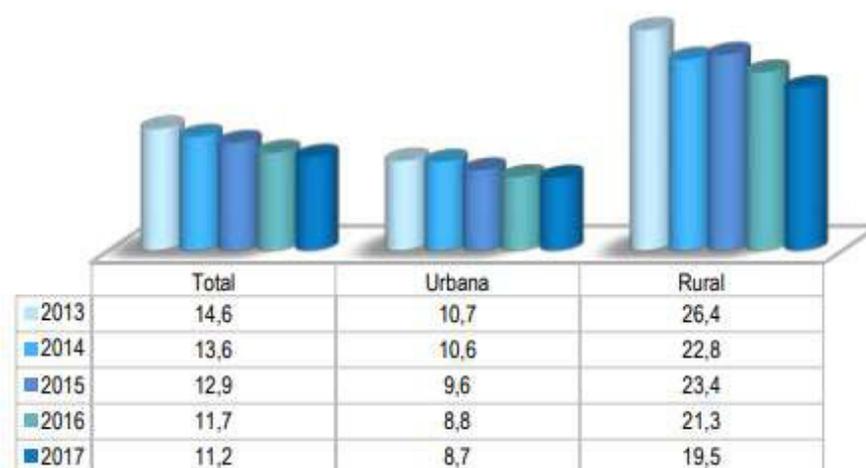
Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales, Año 2003-2017, Pag.182

Los resultados del INEI (2017), indica que: “El 11,2% de los hogares a nivel nacional tienen déficit habitacional, siendo el área rural el de mayor porcentaje de hogares con déficit habitacional con 19,5%, mientras que el área urbana presenta el 8,7%”.

En comparación con el año 2016, a nivel nacional, este porcentaje disminuyó en 0,5 puntos porcentuales.

Consideramos hogares que tienen déficit habitacional, aquellos que tienen déficit cuantitativo y a su vez también déficit cualitativo.

Figura 3. Perú: % Hogares con déficit habitacional, 2013 – 2017



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales, Año 2003-2017, Pag.182

En nuestro país, los bosques cubren una superficie aproximadamente de 73 millones de hectáreas, representando un 60 % de la superficie del territorio nacional, y aproximadamente un 30% del territorio nacional es apto para la extracción de la madera, esto nos permite analizar a la madera como un material de uso estructural en viviendas, en donde principalmente los materiales exclusivos para las construcciones es el concreto y el adobe, sin tener conocimiento de que la madera es un material renovable, no contaminante y de bajo costo, que cumpliendo con los parámetros y diseños correctos que están establecidos por la

Norma E 0.10, nos permite obtener la misma calidad, durabilidad y un menor tiempo de ejecución.

Como Keenan (1987) menciona: “Las investigaciones y datos acerca del comportamiento físico y mecánico de la madera no se tienen en cuenta por parte de los ingenieros, ya que los conocimientos de las técnicas empleadas al trabajar con este material, los adquieren empíricamente”. Por ello, no se logra saber las propiedades y ventajas que tiene la madera como uso estructural.

Existen diversas especies de maderas de uso estructural incluidas en la Norma E.010, dentro de ellas está la especie Capirona, pero debido al poco conocimiento del empleo de este material en las construcciones, no se logra explotar el gran potencial que tiene para optimizar costos y tiempos de ejecución, aparte de ser un material renovable y menos contaminante que otros materiales exclusivos para la construcción.

Se ayudaría a las personas que no logran tener solvencia económica para realizar una vivienda, el uso de la madera como estructural, siendo este un material resistente, brindando la misma calidad y durabilidad que una vivienda con otros materiales exclusivos para la construcción.

Existen programas sociales dirigidos a familias de bajos recursos para la construcción, reparación y mantenimiento de viviendas, uno de ellas es el programa techo propio, donde brinda facilidades de pago y apoyo monetario, al emplear solo material noble, es un costo elevado.

En respuesta a esta situación para reducir los costos, nace la propuesta de utilizar la madera denominada “Capirona” como material estructural, para la optimización de un módulo de vivienda del programa techo propio, tomando como ejemplo para la evaluación del diseño, viviendas sociales en nuestro país.

1.2 Definición del problema

En nuestro país, el déficit habitacional es elevado, ya que existen viviendas en condiciones inadecuadas (déficit cualitativo) e inhabitables (déficit cuantitativo), sobre todo en zonas de bajos recursos, debido al alto costo de los materiales para su construcción, reparación y mantenimiento; actualmente existen programas del estado que brindan módulos de viviendas sociales para familias de bajos recursos, siendo estos todavía muy costosos por el empleo de material noble, desconociendo otros materiales como la madera denominada “Capirona”, que es un material renovable, resistente, económico, menos contaminante y de uso estructural, que en comparación, con otras maderas para construcción como el tornillo, quinilla y sobre todo material noble, es de bajo costo, y que cumpliendo con los diseños y parámetros establecidos por la Norma E0.10, nos brinda la misma calidad y durabilidad.

1.3 Formulación del problema

Para la formulación del problema lo hemos dividido en general y específicos, los cuales se detallan a continuación.

1.3.1 Problema general

¿En qué medida influye el comparativo del material noble y madera Capirona para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú?

1.3.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida los ensayos realizados influirán para corroborar la clasificación de la madera Capirona en el grupo B de maderas estructurales de acuerdo a la Norma E.010?
- b) ¿El análisis económico entre el material noble y madera Capirona influye en el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú?
- c) ¿Se podrá optimizar el tiempo de ejecución mediante el análisis del cronograma de ambos diseños para su construcción del módulo de vivienda del programa Chiclayo - Perú?
- d) ¿Será el mantenimiento post-construcción empleando madera Capirona, económico para el módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú?

1.4 Objetivos

Para la formulación del problema lo hemos dividido en general y específicos, que a continuación se detallan:

1.4.1 Objetivo general

Realizar el estudio comparativo de material noble y madera Capirona para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar los ensayos físicos y mecánicos que permitan corroborar la clasificación de la madera Capirona en el grupo de B maderas estructurales de acuerdo a la Norma E.010.
- b) Realizar el análisis económico entre el material noble y madera Capirona para determinar cómo influye en el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú.
- c) Elaborar el análisis del cronograma de ejecución de ambos diseños para determinar la optimización en el tiempo de ejecución del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú.
- d) Determinar el análisis del mantenimiento post-construcción de la madera Capirona, para determinar el menor costo de mantenimiento para el módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú.

1.5 Justificación

Las construcciones con madera tienen diversas ventajas, como material y como uso estructural, los cuales tenemos:

- Es un material natural, renovable y reciclable, donde su extracción se realiza mediante concesiones forestales con permisos otorgadas por parte del estado que garanticen su renovación, teniendo presente el respeto y cuidado de los bosques.
- Requiere un gasto de energía mínima para su aserrado y puesta en obra.

- La producción de la madera no necesita de energía fósil, ya que es un material natural y no libera sustancias perjudiciales para el medio ambiente.
- La madera es versátil y fácil de manipular, ya que se puede utilizar para diversos trabajos ya sea para mueblería, estructuras o acabados.
- Es un material con buen comportamiento ante el fuego, esto es debido a su baja velocidad de carbonización, conservando sus propiedades frente a temperaturas elevadas.
- La madera tiene un bajo costo respecto a otros materiales tradicionales, como el acero y el hormigón, empleados comúnmente en las construcciones, permitiendo realizar estudios sobre su uso como material estructural, reduciendo costos en obras como una vivienda, brindando la misma calidad y durabilidad, favoreciendo a personas de bajos recursos, por ello en la presente tesis se realiza el análisis para optimizar un módulo de vivienda del programa techo propio con el sistema poste - viga, tomado como modelo, para viviendas sociales.
- La madera Capirona a investigar en esta presente tesis, no necesita preservante, por ser muy dura y posee una adecuada resistencia a agentes biológicos, lo que la convierte en un material de gran durabilidad.
- Las viviendas construidas con madera de uso estructural, tienen un buen comportamiento sísmico, debido que posee una baja densidad, siendo este material más ligero y dúctil que otros convencionales.
- La variedad existente de elementos constructivos en madera en el mercado, permite realizar una construcción con este material.

1.6 Limitaciones

- No se profundizó en los tiempos de extracción de la madera y estudios de confort.
- No se contempló el diseño de escalera, ya que no se contempla en diseño base para la comparación de ambos diseños.
- No se realizó el diseño por sismo y viento, ello no es necesario para una vivienda unifamiliar de un piso.

1.7 Viabilidad

La viabilidad del siguiente proyecto se explica a continuación:

- a) Viabilidad técnica: los ensayos físicos y mecánicos de la madera, se contó con mano de obra calificada para la realización de muestras y la ejecución de los ensayos. En el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio, la comparación realizada se empleó material noble versus madera Capirona, contando con los planos de arquitectura e instalaciones otorgados por el programa techo propio.
- b) Viabilidad económica: en la presente tesis, se contó con solvencia económica por parte de los autores.
- c) Viabilidad social: no hubo inconvenientes para la realización de los ensayos y evaluación de la madera Capirona como uso estructural en las construcciones, demostrando los abundantes beneficios que traerá a la sociedad. Teniendo en cuenta, que en PERÚ las construcciones de madera están relacionadas a elementos temporales, en otros países desarrollados como EE.UU.

representan el principal material para viviendas. Por ello, se promueve su uso, ya que es un material renovable, no contaminante, económico y con menor tiempo de ejecución.

- d) Viabilidad operativa: los ensayos en el laboratorio se realizaron con el apoyo de personal capacitado. Teniendo en ambos diseños conocimientos adquiridos en la universidad, profundizando los estudios mediante información de libros e internet.

- e) Alternativas: las alternativas a la madera como elemento estructural es el bambú, dada su alta resistencia a la flexión y flexo-compresión, además su bajo costo y trabajabilidad adecuada para distintos ambientes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Para el presente estudio se recopiló diversos antecedentes de investigaciones sobre madera estructural, reuniendo cinco tesis a nivel nacional, siendo estos un apoyo para implementar nuestro conocimiento y para la elaboración de esta investigación.

Caso 1:

Tesis: “Clasificación Estructural de la Madera “CAPIRONA” *Calycophyllum Spruceanum*” de Mera Farias, Luis Alberto; Año 2002

La investigación se desarrolla sobre la especie maderable CAPIRONA (*calycophyllum spruceanum*) para complementar y profundizar el conocimiento de sus características y propiedades, cumpliendo los parámetros establecidos en las normas vigentes, dando a conocer su potencial tecnológico, comercial y ecológico, evaluando su aplicación para la construcción de viviendas sociales, incentivando la construcción a base de madera en lugares donde se tiene cerca el insumo, comparando la madera Capirona con otras especies con similares características para su uso como material estructural.

Caso 2:

Tesis: “Estudio de Viabilidad de un Proyecto de Vivienda Social Unifamiliar en un Terreno de Propiedad Privada” de Hoyos Vértiz, Carlo; Año 2008.

El estudio nos indica sobre la viabilidad de un proyecto de viviendas sociales dentro de un terreno de propiedad privada. Analizó y evaluó diferentes etapas, las cuales son: el conocimiento del macroentorno, la demanda con prestigiosas compañías de investigación de mercado, el estudio de oferta inmobiliaria en Lima y Callao, la elección del mercado meta, la búsqueda y elección del terreno; evaluando las etapas como comercial, técnica, administrativa y económica-financiera.

Caso 3:

Tesis: “Construcción Modular de Viviendas Económicas en la Costa del Perú Utilizando Madera Peruana Denominada Shongo” de Uribe Trelles, Carlos Inocente; Año 2012.

La elaboración de la investigación abarca sobre la construcción de viviendas empleando la madera denominada “shongo” en la costa del Perú, para reducir costos de materiales para los sectores de bajos recursos, los cuales no cuentan para construir con material noble por su elevado costo, realizando ensayos físicos y mecánicos en la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), presentaron planilla de metrados, presupuestos y análisis de costos unitarios; demostrando que empleando material de madera denominada “shongo”, es más económica que empleando material noble en la construcción.

Caso 4:

Tesis: “Estructuras de Madera Aplicadas al Sector de la Construcción en el Perú” de Ordoñez García, P. y Lugo Chávez, Y.; Año 2016.

Presentaron los ensayos mecánicos paralelo a la fibra de la madera denominada “Pino Radiata”, estos nos dan a conocer que la madera se

clasifica en el grupo consideradas de uso estructural, según la norma E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, comparando con las distintas especies que ya se encuentran contempladas, incentivando a la construcción con distintas especies de maderas, muy aparte de las ya comercializadas en el territorio nacional, evaluando su comportamiento sísmico de un prototipo en escala real de una vivienda de tres pisos con material de madera, modelándolo en el programa SAP 2000, para finalmente comparando los resultados con los experimentales.

Caso 5:

Tesis: “Proyecto inmobiliario de vivienda social Techo Propio y lotizaciones en la ciudad de Tarapoto” de Urraca Cristian y García Ivan; Año 2017.

Evaluaron en la investigación sobre la maximiza rentabilidad del proyecto Los Sauces – Tarapoto de la empresa CCISAC, todo realizado en seis capítulos, realizando un análisis de macro entorno viendo indicadores del Perú y sobre todo del sector inmobiliario; definiendo objetivos para una segmentación adecuada para la obtención del Targeting. Presentando propiedades principales de dos etapas para su análisis financiero, determinando los flujos de ingresos y egresos, para encontrar el VAN y el TIR. Concluyendo minorizar el proyecto para su rentabilidad.

También, se consideró la recopilación de cinco temas de tesis en el ámbito internacional, mencionadas a continuación.

Caso 1:

Tesis: “Diseño de un Prototipo de Viviendas Sostenibles en Madera para la Región de Mojana” de Lemus Juan y Romero Yaider; Año 2014.

Consta del análisis sobre la problemática de la población en la Ecorregión de La Mojana en temporada de lluvia, debido a que se han

presentado inundaciones cada vez más fuertes con el paso de los años, generó unos problemas sociopolíticos adicionales para la población, proponiendo en dicha tesis el diseño de la vivienda tipo que mejor se adecue a las necesidades socio-ambientales y económicas de la zona de La Mojana, con el fin de garantizar su resistencia, estabilidad y durabilidad, diseñando un prototipo teniendo en cuenta las normas de resistencia y ambientales, basándose en satisfacer las falencias con respecto a tener una vivienda habitable y segura ante una posible inundación, diseñando con tipos de madera que se encuentren en esta zona para poder generar un diseño sostenible y que pueda ser fácil de emplear por las personas menos favorecidas de esta región.

Caso 2:

Tesis: “Análisis del Proceso de Industrialización de Estructuras de Madera para Viviendas de un Sector Socioeconómico Medio de la Población” de Rutte Gonzáles, Fabián Alejandro; Año 2008.

Se enfocaron en el proceso de desarrollo de las estructuras prefabricadas con material de madera, donde se integrarán en viviendas de diferentes modelos superficies. Dicho proceso se plasma mediante la fabricación de estructuras en galpones que pueden estar situados a pie o fuera de obra. Realizando el traslado y montaje de elementos prefabricados, donde estos formarán parte de la estructura de la vivienda. Planteando ventajas y beneficios entre el sistema prefabricado y la construida in situ, comparando términos de costos, eficiencia y calidad.

Caso 3:

Tesis: “Estudio de los sistemas constructivos tradicionales en madera” de Carangui Silvana y Lasso Viviana; Año 2010.

El estudio da a conocer los sistemas constructivos tradicionales en madera, sus aplicaciones, sus técnicas y beneficios en la construcción de las viviendas especialmente del medio rural, a partir de un estudio

técnico a realizarse en los bienes patrimoniales de la Parroquia Turupamba en el Cantón Biblián, demostrando que el sistema constructivo tradicional en madera es una técnica aplicable a un modelo de vivienda económica adaptable al medio rural, aplicando el sistema constructivo existente en la parroquia con el fin de recuperar las técnicas y experticias de los habitantes de la zona que son conocedores del mismo.

Caso 4:

Tesis: “Caracterización de la madera del nuevo híbrido *Eucalyptus grandis*, Hill ex Maiden x *Eucalyptus tereticornis*, Smith, su aptitud de usos en Argentina” de Sánchez Acosta, Martín Miguel; Año 2012.

La investigación menciona sobre la incorporación de una nueva especie denominado *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus tereticornis*, adaptándose mejor a los sitios menos fértiles y con mayores limitantes, mediante ensayos demuestran las características y buenas aptitudes de adaptación de la madera, para determinar si el gobierno permite su inclusión en las posteriores plantaciones.

Caso 5:

Tesis: “Propiedades Físico-Mecánicas de Uniones Clavadas y Empernadas, Sometidas a Compresión, con Madera Tipo A, Tipo B, y Tipo C: Guayacán, Eucalipto y Fernansánchez; para el Diseño Estructural de la Cubierta del Proyecto Casa Montufar 623 (Fonsal)” de Espinosa Alejandro y Salazar Andrés; Año 2011

Nos da a conocer sobre la investigación de las uniones considerando las cargas admisibles y su aplicación estructural, según los grupos de maderas estructurales, ya que en Ecuador no existe información acerca de las uniones en madera. Estudiando su capacidad admisible de uniones y la aplicación en un diseño estructural para la determinación de grupos de maderas estructurales.

2.2 Bases teóricas

Para la realización de la tesis, hemos obtenido conceptos teóricos de las características, propiedades físicas y mecánicas, abarcando también la producción y proceso constructivo de la madera en general y sobre todo la madera denominada “Capirona”, siendo estos obtenidos según la Norma Técnica E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, del Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino y del Anuario Forestal y Fauna Silvestre del año 2016, todo esto con la finalidad de incentivar la construcción con distintas especies de maderas.

a) Generalidades de la madera

La madera es un elemento natural duro y resistente extraído del tronco de un árbol, de gran resistencia y versatilidad única, permitiendo su uso para una gran cantidad de trabajos, tanto para fines estructurales como de carpintería.

Es uno de los principales materiales más utilizados en las construcciones, ya que es un recurso natural y renovable, que tiene buenas propiedades estructurales a través del tiempo.

Para ser utilizada en el sector construcción, primero debe someterse a un proceso de secado, por su gran contenido de humedad, se debe realizar dicho proceso antes de la colocación en obra.

El tiempo que le toma a la madera en secarse depende de la calidad de la madera, mientras más dura, más tiempo requerirá para su secado, en este caso la investigación de presente tesis denominada es de la madera denominada “Capirona” que presenta una excelente dureza, permitiendo su colocación sin necesidad de secado total.

Actualmente, ha crecido el interés sobre el empleo de materiales no contaminantes y de bajo consumo de energía en la ejecución de proyectos, por ello la madera en investigación resulta ser un material ventajoso frente a otros materiales, disminuyendo la contaminación ambiental y reduciendo la crisis energética.

b) Extracción de la madera

Las maderas extraídas provienen de concesiones forestales otorgadas por el estado, otorgando el permiso para su extracción y se realiza según el plan de manejo forestal (PGMF) aprobado por las autoridades nacionales y el pacto nacional de madera legal, para su buen manejo, respeto y cuidado de los bosques.

La extracción se realiza de forma controlada, dividiendo el bosque concesionado en 20 secciones y efectuando la extracción de 01 sección cada año, permitiendo que en 20 años se renueve el bosque, apoyando al medio ambiente mediante el riego de nuevos bosques, lo que permite mejorar el cambio climático.

Figura 4. Permisos y autorizaciones forestales maderables

DEPARTAMENTO	CONCESIONES		PERMISOS CC.NN.		PERMISOS EN PREDIOS PRIVADOS		PERMISOS CC.CC		AUTORIZACIONES	
	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)
Amazonas									4	138,70
Ancash									8	257,49
Apurímac									15	1 413,34
Arequipa									11	409,94
Cajamarca									14	2 022,20
Cusco					16	566,10			9	391,39
Huancavelica									2	4,27
Huánuco			1	605,20	9	532,94			3	38 495,33
Ica									33	88,39
Junín			1	5 004,00	10	2 988,68	1	24,08	3	409,57
La Libertad			1	13 408,64	5	71,24			34	1 281,17
Loreto	59	354 646,11	4	13 473,07	8	222,77				
Moquegua									1	18,00
Pasco					11	650,62				
Piura									12	283,63
Puno									2	95,21
Tumbes									6	222,48
Ucayali			13	47 962,03	1	233,13				
TOTAL	59	354 646,11	20	80 452,95	60	5 265,47	1	24,08	157	45 531,11

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.11

Para poder extraer la madera, es necesario el internamiento en la selva madre, a muchas horas de caminata a pie, cortando los troncos tangencialmente a la fibra, recortando ramas y otros elementos, siendo estos de distintas medidas, tanto de largo como en grosor.

Figura 5. Extracción de madera en la Selva



Fuente: Elaborado por los autores

La madera extraída es trasladada desde la selva profunda hacia los aserraderos en lanchas de metal, comúnmente llamadas “chatas”, la medida de éstas puede alcanzar los 200 metros cuadrados.

Figura 6. Lanchas de traslado de madera – “Chatas”



Fuente: Elaborado por los autores

Figura 7. Almacenamiento de la madera en el aserradero

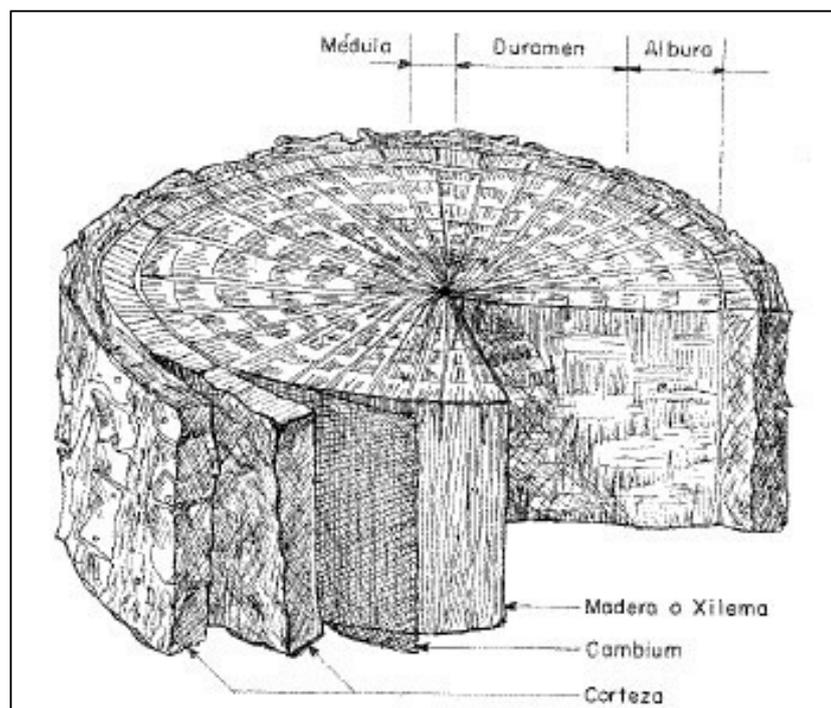


Fuente: Elaborado por los autores

c) Estructura de la madera

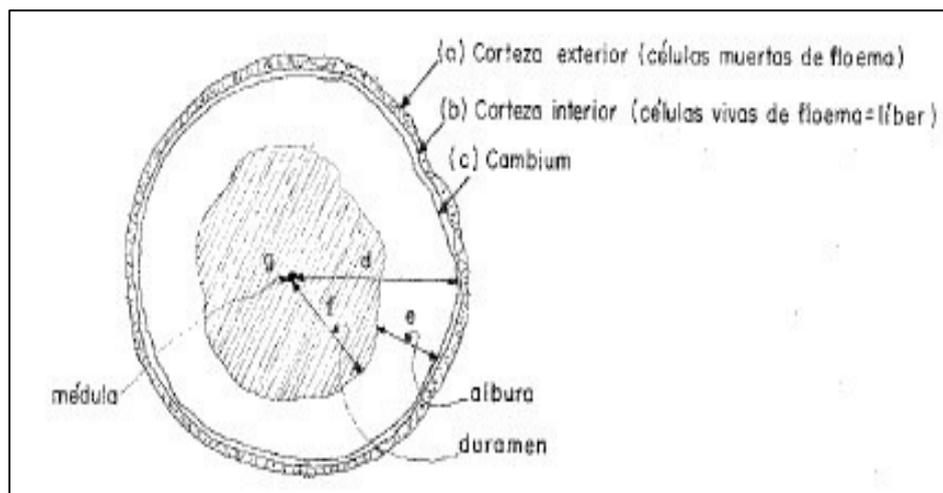
Al realizar un corte transversal al árbol en la parte del tronco se muestra lo siguiente:

Figura 8. Partes del Tronco – Parte I



Fuente: Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.1 - 9

Figura 9. Partes del tronco – Parte II



Fuente: Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.1 - 9

Según el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984), Pág. 1 - 8, tenemos que:

La médula

“Es la parte central de la sección del tronco y está constituida por tejido parenquimático”.

El duramen

“Es la parte inactiva y tiene como función proporcionar resistencia para el soporte del árbol”.

La albura

“Es la parte exterior de la xilema cuya función principal es la de conducir agua y sales minerales de las raíces a las hojas. Es la parte activa del Xilema”.

Corteza exterior

“Es la cubierta que protege al árbol de los agentes atmosféricos, sobre todo de la insolación”.

Corteza interior

“Es la capa que tiene por finalidad conducir el alimento elaborado en las hojas hacia las ramas, tronco y raíces”.

Cambium

“Es el tejido que se encuentra entre la corteza interior y la madera, las células del cambium tienen la capacidad de dividirse y conservan esa facultad hasta cuando el árbol muere”.

La madera o xilema

“Es la Parte maderable o leñosa del tronco, se puede distinguir en ella la albura, el duramen y la médula”.

d) Cortes del tronco

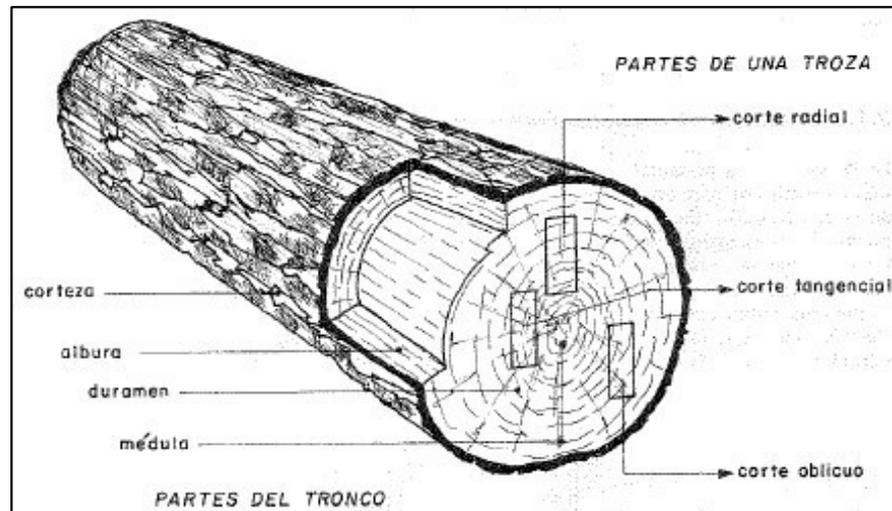
De acuerdo al Manual de Diseño para Maderas del Grupo andino, la madera se puede cortar en tres distintas maneras:

- Corte tangencial: es la tangente a los anillos de crecimiento.
- Corte radial: perpendicularmente a los anillos en dirección de los radios o de los radios de las circunferencias definidas por los anillos.
- Corte oblicuo: sigue una dirección arbitraria.

Para la producción de madera estructural de buena calidad, es útil aserrar las piezas de corte radial, para así reducir las distorsiones y defectos debido a su secado, como el tronco es cilíndrico, esto no siempre es posible, por lo que, se debe saber exactamente qué tipo de elemento se quiere obtener con este corte, por ejemplo, las vigas o viguetas y aserrar los demás elementos menos exigentes en estabilidad dimensional.

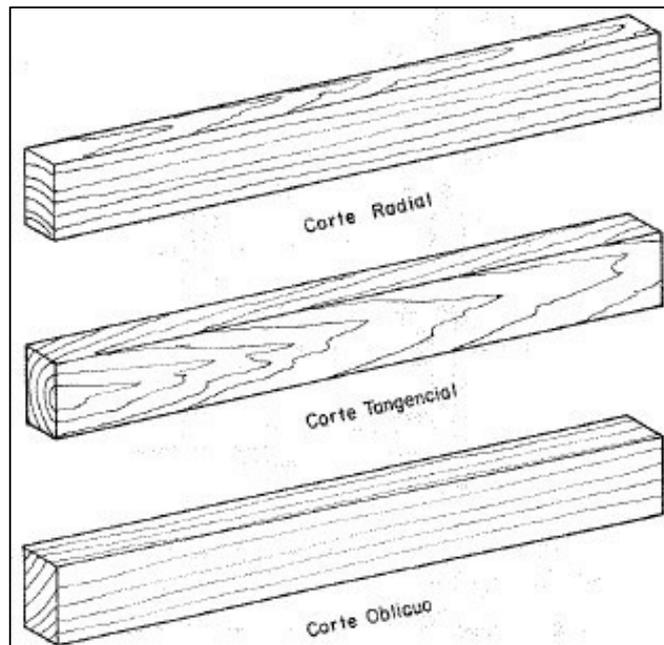
Dependiendo de los cortes que se realice a la madera, la fibra será más notoria en el palo aserrado, pero esto no afectará su comportamiento estructural.

Figura 10. Cortes del tronco



Fuente: Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.2 - 3

Figura 11. Tipos de corte según su orientación



Fuente: Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.2 - 3

e) Situación forestal actual

De acuerdo a lo publicado en el Anuario Forestal y de Fauna Silvestre del año 2016, se tiene lo siguiente:

El Perú tiene una extensión de 1'285,216.20 km², que aproximadamente cuenta con 68,733.265 hectáreas de bosques en la Costa, Sierra y Selva, con un gran potencial para la reforestación y más de 70% de la biodiversidad del mundo.

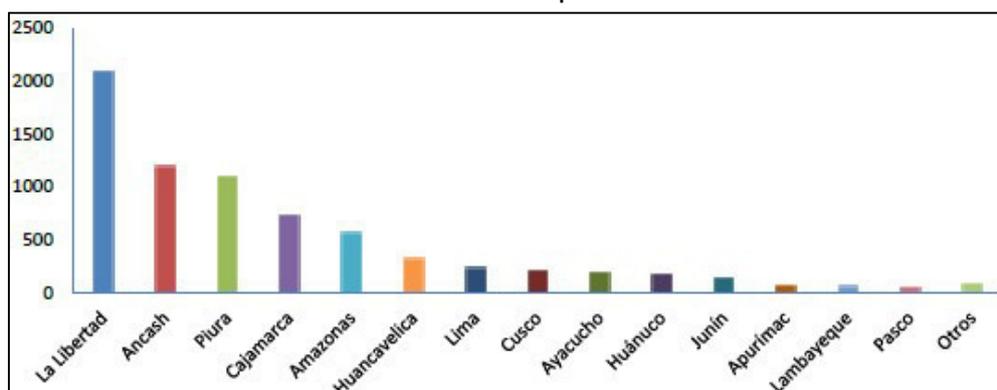
Las últimas cifras dadas por la Autoridad Forestal SERFOR, al año 2016 las plantaciones forestales con fines de reforestación ejecutadas por AGRORURAL durante la campaña 2016 a marzo 2017 alcanzaron una extensión de 7221,00 hectáreas.

Figura 12. Instalación de plantaciones forestales, año 2016

DEPARTAMENTO	AREAS REFORESTADAS (ha)
Amazonas	564,00
Áncash	1 191,00
Apurímac	71,00
Arequipa	36,00
Ayacucho	197,00
Cajamarca	728,00
Cusco	213,00
Huancavelica	319,00
Huánuco	178,00
Junín	143,00
La Libertad	2 092,00
Lambayeque	81,00
Lima	235,00
Moquegua	18,00
Pasco	50,00
Piura	1 094,00
Puno	31,00
TOTAL	7 221,00

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.8

Figura 13. Instalación de plantaciones forestales ejecutadas por
AGRORURAL – Campaña 2016 - 2017



Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.9

Los departamentos con mayor área reforestada son: La libertad con 2,092.00 hectáreas, Áncash con 1,191.00 hectáreas y Piura con 1,094.00 hectáreas, esto representa a un 61.99 % del total de las áreas reforestadas a nivel nacional.

Figura 14. Superficie reforestada y por reforestar en Perú

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE TERRITORIAL (ha)	TIERRAS APTAS PARA REFORESTACIÓN (ha)	SUPERFICIE REFORESTADA HASTA EL 2016 (ha)	SUPERFICIE POR REFORESTAR (ha)
Amazonas	4 129 712	305 100	20 963,25	284 136,75
Áncash	3 630 831	554 016	99 167,13	454 848,87
Apurímac	2 065 456	78 300	84 350,11	—
Arequipa	6 352 782	360 200	11 381,10	348 818,90
Ayacucho	4 418 104	539 400	73 925,50	465 474,50
Cajamarca	3 541 782	790 000	124 264,75	665 735,25
Cusco	7 622 489	1 414 582	132 696,31	1 281 885,69
Huancavelica	2 107 896	62 000	55 030,73	6 969,27
Huánuco	3 531 457	660 000	48 201,22	611 798,78
Ica	2 125 139	25 400	2 749,01	22 650,99
Junín	4 338 442	1 010 291	73 703,28	936 587,72
La Libertad	2 324 132	352 500	77 452,85	275 047,15
Lambayeque	1 324 955	82 300	23 432,39	58 867,61
Lima	3 396 869	452 600	20 724,20	431 875,80
Loreto	37 990 006	659 900	23 479,87	636 420,13
Madre de Dios	7 840 271	512 100	8 467,01	503 632,99
Moquegua	1 617 485	128 100	4 210,08	123 889,92
Pasco	2 242 175	522 511	22 070,39	500 440,61
Piura	3 640 348	89 700	49 874,39	39 825,61
Puno	7 238 244	1 120 400	47 223,55	1 073 176,45
San Martín	5 306 361	435 700	18 177,65	417 522,35
Tacna	1 476 663	24 900	5 971,99	18 928,01
Tumbes	473 152	100 100	4 979,51	95 120,49
Ucayali	9 786 849	219 900	31 989,99	188 010,01
TOTAL	128 521 560	10 500 000	1 064 386	9 441 664

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.10

Debemos aprovechar nuestras especies forestales, ya que generan oportunidades de desarrollo y también de bienestar de la población mejorando su calidad de vida, manteniendo y respetando el medio ambiente.

f) La madera en el Perú

El Perú cuenta con gran cantidad de bosques, siendo un recurso natural abundante y esto debe ser aprovechado para su uso en las construcciones.

El Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984) afirma que: “los bosques tropicales de la subregión andina cubren aproximadamente el 47 % de la superficie (220 millones de hectáreas) constituyendo un ingente recurso para la obtención de madera para construcción. Se estima que hay alrededor de 2,500 especies forestales en estos bosques de las cuales 600 serían aptas para construir”. (pág. 22).

f.1) Producción de madera en el Perú

El Ministerio de la producción, nos señala que el Perú tiene un gran potencial de bosques naturales, encontrándose en segundo lugar América del sur y noveno en todo el mundo.

Por lo que, nuestro recurso forestal es de gran importancia en las estrategias de vida de la mayoría de la población, la madera bien empleada, podría ser el motor que sirva para generar un valor adicional a la economía, ya que no solo es un elemento renovable y de bajo costo en comparación al material noble, sino que además el Perú tiene un gran potencial para explotar la madera a gran escala.

Figura 15. Resumen de producción de productos maderables

PRODUCTO	VOLUMEN (m ³)
Madera laminada y chapas decorativas	1 933,02
Triplay	49 591,58
Parquet	5 834,36
Durmientes	623,27
Madera aserrada	333 265,70
Carbón	9 094,06
Leña	7 028 267,28

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.12

Como observamos la producción de productos maderables, el volumen más alto de producción es la leña con 7'028,267.28 m³, seguido de la madera aserrada con producción de 333, 265.70 m³.

En la Industria de la construcción, hay materiales predominantes utilizados, para dar a conocer en qué posición se encuentra la madera en el Perú, se mostrará un cuadro elaborado por el INEI del censo realizado en el año 2017.

Figura 16. Materiales predominantes para la vivienda en el Perú

Material predominante en las paredes exteriores	Censo 1993		Censo 2007		Censo 2017		Variación Intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	4 427 517	100,0	6 400 131	100,0	7 698 900	100,0	1 298 769	20,3	129 877	1,9
Ladrillo o bloque de cemento	1 581 355	35,7	2 991 627	46,7	4 298 274	55,8	1 306 647	43,7	130 665	3,7
Piedra o sillar con cal o cemento	54 247	1,2	33 939	0,5	43 170	0,6	9 231	27,2	923	2,4
Adobe o tapia	1 917 885	43,3	2 229 715	34,8	2 148 494	27,9	-81 221	-3,6	-8 122	-0,4
Quincha (caña con barro)	207 543	4,7	183 862	2,9	164 538	2,1	-19 324	-10,5	-1 932	-1,1
Piedra con barro	136 964	3,1	106 823	1,7	77 593	1,0	-29 230	-27,4	-2 923	-3,1
Madera (pona, tornillo etc.)	310 379	7,0	617 742	9,7	727 778	9,5	110 036	17,8	11 004	1,7
Otro material 1/	219 144	4,9	236 423	3,7	239 053	3,1	2 630	1,1	263	0,1

1/ Comprende; Triplay, calamina, estera entre otros.

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población y Vivienda, Año 2017, Pag.297

Los materiales comúnmente empleados en la construcción, dentro de ellos se encuentra la madera como material empleado en las construcciones con una tasa de crecimiento anual de 4.9%.

g) La madera en estudio

Los datos de la especie en investigación, se obtuvo del Ministerio de Economía y Finanzas, a través de su ficha estándar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras del MEF, del año 2016.

Características de la especie

- Su nombre común en Perú es Capirona, Capirona negra, palo mulato
- Su nombre comercial es Capirona
- Su nombre científico es *Calycophyllum spruceanum Benth.*

La especie crece en comunidades llamadas “Capironales”, existe en regular cantidad en la Amazonia del Perú.

El árbol alcanza una altura máxima de 35 m y de 0.70 a 1.80 m de diámetro a la altura del pecho, presenta tronco de fuste recto cilíndrico, su corteza externa es de color marrón verdoso.

Característica de la madera

Su color en las capas externas de la madera (albura) es de color blanco cremoso y las capas internas (duramen) de color blanco pardo con vetas de color marrón claro.

Tabla 1. Características de la madera Capirona

Olor	Brillo	Grano	Textura	Figura
No distintivo	Medio	Recto a ligeramente entrecruzado	Fina	Jaspeado tenue, bandas paralelas

Fuente: Ficha estándar N°85 Familia Madera Capirona, Año2016

Del Anuario Forestal y Fauna Silvestre del Año 2016, seleccionamos la producción de madera Capirona por departamento mediante el siguiente cuadro.

Tabla 2. Producción de Madera Capirona por departamento

Departamento	Nombre Común	Nombre científico	Producción (m3)
Amazonas	Capirona	Calycophyllum spruceanum	410.47 m3
Junín	Capirona	Calycophyllum spruceanum	34.82 m3
Loreto	Capirona	Calycophyllum spruceanum	3,368.66 m3
San Martín	Capirona	Calycophyllum spruceanum	27.19 m3
Ucayali	Capirona	Calycophyllum spruceanum	304.57 m3
TOTAL(M3) POR AÑO			4,145.72 m3

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pág. 28 - 35.

Como podemos observar, el departamento de mayor producción de madera aserrada de la especie Capirona es de Loreto con 3,368.66 m3, con una producción total en el Perú de 4,145.72 m3 en el año 2016.

g.1) Madera rolliza

Es la madera en bruto, en estado natural, después de ser talada con o sin corteza, utilizada en forma cilíndrica.

Es utilizada para cubiertas, techos de madera o cerchas de madera.

A continuación, se muestra cuadros de producción de madera rolliza según Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016.

Figura 17. Producción de madera rolliza por departamento

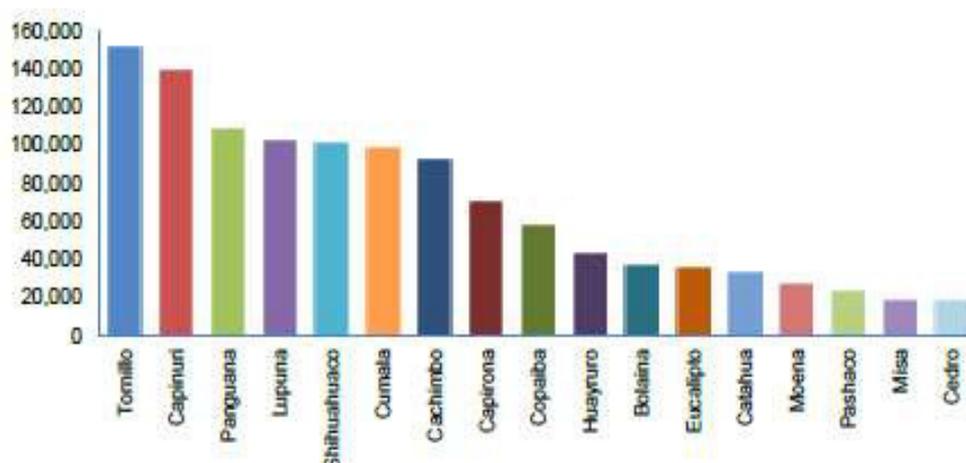
DEPARTAMENTO	ROLLIZA (m ³)
Amazonas	26 998,23
Ancash	40,84
Ayacucho	2 413,78
Huanuco	4 446,00
Junin	65 212,59
La Libertad	31 426,30
Loreto	702 189,75
Madre de Dios	164 738,72
Pasco	120 601,46
San Martín	6 106,97
Ucayali	322 192,07
TOTAL	1 448 366,71

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.12

Su producción a nivel nacional de madera rolliza en el Perú, durante el año 2016 fue de 1' 448,366.71 m³.

Los departamentos que tienen la más alta producción son: Loreto con 702,189.75m³, Ucayali con 322,192.07 m³, Madre de Dios con 164,738.72 m³ y Pasco con 120,601.46 m³.

Figura 18. Gráfico de producción de madera rolliza por especie (m3)



Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.39

La mayor producción de madera rolliza en el año 2016 es en las especies: Tornillo, Capinurí, Panguana, Lupuna, Shihuahuaco, Cumala, Cachimbo, Capirona y Copaiba, que en conjunto representan el 64 % de la producción total de madera rolliza del 2016.

g.2) La madera aserrada

Son piezas de maderas obtenidas por el aserrado de un árbol, siendo este el producto más simple de madera procesada, fácil de producir y generalmente, se obtiene escuadrada, es decir con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas.

Para uso estructural es utilizada para fines portantes y sometidos a un proceso mínimo de transformación, y es obtenido mediante el aserrado longitudinal del tronco y cepillado del mismo.

Según las medidas y la relación entre las dimensiones de la sección de las piezas, son referidas como listones, tablas, tablones o madera escuadrada.

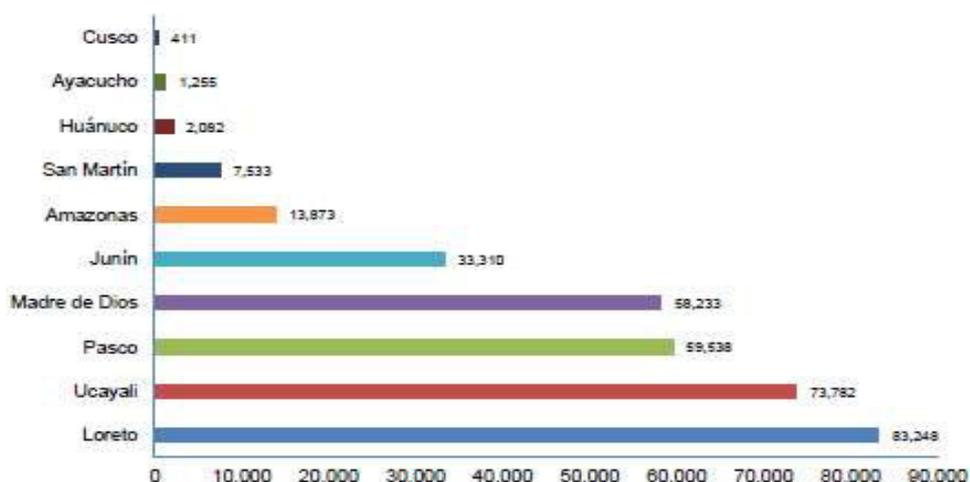
Figura 19. Producción de madera aserrada por departamento

DEPARTAMENTO	ASERRADA (m ³)
Amazonas	13 672,73
Ayacucho	1 255,16
Cusco	410,76
Huánuco	2 082,30
Junín	33 310,21
Loreto	83 247,89
Madre de Dios	58 233,40
Pasco	59 537,94
San Martín	7 532,82
Ucayali	73 782,49
TOTAL	333 265,70

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.27

Su producción a nivel nacional de madera aserrada en el Perú durante el año 2016 fue de 333,265.70 m³.

Figura 20. Gráfico de producción de madera aserrada por departamento

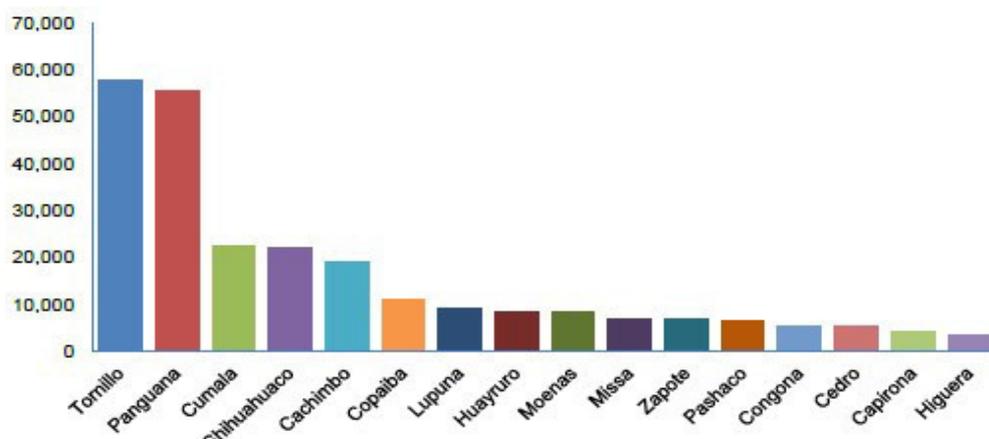


Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.27

Los departamentos que tienen la más alta producción son: Loreto con 83,247.89m³, Ucayali con 73,782.49 m³, Madre de Dios con 58,233.40 m³ y Pasco con 59,537.94 m³.

Se debe tener en consideración que los departamentos que tienen alta producción en madera aserrada son los mismos departamentos con alta producción de madera rolliza.

Figura 21. Gráfico de producción de madera aserrada por especie de mayor producción (m3)



Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pag.39

La mayor producción de madera aserrada en el año 2016 es en las especies: Tornillo, Panguana, Cumala, Shihuahuaco, Cachimbo y Copaiba, que en conjunto representan el 56 % del total de la producción a nivel nacional de madera aserrada. Por ello, en esta investigación se da conocer sus beneficios y propiedades de la especie Capirona, para así poder incentivar su producción y la utilización como material de uso estructural.

g.3) Exportación e importación de madera en el Perú

La madera que se produce en el país tiene dos destinos: el mercado nacional y el mercado externo.

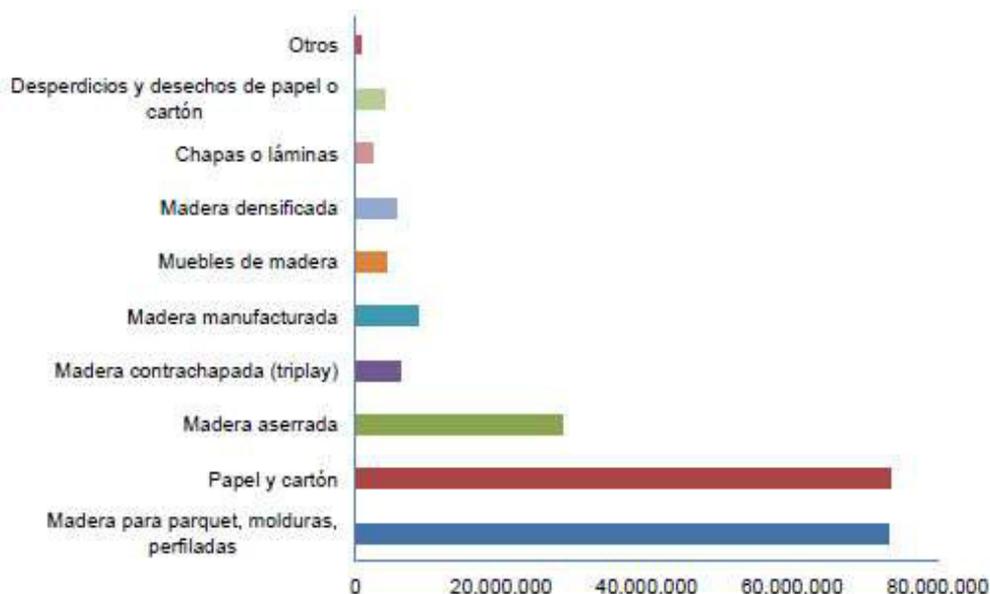
El Anuario Forestal y Fauna Silvestre (2016), detalla que: “El valor FOB (\$) de las exportaciones de los principales productos de madera realizadas durante el año 2016, teniendo un valor total de US\$ 206 754 958,80 millones de dólares, considerando las exportaciones de muebles de madera, papel y cartón, y desperdicios y desechos de papel o cartón que en conjunto representan el 40 % de las exportaciones”. (Pag.53)

Figura 22. Exportación de productos forestales maderables por producto y valor FOB (\$), año 2016

DESCRIPCIÓN	VALOR FOB (US\$)	PESO NETO (kg)
Madera aserrada	28 295 690,56	30 885 092,76
Coníferas	65,61	92,25
Distintas de coníferas, tropicales y demás	28 295 624,95	30 885 000,51
Tableros	740 644,86	970 862,76
Tableros "Oriented Board" y "Waferboard"	624 238,06	859 311,45
Tableros de partículas	70 455,79	57 898,97
Tableros de fibra de madera	45 953,01	53 652,35
Madera para parquet, molduras, perfiladas	73 275 350,56	73 189 538,69
Coníferas	64 101 760,74	66 934 405,47
Distintas de coníferas	9 173 589,82	6 255 133,22
Madera contrachapada (triplay)	6 089 312,72	4 177 459,65
Muebles de madera	4 316 824,35	600 672,36
Madera manufacturada	8 623 557,12	3 836 033,07
Chapas o láminas	2 381 312,57	1 162 453,17
Madera densificada	5 523 366,10	3 378 699,53
Leña, plaquitas, palletes, aserrín, desperdicios.	2 059,20	3 793,93
Madera rolliza	15 481,24	18 988,04
Flejes	161,60	20,20
Pasta de madera	6 302,37	2 100,00
Desperdicios y desechos de papel o cartón	3 841 103,52	17 246 656,00
Papel y cartón	73 643 793,09	78 964 483,35
TOTAL	206 754 959,86	214 436 853,53

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pág. 53.

Figura 23. Gráfico de exportación de productos forestales maderables por producto y valor FOB (\$), año 2016



Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pág. 54.

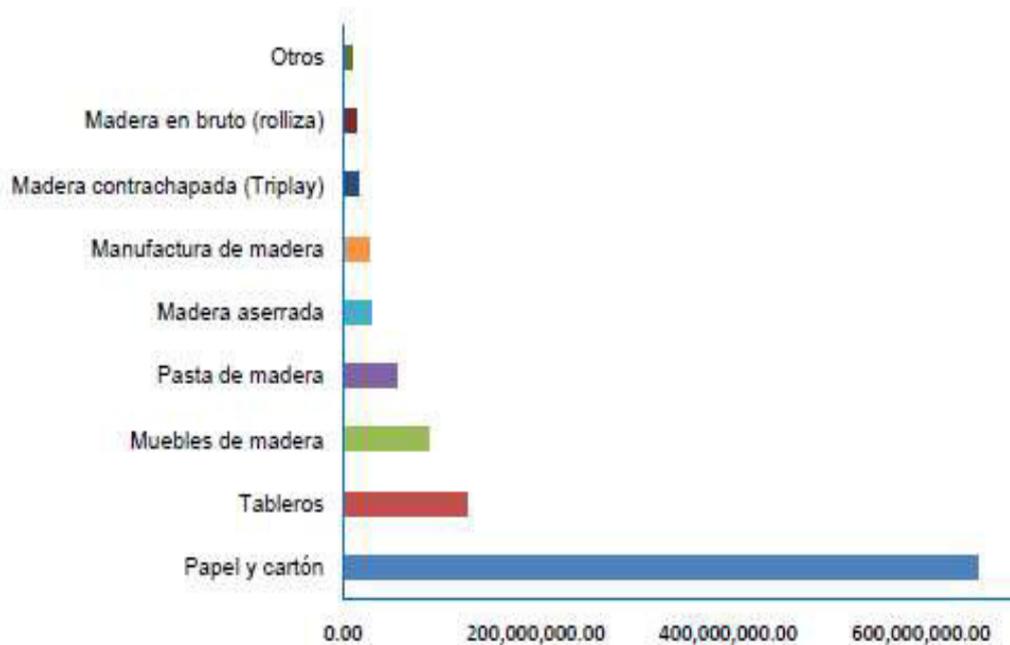
Según el Anuario Forestal y Fauna Silvestre (2016), se detalla: “el valor de las importaciones de productos maderables del año 2016, representando un valor de US\$ 1 025 401 471 millones de dólares, siendo los principales productos de importación; papel y cartón que representa el 64 % del total de las importaciones realizadas durante el 2016.” (Pag.55)

Figura 24. Importación de productos forestales maderables por producto y valor CIF (US\$), año 2016.

DESCRIPCIÓN	VALOR CIF (US\$)	PESO NETO (kg)
Madera aserrada	28 611 027,55	46 483 792,36
Coníferas	27 107 530,79	46 321 152,39
Tropicales y demás	1 503 496,76	1 162 639,97
Tableros	129 369 693,38	270 151 624,41
Tableros de partículas	52 287 204,64	106 562 802,91
Tableros de fibra	43 903 670,85	82 372 138,11
Tableros "Oriented Board" y "Waferboard"	33 178 817,88	81 216 683,39
Madera para parques, moldurada perfiles	487 136,52	292 482,09
Coníferas	266 947,16	180 144,82
Distintas de coníferas	220 189,36	112 337,27
Pasta de madera	56 239 562,10	91 496 286,93
Manufactura de madera	26 191 831,60	14 689 480,80
Madera contrachapada (triplay)	16 357 508,81	19 758 100,79
Muebles de madera	88 643 702,59	51 366 711,89
Madera en bruto (rolliza)	13 409 490,84	24 385 929,66
Durmientes	1 061 122,51	1 138 833,81
Madera en chapas o láminas	1 292 084,13	862 526,29
Madera estratificada; densificada en bloques, tablas, tiras o perfiles	2 011 670,24	992 293,80
Leña; madera en plaquitas, aserrín, desperdicios	470 923,97	1 451 756,09
Carbón vegetal	125 832,75	263 924,78
Flejes de madera; rodrigones, lana de madera	5 655,78	6 104,46
Desperdicios o desechos de papel o cartón	3 195 477,44	13 404 239,64
Pasta de algodón o cartón reciclado	17 322,44	10 475,71
Papel y cartón	657 911 428,28	696 360 511,44
Total	1 025 401 470,90	1 233 115 074,95

Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pág. 55.

Figura 25. Gráfico de importación de productos forestales maderables por producto y valor CIF (US\$), año 2016.



Fuente: Anuario Forestal y Fauna Silvestre, Año 2016, Pág. 56.

Como observamos, la utilización de la madera aserrada en nuestro país, en valor CIF (US\$) es de 28' 611,027.55, que representa en Peso Neto en 46' 483,792.36 Kg.

La madera es un material extraordinario, siendo este renovable y no contaminante, se debe emplear más su producción como madera aserrada, ya que al ser usada como material estructural cumple satisfactoriamente la calidad y durabilidad que brinda una vivienda construida con material noble, favoreciendo a sectores de bajos recursos, porque es de menor costo a comparación del material noble que comúnmente son utilizadas en las construcciones.

g.4) Madera Capirona en Zona de Estudio – Ciudad de Chiclayo

Se localizó en la ciudad de Chiclayo, los aserraderos donde existe actualmente la mayor producción de madera Capirona. Realizando las cotizaciones en cada una de ellas (Ver Anexo 3 - Cotizaciones) para esta investigación.

Tabla 3. Aserraderos de Chiclayo con mayor producción de madera Capirona

Aserradero	Datos Generales
	<p>Nombre: Madenor Virgen de la Puerta E.I.R.L</p> <p>Dirección: Calle Mariano Cornejo N° 230 – Chiclayo – José Leonardo Ortiz</p> <p>Demanda actual: Aproximado de 1500 pies² y según pedido</p>
	<p>Nombre: Maderera "Dios es Amor"</p> <p>Dirección: Av. Lambayeque Mz. A Lote. 3A - Chiclayo - José Leonardo Ortiz</p> <p>Producción actual: Aproximado de 1500 pies² y según pedido</p>

	<p>Nombre: Consorcio Amazonas Plack S.R.L</p> <p>Dirección: Av. México N° 3301 - CPM. Barsallo II Etapa - Chiclayo – J.L. Ortiz.</p> <p>Producción actual: Aproximado de 1200 pies² y según pedido</p>
	<p>Nombre: Sánchez Romero Robert Joel</p> <p>Dirección: Av. La Despensa Mz. Q – Lote 4 – Chiclayo – José Leonardo Ortiz</p> <p>Producción actual: Aproximado de 5000 pies² y según pedido</p>
	<p>Nombre: Maderas y Servicios El Roble S.A.C</p> <p>Dirección: Calle Bolívar N° 766 - Urb. El Porvenir - Chiclayo</p> <p>Demanda Actual: Aproximado de 2000 pies² y según pedido</p>

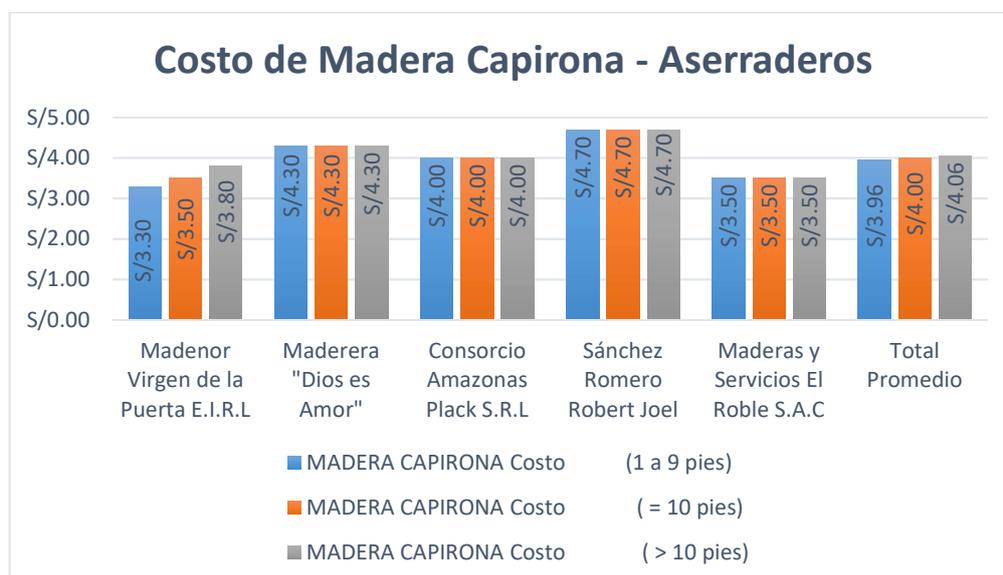
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 4. Costo de Madera Capirona por aserradero en la ciudad de Chiclayo

MADERA CAPIRONA			
Aserradero	Costo (1 a 9 pies)	Costo (= 10 pies)	Costo (> 10 pies)
Madenor Virgen de la Puerta E.I.R. L	S/3.30	S/3.50	S/3.80
Maderera "Dios es Amor"	S/4.30	S/4.30	S/4.30
Consortio Amazonas Plack S.R. L	S/4.00	S/4.00	S/4.00
Sánchez Romero Robert Joel	S/4.70	S/4.70	S/4.70
Maderas y Servicios El Roble S.A.C	S/3.50	S/3.50	S/3.50
Costo Promedio	S/3.96	S/4.00	S/4.06

Fuente: Elaborado por los autores

Figura 26. Gráfico de costo de madera Capirona por aserradero en la ciudad de Chiclayo



Fuente: Elaborado por los Autores

Por lo tanto, de acuerdo al análisis realizado del costo de la madera Capirona, los precios para el presupuesto de acuerdo al largo de la madera, son los siguientes: (1 a 9 pies = S/.3.96» S/.4.00), (10 pies = S/. 4.00) y (> 10 pies = S/ 4.06» S/. 4.10).

h) Normas aplicables para clasificación estructural de la madera

Para la clasificación de la madera para uso estructural y para poder realizar el diseño de una vivienda de madera, se siguió los parámetros establecidos por la norma E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones y las siguientes normas:

Tabla 5. Cuadro de normas empleadas en la presente tesis

Norma (Código)	Título	Resumen
NTP 251.010:2014	“MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad”	“Establece los métodos de ensayo para la determinación del contenido de humedad (CH) de la madera”.
NTP 251.011:2014	“MADERA. Método para determinar la densidad”	“Establece los métodos a seguir para determinar la densidad de la madera bajo diferentes condiciones de contenido de humedad”.
NTP 251.013: 2015	“MADERA. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano”	“La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayos de cizallamiento paralelo al grano”.
NTP 251.014:2014	“MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano”	“Establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayo de la compresión axial, o paralela al grano en maderas sólidas”.

NTP 251.017:2014	“MADERA. Método para determinar la flexión estática”	“Establece los procedimientos a seguir para la ejecución del ensayo de flexión estática en maderas”.
NTP 251.013:1988 (Revisada el 2011)	“MADERA ASERRADA. Madera aserrada y cepillada para uso estructural. Dimensiones”	“Establece las dimensiones nominales y finales (espesor, ancho y longitud) de la madera aserrada para uso estructural”.

Fuente: Elaborado por los autores

También se utilizó:

- Manual de diseño para maderas del Grupo Andino (Año 1984)
- Norma E.020 Cargas (Año 2017)

Cumpliendo los parámetros establecidos por las normas y el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino se logra obtener una excelente calidad y durabilidad para la madera como uso estructural, favoreciendo a sectores de bajos recursos, que a continuación en la presente tesis presentamos la optimización del diseño con una estructura de madera, disminuyendo el costo en comparación con el material noble.

Aumentando sus ventajas de este material, aparte de ser renovable, reciclable, no contaminante, ligero y no requiere de su elaboración energía Fósil.

i) Propiedades físicas de la madera

A continuación, se detalla las propiedades físicas de la madera.

i.1) Contenido de humedad

Es la cantidad de agua contenida en un material medida en base a análisis granulométricos o gravimétricos. La madera contiene una importante cantidad de humedad, lo cual puede influir en sus propiedades físicas y mecánicas.

Según la NTP 251.010, para el contenido de humedad existen cuatro métodos diferenciados entre primarios y secundarios para medir el contenido de humedad:

- El Método A: Es un método primario de secado en estufa
- El Método B: Es un método secundario de secado en estufa
- El Método C: Es un Método de destilación (secundario)
- El Método D: Establecidos para otros métodos secundarios.

En esta investigación se utilizó el método A, ya que es considerado como el único método primario y está diseñado para fines de investigación donde la máxima precisión es requerida.

Los métodos B, C y D, son métodos secundarios que se aplican a procedimientos simples para medir el contenido de humedad, resultando menor precisión que el método A.

La madera recién cortada y en los aserraderos puede contar con un contenido de humedad de hasta 70% y para la construcción es necesario tener que secarla adecuadamente.

El peso seco al horno, se consiguió del calentamiento en un horno a $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, dejando las probetas a esta temperatura no menos de 20h y enfriando luego en un desecador.

i.2) Densidad básica

En base a la NTP 251.011. La densidad es la relación entre el peso y el volumen de la madera a un determinado porcentaje de contenido de humedad. Para los ensayos de densidad básica se preparan probetas de 3cm x 3cm x 10 cm de longitud.

Se determina el peso de las probetas en estado saturado y luego se calcula el volumen húmedo, que se determinó en la forma indirecta, sumergiendo las probetas en un peso conocido de agua sin tocar el fondo del recipiente y se registra el incremento de peso correspondiente, y este representa el volumen desplazado por la probeta.

Las probetas deben ser sometidas a un secado previo en horno a una temperatura de $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar el peso constante, aumentando la temperatura gradualmente y esto representa al peso seco al horno.

Para hallar el volumen seco del horno, primero a las probetas se parafinan, para determinar el volumen en forma indirecta por inmersión en agua.

Calculamos la densidad saturada, básica y anhidro, mediante las expresiones siguientes:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{\text{P.H.}}{\text{V.H.}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{\text{P.S.H.}}{\text{V.H.}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Densidad Anhidro (DS)} = \frac{\text{P.S.H.}}{\text{V.S.H.}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

Donde:

P.H = Peso Húmedo o saturado en gramos

VH = Volumen Húmedo o saturado en cm³.

PSH = Peso Seco al horno en gramos.

VSH = Volumen Seco al horno en cm³.

j) Propiedades mecánicas de la madera

La madera es un material bastante elástico, por lo que lo convierte en un excelente material para resistir esfuerzos, sin llegar a la fatiga o ruptura de algún elemento, señalando que es necesario trabajar con madera seca debido a que presentan mejor resistencia frente a la madera húmeda.

j.1) Resistencia a la compresión paralela

Es la resistencia que presenta la madera al ser sometida a fuerzas que van en la dirección a las fibras que tiene.

Esta resistencia está decidida más por el pandeo de las fibras que por la resistencia misma de la madera.

Para la madera su resistencia a la compresión paralela es aproximadamente la mitad de su resistencia a la tracción.

j.2) Resistencia a la compresión perpendicular

Es aquella que posee la madera frente a las fuerzas aplicadas de cara a sus fibras.

Al aplicarse la compresión en sentido perpendicular de sus fibras, la madera se comprime, de modo que aumenta su densidad y también su capacidad de resistir carga.

j.3) Resistencia al corte

Es aquella con la capacidad de que la madera logre resistir cargas que produzcan deslizamiento.

j.4) Resistencia a la flexión

Es la capacidad portante que tiene la madera al resistir cargas transversales, obtener esto implica el comportamiento de la resistencia a compresión, a tracción y también de corte, todos al mismo tiempo.

En la madera, la resistencia a la compresión es menor que a la tracción, por lo que primero fallará la zona que será comprimida.

k) Módulo de elasticidad

Es la medida de la rigidez de un material. La fórmula para hallar el cálculo del módulo de elasticidad de un material es:

$$E_f = \frac{P * L^3}{\Delta * 4 * a * h^3}$$

Donde:

P/Δ: Pendiente, entre la fuerza aplicada y la deformación asociada

L: Es la longitud del elemento

a: Es el ancho del elemento

h: Es la altura del elemento

I) Agrupamiento de maderas estructurales según norma

Del Reglamento nacional de Edificaciones (Año 2014), se utilizará la Norma E.010 Maderas, D.S. 005-2014-VIVIENDA.

Este capítulo establece el agrupamiento de las maderas para uso estructural, en tres clases denominadas A, B y C, estableciendo parámetros y procedimientos que se deberá seguir y cumplir para la incorporación de especies a los grupos establecidos.

Las maderas coníferas de procedencia extranjera podrán agruparse siempre que cumplan con normas de calidad internacionalmente reconocidas y que resulten en características de resistencia mecánica similares a las de los grupos establecidos en esta Norma.

El agrupamiento de cada especie de madera es de acuerdo a los datos obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio de sus características físicas y mecánicas; hallando su densidad básica, módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles. Para saber en qué grupo estructural está considerará la especie ensayada, se comparada los valores obtenidos de acuerdo a lo indicado en la Norma técnica Peruana E.010.

Los resultados para la identificación de la especie de la madera mediante los ensayos, deben ser realizados en laboratorios donde garanticen la conformidad de los datos obtenidos por estos.

Para su agrupamiento será en función a la densidad básica, los módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles, estos valores según los grupos A, B y C son los siguientes:

Figura 28. Clasificación por Densidad Básica en gr/cm³

Grupo	Densidad Básica g/cm ³
A	≥ 0,71
B	0,56 a 0,70
C	0,40 a 0,55

Fuente: Norma Técnica Peruana E.010, Año 2014

Figura 29. Clasificación por Módulo de Elasticidad en Kg/cm²

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm ²)	
	E _{mínimo}	E _{promedio}
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Nota: el módulo de elasticidad (E) es aplicable para elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.010, Año 2014

Los valores del Módulo de Elasticidad son para madera húmeda, y también pueden ser usados para madera seca.

Figura 30. Clasificación por Esfuerzos Admisibles en Kg/cm²

Grupo	Esfuerzos Admisibles MPa (kg/cm ²)				
	Flexión f _m	Tracción Paralela f _t	Compresión Paralela f _{c//}	Compresión Perpendicular f _{c⊥}	Corte Paralelo f _v
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Nota: Para los esfuerzos admisibles en compresión deberán considerarse adicionalmente los efectos de pandeo

Fuente: Norma Técnica Peruana E.010, Año 2014

Los valores de los Esfuerzos Admisibles son para madera húmeda, y también pueden ser usados para madera seca y los valores obtenidos del módulo de elasticidad y esfuerzo admisible solo son aplicables para la madera aserrada.

Por lo tanto, existe dentro de la norma una lista de maderas estructurales, en donde se mencionan un total de 25 especies distintas de madera, agrupadas en 3 clases (A, B y C).

Figura 31. Lista de especies agrupadas para uso estructural

	NOMBRE		GRUPO
	COMÚN	CIENTÍFICO	
1	AZUCAR HUAYO	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	A
2	ESTORAQUE	<i>Miroxylon peruiferum</i>	
3	HUACAPU	<i>Minquartia guianensis</i>	
4	PUMAQUIRO	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	
5	QUINILLA COLORADA	<i>Manilkara bidentata</i>	
6	SHIHUAHUACO MARRON	<i>Dipteryx odorata</i>	
7	AGUANO MASHA	<i>Machaerium inundatum</i>	B
8	ANA CASPI	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
9	CACHIMBO COLORADO	<i>Cariniana domestica</i>	
10	CAPIRONA	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	
11	HUAYRURO	<i>Ormosia coccinea</i>	
12	MANCHINGA	<i>Brosimum uleanum</i>	
13	BOLAINA BLANCA	<i>Guazuma crinita</i>	C
14	CATAHUA AMARILLA	<i>Hura crepitans</i>	
15	COPAIBA	<i>Copaifera officinalis</i>	
16	DIABLO FUERTE	<i>Podocarpus rospiqliosii</i>	
17	LAGARTO CASPI	<i>Calophyllum brasiliense</i>	
18	MASHONASTE	<i>Clarisia racemosa</i>	
19	MOENA AMARILLA	<i>Aniba amazónica</i>	
20	MOENA ROSADA	<i>Ocotea bofo</i>	
21	PANGUANA	<i>Brosimum utile</i>	
22	PAUJILRURO BLANCO	<i>Pterygota amazonica</i>	
23	TORNILLO	<i>Credelina cateniformis</i>	
24	UTUCURO	<i>Septotheca tessmannii</i>	
25	YACUSHAPANA	<i>Terminalia oblonga</i>	

Fuente: Norma Técnica Peruana E.010, Año 2014

De acuerdo a la lista de especies agrupadas, según la norma E.010, se puede observar que la madera Capirona está ubicado en el grupo B, y en el puesto 10 de maderas estructurales.

2.3 Definiciones de términos básicos

A continuación, se mencionan los conceptos, términos básicos empleados en esta tesis.

Anhídridos

Anhidro o madera seca, este término es utilizado para describir a la madera que no contiene agua o también es aquella, cuyo contenido de humedad es menor o igual que el correspondiente al equilibrio higroscópico.

Componente cuantitativo

Según la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales del INEI (2017), “Considera la carencia de viviendas aptas para cubrir las necesidades habitacionales de los hogares que no poseen viviendas, de tal manera que cada vivienda pueda albergar en su interior a un solo hogar”. Pag.181

Componente cualitativo

Conforme a la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales del INEI (2017), “Se Considera las deficiencias en la calidad de la vivienda ya sea materialidad (paredes y pisos), espacio habitable (hacinamiento) y servicios básicos (agua potable, desagüe y electricidad). Este cálculo busca determinar (identificar) aquellas viviendas que requieren ser mejoradas en cuanto a su infraestructura en los aspectos mencionados”. Pag.181

Troza

Es el tronco aserrado por los extremos para poder hacer tablas.

Déficit habitacional

Según la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales del INEI (2017), “Está definido como la carencia del conjunto de requerimientos que tiene la población para contar con una vivienda digna”. Pag.181

Esfuerzo básico mínimo

De acuerdo a la NTP E.010 (2014), “Es el esfuerzo mínimo obtenido de ensayos de propiedades mecánicas que sirve de base para la determinación del esfuerzo admisible. Este mínimo corresponde a un límite de exclusión del 5%”.

Esfuerzos admisibles

Para la NTP E.010 (2014), “Son los esfuerzos de diseño del material para cargas de servicio, definidos para los grupos estructurales”.

ITINTEC

“Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas”, Año 1970 – 1992”.

INACAL

“Instituto Nacional de Calidad, es un organismo público técnico Especializado, fundado el 11 de julio del 2014, mediante el decreto de Ley N°30224, por el que se crea el sistema nacional para la calidad y el Instituto Nacional de Calidad que inició sus funciones el 1 de junio del 2015”, tiene como objetivo la normalización, también la acreditación y metrología de normas que regulan las materias en distintos sectores del mercado del Perú, con el fin de contribuir al desarrollo y cumplimiento de la calidad de los productos locales del Perú para adecuarlos a la normativa internacional y promover su exportación”.

Padt - Refort

En el Manual De Diseño Para Maderas Del Grupo Andino, editado por la Junta del Acuerdo de Cartagena, participaron en los años ochenta, conjuntamente Ecuador, Venezuela, Colombia, Bolivia y Perú, en el Proyecto Andino de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales "PADT REFORT", mediante ensayos realizados en los países de Subregión Andina con la finalidad de desarrollar el Estudio Integral de la Madera para la Construcción.

Madera estructural o madera para estructuras

Según la NTP E.010 (2014), afirma que: es aquella que cumple con la Norma ITINTEC 251.104 (actualmente es NTP 251.104:1988), con características mecánicas aptas para resistir cargas.

Módulo de elasticidad mínimo (E mínimo)

De acuerdo a la NTP E.010 (2014), "Es el obtenido como el menor valor para las especies del grupo, correspondiente a un límite de exclusión del 5% de los ensayos de flexión".

Módulo de elasticidad promedio (E promedio)

La NTP E.010 (2014), menciona que: "Es el obtenido como el menor de los valores promedio de las especies del grupo. Este valor corresponde al promedio de los resultados de los ensayos de flexión"

Parafina

Es una sustancia blanca, se funde fácilmente, obtenido de la destilación del petróleo y se emplea para fabricación de velas y otros usos.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Hipótesis

Para la formulación de la hipótesis se ha dividido en general y específicos, los cuales se detallan a continuación.

3.1.1 Hipótesis general

El comparativo del material noble y madera Capirona influye para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Mediante los ensayos realizados se corroboró la clasificación de la madera Capirona en el Grupo B de maderas estructurales de acuerdo a la Norma E.010.
- b) El material más económico para el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio es usando una estructura de madera.

- c) Mediante el análisis del cronograma de ejecución se optimizó el tiempo para la construcción del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo con una estructura de madera.
- d) El costo de mantenimiento post-construcción para el módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú con madera Capirona es económico.

3.2 Variables

Para la realización del tema de la presente investigación, se ha dividido en variable Independiente y variable dependiente generales y específicos.

3.2.1 Variable independiente general

Estudio comparativo de material noble y madera Capirona

3.2.2 Variable dependiente general

Optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú

3.2.3 Variables independientes específicos

Ensayos físicos y mecánicos de la madera Capirona.

Análisis económico entre material noble y madera Capirona.

Análisis del cronograma de ejecución de ambos diseños.

Análisis del costo de mantenimiento post-construcción.

3.2.4 Variables dependientes específicos

Clasificación de la madera Capirona en el grupo B de maderas estructurales.

Influencia en el diseño del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo – Perú.

Optimización del tiempo de ejecución del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo – Perú.

Menor costo de mantenimiento entre ambos diseños.

3.3 Diseño metodológico

El diseño metodológico se explica según su tipo de estudio, tipo, nivel y diseño de investigación que se detalla continuación.

a) Tipo de investigación

Según la orientación: la presente investigación es de tipo aplicada, porque se busca determinar cuál de los dos diseños es el más óptimo en la construcción de un Módulo de Vivienda Social del Programa de Techo Propio en la ciudad de Chiclayo.

Es de enfoque cuantitativo, porque se cuantifica las variables contables y medibles.

b) Nivel de investigación

Comparativa, porque se usarán cuadros comparativos de los resultados de los diseños con material noble y con madera para la selección del más óptimo para su construcción.

c) Diseño de la investigación

Transversal, porque los datos recolectados son en un tiempo único, describiendo las variables y analizando su incidencia e interrelación en el momento dado.

3.4 Métodos, materiales y equipos

a) Muestras para ensayos

Para la obtención de las probetas para los ensayos físicos y mecánicos se contó con el apoyo del aserradero “Maderas y Servicios el Roble S.A.C”, para la realización de los cortes a las dimensiones necesarias con su personal capacitado, a través de los equipos que se detallan a continuación:

Figura 32. Máquina de cinta de vueltas



Máquina

Cinta de vueltas

Función

Cortes en curva,
para maderas hasta
3” de espesor

Obtiene

Figuras y plantillas

Figura 33. Máquina disco



Máquina

Disco

Función

Cortes
Longitudinales para
madera de hasta 3”
de espesor.

Obtiene

Barrotes, marcos,
espigas y listones

Figura 34. Máquina tableadora



Máquina

Tableadora

Función

Cortes

Longitudinales para
madera mayor de 3"
de espesor.

Obtiene

Tablas, cuartones,
vigas y listones

Figura 35. Máquina Radial



Máquina

Radial

Función

Cortes tangenciales

Obtiene

Maderas con menor
longitud.

Figura 36. Máquina cepilladora



Máquina

cepilladora

Función

Lisado y
eliminación de
asperezas

Obtiene

Madera lisa,
facilidad de trabajo
en la madera y
mejor acabado

Por seguridad, para el empleo de las máquinas nos apoyaron los técnicos del aserradero, para la selección y realización de los cortes de las probetas de madera Capirona, para su posterior ensayo en laboratorio.

Para la realización de las probetas ensayadas en el laboratorio, se siguieron los parámetros y dimensiones establecidas por las normas técnicas peruanas de madera del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), cumpliendo los parámetros establecidos por la norma E.010 para el agrupamiento de maderas estructurales.

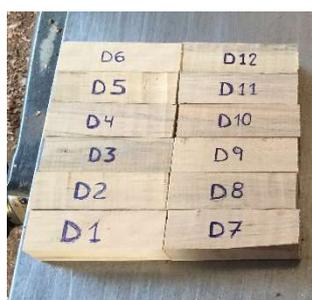
Las probetas obtenidas para los ensayos, son las que se detallan a continuación:

Figura 37. Probetas de ensayo de contenido de humedad



N° de probetas	Norma Técnica	Dimensiones
12 unidades	NTP 251.010:2014	3cm x 3cm x 10cm

Figura 38. Probetas para ensayo de densidad básica



N° de probetas	Norma Técnica	Dimensiones
12 unidades	NTP 251.011:2014	3cm x 3cm x 10cm

Figura 39. Probetas para ensayo de compresión paralela a la fibra



N° de probetas	Norma Técnica	Dimensiones
6 unidades	NTP 251.014:2014	Se utilizó de 7cm x 7cm x 30cm

Figura 40. Probetas de ensayo de flexión



N° de probetas	Norma Técnica	Dimensiones
6 unidades	NTP 251.017:2014	5cm x 5cm x 76cm

Figura 41. Probetas para ensayo de corte paralela a la fibra



N° de probetas	Norma Técnica	Dimensiones
4 unidades	NTP 251.013:2015	2cm x 7cm x 2 lados

b) Ensayos de la madera

Método

Se realizó los ensayos físicos y Mecánicos de la madera Capirona, para la comprobación de la clasificación en el Grupo B de maderas estructurales de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.010.

Los ensayos para contenido de humedad, densidad básica y flexión paralela al grano, se realizaron en el laboratorio de la Universidad Señor de Sipán en la ciudad de Chiclayo y los ensayos de compresión y corte en el laboratorio de la Universidad San Martin de Porres en la ciudad de Chiclayo.

Materiales

Probetas de madera Capirona, dimensiones según ensayo.

Tabla 6. Equipos utilizados en laboratorio

<p>Equipos utilizados en el laboratorio de la Universidad San Martín de Porres - Chiclayo</p>	<p>Máquina de compresión - USMP</p> 
<p>Equipos utilizados en el laboratorio de la Universidad Señor de Sipán - Chiclayo</p>	<p>Máquina de compresión - USS</p> 
	<p>Hornos</p> 
	<p>Desecador</p> 
	<p>Balanzas</p> 

Fuente: Elaborado por los autores

Programas

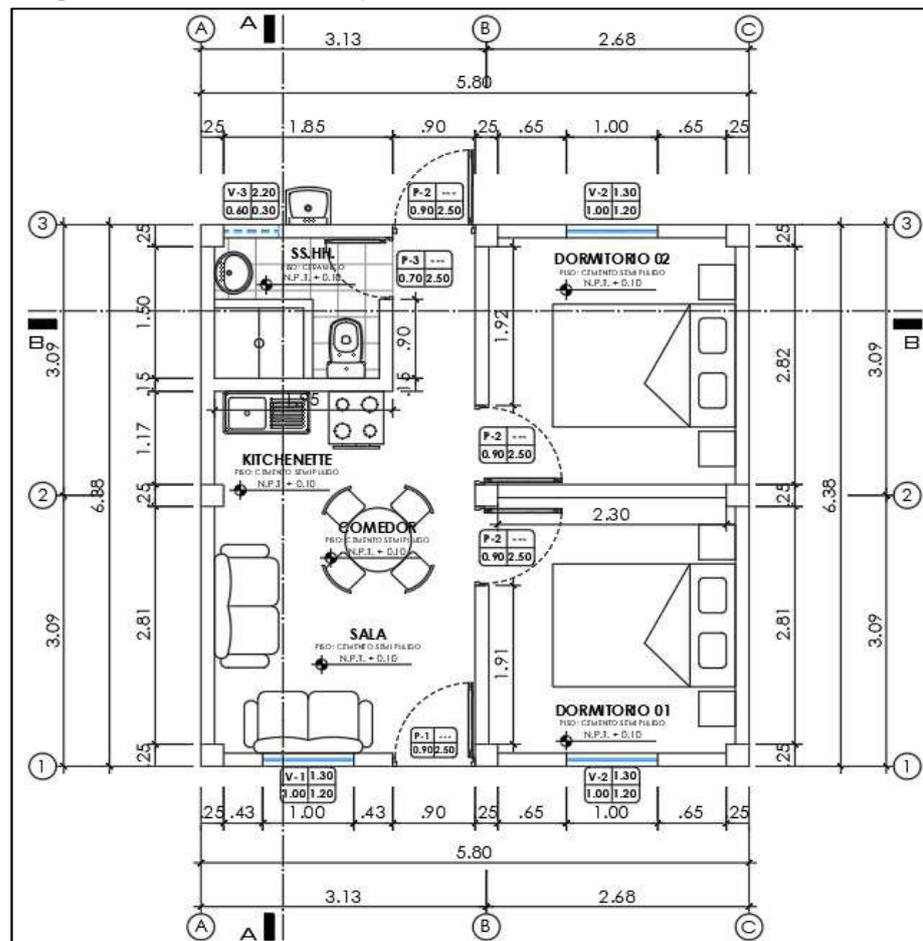
Cálculos en Microsoft Excel 2016.

c) Diseño estructural

En la elaboración del diseño estructural empleando material noble, se contó con los planos de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias y eléctricas del diseño del modelo de un Módulo de Vivienda Social brindados por el Programa Techo Propio en la ciudad de Chiclayo.

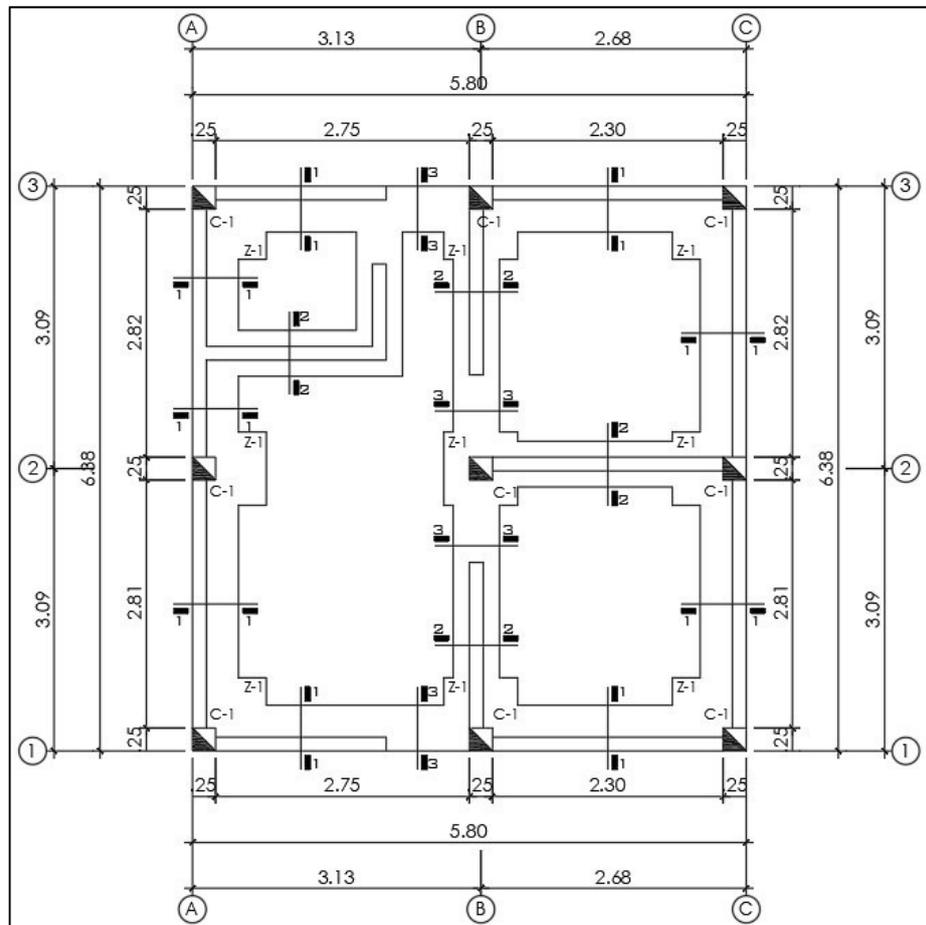
Para el diseño estructural empleando madera Capirona, los cálculos se efectuaron de acuerdo a las dimensiones del plano del diseño con material noble, cumpliendo los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana E.010 y del Manual de Diseño para Madera del Grupo Andino y así realizar la comparación entre ambos.

Figura 42. Plano de Arquitectura del Módulo de Vivienda Social



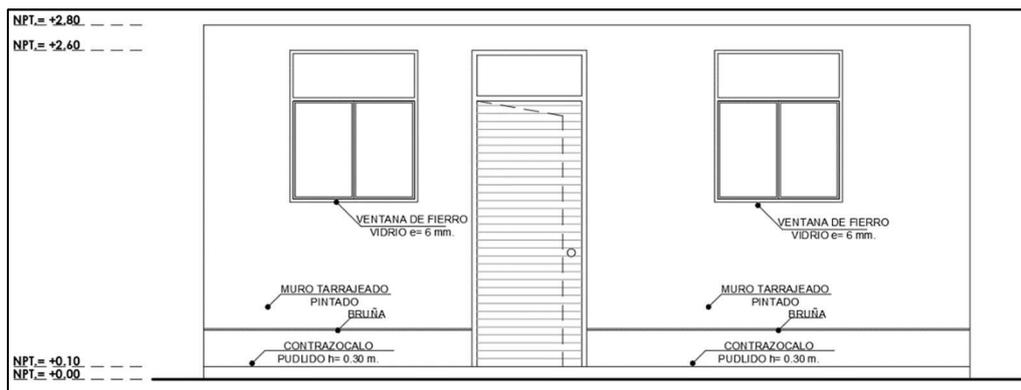
Fuente: Brindado por Techo Propio, Año 2018

Figura 43. Plano de Estructuras del Módulo de Vivienda Social



Fuente: Brindado por Techo Propio, Año 2018

Figura 44. Plano de Elevación Principal del Módulo de Vivienda Social



Fuente: Brindado por Techo Propio, Año 2018

Programas

AutoCAD Civil 3D 2018 y Microsoft Excel 2016.

d) Presupuesto

El presupuesto del diseño con material noble de un Módulo de Vivienda Social, ya está elaborado, el cual nos brindó Techo Propio, para poder realizar la comparación con el diseño a elaborar con madera Capirona.

Figura 45. Presupuesto del diseño con material noble

PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR				
PROPIETARIOS:		CHAPLOQUEARANA CARMEN MAGALY				
UBICACIÓN:	DPTO.:	LAMBAYEQUE	PROV.:	CHICLAYO	DIST.:	CHICLAYO
	AA.HH./PP.JJ.	ARTURO PASTOR BOGGIANO	MZ.:	A'	LOTE:	9
PLAZO EJECUCIÓN:	120 DÍAS CALENDARIOS	ÁREA A CONSTRUIR	37m2	FECHA:	08/2018	
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	ESTRUCTURAS					
01.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES					443.00
01.01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	110.00	110.00	
01.01.02	TRAJEO Y REPLANTEO	m2	37.00	4.00	148.00	
01.01.03	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	37.00	5.00	185.00	
01.02.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS					510.98
01.02.01	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA H=1.00 MT TERRENO NORMAL	m3	5.46	33.00	180.18	
01.02.02	NIVELACIÓN INT. Y APLANAMIENTO FINAL DEL TERRENO PREVIO AL PISO	m3	33.00	3.50	115.50	
01.02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	5.00	15.00	75.00	
01.02.04	ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL (D>5m)	m3	6.10	23.00	140.30	
01.03.00	CONCRETO SIMPLE					2192.10
01.03.01	CIMENTO CORRIDO - MEZCLA CH 1:10-30% PG	m3	7.25	101.00	732.25	
01.03.02	SOBRECIMENTO - MEZCLA CH 1:8-25% PM	m3	1.50	110.00	165.00	
01.03.03	SOBRECIMENTO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	13.45	33.00	443.85	
01.03.04	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	37.00	23.00	851.00	
01.04.00	CONCRETO ARMADO					7407.35
01.04.01	COLUMNAS - CONCRETO Fc=475 kg/cm2	m3	3.53	190.00	670.70	
01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 kg/cm2	kg	167.23	5.00	836.15	
01.04.03	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	25.28	41.00	1036.48	
01.04.04	VIGAS DE CONCRETO Fc=475kg/cm2	m3	6.12	170.26	1041.99	
01.04.05	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 kg/cm2	kg	184.81	2.30	425.06	
01.04.06	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	5.13	45.12	231.47	
01.04.07	LOSAS ALIGERADA - CONCRETO Fc=475 kg/cm2	m3	4.89	205.00	1002.45	
01.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	42.00	23.95	1005.90	
01.04.09	ACERO GRADO 60 Fy=4200 kg/cm2	kg	145.00	4.17	604.65	
01.04.10	BLOQUE HUECO CONCRETO 12X30X30 cm	Und	325.00	1.70	552.50	
02.00.00	ARQUITECTURA					
02.01.00	MUROS Y TABIQUES					2208.18
02.01.01	MURO DE LADRILLO XX ARTESANAL (6X13X24) SOGA MEZCLA CAL: 5e-1.5cm	m2	61.49	32.00	1967.68	
02.01.02	ACERO DE REFUERZO Fy= 4200 kg/cm2	kg	37.00	6.50	240.50	
02.02.00	REVOQUES Y ENLUCIDOS					954.44
02.02.01	TARRAJEO EXTERIOR EN FACHADA	m2	10.43	15.50	161.67	
02.02.02	TARRAJEO DE SUPERFICIES DE COLUMNAS CON CEMENTO ARENA	m2	5.48	25.00	137.00	
02.02.03	REBOZO DE OBRAS EN PUERTAS Y VENTANAS	m2	21.40	7.50	160.50	
02.02.04	TARRAJEO PRIMARIO PARA DICALOS Y ENCHAPES	m2	16.50	12.00	198.00	
02.02.05	SOLAQUEADO EN MUROS INTERIORES	m2	40.97	7.50	307.28	
02.03.00	PISOS Y PAVIMENTOS					524.00
02.03.01	PISO DE CONCRETO 6-3" S/ COLORAR BRUÑADO Fc=14kg/cm2	m2	20.00	22.00	440.00	
02.03.02	PISO SS HH - CERÁMICA ECONÓMICA	m2	2.80	30.00	84.00	
02.04.00	CONTRAZÓCALOS					67.20
02.04.01	CONTRAZÓCALO EXTERIOR DE CEMENTO H=30 cm	m	5.60	12.00	67.20	

02.05.00	ZÓCALOS Y ENCHAPES					402.50
02.05.01	ENCHAPADO CON CERAMI CA ECONOMICA EN PARED DE SS.HH Y LAVADEROS	m2	11.50	35.00	402.50	
02.06.00	CARPINTERÍA DE MADERA					945.50
02.06.01	PUERTA CONTRAPLACADA DE 35mm TRIPLAY; Inc. Marco y accesorios	und	3.00	135.00	645.50	
02.06.02	PUERTA DE MADERA SOLIDA	und	1.00	300.00	300.00	
02.07.00	CARPINTERÍA METÁLICA					224.60
02.07.01	MARCOS DE ALUMINIO Y TRAVESAÑO DE ALUMINIO	m ^l	11.23	20.00	224.60	
02.08.00	CERRAJERÍA					155.00
02.08.01	CERRADURA DE TRES GOLPES PESADA	und	1.00	65.00	65.00	
02.08.02	CERRADURA TIPO PERILLA COLOR CROMO OXIDADO CON BOTON DE SEGURIDAD	und	3.00	30.00	90.00	
02.09.00	MORIOS Y CRISTALES					551.22
02.09.01	MORIOS DE 8mm.	p2	27.16	20.00	543.20	
02.09.02	MORIO CATEDRAL	p2	0.81	9.90	8.02	
02.10.00	PINTURA					298.92
02.10.01	PINTURA TEMPLE EN CIELO RASO	m2	19.00	6.00	114.00	
02.10.02	PINTURA LATEX EN FACHADA Y COLUMNAS INTERIORES (INCLUYE BASE)	m2	15.41	12.00	184.92	
03.00.00	INSTALACIONES SANITARIAS					
03.01.00	APARATOS SANITARIOS					345.00
03.01.01	INOCORO + LAVATORIO ECONOMICO Y ACCESORIOS	jgo	1.00	245.00	245.00	
03.01.02	LAVADERO DE UNA POZA DE ACERO A CERO INOXIDABLE	jgo	1.00	50.00	50.00	
03.01.03	LAVADERO DE GRANITO	jgo	1.00	50.00	50.00	
03.02.00	SISTEMA DE DESAGUE					515.75
03.02.01	SALIDA DE DESAGÜE PVC (Incluye accesorios)	pzo	3.00	36.25	108.75	
03.02.02	SALIDA DE VENTILACIÓN PVC 2" (Incluye accesorios)	pzo	1.00	25.00	25.00	
03.02.03	SUMIDERO DE BRONCE DE 2" (Incluye accesorios)	und	2.00	5.00	10.00	
03.02.04	REGISTRO ROSCADO DE BRONCE 4"	und	1.00	12.00	12.00	
03.02.05	TUBERIA PVC DE 4"	m ^l	10.00	13.30	133.00	
03.02.06	TUBERÍA PVC DE 2"	m ^l	10.00	13.20	132.00	
03.02.07	CAJA PARA CONEXIÓN DE DESAGÜE DE 30.60	und	0.90	50.00	45.00	
03.03.00	SISTEMA DE AGUA FRÍA					308.07
03.03.01	SALIDA DE AGUA FRÍA PVC	pzo	4.20	25.00	105.00	
03.03.02	RED DE DISTRIBUCIÓN PVC CLASE III DE 1/2"	m ^l	13.00	13.00	169.00	
03.03.03	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE 1/2"	und	1.00	21.00	21.00	
03.03.04	CODO PVC - SAP 1/2"X90	und	7.00	1.31	9.17	
03.03.05	TEE PVC - SAP 1/2"	und	3.00	1.30	3.90	
04.00.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS					463.00
04.01.01	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ	pzo	5.00	40.00	200.00	
04.01.01	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE (Incluido cableado y entubado)	pzo	4.00	37.00	148.00	
04.01.02	TABLERO ELECTRÓNICO DE DISTRIBUCIÓN PLÁSTICO PARA 3 LLAVES	und	1.00	25.00	25.00	
04.01.03	LLAVES TERMOMAGNÉTICAS ECONOMICAS	und	3.00	30.00	90.00	
Veinticuatro mil cuatrocientos ochenta y cinco con 03/100soles				COSTO DIRECTO		S/. 18,526.81
				GASTOS GENERALES 7%		S/. 1,296.88
				UTILIDAD 5%		S/. 926.34
				IGV 18%		S/. 3,375.00
				TOTAL		S/. 24,485.03

Fuente: Brindado por Techo Propio, Año 2018

El presupuesto del diseño con madera Capirona, se realizó mediante metrados, costos unitarios y evaluando con costos actualizados de mano de obra y materiales empleados en el diseño para la ciudad de Chiclayo.

Programas utilizados

AutoCAD Civil 3D 2018 y Excel 2016.

e) Cronograma de ejecución

En el expediente del diseño con material noble de un Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio, no cuenta con un cronograma elaborado por partida, sino solo la contemplación en su expediente indicando un plazo de ejecución de 120 días calendarios.

Figura 46. Plazo de ejecución contemplado en el presupuesto

PRESUPUESTO DE PROYECTO CSP - UNIFAMILIAR						
PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR					
PROPIETARIOS:	CHAFLOQUE ARANA CARMEN MAGALY					
UBICACIÓN:	DPTO.:	LAMBAYEQUE	PROV.:	CHICLAYO	DIST.:	CHICLAYO
	AA.HH. / PP.JJ.	ARTURO PASTOR BOGGIANO	MZ:	A'	LOTE:	9
PLAZO EJECUCIÓN:	120 DÍAS CALENDARIOS		ÁREA A CONSTRUIR	37m2	FECHA: 08/2018	
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO	SUB-TOTAL	TOTAL

Fuente: Brindado por Techo Propio, Año 2018

Para la elaboración del cronograma de ejecución del diseño con madera Capirona, se contempló de las experiencias empíricamente adquiridas en campo, de personas que trabajan en el rubro del aserrado y elaboración de madera, mostrando en el cronograma las partidas de la estructura de madera, para luego realizar su comparación con el cronograma de ejecución del diseño con material noble.

Programas

Ms Project 2010

CAPÍTULO IV. DESARROLLO

4.1 Ensayos

En la presente tesis, se desarrollaron los ensayos físicos y mecánicos a la madera Capirona, para poder corroborar la clasificación en el Grupo B de maderas de uso estructurales, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.010.

Según la Norma Técnica Peruana E.010, para el diseño de concreto armado y en acero se usan métodos de resistencia última, pero es diferente para las estructuras de madera.

La práctica mundialmente establecida con madera se diseña por métodos de esfuerzos admisibles, reduciendo estos su resistencia en vez de incrementar las cargas.

El Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984), menciona que para el esfuerzo admisible se considera un límite de exclusión 5% (es decir, que de toda la población existente dicha especie solo el 5% tenga una resistencia menor). Para hallar los esfuerzos admisibles, se obtuvieron modificando las resistencias últimas mínimas mediante coeficientes de reducción aplicados a su fórmula, como factores de

seguridad para condiciones de servicio al diseñar con madera. (Ver Anexo 6 – Documentación complementaria).

Para poder hallar el esfuerzo admisible se debe primero hallar el esfuerzo básico mínimo correspondiente al límite de exclusión del 5%.

Luego se determina el esfuerzo admisible, aplicando la siguiente fórmula obtenida de la Norma Técnica Peruana E.010:

$$\text{Esfuerzos Admisibles} = \frac{F.C \times F.T.}{F.S \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo Básico Mínimo}$$

Donde:

F.C.= Coeficiente de Reducción por Calidad (defectos).

F.T.= Coeficiente de Reducción por Tamaño.

F.S.= Coeficiente de Seguridad.

F.D.C.= Coeficiente de Duración de Carga. Basada en la reducción observada en ensayos de vigas a escala natural

Los coeficientes considerados para obtener el esfuerzo admisible, se obtiene de la siguiente figura:

Figura 47. Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles

	FLEXIÓN	COMPRESIÓN PARALELA	CORTE PARALELO	COMPRESIÓN PERPENDICULAR
F.C	0,80	*	*	*
F.T	0,90	*	*	*
F.S	2,00	1,60	4,00**	1,60
F.D.C	1,15	1,25	*	*

(*) Incluido en F.S.

(**) Incluye un coeficiente por concentración de esfuerzos = 2,00 debido a la posible presencia de rajaduras por secado en los extremos de la piezas.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.010, Año 2014

a) Ensayo de contenido de humedad

Lo empleado para la realización del ensayo:

Material	:	Madera Capirona
Norma utilizada	:	NTP 251.010:2014
Dimensiones	:	3 cm x 3 cm x 10 cm
Número de probetas	:	12 Unidades (nombre P1 hasta P12)
Equipos	:	Horno (Temperatura 103°C ± 2 °C) Balanza (Precisión 0.1 gr y máx. 2kg) Desecador (Sustancia higroscópica)

Desarrollo del ensayo

Se determinó el contenido de humedad de la madera Capirona, en base a la norma NTP 251.010:2014, indicando que las probetas se cortaran de los restos de la zona no afectada del ensayo de compresión y flexión, empleando el método A de secado en estufa y siguiendo el procedimiento establecido, se calculó lo siguiente:

Primero: Peso Húmedo (PH)

Se pesaron las probetas en la balanza eléctrica para obtener el peso húmedo.

Balanza eléctrica



• Probeta P1	:	84.40 gr.	• Probeta P7	:	80.79 gr.
• Probeta P2	:	82.19 gr.	• Probeta P8	:	80.14 gr.
• Probeta P3	:	86.98 gr.	• Probeta P9	:	79.32 gr.
• Probeta P4	:	79.28 gr.	• Probeta P10	:	78.97 gr.
• Probeta P5	:	85.82 gr.	• Probeta P11	:	81.83 gr.
• Probeta P6	:	84.83 gr.	• Probeta P12	:	80.87 gr.

Calculamos el promedio del peso húmedo de las probetas.

$$\text{Promedio} = \frac{84.40\text{gr} + 82.19\text{gr} + 86.98\text{gr} + 79.28\text{gr} + 85.82\text{gr} + 84.83\text{gr} + 80.79\text{gr} + 80.14\text{gr} + 79.32\text{gr} + 78.97\text{gr} + 81.83\text{gr} + 80.87\text{gr}}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{985.42 \text{ gr.}}{12}$$

$$\text{Promedio} = 82.12 \text{ gr.}$$

Segundo: Peso Seco al Horno (PSH)

Colocar las probetas a 24 horas en pares de cuatro y a un tercio de la cavidad interna de la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, se retiraron y se dejaron enfriar en el desecador, para ultimo poder pesarlo en la balanza y hallar el peso seco al horno.



- | | | | |
|--------------|-------------|---------------|-------------|
| • Probeta P1 | : 73.00 gr. | • Probeta P7 | : 68.00 gr. |
| • Probeta P2 | : 70.00 gr. | • Probeta P8 | : 70.00 gr. |
| • Probeta P3 | : 74.40 gr. | • Probeta P9 | : 69.10 gr. |
| • Probeta P4 | : 67.00 gr. | • Probeta P10 | : 69.20 gr. |
| • Probeta P5 | : 73.00 gr. | • Probeta P11 | : 71.80 gr. |
| • Probeta P6 | : 71.60 gr. | • Probeta P12 | : 71.00 gr. |

Determinar el promedio del peso seco al horno de las probetas.

$$\text{Promedio} = \frac{73.00\text{gr} + 70.00\text{gr} + 74.40\text{gr} + 67.00\text{gr} + 73.00\text{gr} + 71.60\text{gr} + 68.00\text{gr} + 70.00\text{gr} + 69.10\text{gr} + 69.20\text{gr} + 71.80\text{gr} + 71.00\text{gr}}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{848.10 \text{ gr.}}{12}$$

$$\text{Promedio} = 70.68 \text{ gr.}$$

Tercero: Contenido de Humedad de la madera Capirona (CH)

Calcular el Contenido de humedad mediante la siguiente expresión:

$$\text{CH \%} = \frac{\text{PH} - \text{PSH}}{\text{PSH}} \times 100$$

- Con los resultados de la probeta "P1" tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{84.40 - 73.00}{73.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1562 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 15.62 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P2” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{82.19 - 70.00}{70.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1741 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 17.41 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P3” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{86.98 - 74.40}{74.40} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1691 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 16.91 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P4” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{79.28 - 67.00}{67.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1833 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 18.33 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P5” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{85.82 - 73.00}{73.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1756 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 17.56 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P6” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{84.83 - 71.60}{71.60} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1848 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 18.48 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P7” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{80.79 - 68.00}{68.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1881 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 18.81 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P8” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{80.14 - 70.00}{70.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1449 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 14.49 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P9” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{79.32 - 69.10}{69.10} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1479 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 14.79 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P10” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{78.97 - 69.20}{69.20} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1412 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 14.12 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P11” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{81.83 - 71.80}{71.80} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1397 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 13.97 \%$$

- Con los resultados de la probeta “P12” tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{80.87 - 71.00}{71.00} \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.1390 \times 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 13.90 \%$$

Por último, se determinó el promedio del contenido de humedad.

$$\text{Promedio} = \frac{15.62\% + 17.41\% + 16.91\% + 18.33\% + 17.56\% + 18.48\% + 18.81\% + 14.49\%gr + 14.79\%gr + 14.12\% + 13.97\% + 13.90\%}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{210.58\%}{12}$$

$$\text{Promedio} = 16.20\% \rightarrow \text{Cumple NTP 251.104}$$

Como nos indica la NTP 251.104:1988(revisada 2011), “la madera aserrada debe estar seca a un contenido de humedad en equilibrio con el ambiente donde va ser instalada y en ningún caso se excederá de un contenido de humedad del 22%”.

b) Ensayo de densidad de la madera

Lo empleado para la realización del ensayo es lo siguiente:

Materiales	:	Madera Capirona Parafina Agua
Norma utilizada	:	NTP 251.011:2014
Dimensiones	:	3 cm x 3 cm x 10 cm
Número de probetas	:	12 Unidades (nombre D1 hasta D12)
Equipos	:	Horno (Temperatura $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) Balanza (Precisión 0.1 gr y máx. 2kg) Desecador (Sustancia higroscópica)

Desarrollo del ensayo

Se determinó la densidad básica de la madera Capirona, en base a la NTP 251.011:2014, mencionando que las probetas ensayadas son de los restos de la zona no afectada del ensayo a flexión, siguiendo el procedimiento establecido, se calculó lo siguiente:

Primero: Peso Húmedo (PH)

Se pesaron las muestras en estado saturado en la balanza mecánica para obtener el peso húmedo.

Probetas saturadas



Balanza Mecánica



• Probeta D1	:	95.6 gr.	• Probeta D7	:	86.5 gr.
• Probeta D2	:	87.0 gr.	• Probeta D8	:	86.0 gr.
• Probeta D3	:	94.1 gr.	• Probeta D9	:	87.3 gr.
• Probeta D4	:	90.0 gr.	• Probeta D10	:	87.5 gr.
• Probeta D5	:	84.9 gr.	• Probeta D11	:	85.6 gr.
• Probeta D6	:	93.3 gr.	• Probeta D12	:	85.1 gr.

Calculamos el promedio del peso húmedo de las probetas saturadas.

$$\text{Promedio} = \frac{95.6\text{gr} + 87.0\text{gr} + 94.1\text{gr} + 90.0\text{gr} + 84.9\text{gr} + 93.3\text{gr} + 86.5\text{gr} + 86.0\text{gr} + 87.3\text{gr} + 87.5\text{gr} + 85.6\text{gr} + 85.1\text{gr}}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{1062.9 \text{ gr.}}{12}$$

$$\text{Promedio} = 88.58 \text{ gr.}$$

Segundo: Volumen Húmedo (VH)

El Volumen Húmedo en forma indirecta, sumergiendo la probeta en un peso conocido de agua sin tocar el fondo del recipiente y luego se registra el incremento de peso correspondiente, representando este valor el volumen desplazado por la probeta.



✓ Resultado de la probeta D1

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1826.8 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1922.5 gr.

→ El volumen Húmedo "D1", es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1922.5 \text{ gr} - 1826.8 \text{ gr} = 95.7 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 95.7 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D2

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1826.3 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1928.6 gr.

→ El volumen Húmedo “D2”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1928.6 \text{ gr} - 1826.3 \text{ gr} = 102.3 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 102.3 cm³.

✓ Resultado de la probeta D3

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1822.0 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1920.0 gr.

→ El volumen Húmedo “D3”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1920.0 \text{ gr} - 1822.0 \text{ gr} = 98.0 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 98.0 cm³.

✓ Resultado de la probeta D4

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1821.7 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1918.7 gr.

→ El volumen Húmedo “D4”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1918.7 \text{ gr} - 1821.7 \text{ gr} = 97.0 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 97.0 cm³.

✓ Resultado de la probeta D5

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1821.3 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1915.7 gr.

→ El volumen Húmedo “D5”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1915.7 \text{ gr} - 1821.3 \text{ gr} = 94.4 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 94.4 cm³.

✓ Resultado de la probeta D6

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1819.0 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1920.3 gr.

→ El volumen Húmedo “D6”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1920.3 \text{ gr} - 1819.0 \text{ gr} = 101.3 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 101.3 cm³.

✓ Resultado de la probeta D7

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1817.0 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1912.5 gr.

→ El volumen Húmedo “D7”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1912.5 \text{ gr} - 1817.0 \text{ gr} = 95.5 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 95.5 cm³.

✓ Resultado de la probeta D8

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1817.0 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1911.5 gr.

→ El volumen Húmedo “D8”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1911.5 \text{ gr} - 1817.0 \text{ gr} = 94.5 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 94.5 cm³.

✓ Resultado de la probeta D9

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1813.0 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1910.5 gr.

→ El volumen Húmedo “D9”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1910.5 \text{ gr} - 1813.0 \text{ gr} = 97.5 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 97.5 cm³.

✓ Resultado de la probeta D10

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1812.9 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1911.3 gr.

→ El volumen Húmedo “D10”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1911.3 \text{ gr} - 1812.9 \text{ gr} = 98.4 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 98.4 cm³.

✓ Resultado de la probeta D11

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1812.5 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1911.2 gr.

→ El volumen Húmedo “D11”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1911.2 \text{ gr} - 1812.5 \text{ gr} = 98.7 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 98.7 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D12

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1812.9 gr.
Peso al sumergir la probeta	:1911.5 gr.

→ El volumen Húmedo “D12”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1911.5 \text{ gr} - 1812.9 \text{ gr} = 98.6 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 98.6 cm^3 .

Determinamos el promedio del Volumen Húmedo de las probetas saturadas.

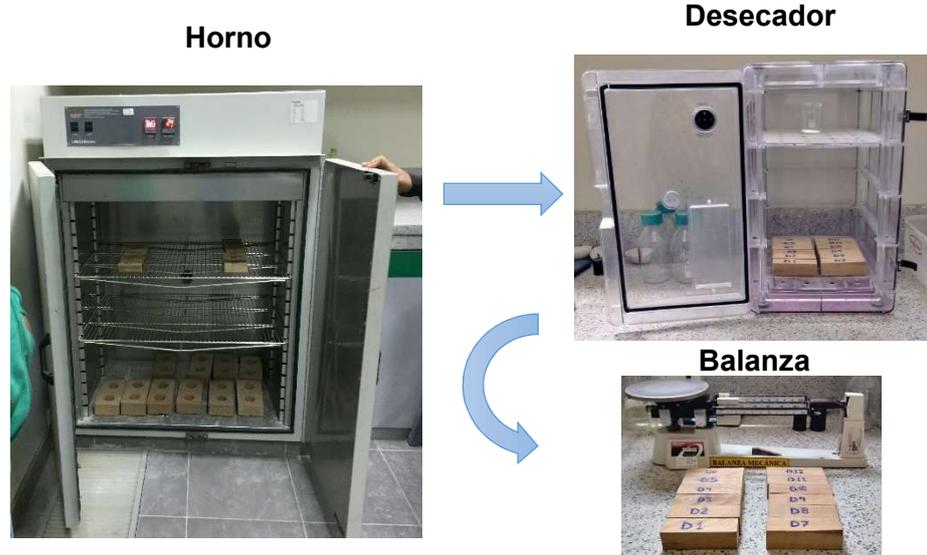
$$\text{Promedio} = \frac{(95.7 + 102.3 + 98.0 + 97.0 + 94.4 + 101.3 + 95.5 + 94.5 + 97.5 + 98.4 + 98.7 + 98.6) \text{ cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{1171.9 \text{ cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = 97.70 \text{ cm}^3.$$

Tercero: Peso Seco al Horno (PSH)

Se procede el secado de las probetas a 24 horas en pares de cuatro y a un tercio de la cavidad interna de la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, se retiraron y se dejaron enfriar en el desecador, para ultimo poder pesarlo en la balanza y hallar el peso seco al horno.



- | | | | |
|--------------|------------|---------------|------------|
| • Probeta D1 | : 69.6 gr. | • Probeta D7 | : 70.0 gr. |
| • Probeta D2 | : 69.1 gr. | • Probeta D8 | : 66.5 gr. |
| • Probeta D3 | : 71.7 gr. | • Probeta D9 | : 68.5 gr. |
| • Probeta D4 | : 70.1 gr. | • Probeta D10 | : 68.2 gr. |
| • Probeta D5 | : 67.8 gr. | • Probeta D11 | : 68.5 gr. |
| • Probeta D6 | : 67.1 gr. | • Probeta D12 | : 68.4 gr. |

Hallamos el promedio del peso seco al horno de las probetas.

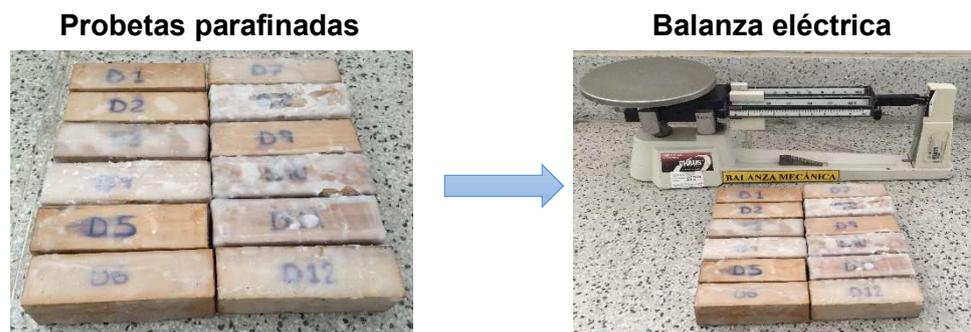
$$\text{Promedio} = \frac{(69.6\text{gr.} + 69.1\text{gr.} + 71.7\text{gr.} + 70.1\text{gr.} + 67.8\text{gr.} + 67.1\text{gr.} + 70.0\text{gr.} + 66.5\text{gr.} + 68.5\text{gr.} + 68.2\text{gr.} + 68.5\text{gr.} + 68.4\text{ gr.})}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{825.5\text{ gr.}}{12}$$

$$\text{Promedio} = 68.79\text{ cm}^3.$$

Cuarto: Volumen Seco al Horno (VSH)

Calcular el volumen húmedo en forma indirecta, primero las probetas fueron parafinadas, para luego sumergirlas en un peso conocido de agua sin tocar el fondo del recipiente, registrando el incremento de peso correspondiente, representando este valor el volumen desplazada por la probeta.



- Probeta parafinada D1 : 78.0 gr.
- Probeta parafinada D2 : 75.5 gr.
- Probeta parafinada D3 : 86.2 gr.
- Probeta parafinada D4 : 86.6 gr.
- Probeta parafinada D5 : 75.3 gr.
- Probeta parafinada D6 : 75.5 gr.
- Probeta parafinada D7 : 83.7 gr.
- Probeta parafinada D8 : 82.4 gr.
- Probeta parafinada D9 : 79.3 gr.
- Probeta parafinada D10: 79.6 gr.
- Probeta parafinada D11: 78.7 gr.
- Probeta parafinada D12: 78.5 gr.

Hallamos el peso de la parafina que se cubrió en cada probeta.

- Probeta parafinada D1 - Probeta D1 : 78.0 gr. – 69.6 gr = 8.4gr.
- Probeta parafinada D2 - Probeta D2 : 75.5 gr. – 69.1 gr = 6.4gr.
- Probeta parafinada D3 - Probeta D3 : 86.9 gr. – 71.7 gr = 14.5gr.
- Probeta parafinada D4 - Probeta D4 : 86.6 gr. – 70.1 gr = 16.5gr.
- Probeta parafinada D5 - Probeta D5 : 75.3 gr. – 67.8 gr = 7.5gr.
- Probeta parafinada D6 - Probeta D6 : 75.5 gr. – 67.1 gr = 8.4gr.
- Probeta parafinada D7 - Probeta D7 : 83.7 gr. – 70.0 gr = 13.7gr.
- Probeta parafinada D8 - Probeta D8 : 82.4 gr. – 66.5 gr = 15.9gr.
- Probeta parafinada D9 - Probeta D9 : 79.3 gr. – 68.5 gr = 10.8gr.

- Probeta parafinada D10 - Probeta D10 : 79.6 gr. – 68.2 gr = 11.4gr.
- Probeta parafinada D11 - Probeta D11 : 78.7 gr. – 68.5 gr = 10.2gr.
- Probeta parafinada D12 - Probeta D12 : 78.5 gr. – 68.4 gr = 10.1gr.

El recubrimiento de parafina en las probetas, tiene como objetivo cubrir la madera para que no absorba agua por capilaridad, manteniendo seca la probeta de madera, por lo tanto, se tiene que restar el peso de la parafina al peso de la probeta sumergida en cada probeta.

Determinamos el Volumen Seco al Horno.

✓ Resultado de la probeta D1

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1573.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1663.5 gr.
Peso parafina de la probeta D1	: 8.4 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D1	: 1655.1gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D1”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: 1655.1 gr - 1573.0 gr = 82.1 gr, que representará el Volumen desplazado de la probeta en 82.1 cm³.

✓ Resultado de la probeta D2

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1573.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1664.0 gr.
Peso parafina de la probeta D2	: 6.4 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D2	: 1657.6gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D2”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1657.6 \text{ gr} - 1573.0 \text{ gr} = 84.6 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 84.6 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D3

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1572.7 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1668.5 gr.
Peso parafina de la probeta D3	: 14.5 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D3	: 1654.0gr.

→ El volumen Seco al Horno “D3”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1654.0 \text{ gr} - 1572.7 \text{ gr} = 81.3 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 81.3 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D4

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1571.5 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1675.5 gr.
Peso parafina de la probeta D4	: 16.5 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D4	: 1659.0gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D4”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1659.0 \text{ gr} - 1571.5 \text{ gr} = 87.5 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 87.5 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D5

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1571.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1662.0 gr.
Peso parafina de la probeta D5	: 7.5 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D5	: 1654.5gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D5”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1654.5 \text{ gr} - 1571.0 \text{ gr} = 83.5 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 83.5 cm³.

✓ Resultado de la probeta D6

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1571.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1659.2 gr.
Peso parafina de la probeta D6	: 8.4 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D6	: 1650.8gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D6”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1650.8 \text{ gr} - 1571.0 \text{ gr} = 79.8 \text{ gr}$, que representará el Volumen desplazado por la probeta en 79.8 cm³.

✓ Resultado de la probeta D7

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente +peso agua	:1568.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1667.5 gr.
Peso parafina de la probeta D7	: 13.7 gr.
Peso sumergido –peso parafina de probeta D7	: 1653.8gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D7”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1653.8 \text{ gr} - 1568.0 \text{ gr} = 85.8 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 85.8 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D8

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1570.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1672.0 gr.
Peso parafina de la probeta D8	: 15.9 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D8	: 1656.1gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D8”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1656.1 \text{ gr} - 1570.0 \text{ gr} = 86.1\text{gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 86.1 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D9

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1572.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1668.0 gr.
Peso parafina de la probeta D9	: 10.8 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D9	: 1657.2gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D9”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1657.2 \text{ gr} - 1572.0 \text{ gr} = 85.2\text{gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 85.2 cm^3 .

✓ Resultado de la probeta D10

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1572.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1668.5 gr.
Peso parafina de la probeta D10	: 11.4 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D10	: 1657.1gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D10”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1657.1 \text{ gr} - 1572.0 \text{ gr} = 85.1 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 85.1 cm³.

✓ Resultado de la probeta D11

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1571.5 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1667.0 gr.
Peso parafina de la probeta D11	: 10.2 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D11	: 1656.8gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D11”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: $1656.8 \text{ gr} - 1571.5 \text{ gr} = 85.3 \text{ gr}$, que representará el volumen desplazado por la probeta en 85.3 cm³.

✓ Resultado de la probeta D12

Peso del recipiente	: 102.0 gr.
Peso del recipiente + peso agua	:1570.0 gr.
Peso al sumergir la probeta parafinada	:1666.0 gr.
Peso parafina de la probeta D12	: 10.1 gr.
Peso sumergido – peso parafina de probeta D12	: 1655.9gr.

→ El Volumen Seco al Horno “D12”, es el incremento de peso al sumergir la probeta, lo cual es: 1655.9 gr – 1570.0 gr = 85.9gr, que representará el volumen desplazado por la probeta en 85.9 cm³.

Luego se determinó el promedio del Volumen Seco al Horno de las probetas.

$$\text{Promedio} = \frac{(82.1 + 84.6 + 81.3 + 87.5 + 83.5 + 79.8 + 85.8 + 86.1 + 85.2 + 85.1 + 85.3 + 85.9) \text{ cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{1012.2 \text{ cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = 84.4 \text{ cm}^3$$

Quinto: Determinamos la densidad de la madera

El contenido de humedad se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{\text{P.H.}}{\text{V.H.}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{\text{P.S.H.}}{\text{V.H.}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Densidad Anhidro (DS)} = \frac{\text{P.S.H.}}{\text{V.S.H.}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

- Con los resultados de la probeta “D1” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{95.6}{95.7} = 1.00 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{69.6}{95.7} = 0.73 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{69.6}{82.1} = 0.85 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D2” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{87.0}{102.3} = 0.85 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{69.1}{102.3} = 0.68 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{69.1}{84.6} = 0.82 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D3” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{94.1}{98.0} = 0.96 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{71.7}{98.0} = 0.73 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{71.7}{81.3} = 0.88 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D4” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{90.0}{97.0} = 0.93 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{70.1}{97.0} = 0.72 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{70.1}{87.5} = 0.80 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D5” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{84.9}{94.4} = 0.90 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{67.8}{94.4} = 0.72 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{67.8}{83.5} = 0.81 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D6” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{93.3}{101.3} = 0.92 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{67.1}{101.3} = 0.66 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{67.1}{79.8} = 0.84 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D7” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{86.5}{95.5} = 0.91 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad B\u00e1sica (DB)} = \frac{70.0}{95.5} = 0.73 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad B\u00e1sica (DB)} = \frac{70.0}{85.8} = 0.82 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D8” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{86.0}{94.5} = 0.91 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad B\u00e1sica (DB)} = \frac{66.5}{94.5} = 0.70 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad B\u00e1sica (DB)} = \frac{66.5}{86.1} = 0.77 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D9” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{87.3}{97.5} = 0.90 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad B\u00e1sica (DB)} = \frac{68.5}{97.5} = 0.70 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad B\u00e1sica (DB)} = \frac{68.5}{85.2} = 0.80 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D10” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{87.5}{98.4} = 0.89 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{68.2}{98.4} = 0.69 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{68.2}{85.1} = 0.80 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D11” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{85.6}{98.7} = 0.87 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{68.5}{98.7} = 0.69 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{68.5}{85.3} = 0.80 \text{ gr/cm}^3$$

- Con los resultados de la probeta “D12” tenemos:

$$\text{Densidad Saturada (DS)} = \frac{85.1}{98.6} = 0.86 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{68.4}{98.6} = 0.69 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{68.4}{85.9} = 0.80 \text{ gr/cm}^3$$

❖ Por último, se determinó el promedio de la densidad de las probetas.

▪ Promedio de Densidad Saturada

$$\text{Promedio} = \frac{(1.00 + 0.85 + 0.96 + 0.93 + 0.90 + 0.92 + 0.91 + 0.91 + 0.90 + 0.89 + 0.87 + 0.86) \text{ gr/cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{10.89 \text{ gr/cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = 0.91 \text{ gr/cm}^3$$

▪ Promedio de Densidad Básica

$$\text{Promedio} = \frac{(0.73 + 0.68 + 0.73 + 0.72 + 0.72 + 0.66 + 0.73 + 0.70 + 0.70 + 0.69 + 0.69 + 0.69) \text{ gr/cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{8.46 \text{ gr/cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = 0.70 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow \text{Clasificación Grupo B (Ver Figura 28)}$$

▪ Promedio de Densidad Anhidra

$$\text{Promedio} = \frac{(0.85 + 0.82 + 0.88 + 0.80 + 0.81 + 0.84 + 0.82 + 0.77 + 0.80 + 0.80 + 0.80 + 0.80) \text{ gr/cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = \frac{9.79 \text{ gr/cm}^3}{12}$$

$$\text{Promedio} = 0.82 \text{ gr/cm}^3$$

c) Ensayo de compresión paralelo a la fibra

Lo empleado para la realización del ensayo:

Material	:	Madera Capirona
Norma	:	NTP 251.014:2014
Dimensiones	:	7cm x 7 cm x 30 cm
Área de Compresión	:	49 cm ²
Número de Muestras	:	6 Unidades
Equipo	:	Máquina de Compresión

Desarrollo del ensayo

Se realizó en base a la norma NTP 251.014, la cual se prepararon las probetas y se aplicaron carga sobre la sección transversal en forma continua durante el ensayo y se registraron las fallas en cada probeta.

Primero: Registro de fallas a compresión de cada probeta

Máquina de Compresión



Probetas ensayadas



- Resultado de la 1ra rotura : 11511.00 kg
- Resultado de la 2da rotura : 11379.00 kg
- Resultado de la 3ra rotura : 11272.00 kg
- Resultado de la 4ta rotura : 11799.00 kg
- Resultado de la 5ta rotura : 11565.00 kg
- Resultado de la 6ta rotura : 11493.00 kg

Calculamos el promedio de los resultados de las fallas a compresión.

$$\text{Promedio} = \frac{11511.00+11379.00+11272.00+11799.00+11565.00+11493.00}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{6,9019.00 \text{ kg}}{6}$$

$$\text{Promedio} = 11503.17 \text{ kg}$$

Segundo: Se calculó el Esfuerzo Básico Mínimo

Se realiza el cálculo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{\text{Resistencia de la Muestra (kg)}}{\text{Área de compresión (cm}^2\text{)}}$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = \text{Esfuerzo Básico} - (5\% * \text{Esfuerzo Básico})$$

➤ Con el resultado de la 1ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{11511.00 \text{ kg}}{49 \text{ cm}^2} = 234.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 234.92 - (5\% \times 234.92) = 223.17 \text{ kg/cm}^2$$

➤ Con el resultado de la 2da rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{11379.00 \text{ kg}}{49 \text{ cm}^2} = 232.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} =$$

$$232.22 - (5\% \times 232.22) = 220.61 \text{ kg/cm}^2$$

- Con el resultado de la 3ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{11272.00 \text{ kg}}{49 \text{ cm}^2} = 230.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 230.04 - (5\% \times 230.04) = 218.54 \text{ kg/cm}^2$$

- Con el resultado de la 4ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{11799.00 \text{ kg}}{49 \text{ cm}^2} = 240.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 240.80 - (5\% \times 240.80) = 228.76 \text{ kg/cm}^2$$

- Con el resultado de la 5ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{11565.00 \text{ kg}}{49 \text{ cm}^2} = 236.02 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 236.02 - (5\% \times 236.02) = 224.22 \text{ kg/cm}^2$$

- Con el resultado de la 6ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{11493.00 \text{ kg}}{49 \text{ cm}^2} = 234.55 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 234.55 - (5\% \times 234.55) = 222.82 \text{ kg/cm}^2$$

Hallamos el Esfuerzo Básico Mínimo Promedio.

$$\text{Promedio} = \frac{(223.17 + 220.61 + 218.54 + 228.76 + 224.22 + 222.82) \text{ kg/cm}^2}{6}$$

6

$$\text{Promedio} = \frac{1338.12 \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = 223.02 \text{ kg/cm}^2$$

Tercero: Se determinó el Esfuerzo Admisible

Para poder hallar el esfuerzo admisible de la madera a compresión paralela a la fibra, tomamos los datos de la figura 46, los cuales son:

	COMPRESIÓN PARALELA	
F.C	*	F.C.= 1.00
F.T	*	F.T.= 1.00
F.S	1,60	F.S.= 1.60
F.D.C	1,25	F.D.C.= 1.25

Reemplazamos en la siguiente fórmula:

$$\text{Esfuerzos Admisibles} = \frac{F.C \times F.T.}{F.S \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo Básico mínimo}$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 1ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 223.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{2.00} \times 223.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.50 \times 223.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 111.59 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 2da rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 220.61 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{2.00} \times 220.61 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.50 \times 220.61 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 110.31 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 3ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 218.54 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{2.00} \times 218.54 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.50 \times 218.54 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 109.27 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 4ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 228.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{2.00} \times 228.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.50 \times 228.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 114.38 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 5ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 224.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{2.00} \times 224.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.50 \times 224.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 112.11 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 6ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 222.82 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{2.00} \times 222.82 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.50 \times 222.82 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 111.41 \text{ kg/cm}^2$$

Se determinó el Esfuerzo Admisible promedio.

$$\text{Promedio} = \frac{(111.59 + 110.31 + 109.27 + 114.38 + 112.11 + 111.41) \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{669.06 \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = 111.51 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, tenemos que:

$F_{c//} = 111.51 \text{ kg/cm}^2$ de la madera denominada Capirona, siendo este mayor a 110 pero menor a 150 (Ver Figura 30), ubicándose en el Grupo B de maderas estructurales según la Norma Técnica Peruana E.010.

d) Ensayo de flexión paralelo a la fibra

Lo empleado para la realización del ensayo es lo siguiente:

Material	:	Madera Capirona
Norma	:	NTP 251.017:2014
Dimensiones	:	5cm x 5 cm x 76 cm
Área de Compresión	:	25 cm ²
Número de Muestras	:	6 Unidades
Equipo	:	Máquina de Compresión Adaptada con accesorios (placas metálicas, una base y dos apoyos)

Desarrollo del proyecto

El ensayo a flexión se efectuó en base a la norma NTP 251.017, la cual se prepararon las probetas 5 cm x 5cm x 76 cm, siendo la distancia entre apoyos 70 cm, y se aplicó la carga en el centro en forma continua durante el ensayo y se registraron las fallas en cada probeta.

Primero: Registro de fallas a flexión de cada probeta

Adaptación en Máquina de compresión



Falla a flexión



- Resultado de la 1ra rotura : 770.00 kg
- Resultado de la 2da rotura : 920.00 kg
- Resultado de la 3ra rotura : 684.00 kg
- Resultado de la 4ta rotura : 808.00 kg
- Resultado de la 5ta rotura : 842.00 kg
- Resultado de la 6ta rotura : 697.00 kg

Hallamos el promedio de los resultados de las fallas a flexión.

$$\text{Promedio} = \frac{(770.00 + 920.00 + 684.00 + 808.00 + 842.00 + 697.00) \text{ kg}}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{4721.00 \text{ kg}}{6}$$

$$\text{Promedio} = 786.83 \text{ kg}$$

Segundo: Cálculo del Módulo de Rotura

Se calcula el esfuerzo máximo en flexión, que se obtiene mediante el análisis estructural de una viga simplemente apoyada con carga aplicada al centro de la luz, representando el esfuerzo básico, se realizó el cálculo mediante la siguiente expresión:

$$\text{MOR} = \frac{3 \times P \times L \text{ (kg)}}{2 \times a \times e^2 \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Donde:

P_i = Carga Máxima (Kg)

L= Distancia entre los apoyos, luz de la probeta 70 cm

a= Ancho de la probeta (cm)

e= Espesor de la probeta (cm)

✓ Con el resultado de la 1ra rotura tenemos:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{3 \times 770 \text{ kg} \times 70 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{161700 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{250 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = 646.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Módulo de Rotura} \\ \text{mínimo} &= 646.80 - (5\% \times 646.80) = 614.46 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

✓ Con el resultado de la 2da rotura tenemos:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{3 \times 920 \text{ kg} \times 70 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{193200 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{250 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = 772.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Módulo de Rotura} \\ \text{mínimo} &= 772.80 - (5\% \times 772.80) = 734.16 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

✓ Con el resultado de la 3ra rotura tenemos:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{3 \times 684 \text{ kg} \times 70 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{143640 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{250 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = 574.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Módulo de Rotura} \\ \text{mínimo} &= 574.56 - (5\% \times 574.56) = 545.83 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

✓ Con el resultado de la 4ta rotura tenemos:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{3 \times 808 \text{ kg} \times 70 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{169680 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{250 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = 678.72 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Módulo de Rotura} \\ \text{mínimo} &= 678.72 - (5\% \times 678.72) = 644.78 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

✓ Con el resultado de la 5ta rotura tenemos:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{3 \times 842 \text{ kg} \times 70 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{176820 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{250 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = 707.28 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Módulo de Rotura} \\ \text{mínimo} &= 707.28 - (5\% \times 707.28) = 671.92 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

✓ Con el resultado de la 6ta rotura tenemos:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{3 \times 697 \text{ kg} \times 70 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times (5 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{146370 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{250 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Módulo de Rotura} = 585.48 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Módulo de Rotura} \\ \text{mínimo} &= 585.48 - (5\% \times 585.48) = 556.21 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Se determinó el promedio del módulo de rotura mínimo del ensayo a flexión.

$$\text{Promedio} = \frac{(614.46 + 734.16 + 545.83 + 644.78 + 671.92 + 556.21) \text{ kg}}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{3767.36 \text{ kg}}{6}$$

$$\text{Promedio} = 627.89 \text{ kg}$$

Tercero: Esfuerzo Admisible

Para poder hallar el Esfuerzo Admisible de la madera a flexión paralela a la fibra, tomamos los datos de la figura 46, los cuales son:

	FLEXIÓN
F.C	0,80
F.T	0,90
F.S	2,00
F.D.C	1,15

$$F.C. = 0.80$$

$$F.T. = 0.90$$

$$F.S. = 2.00$$

$$F.D.C. = 1.15$$

Reemplazamos en la siguiente fórmula:

$$\text{Esfuerzos Admisibles} = \frac{F.C \times F.T.}{F.S \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo Básico mínimo}$$

Con el resultado del esfuerzo básico mínimo de la 1ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 614.46 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.72}{2.30} \times 614.46 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.313 \times 614.46 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 192.35 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del esfuerzo básico mínimo de la 2da rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 734.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.72}{2.30} \times 734.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.313 \times 734.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 229.82 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 3ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 545.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.72}{2.30} \times 545.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.313 \times 545.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 170.87 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 4ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 644.78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.72}{2.30} \times 644.78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.313 \times 644.78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 201.85 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 5ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.25} \times 671.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.72}{2.30} \times 671.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.313 \times 671.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 210.34 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 6ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.25} \times 556.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{0.72}{2.30} \times 556.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.313 \times 556.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 174.12 \text{ kg/cm}^2$$

Hallamos el promedio de los Esfuerzos Admisibles de cada probeta:

$$\text{Promedio} = \frac{(192.35 + 229.82 + 170.87 + 201.85 + 210.34 + 174.12) \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{1179.35 \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = 196.56 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, tenemos que:

$F_{c//} = 196.56 \text{ kg/cm}^2$ de la madera denominada Capirona, siendo este mayor a 150 pero menor a 210 (Ver Figura 30), ubicándose en el Grupo B de maderas estructurales según la Norma Técnica Peruana E.010.

e) Ensayo de corte paralelo a la fibra

Lo empleado para la realización del ensayo es lo siguiente:

Material	:	Madera Capirona
Norma	:	NTP 251.013:2015
Dimensiones	:	2cm x 7 cm (2 lados)
Área de Corte	:	28 cm ²
Número de Muestras	:	4 Unidades
Equipo	:	Máquina de compresión

Desarrollo del ensayo

El ensayo de corte se elaboró en base a la norma NTP 251.013, la cual se prepararon las probetas y se aplicaron carga sobre la sección transversal en forma continua durante el ensayo y se registraron las fallas en la pantalla digital de la máquina de compresión.

Para determinar la resistencia al corte de la madera, calculamos:

Primero: Registro de fallas de corte(cizallamiento) de cada probeta

Máquina de Compresión



Probetas ensayadas



- Resultado de la 1era rotura : 1708.00 kg
- Resultado de la 2da rotura : 1446.00 kg
- Resultado de la 3era rotura : 2070.00 kg
- Resultado de la 4ta rotura : 1567.00 kg

Hallamos el promedio de los resultados de las fallas de corte.

$$\text{Promedio} = \frac{1708.00 \text{ kg} + 1446.00 \text{ kg} + 2070.00 \text{ kg} + 1567.00 \text{ kg}}{4}$$

$$\text{Promedio} = \frac{6791.00 \text{ kg}}{4}$$

$$\text{Promedio} = 1697.75 \text{ kg}$$

Segundo: El Esfuerzo Básico mínimo

Se realiza el cálculo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{\text{Resistencia de la Muestra (kg)}}{\text{Área de corte (cm}^2\text{)}}$$

✓ Con el resultado de la 1ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{1708.00 \text{ kg}}{28 \text{ cm}^2} = 61.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 61.00 - (5\% \times 61.00) = 57.95 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Con el resultado de la 2da rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{1446.00 \text{ kg}}{28 \text{ cm}^2} = 51.64 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 51.64 - (5\% \times 51.64) = 49.06 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Con el resultado de la 3ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{2070.00 \text{ kg}}{28 \text{ cm}^2} = 73.93 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 73.93 - (5\% \times 73.93) = 70.23 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Con el resultado de la 4ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Básico} = \frac{1567.00 \text{ kg}}{28 \text{ cm}^2} = 55.96 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Básico Mínimo} = 55.96 - (5\% \times 55.96) = 53.17 \text{ kg/cm}^2$$

Se determinó el Esfuerzo Básico Mínimo Promedio.

$$\text{Promedio} = \frac{57.95 \text{ kg} + 49.06 \text{ kg} + 70.23 \text{ kg} + 53.17 \text{ kg}}{4}$$

$$\text{Promedio} = \frac{230.41 \text{ kg}}{4}$$

$$\text{Promedio} = 57.60 \text{ kg}$$

Tercero: Esfuerzo Admisible

Para poder hallar el Esfuerzo Admisible de la madera en corte paralela a la fibra, tomamos los datos de la figura 46, los cuales son:

	CORTE PARALELO	
F.C	*	F.C.= 1.00
F.T	*	F.T.= 1.00
F.S	4,00**	F.S.= 4.00
F.D.C	*	F.D.C.= 1.00

Reemplazamos en la siguiente fórmula:

$$\text{Esfuerzos Admisibles} = \frac{F.C \times F.T}{F.S \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo Básico mínimo}$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 1ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{4.00 \times 1.00} \times 57.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{4.00} \times 57.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.25 \times 57.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 14.46 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 2da rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{4.00 \times 1.00} \times 49.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{4.00} \times 49.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.25 \times 49.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 12.27 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del esfuerzo básico mínimo de la 3ra rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{4.00 \times 1.00} \times 70.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{4.00} \times 70.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.25 \times 70.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 17.56 \text{ kg/cm}^2$$

Con el resultado del Esfuerzo Básico Mínimo de la 4ta rotura tenemos:

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00 \times 1.00}{4.00 \times 1.00} \times 53.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = \frac{1.00}{4.00} \times 53.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 0.25 \times 53.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 13.29 \text{ kg/cm}^2$$

Hallamos el Esfuerzo Admisible promedio:

$$\text{Promedio} = \frac{14.49 \text{ kg/cm}^2 + 12.27 \text{ kg/cm}^2 + 17.56 \text{ kg/cm}^2 + 13.29 \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{57.60 \text{ kg/cm}^2}{6}$$

$$\text{Promedio} = 14.40 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, tenemos que:

$F_v = 14.40 \text{ kg/cm}^2$ de la madera denominada Capirona, siento este mayor a 12 pero menor a 15 (Ver Figura 30), ubicándose en el Grupo B de maderas estructurales según la Norma Técnica Peruana E.010.

4.2 Diseño estructural con madera Capirona

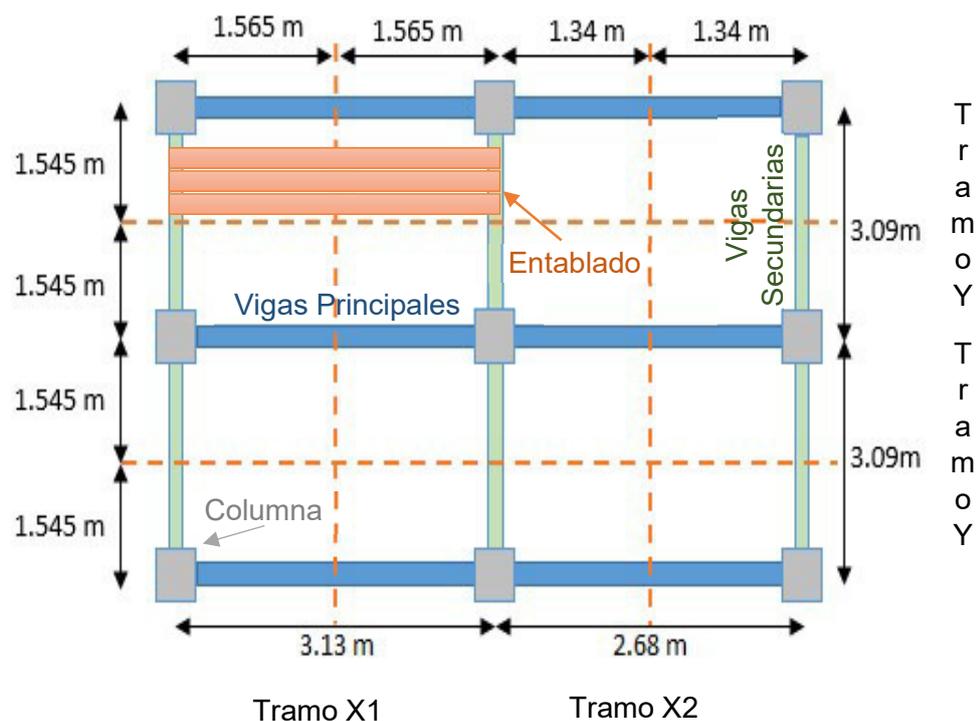
De acuerdo a los ensayos realizados corroboramos que la especie denominada “Capirona” está dentro de la clasificación del Grupo “B” de maderas estructurales, de acuerdo a la norma E.010, por ello se utilizarán los valores establecidos en dicho grupo, y así realizar el diseño de una vivienda con estructura de madera, de acuerdo al procedimiento establecido en el Manual de diseño para maderas del Grupo Andino, por lo tanto, tenemos que:

Tabla 7. Propiedades Mecánicas de la Madera Capirona en Grupo B

Módulo de Elasticidad (E_{prom})	100 000 kg/cm ²
Peso Específico (Densidad Básica)	700 kg/m ³
Resistencia a la compresión ($f_{c//}$)	110 kg/cm ²
Resistencia a la flexión (f_m)	150 kg/cm ²
Resistencia al corte (f_v)	12 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Dimensionamiento del Módulo de Vivienda Social



Fuente: Elaboración propia

Calculo de entablado

1.- Asumimos Sección Entablado:



2.- Análisis de Carga:

Como ya comprobamos mediante los ensayos que la madera denominada Capirona está dentro de la clasificación del Grupo B de maderas estructurales, obtenemos su peso propio de la siguiente tabla:

Figura 49. Peso propio de entablados de madera (kg/m²)

Grupo	Espesor		
	1.5 cm (3/4")	2.0 cm (1")	2.5 cm (1 1/4")
A	16.5	22.0	27.5
B	15.0	20.0	25.0
C	13.5	18.0	22.5

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.8 - 73

Peso Propio de Entablado : 20 kg/m²

Sobrecarga : 200 kg/m² (Norma E.020 cargas)

Hallamos la Carga Total:

Carga Total = Peso Propio + Sobrecarga

Carga Total = 20 kg/m² + 200 kg/m²

Carga Total = 220 kg/cm²

3.- Solicitaciones:

TRAMO X1

Separación de vigas secundarias	: 0.50 m
Espaciamiento de faja	: 1.00 m
Ancho del Paño	: 3.13 m

Hallamos el número de vigas secundarias:

$$\text{N}^\circ \text{ Vigas secundarias} = \frac{\text{Ancho del Paño}}{\text{Separación de vigas secundarias}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Vigas secundarias} = \frac{3.13 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Vigas secundarias} = 6.26 \approx 7 \text{ Vigas secundarias}$$

Para estética de desarrollo y facilidad de cálculo del entrepiso, se considera 0.50m a cada lado del tramo x1.

Hallamos el Momento Máximo:

$$\text{Momento Máximo} = \frac{\text{Carga Total} \times (\text{Separación de Vigas Sec.}^2)}{\text{Separación de vigas secundarias}}$$

$$\text{Momento Máximo} = \frac{220 \text{ kg/m}^2 \times (0.5^2) \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{Momento Máximo} = \frac{55 \text{ kg-m}}{9 \text{ m}}$$

$$\text{Momento Máximo} = 6.11 \text{ kg-m/m}$$

4.- Verificación del Enablado:

Considerando el ancho de las tablas de 0.30 m (12")

Momento Máximo del Enablado:

$$\begin{aligned} &= \text{Momento Máximo Enablado} \times \text{Ancho de Enablado} \\ &= 6.11 \text{ kg-m/m} \times 0.30 \text{ m} \\ &= 1.83 \text{ kg - m} \approx 183.33 \text{ kg-cm} \end{aligned}$$

El módulo resistente de la tabla:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{base} \times \text{Altura}^2}{6} \\ &= \frac{30\text{cm} \times (2\text{cm})^2}{6} \\ &= 20 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la resistencia del entablado de 1" x 12" es de:

$$\begin{aligned} \sigma \text{ cálculo} &= \frac{\text{Momento Máximo Enablado}}{W} \\ \sigma \text{ cálculo} &= \frac{183.33 \text{ kg-cm}}{20 \text{ cm}^3} \\ \sigma \text{ cálculo} &= 9.167 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tenemos que:

$$\sigma \text{ cálculo} = 9.167 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{ admisible} = 110.00 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, si cumple, ya que la Resistencia calculada del entablado de 1" x 12" es menor a la Resistencia Admisible (resistencia a la compresión).

Se comprobó que mediante los ensayos la madera Capirona está dentro de la clasificación del Grupo B de maderas estructurales de acuerdo a la norma E.010, por ello realizamos el Cálculo del diseño del entablado, vigas secundarias y vigas principales, obteniendo su peso propio de la siguiente tabla:

Figura 50. Propiedades de Escuadría

Dimensiones		Area cm ²	Eje X		Eje Y		m ³ de maderas por m ³ (*) m ³ / m	Peso por m (**)		
Real b x h cm	Equivalente Comercial b x h pulg		I _x cm ⁴	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	Z _y cm ³		A kg/m	B kg/m	C kg/m
1.5 x 2	3/4 x 1	3.0	1.0	1.0	0.6	0.7	0.00048	0.33	0.30	0.27
1.5 x 4	3/4 x 2	6.0	8.0	4.0	1.1	1.5	0.00097	0.66	0.60	0.54
1.5 x 6.5	3/4 x 3	9.7	34.3	10.6	1.8	2.4	0.00144	1.07	0.97	0.88
1.5 x 9	3/4 x 4	13.5	91.1	20.2	2.5	3.3	0.00193	1.48	1.36	1.21
1.5 x 14	3/4 x 6	21.0	343.0	49.0	3.9	5.2	0.00290	2.31	2.10	1.89
1.5 x 19	3/4 x 8	28.5	857.4	90.2	5.3	7.1	0.00387	3.13	2.85	2.56
1.5 x 24	3/4 x 10	36.0	1728.0	144.0	6.7	9.0	0.00484	3.96	3.60	3.24
1.5 x 29	3/4 x 12	43.5	3048.6	210.2	8.1	10.9	0.00580	4.78	4.35	3.91
2 x 2	1 x 1	4.0	1.3	1.3	1.3	1.3	0.00064	0.44	0.40	0.36
2 x 4	1 x 2	8.0	10.7	5.3	2.7	2.6	0.00130	0.88	0.80	0.72
2 x 6.5	1 x 3	13.0	46.8	14.1	4.3	4.3	0.00193	1.43	1.30	1.17
2 x 9	1 x 4	18.0	121.5	27.0	6.0	6.0	0.00257	1.98	1.80	1.62
2 x 14	1 x 6	28.0	457.3	65.3	9.3	9.3	0.00387	3.08	2.80	2.52
2 x 19	1 x 8	38.0	1143.2	120.3	12.7	12.6	0.00517	4.18	3.80	3.42
2 x 24	1 x 10	48.0	2304.0	192.0	16.0	16.0	0.00644	5.28	4.80	4.32
2 x 29	1 x 12	58.0	4064.8	290.3	19.3	19.3	0.00774	6.38	5.80	5.22
3 x 3	1 1/2 x 1 1/2	9.0	6.7	4.5	6.7	4.5	0.00144	0.99	0.90	0.81
3 x 4	1 1/2 x 2	12.0	16.0	8.0	9.0	6.0	0.00193	1.32	1.20	1.08
3 x 6.5	1 1/2 x 3	19.5	68.6	21.1	14.6	9.7	0.00290	2.14	1.95	1.75
3 x 9	1 1/2 x 4	27.0	182.2	40.5	20.2	13.5	0.00387	2.97	2.70	2.43
3 x 14	1 1/2 x 6	42.0	686.0	98.0	31.5	21.0	0.00580	4.62	4.20	3.78
3 x 19	1 1/2 x 8	57.0	1714.7	180.5	42.7	28.5	0.00774	6.27	5.70	5.13
3 x 24	1 1/2 x 10	72.0	3456.0	288.0	54.0	36.0	0.00967	7.92	7.20	6.48
3 x 29	1 1/2 x 12	87.0	6097.3	420.5	65.2	43.5	0.01161	9.57	8.70	7.83
4 x 4	2 x 2	16.0	21.3	10.7	21.3	10.7	0.00257	1.76	1.60	1.44
4 x 6.5	2 x 3	26.0	91.5	28.2	34.7	17.3	0.00387	2.86	2.60	2.34
4 x 9	2 x 4	36.0	243.0	54.0	48.0	24.0	0.00517	3.96	3.60	3.24
4 x 14	2 x 6	56.0	914.6	130.7	74.7	37.3	0.00774	6.16	5.60	5.04
4 x 16.5	2 x 7	66.0	1497.4	181.5	88.0	49.0	0.00904	7.26	6.60	5.94
4 x 19	2 x 8	76.0	2286.3	240.6	101.3	50.7	0.01031	8.36	7.60	6.84
4 x 24	2 x 10	96.0	4608.0	384.0	128.0	64.0	0.01291	10.56	9.60	8.64
4 x 29	2 x 12	116.0	8129.7	560.6	154.7	77.3	0.01548	12.76	11.60	10.44
5 x 5	2 1/2 x 2 1/2	25.0	52.1	20.8	52.1	20.8	0.00404	2.75	2.50	2.25
5 x 6.5	2 1/2 x 3	32.5	114.4	35.2	67.7	27.1	0.00484	3.57	3.25	2.92
5 x 9	2 1/2 x 4	45.0	303.7	67.5	93.7	37.5	0.00644	4.95	4.50	4.05
5 x 14	2 1/2 x 6	70.0	1143.3	163.3	145.8	58.3	0.00967	7.70	7.00	6.30
5 x 16.5	2 1/2 x 7	82.5	1871.7	226.9	171.9	68.7	0.01128	9.07	8.25	7.42
5 x 19	2 1/2 x 8	95.0	2857.9	300.8	197.9	79.1	0.01291	10.45	9.50	8.55
5 x 24	2 1/2 x 10	120.0	5760.0	480.0	250.0	100.0	0.01612	13.20	12.00	10.80
5 x 29	2 1/2 x 12	145.0	10162.1	700.8	302.1	120.8	0.01935	15.95	14.50	13.05
6.5 x 6.5	3 x 3	42.2	148.7	45.7	148.7	45.7	0.00580	4.64	4.22	3.80
6.5 x 9	3 x 4	58.5	394.9	87.7	206.0	63.4	0.00774	6.43	5.85	5.26
6.5 x 14	3 x 6	91.0	1486.3	212.3	320.4	98.8	0.01161	10.01	9.10	8.19
6.5 x 16.5	3 x 7	107.2	2433.2	294.9	377.6	116.2	0.01354	11.30	10.72	9.65
6.5 x 19	3 x 8	123.5	3715.3	391.1	434.8	133.8	0.01548	13.58	12.33	11.11
6.5 x 24	3 x 10	156.0	7488.0	624.0	549.2	169.0	0.01935	17.16	15.60	14.04
6.5 x 29	3 x 12	188.5	13210.7	911.1	663.7	204.2	0.02322	20.23	18.85	16.96
9 x 9	4 x 4	81.0	546.7	121.5	546.7	121.5	0.01031	8.91	8.12	7.29
9 x 14	4 x 6	126.0	2058.0	294.0	850.5	189.0	0.01548	13.96	12.80	11.34
9 x 16.5	4 x 7	148.5	3361.1	408.3	1002.4	222.7	0.01808	16.33	14.81	13.34
9 x 19	4 x 8	171.0	5144.2	541.5	1154.2	256.5	0.02065	18.51	17.10	15.39
9 x 24	4 x 10	216.0	10368.0	864.0	1458.0	324.0	0.02579	23.76	21.60	19.44
9 x 29	4 x 12	261.0	16291.8	1261.0	1761.7	391.5	0.03096	28.71	26.10	23.49
14 x 14	6 x 6	196.0	3201.3	457.3	3201.3	457.3	0.02322	21.56	19.60	17.64
14 x 16.5	6 x 7	231.0	5240.8	635.2	3773.0	539.0	0.02709	25.41	23.10	20.79
14 x 19	6 x 8	266.0	8002.2	842.3	4344.7	620.6	0.03096	29.26	26.60	23.94
14 x 24	6 x 10	336.0	16128.0	1344.0	5488.0	784.0	0.03870	36.96	33.60	30.24
14 x 29	6 x 12	406.0	28453.8	1962.3	6631.3	947.3	0.04646	44.66	40.60	36.54
19 x 19	8 x 8	361.0	10860.1	1143.2	10860.1	1143.2	0.03705	39.71	36.10	32.49
19 x 24	8 x 10	456.0	21888.0	1924.0	13718.0	1444.0	0.05161	50.16	45.60	41.04
19 x 29	8 x 12	551.0	38615.9	2663.2	16575.9	1744.8	0.06194	60.61	55.10	49.59
24 x 24	10 x 10	576.0	27648.0	2304.0	27648.0	2304.0	0.06428	63.36	57.60	51.84
24 x 29	10 x 12	696.0	48778.0	3364.0	33408.0	2784.0	0.07742	76.56	69.60	62.64
29 x 29	12 x 12	841.0	58940.1	4064.8	58940.1	4064.8	0.09288	92.51	84.10	75.69

Las escuadrías con negrita refieren las secciones preferenciales.

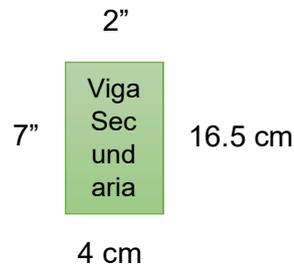
(*) Calculado con las dimensiones comerciales. 1 metro cúbico = 423,78 pies tablares.

(**) Calculado usando dimensiones reales. Peso específico 1,1 para el Grupo A, 1,0 para el Grupo B y 0,9 para el Grupo C.

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.13 - 2

Cálculo de vigas secundarias

1.- Asumimos Sección de Viga:



2.- Análisis de Carga:

Se considerarán vigas simplemente Apoyadas de 3.09 metros de largo, ya que esto permite trabajar mejor en medidas comerciales.

De la figura 31, obtenemos los valores siguientes:

Área de 2" x 7"	:	66 cm ²
Peso propio de la viga secundaria	:	6.6 kg/m
Momento de inercia respecto al eje x	:	1497.4 cm ⁴
Módulo de sección respecto al eje x	:	181.5 cm ³
Separación entre vigas secundarias	:	0.5 m

Peso del entablado de ancho tributario 0.50m :

= Separación entre vigas x peso total del entablado

$$= 0.5 \text{ m} \times 220 \text{ kg/m}^2$$

$$= 110 \text{ kg/m}$$

Carga de viga secundaria:

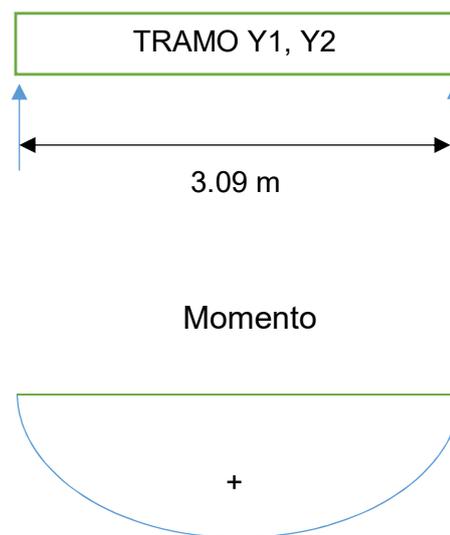
= Peso de entablado + peso propio de viga secundaria

= 110 kg/m + 6.6 kg/m

= 116.6 kg/m \approx 1.166 kg/cm

3.-Solicitaciones:

Gráfico



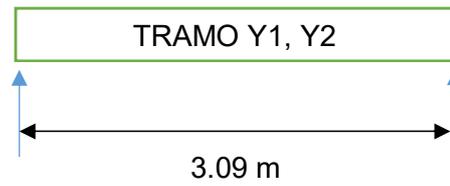
Momento Máximo

$$= \frac{\text{Carga Viga Secundaria} \times \text{Longitud}^2}{8}$$

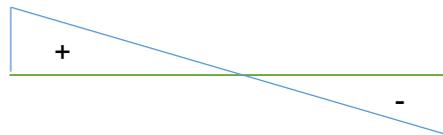
$$= \frac{116.6 \text{ kg/m} \times (3.09 \text{ m})^2}{8}$$

$$= 139.16 \text{ kg} - \text{m}$$

Gráfico



Corte



Corte Positivo

$$\begin{aligned} &= \text{Carga viga secundaria} \times (\text{Longitud}/2) \\ &= \frac{116.6 \text{ kg/m} \times (3.09\text{m})}{2} \\ &= 180.15 \text{ kg} \end{aligned}$$

Corte Negativo

$$\begin{aligned} &= \text{Carga viga secundaria} \times (\text{Longitud}/2) \\ &= \frac{116.6 \text{ kg/m} \times (3.09\text{m})}{2} \\ &= 180.15 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.- Dimensionamiento:

$$W \text{ necesario} = \frac{\text{Momento M\u00e1ximo de Viga}}{\sigma \text{ compresi\u00f3n}}$$

$$W \text{ necesario} = \frac{13916.36 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{110 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2}$$

$$W \text{ necesario} = 126.51 \text{ kg/cm}^3$$

5.- Verificaci\u00f3n por corte:

Calculamos el cortante m\u00e1ximo que puede soportar la viga:

$$\tau \text{ m\u00e1x.} = \frac{3 \times \text{Reacci\u00f3n en el apoyo}}{2 \times b \times h}$$

$$\tau \text{ m\u00e1x.} = \frac{3 \times 180.15 \text{ kg}}{2 \times 4 \text{ cm} \times 16.5 \text{ cm}}$$

$$\tau \text{ m\u00e1x.} = \frac{540.45 \text{ kg}}{132 \text{ cm}^2}$$

$$\tau \text{ m\u00e1x.} = 4.09 \text{ kg/cm}^2$$

Tenemos que:

$$\tau \text{ m\u00e1x. calculado} = 4.09 \text{ kg/cm}^2 < \tau \text{ m\u00e1x. admisible} = 12 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, si cumple, ya que el cortante m\u00e1ximo calculado de la viga secundaria de 2" x 7" es menor al cortante m\u00e1ximo admisible (resistencia al corte)

6.-Verificación por Flecha Máxima:

$$\text{Flecha Máxima} = \frac{5}{384} \times \frac{(\text{Carga de la Viga} \times \text{Longitud de la viga}^4)}{(\text{Modulo de Elasticidad} \times \text{Momento de Inercia})}$$

$$\text{Flecha Máxima} = \frac{5}{384} \times \frac{(1.166 \text{ kg/cm} \times (309 \text{ cm})^4)}{(100000 \text{ kg/cm}^2 \times 1497.4 \text{ cm}^4)}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 0.013 \times 70.99 \text{ cm}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 0.92 \text{ cm}$$

Calculamos la Flecha Máxima Admisible:

$$\text{Flecha Admisible} = \frac{\text{Longitud (cm)}}{250}$$

$$\text{Flecha Admisible} = \frac{309 \text{ cm}}{250}$$

$$\text{Flecha Admisible} = 1.236 \text{ cm}$$

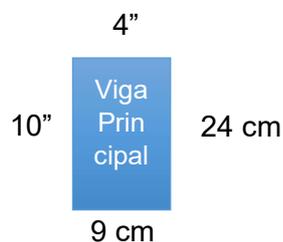
Tenemos que:

$$\text{Flecha Máxima Calculado} = 0.92 \text{ cm} < \text{Flecha Admisible} = 1.236 \text{ cm}$$

Por lo tanto, si cumple, ya que la flecha máxima calculada de la viga secundaria de 2" x 7" es menor a la flecha máxima admisible.

Cálculo de Vigas Principales en el Eje X

1.- Asumimos Sección de Viga:



2.- Análisis de Carga:

Ancho tributario de la viga principal:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tramo } y1/2 + \text{Tramo } y2/2 \\
 &= (3.09/2) \text{ m} + (3.09/2) \text{ m} \\
 &= 3.09 \text{ m}
 \end{aligned}$$

De acuerdo a las dimensiones obtenidas para las vigas secundarias, obtenemos su peso propio por m² mediante la siguiente figura:

Figura 51. Peso propio de vigas secundarias de madera en kg/m²

Dimensiones		Grupo	Espaciamiento (cm)						
Equivalente Comercial b x h pulg.	Real b x h cm.		30	40	50	60	80	100	120
2 x 3	4 x 6.5	A	9.5	7.2	5.7	4.8	3.6	2.9	2.4
		B	8.7	6.5	5.2	4.3	3.3	2.6	2.2
		C	7.8	5.9	4.7	3.9	2.9	2.3	2.0
2 x 4	4 x 9	A	13.2	9.9	7.9	6.6	5.0	4.0	3.3
		B	12.0	9.0	7.2	6.0	4.5	3.6	3.0
		C	10.8	8.1	6.5	5.4	4.1	3.2	2.7
2 x 6	4 x 14	A	20.5	15.4	12.3	10.3	7.7	6.2	5.1
		B	18.7	14.0	11.2	9.3	7.0	5.6	4.7
		C	16.8	12.6	10.1	8.4	6.3	5.0	4.2
2 x 7	4 x 16.5	A	24.2	18.2	14.5	12.1	9.1	7.3	6.1
		B	22.0	16.5	13.2	11.0	8.3	6.6	5.5
		C	19.8	14.9	11.9	9.9	7.4	5.9	5.0
2 x 8	4 x 19	A	27.9	20.9	16.7	13.9	10.5	8.4	7.0
		B	25.3	19.0	15.2	12.7	9.5	7.6	6.3
		C	22.8	17.1	13.7	11.4	8.6	6.8	5.7
2 x 10	4 x 24	A	35.2	26.4	21.1	17.6	13.2	10.6	8.8
		B	32.0	24.0	19.2	16.0	12.0	9.6	8.0
		C	28.8	21.6	17.3	14.4	10.8	8.6	7.2
3 x 8	6.5x19	A	45.3	34.0	27.2	22.6	17.0	13.6	11.3
		B	41.2	30.9	24.7	20.6	15.4	12.4	10.3
		C	37.0	27.8	22.2	18.5	13.9	11.1	9.3
3 x 10	6.5x24	A	57.2	42.9	34.3	28.6	21.5	17.2	14.3
		B	52.0	39.0	31.2	26.0	19.5	15.6	13.0
		C	46.8	35.1	28.1	23.4	17.6	14.0	11.7
3 x 12	6.5x29	A	69.1	51.8	41.5	34.6	25.9	20.7	17.3
		B	62.8	47.1	37.7	31.4	23.6	18.9	15.5
		C	56.6	42.4	33.9	28.3	21.2	17.0	14.1

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.13 - 4

De la figura 31, obtenemos los valores siguientes:

Área de 4" x 10"	:	216 cm ²
Peso propio de la viga principal	:	21.6 kg/m
Momento de inercia respecto al eje x	:	10368.0 cm ⁴
Módulo de sección respecto al eje x	:	864 cm ³
Separación entre vigas secundarias	:	0.5 m

De la figura 32, obtenemos lo siguiente:

Peso por m² de las vigas secundarias de 2" x 7" : 13.20 kg/m²

Por lo tanto:

Peso de vigas secundarias:

$$\begin{aligned} &= \text{Peso (m}^2\text{) de Viga Secundaria 2" x 7" x Ancho Tributario} \\ & \quad \text{de la Viga Principal} \\ &= \\ & \quad 13.20 \text{ kg/m}^2 \times 3.09 \text{ m} \\ &= \\ & \quad 40.79 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Peso de enablado para el ancho tributario de 3.09 m:

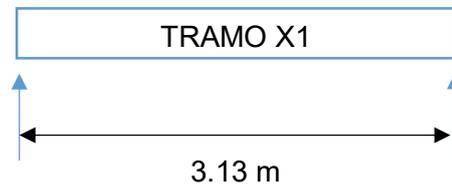
$$\begin{aligned} &= \text{Carga total del enablado x ancho tributario} \\ &= \\ & \quad 220 \text{ kg/m}^2 \times 3.09 \text{ m} \\ &= \\ & \quad 679.8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Carga Total sobre la viga principal de un ancho tributario de 3.09 m es:

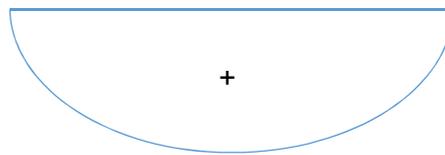
$$\begin{aligned} &= \text{Peso propio de viga principal + peso de vigas} \\ & \quad \text{secundarias + peso de enablado} \\ &= \\ & \quad 21.6 \text{ kg/m} + 40.79 \text{ kg/m} + 679.8 \text{ kg/m} \\ &= \\ & \quad 742.19 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3.- Solicitaciones:

Gráfico



Momento



Cálculo

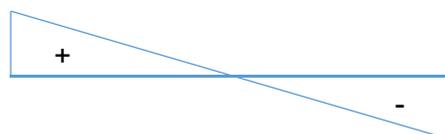
Momento Máximo

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Carga viga principal} \times \text{Longitud}^2}{8} \\ &= \frac{742.19 \text{ kg/m} \times (3.13 \text{ m})^2}{8} \\ &= 908.89 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

Gráfico



Corte



Corte Positivo

$$= \text{Carga viga principal} \times (\text{Longitud}/2)$$

$$= \frac{742.19 \text{ kg/m} \times (3.13\text{m})}{2}$$

$$= 1161.52 \text{ kg}$$

Corte Negativo

$$= \text{Carga viga principal} \times (\text{Longitud}/2)$$

$$= \frac{742.19 \text{ kg/m} \times (3.13\text{m})}{2}$$

$$= 1161.52 \text{ kg}$$

4.- Dimensionamiento:

$$W \text{ necesario} = \frac{\text{Momento M\u00e1ximo de Viga}}{\sigma \text{ compresi\u00f3n}}$$

$$W \text{ necesario} = \frac{90889.27 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{110 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2}$$

$$W \text{ necesario} = 826.27 \text{ kg/cm}^3$$

5.- Verificaci\u00f3n por corte:

Calculamos el cortante m\u00e1ximo que puede soportar la viga:

$$\tau \text{ m\u00e1x.} = \frac{3 \times \text{Reacci\u00f3n en el apoyo}}{2 \times b \times h}$$

$$\tau \text{ máx.} = \frac{3 \times 1161.52 \text{ kg}}{2 \times 9 \text{ cm} \times 24 \text{ cm}}$$

$$\tau \text{ máx.} = \frac{3484.56 \text{ kg}}{432 \text{ cm}^2}$$

$$\tau \text{ máx.} = 8.07 \text{ kg/cm}^2$$

Tenemos que:

$$\tau \text{ máx. calculado} = 8.07 \text{ kg/cm}^2 < \tau \text{ máx. admisible} = 12 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, si cumple, ya que el cortante máximo calculado de la viga principal de 4" x 10" es menor al cortante máximo admisible (resistencia al corte)

6.-Verificación por Flecha Máxima

$$\text{Flecha Máxima} = \frac{5}{384} \times \frac{(\text{Carga de la Viga} \times \text{Longitud de la viga}^4)}{(\text{Modulo de Elasticidad} \times \text{Momento de Inercia})}$$

$$\text{Flecha Máxima} = \frac{5}{384} \times \frac{(7.4219 \text{ kg/cm} \times (313 \text{ cm})^4)}{(100000 \text{ kg/cm}^2 \times 10368 \text{ cm}^4)}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 0.013 \times 68.71 \text{ cm}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 0.89 \text{ cm}$$

Calculamos la Flecha Máxima Admisible

$$\text{Flecha Admisible} = \frac{\text{Longitud (cm)}}{250}$$

$$\text{Flecha Admisible} = \frac{313 \text{ cm}}{250}$$

$$\text{Flecha Admisible} = 1.25 \text{ cm}$$

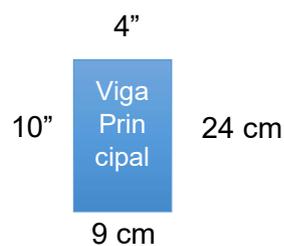
Tenemos que:

$$\text{Flecha Máxima Calculado} = 0.89 \text{ cm} < \text{Flecha Admisible} = 1.25 \text{ cm}$$

Por lo tanto, si cumple, ya que la flecha máxima calculada de la viga principal de 4" x 10" es menor a la flecha máxima admisible.

Cálculo de Vigas Principales en el Eje Y

1.- Asumimos Sección de Viga:



2.- Análisis de Carga:

Ancho tributario de la viga principal:

$$= \text{Tramo } y1/2 + \text{Tramo } y2/2$$

$$= (3.09/2) \text{ m} + (3.09/2) \text{ m}$$

$$= 3.09 \text{ m}$$

De la Figura 49, obtenemos lo siguiente:

Área de 4" x 10"	:	216 cm ²
Peso propio de la viga principal	:	21.6 kg/m
Momento de inercia respecto al eje x	:	10368.0cm ⁴
Módulo de sección respecto al eje x	:	864 cm ³
Espacio entre vigas secundarias	:	0.50 m

De acuerdo a las dimensiones obtenidas para las vigas secundarias, obtenemos su peso propio por m² de la figura 50:

Peso por m² de las vigas secundarias de 2" x 7" :13.20 kg/m²

Peso de vigas secundarias:

$$\begin{aligned} &= \text{Peso (m}^2\text{) de viga secundaria 2" x 7" x ancho tributario} \\ &\quad \text{de la Viga Principal} \\ &= \\ &\quad 13.20 \text{ kg/m}^2 \times 3.09 \text{ m} \\ &= \\ &\quad 40.79 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Peso de Enablado para el ancho tributario de 3.09 m:

$$\begin{aligned} &= \text{Carga Total del entablado x ancho tributario} \\ &= \\ &\quad 220 \text{ kg/m}^2 \times 3.09 \text{ m} \\ &= \\ &\quad 679.8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Carga Total sobre la viga principal de un ancho tributario de 3.09 m es:

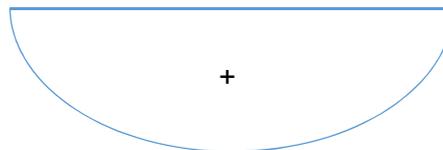
$$\begin{aligned} &= \text{Peso propio de viga principal + peso de vigas} \\ &\quad \text{secundarias + peso de entablado} \\ &= \\ &\quad 21.6 \text{ kg/m} + 40.79 \text{ kg/m} + 679.8 \text{ kg/m} \\ &= \\ &\quad 742.19 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3.- Solicitaciones:

Gráfico



Momento

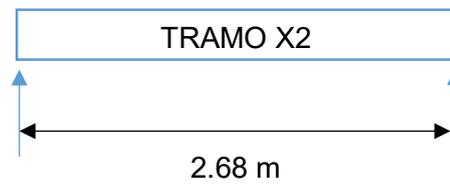


Cálculo

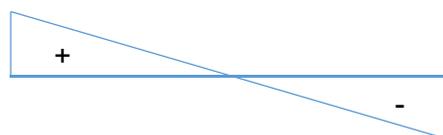
Momento Máximo

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Carga viga principal} \times \text{Longitud}^2}{8} \\ &= \frac{742.19 \text{ kg/m} \times (2.68 \text{ m})^2}{8} \\ &= 666.34 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

Gráfico



Corte



Corte Positivo

$$\begin{aligned} &= \text{Carga viga principal} \times (\text{Longitud}/2) \\ &= 742.19 \text{ kg/m} \times \frac{(2.68\text{m})}{2} \\ &= 994.53 \text{ kg} \end{aligned}$$

Corte Negativo

$$\begin{aligned} &= \text{Carga viga principal} \times (\text{Longitud}/2) \\ &= 742.19 \text{ kg/m} \times \frac{(3.13\text{m})}{2} \\ &= 994.53 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.- Dimensionamiento:

$$\begin{aligned} W \text{ necesario} &= \frac{\text{Momento M\u00e1ximo de Viga}}{\sigma \text{ compresi\u00f3n}} \\ W \text{ necesario} &= \frac{66633.639 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{110 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2} \\ W \text{ necesario} &= 605.76 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

5.- Verificaci\u00f3n por corte:

Calculamos el cortante m\u00e1ximo que puede soportar la viga:

$$\tau \text{ m\u00e1x.} = \frac{3 \times \text{Reacci\u00f3n en el apoyo}}{2 \times b \times h}$$

$$\tau \text{ máx.} = \frac{3 \times 994.53 \text{ kg}}{2 \times 9 \text{ cm} \times 24 \text{ cm}}$$

$$\tau \text{ máx.} = \frac{2983.59 \text{ kg}}{432 \text{ cm}^2}$$

$$\tau \text{ máx.} = 6.91 \text{ kg/cm}^2$$

Tenemos que:

$$\tau \text{ máx. calculado} = 6.91 \text{ kg/cm}^2 < \tau \text{ máx. admisible} = 12 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, si cumple, ya que el cortante máximo calculado de la viga principal de 4" x 10" es menor al cortante máximo admisible (resistencia al corte)

6.-Verificación por Flecha Máxima

$$\text{Flecha Máxima} = \frac{5}{384} \times \frac{(\text{Carga de la Viga} \times \text{Longitud de la viga}^4)}{(\text{Modulo de Elasticidad} \times \text{Momento de Inercia})}$$

$$\text{Flecha Máxima} = \frac{5}{384} \times \frac{(7.4219 \text{ kg/cm} \times (268 \text{ cm})^4)}{(100000 \text{ kg/cm}^2 \times 10368 \text{ cm}^4)}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 0.013 \times 36.93 \text{ cm}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 0.48 \text{ cm}$$

Calculamos la Flecha Máxima Admisible

$$\text{Flecha Admisible} = \frac{\text{Longitud (cm)}}{250}$$

$$\text{Flecha Admisible} = \frac{268 \text{ cm}}{250}$$

$$\text{Flecha Admisible} = 1.07 \text{ cm}$$

Tenemos que:

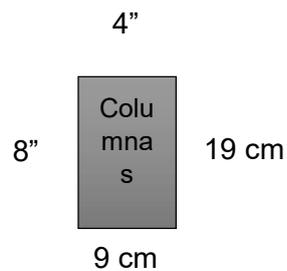
$$\text{Flecha Máxima Calculado} = 0.48 \text{ cm} < \text{Flecha admisible} = 1.07 \text{ cm}$$

Por lo tanto, si cumple, ya que la flecha máxima calculada de la viga principal de 4" x 10" es menor a la flecha máxima admisible.

Cálculo de Columnas

1.- Asumimos Sección de Columna:

Longitud de la columna = 2.44 m



2.- Análisis de Carga:

Peso de entablado : 20 kg/m²

Peso de vigas secundarias : 13.20 kg/m²

Peso lineal de vigas principales : 21.60 kg/m

Peso por m² de vigas principales

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Peso lineal de Vigas Principales}}{(\text{Tramo } x1 + \text{Tramo } x2) / 2} \\ &= \frac{21.60 \text{ kg/m}}{(3.13 \text{ m} + 2.68 \text{ m}) / 2} \\ &= 7.44 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Sobrecarga de uso : 200 kg/m²

Sobrecarga de la cobertura final : 30 kg/m²

Peso Total que soporta la columna

$$= 20 \text{ kg/m}^2 + 13.20 \text{ kg/m}^2 + 7.44 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2 + 30 \text{ kg/m}^2$$

$$= 270.64 \text{ kg/m}^2$$

Peso sobre la columna

$$= \text{Área Tributaria} \times \text{Peso por m}^2$$

$$= 8.98 \text{ m}^2 \times 270.64 \text{ kg/m}^2$$

$$= 24929.35 \text{ kg} \rightarrow \text{Carga Actuante}$$

La columna se diseñará como empotrada en la base, y libre de desplazamiento en la parte superior pero impedido de realizar rotaciones.

Figura 52. Factor K – longitud efectiva

CONDICION DE APOYO	k	l_{ef}	
1. Articulado en ambos extremos.	1	l	
2. Empotrado en un extremo (prevención del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.2	$1.2 l$	
3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.5	$1.5 l$	
4. Empotrado en un extremo y libre en el otro.	2.0	$2 l$	
5. Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse.	2.0	$2 l$	
6. Articulado en un extremo y libre en el otro.			

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.9 - 4

Por lo tanto, tenemos que la condición de apoyo será articulada en ambos extremos, $K=1.5$.

Longitud Efectiva

$$\begin{aligned} &= K \times \text{Longitud} \\ &= 1.5 \times 2.44 \text{ m} \\ &= 3.66 \text{ m} \end{aligned}$$

El peso propio de la columna no es importante para el diseño, por lo que no será considerado.

Como ya comprobamos mediante los ensayos que la madera denominada Capirona está dentro de la clasificación del Grupo B de maderas estructurales, para diseñar las columnas obtenemos lo siguiente:

Figura 53. Esfuerzos Máximos admisibles para diseño en kg/cm^2

Grupo	Compresion Paralela $f_{c//}$	Tracción Paralela f_t	Flexión f_m
A	145	145	210
B	110	105	150
C	80	75	100

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.9 - 6

Por lo tanto, obtenemos que:

$$f_{c//} = 110 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 54. Módulo de Elasticidad Columnas E. Mínimo en Kg/cm²

Grupo	Columnas E _{mínimo}	Entramados E _{promedio}
A	95,000	130,000
B	75,000	100,000
C	55,000	90,000

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.9 - 6

Por lo tanto, obtenemos que:

$$E. \text{Mínimo} = 75000 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 55. Relación de Esbeltez límite entre columnas intermedias y largas

Grupo	C _k	
	Columnas	Entramados
A	17.98	20.06
B	18.34	20.2
C	18.42	22.47

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.9 - 11

Por lo tanto, obtenemos que:

$$C_k = 18.34$$

Área de la sección de la columna:

$$= 9 \text{ cm} \times 19 \text{ cm}$$

$$= 171 \text{ cm}^2$$

3.- Dimensionamiento:

Cálculo de la esbeltez

$$\lambda = \frac{\text{Longitud Efectiva}}{\text{Ancho menor de la columna}}$$

$$\lambda = \frac{366 \text{ cm}}{9.0 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 40.67$$

Como la relación de esbeltez (C_k) es mayor que la esbeltez (λ) se trata de una columna larga.

Carga Admisible:

$$N_{adm} = \frac{0.329 \times 75000 \text{ kg/cm}^2 \times 126 \text{ cm}^2}{40.67}$$

$$N_{adm} = \frac{4219425.00 \text{ kg}}{1653.78}$$

$$N_{adm} = 2551.39 \text{ kg}$$

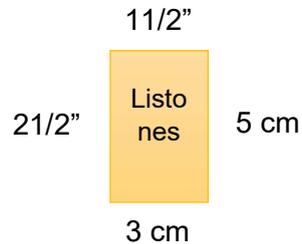
Tenemos que:

$$\text{Carga Actuante} = 2429.35 \text{ kg} < \text{Carga Admisible} = 2551.39 \text{ kg}$$

Por lo tanto, si cumple, ya que la Carga Actuante de la columna de 4" x 8" es menor a la Carga Admisible.

Cálculo de Listones

1.- Asumimos Sección del listón:



Se diseña el apoyo de las vigas secundarias, espaciada a cada 50 cm.

2.- Análisis de Carga:

Peso

Reacción de la viga secundaria : 180.15 kg/m²

3.-Selección de clavos

Como ya comprobamos mediante los ensayos que la madera denominada Capirona está dentro de la clasificación del Grupo B de maderas estructurales, obtenemos lo siguiente:

Se usarán clavos de longitud de 30mm (2 1/2") y diámetro d= 3.3 mm

Figura 56. Carga Admisibles por clavo – simple cizallamiento (63mm)

Longitud (ℓ)		d mm	Carga Admisible, kg		
mm	pulg		Grupo A**	Grupo B	Grupo C
		2.6	40	31	22
		2.9	46	36	25
63	2 1/2	3.3	53	42	30
		3.7	61	48	35

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.12 - 4

Los elementos de apoyo serán cargados perpendicularmente al grano y los clavos serán sometidos a simple cizallamiento.

Por lo tanto, tenemos que:

La carga admisible por clavo = 42 kg.

Si la madera cuenta con un porcentaje de humedad, $H < 30\%$ (secado anhidrido), se podrá aumentar la carga admisible en un 25%

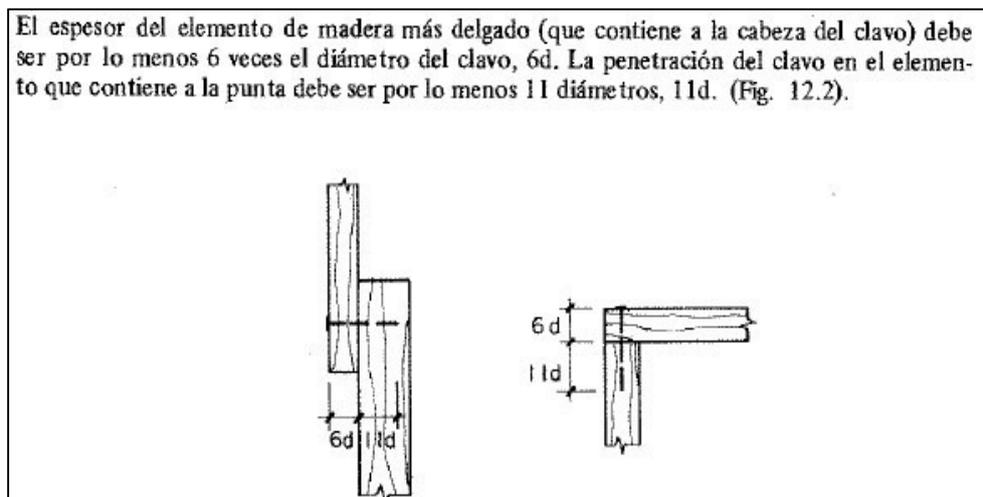
No se modifica la carga admisible ya que las piezas se encuentran en condición verde.

4.-Verificación de espesores

Los listones de apoyo son de 3cm x 5cm (1 ½" x 2 ½").

Espesor del Listón es de 30 mm

Figura 57. Espesores mínimos y penetración de clavos sometidos a cizallamiento simple



Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Año 1984, Pag.12 - 6

Condición para el Espesor Mínimo del listón

$$\text{Espesor Mínimo} = 6x d = 6 x 3.3 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor mínimo} = 19.8\text{mm} \approx 20 \text{ mm}$$

Si cumple, ya que el listón tiene un espesor de 30 mm y el espesor mínimo es de 20 mm.

5.-Verificación de longitud de penetración

La Penetración Mínima del clavo en la viga es:

$$= 11 x d$$

$$= 11 x 3.3 \text{ mm}$$

$$= 36.3 \text{ mm}$$

La Penetración Real del clavo

$$= 63 \text{ mm} - 30 \text{ mm}$$

$$= 33 \text{ mm}$$

Debido a que la Penetración Real del clavo es menor, se debe reducir la carga admisible por el factor siguiente:

$$= \frac{\text{Penetración Real del clavo}}{\text{Penetración Mínima del clavo}}$$
$$= \frac{33 \text{ mm}}{36 \text{ mm}} = 0.917$$

La carga admisible por clavo será de:

$$F.adm. = 0.917 \times \text{Carga Admisible}$$

$$F.adm. = 0.917 \times 42 \text{ kg}$$

$$F.adm. = 38.5 \text{ kg}$$

6.-Determinación del número de clavos y su ubicación:

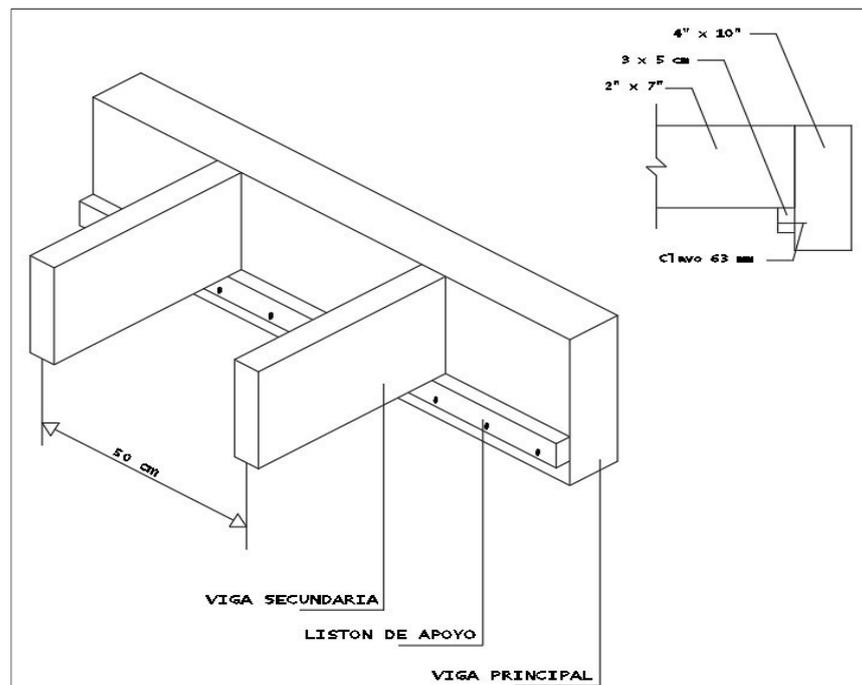
La separación de clavos, se expresa en función al esparcimiento entre vigas secundarias.

$$\text{Separación de clavos} = \frac{F. adm}{V.max} \times S. \text{ Vigas secundarias}$$

$$\text{Separación de clavos} = \frac{38.50}{180.15} \times 0.5$$

$$\text{Separación de clavos} = 0.107 \text{ m} \approx 10 \text{ cm}$$

Figura 58. Dimensionamiento de listón de apoyo



Fuente: Elaborado por los autores

4.3 Planilla de metrados

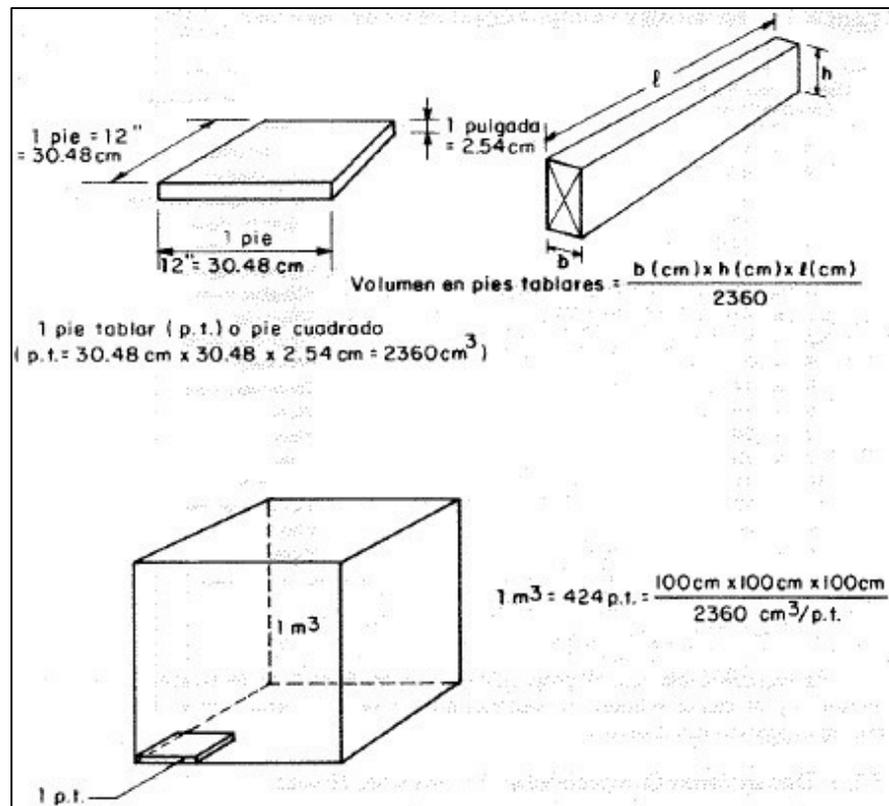
Luego de determinar la sección de los elementos estructurales, se realizó el metrado de la estructura de madera Capirona del módulo de vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo.

Para ello primero se determinó por tramo, la cantidad de los elementos estructurales que se necesita para la vivienda.

Tener en cuenta que:

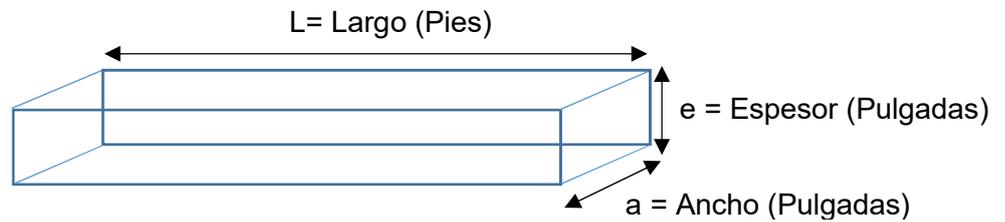
Según el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984), afirma que: “La madera se comercializa por volumen siendo la cubicación cuantificada en metros cúbicos y en varios países Andinos pies cuadrados o pies tablares”. Pag.81

Figura 59. Unidades para comercializar la madera



Fuente: Manual de diseño para maderas del Grupo Andino (1984),

La Madera en Perú se comercializa por pie², la cantidad de pie² que posee una madera, resulta de su cubicado (pulgada x pulgada x pie).



La cantidad de Pie² se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$\# \text{ Pie}^2 = \frac{\text{Ancho} \times \text{Espesor} \times \text{Largo}}{12}$$

$$\# \text{ Pie}^2 = \frac{\text{Pulgada} \times \text{Pulgada} \times \text{Pie}}{12}$$

Esta expresión se utiliza para comercialización de madera en el Perú.

También tenemos, que según el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984), afirma : “La necesidad de contar con un grupo de escuadrías con dimensiones estandarizadas apropiadas para la construcción y el diseño con madera ha dado origen a las denominadas secciones preferenciales PADT -REFORT.” Pag.81

Figura 60. Secciones Preferenciales PADT - REFORT

Dimensiones b x h (centímetros)	Uso más frecuente
4 x 4	Pie--derechos
4 x 6.5	Pie--derechos, viguetas
4 x 9	Pie--derechos, viguetas, columnas
4 x 14	Viguetas, vigas
4 x 16.5	Viguetas, vigas
4 x 19	Viguetas, vigas
4 x 24	Viguetas, vigas
6.5 x 6.5	Columnas
6.5 x 9	Columnas, vigas
9 x 9	Columnas
9 x 14	Columnas, vigas
9 x 19	Vigas
9 x 24	Vigas
9 x 29	Vigas
14 x 14	Columnas
14 x 19	Vigas, columnas
14 x 24	Vigas
14 x 29	Vigas

Fuente: Manual de diseño para maderas del Grupo Andino (1984),

De acuerdo a lo antes mencionado, procedemos a realizar el metrado de la estructura de madera, teniendo en cuenta en pies las dimensiones de la vivienda.

Tenemos en cuenta que:

$$1 \text{ pie} = 30.48 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ pie} = 12 \text{ Pulgadas}$$

$$1 \text{ pulgada} = 2.54 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ pulgada} = 0.254 \text{ m}$$

Calculamos las distancias en x e y, de la vivienda a evaluar, para poder realizar los metrados de madera.

Los tramos x1, x2, y1 e y2, podemos visualizar en la figura 47.

Por lo tanto, para el Tramo x1 = 3.13 m, tenemos que:

$$1 \text{ pie} \rightarrow 0.3048 \text{ m}$$

$$X \rightarrow 3.13 \text{ m}$$

$$X = \frac{3.13 \text{ m} \times 1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}$$

$$X = 10.27 \text{ pies} \approx 10 \text{ pies}$$

Por lo tanto, para el Tramo $x_2 = 2.68$ m, tenemos que:

$$1 \text{ pie} \rightarrow 0.3048 \text{ m}$$

$$X \rightarrow 2.68 \text{ m}$$

$$X = \frac{2.68 \text{ m} \times 1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}$$

$$X = 8.79 \text{ pies} \approx 9 \text{ pies}$$

: Por lo tanto, para el Tramo y_1 e Tramo $y_2 = 3.09$ m, tenemos que:

$$1 \text{ pie} \rightarrow 0.3048 \text{ m}$$

$$X \rightarrow 2.68 \text{ m}$$

$$X = \frac{3.09 \text{ m} \times 1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}$$

$$X = 10.14 \text{ pies} \approx 10 \text{ pies}$$

Por lo tanto, para la altura de Piso a techo $h = 2.44$ m, tenemos que:

$$1 \text{ pie} \rightarrow 0.3048 \text{ m}$$

$$X \rightarrow 2.44 \text{ m}$$

$$X = \frac{2.44 \text{ m} \times 1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}$$

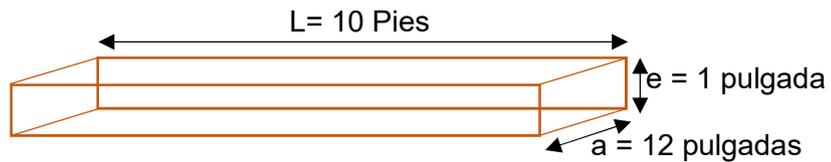
$$X = 8.05 \text{ pies} \approx 8 \text{ pies} + 1 \text{ pie de unión a Vigas}$$

$$X = 9 \text{ pies}$$

Determinamos el número de elementos estructurales de madera del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio.

a) Entablados

Para el Tramo X1 = 3.13 m → 10 pies



El entablado se apoya en las vigas secundarias a cada 0.30 m, por lo tanto:

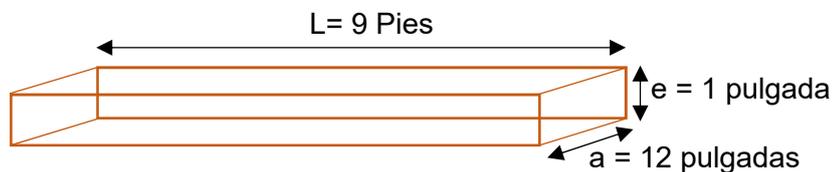
$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = \frac{\text{Tramo y1} + \text{Tramo y2}}{\text{espaciamiento}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = \frac{3.09 \text{ m} + 3.09 \text{ m}}{0.30 \text{ m}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = \frac{6.18 \text{ m}}{0.30 \text{ m}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = 20 \text{ unidades}$$

Para el Tramo X2 = 2.68 m → 9 pies



El entablado se apoya en las vigas secundarias a cada 0.30 m, por lo tanto:

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = \frac{\text{Tramo y1} + \text{Tramo y2}}{\text{espaciamiento}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = \frac{3.09 \text{ m} + 3.09 \text{ m}}{0.30 \text{ m}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = \frac{6.18 \text{ m}}{0.30 \text{ m}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Entablados} = 20 \text{ unidades}$$

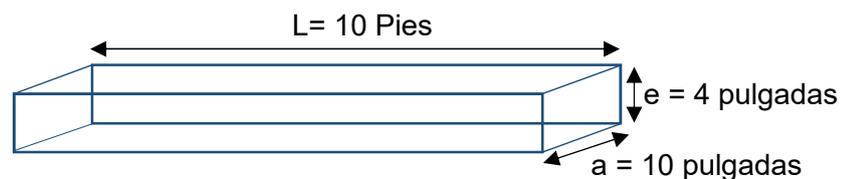
➤ N° Total de Entablados

$$= 20 \text{ unidades} + 20 \text{ unidades}$$

$$= 40 \text{ unidades}$$

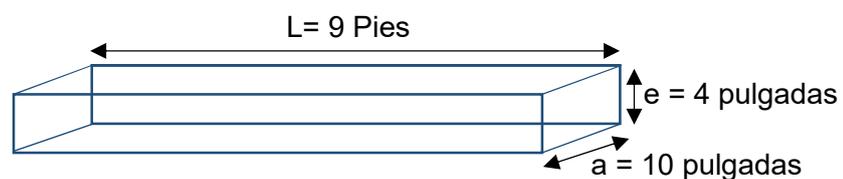
b) Vigas Principales

Para el Tramo X1 = 3.13 m → 10 pies



Las vigas principales están apoyadas en sentido del eje "x", entre las columnas, por lo tanto, tenemos 3 unidades para este tramo.

Para el Tramo X2 = 2.68 m → 9 pies



Las vigas principales están apoyadas en sentido horizontal entre las columnas, por lo tanto, tenemos 3 unidades para este tramo.

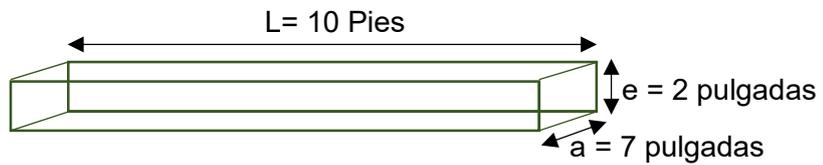
$$\text{N}^\circ \text{ Total de Vigas Principales} = \text{N}^\circ \text{ Vigas principales en Tramo x1} + \text{N}^\circ \text{ Vigas principales en Tramo x2}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Total de Vigas Principales} = 3 \text{ unidades} + 3 \text{ unidades}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Total de Vigas Principales} = 6 \text{ unidades}$$

c) Vigas Secundarias

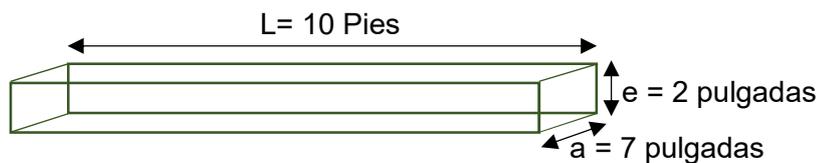
Para el Tramo y1 = 3.09 m → 10 pies



Las Vigas Secundarias están apoyadas en sentido del eje "y" a cada 0.50m, por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} &= \frac{\text{Tramo x1} + \text{Tramo x2}}{\text{espaciamiento}} \\ \text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} &= \frac{3.13 \text{ m} + 2.68 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} \\ \text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} &= \frac{5.81 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} \\ \text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} &= 11.62 \approx 12 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Para el Tramo y2 = 3.09 m → 10 pies



Las Vigas Secundarias están apoyadas en sentido del eje "y" a cada 0.50m, por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} &= \frac{\text{Tramo x1} + \text{Tramo x2}}{\text{espaciamiento}} \\ \text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} &= \frac{3.13 \text{ m} + 2.68 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} = \frac{5.81 \text{ m}}{0.50 \text{ m}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Vigas Secundarias} = 11.62 \approx 12 \text{ unidades}$$

N° Total Vigas Secundarias:

$$= 12 \text{ unidades} + 12 \text{ unidades}$$

$$= 24 \text{ unidades}$$

Se le añade 2 vigas secundarias por diseño, por lo tanto:

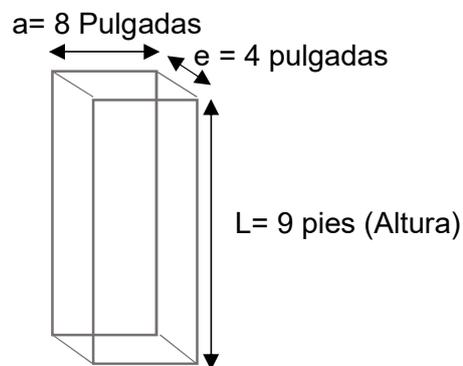
N° Total Vigas Secundarias:

$$= 24 \text{ unidades} + 2 \text{ unidades}$$

$$= 26 \text{ unidades}$$

f) Columnas

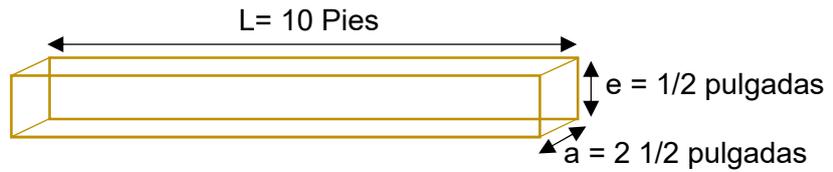
Para Altura = 2.44 m → 9 pies



Las Columnas están en sentido del eje "z", por lo tanto, tenemos 9 unidades distribuidos en la estructura.

e) Listón de apoyo

Para el Tramo X1 = 3.13 m → 10 pies



Los listones de apoyo se encuentran en sentido horizontal y sirven de soporte para los entablados, y están apoyadas en las vigas secundarias, por lo tanto, tenemos 4 unidades para este tramo.

Para el Tramo X2 = 2.68 m → 9 pies



Los listones de apoyo se encuentran en sentido horizontal y sirven de soporte para los entablados, y están apoyadas en las vigas secundarias, por lo tanto, tenemos 4 unidades para este tramo.

N° Total de Listón de Apoyo = N° Listón en Tramo x1 + N° listón en Tramo x2

N° Total de Vigas Principales = 4 unidades + 4 unidades

N° Total de Vigas Principales = 8 unidades

Se realizó el modelamiento en sketchup para lograr visualizar mejor como es una vivienda social construida con una estructura de madera. Esto nos sirvió para poder realizar la identificación de las partidas del diseño.

Figura 61. Estructura del Módulo de Vivienda P. Techo Propio



Fuente: Elaborado por los autores

Figura 62. Módulo de Vivienda del Programa Techo propio

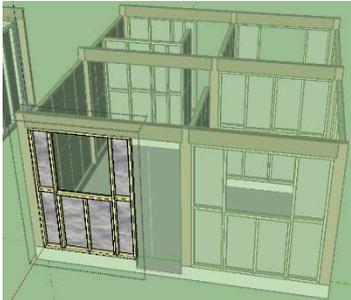
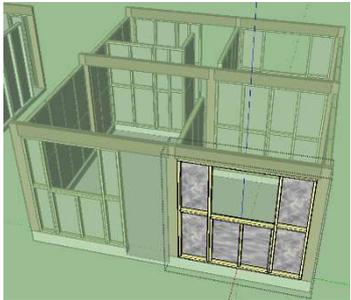
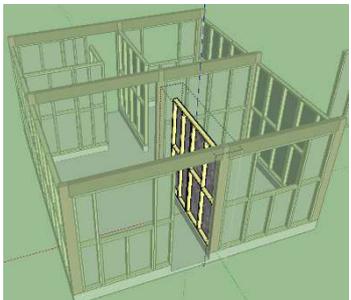
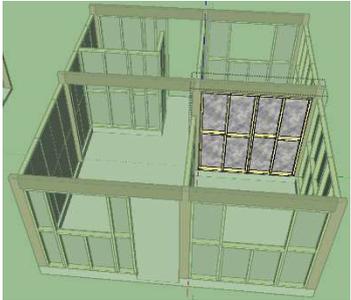
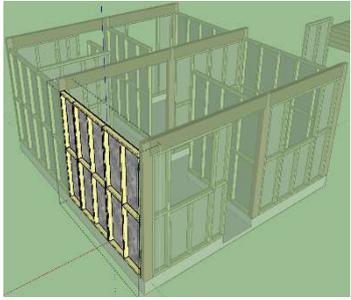
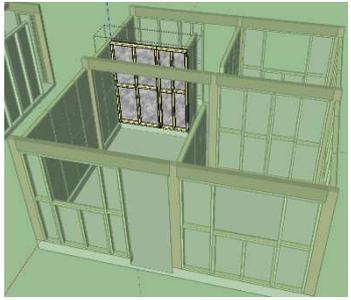
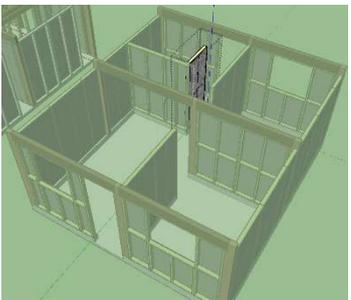


Fuente: Elaborado por los autores

En las Imágenes 60 y 61, se logra visualizar las columnas, entablado, vigas principales y secundarias de la estructura.

A continuación, se detalla la Identificación de Paneles (soporte de muro de madera Capirona), mediante la siguiente tabla:

Tabla 8. Identificación de paneles de la vivienda con estructura de madera

Panel Capirona P1	Panel Capirona P2	Panel Capirona P3
		
Panel Capirona P4	Panel Capirona P5	Panel Capirona P6
		
	Panel Capirona P7	
Son 13 paneles en total: 1 de P1, 2 de P2, 2 de P3, 1 de P4, 4 de P5, 2 P6 y 1 P1		Esta identificación de los paneles nos sirvió para poder realizar el metrado de la estructura

Fuente: Elaboración propia

Partidas de estructura de madera

Las partidas a considerar para la planilla de metrados y su posterior presupuesto, fue de acuerdo al diseño del módulo de vivienda del programa techo propio.

El número de Ítem de cada partida, se siguió la correlación del presupuesto base (Ver Figura 45).

Tabla 9. Partidas de estructura de madera Capirona

PARTIDAS DE ESTRUCTURA CON MADERA CAPIRONA			
Tesis:		Estudio Comparativo de Material Noble y Madera capirona para Optimizar el Diseño del Módulo de Vivienda del Programa Techo	
Alumnos:		Chavez Alvitez, Iván Enrique Salazar Campos, Edwin Jesús	
Universidad:		Universidad de San Martín de Porres	
Facultad:	Ingeniería y Arquitectura	Escuela:	Ingeniería Civil
ITEMS	DESCRIPCIÓN		UND
01.00.00	ESTRUCTURAS		
01.04.00	VIGAS Y COLUMNAS DE MADERA CAPIRONA		
01.04.01	Columnas de Madera Capirona		Und
01.04.02	Vigas principales de Madera Capirona		Und
01.04.03	Vigas Secundarias de Madera Capirona		Und
01.05.00	MUROS		
01.05.01	SOPORTE DE MADERA CAPIRONA PARA MURO		
01.05.01.01	Panel Capirona P1		Und
01.05.01.02	Panel Capirona P2		Und
01.05.01.03	Panel Capirona P3		Und
01.05.01.04	Panel Capirona P4		Und
01.05.01.05	Panel Capirona P5		Und
01.05.01.06	Panel Capirona P6		Und
01.05.01.07	Panel Capirona P7		Und
01.05.02	MURO DE FIBROCEMENTO		
01.05.02.01	Plancha de fibrocemento del P1		Und
01.05.02.02	Plancha de fibrocemento del P2		Und
01.05.02.03	Plancha de fibrocemento del P3		Und
01.05.02.04	Plancha de fibrocemento del P4		Und
01.05.02.05	Plancha de fibrocemento del P5		Und
01.05.02.06	Plancha de fibrocemento del P6		Und
01.05.02.07	Plancha de fibrocemento del P7		Und
01.06.00	CUBIERTA DE MADERA CAPIRONA (TECHO)		
01.06.01	SOPORTE DE MADERA CAPIRONA PARA TECHO		
01.06.01.01	Listones de Apoyo de Madera Capirona		Und
01.06.01.02	Entablados de Madera Capirona		Und

Fuente: Elaborado por los autores

4.4 Costos unitarios

Los costos de los insumos se obtuvieron de las empresas ubicadas en Chiclayo y del libro de costos y presupuestos de CAPECO del mes de agosto del 2018.

El costo de la madera Capirona y demás materiales para la construcción del Módulo de Vivienda con madera Capirona, lo podemos encontrar en el Anexo 3 (Cotizaciones), lo cual, mediante el análisis realizado, se determinó el precio de la madera para realizar el presupuesto.

Madera Capirona de 1 a 9 pies de largo = S/.4.00

Madera Capirona de 10 Pies de largo = S/.4.00

Madera Capirona > 10 Pies de Largo = S/.4.10

El Módulo de Vivienda con madera Capirona se tiene medidas hasta 10 pies de largo, por lo tanto, el costo de la madera se evaluó con S/. 4.00

Se presenta a continuación, los costos unitarios de las partidas de la estructura Capirona, la cual será de reemplazo de las partidas en el presupuesto de la estructura con material noble, para su comparación.

PARTIDA:	COLUMNAS DE MADERA CAPIRONA				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	105.60
RENDIMIENTO DIA:	32	Und/día						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1	0.25	21.95	5.49		
OFICIAL		hh	0.5	0.13	17.59	2.20		
						7.69		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.50	3.36	1.68		
MADERA CAPIRONA		p2		24.00	4.00	96.00		
						97.68		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	7.69	0.23		
						0.23		

PARTIDA:	VIGAS PRINCIPALES DE MADERA CAPIRONA	JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	262.92
RENDIMIENTO DIA:	32	Und/dia			
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1.00	0.25	21.95	5.49
OFICIAL	hh	0.50	0.13	17.59	2.20
					7.69
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.50	3.36	1.68
MADERA CAPIRONA	p2		63.33	4.00	253.32
					255.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	7.69	0.23
					0.23

PARTIDA:	VIGAS SECUNDARIAS DE MADERA CAPIRONA	JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	56.28
RENDIMIENTO DIA:	32	Und/dia			
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	1.00	0.25	21.95	5.49
OFICIAL	hh	0.50	0.13	17.59	2.20
					7.69
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.50	3.36	1.68
MADERA CAPIRONA	p2		11.67	4.00	46.68
					48.36
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	7.69	0.23
					0.23

PARTIDA:	LISTONES DE APOYO DE MADERA CAPIRONA	JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	28.46
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia			
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
OFICIAL	hh	1	0.17	17.59	2.93
					2.93
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.50	3.36	1.68
MADERA CAPIRONA	p2		5.94	4.00	23.76
					25.44
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	2.93	0.09
					0.09

PARTIDA:	ENTABLADOS DE MADERA CAPIRONA				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	82.96
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1	0.17	21.95	3.66		
OFICIAL		hh	0.5	0.08	17.59	1.47		
						5.12		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.50	3.36	1.68		
MADERA CAPIRONA		p2		19.00	4.00	76.00		
						77.68		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	5.12	0.15		
						0.15		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P1				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	77.38
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		16.00	4.00	64.00		
						66.82		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P2				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	80.06
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		16.67	4.00	66.68		
						69.50		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P3				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	58.70
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		11.33	4.00	45.32		
						48.14		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P4				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	61.38
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		12.00	4.00	48.00		
						50.82		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P5				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	66.70
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		13.33	4.00	53.32		
						56.14		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P6				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	58.70
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		11.33	4.00	45.32		
						48.14		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PANEL CAPIRONA P7				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	48.06
RENDIMIENTO DIA:	24	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OPERARIO		hh	1.00	0.33	21.95	7.32		
OFICIAL		hh	0.50	0.17	17.59	2.93		
						10.25		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.84	3.36	2.82		
MADERA CAPIRONA		p2		8.67	4.00	34.68		
						37.50		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	10.25	0.31		
						0.31		

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P1				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	63.79
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OFICIAL		hh	1.00	0.17	17.59	2.93		
						2.93		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		Kg		0.30	3.36	1.01		
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mm und				3.00	19.92	59.76		
						60.77		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	2.93	0.09		
						0.09		

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P2				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	63.79
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL			
MANO DE OBRA								
OFICIAL	hh	1.00	0.17	17.59	2.93			
					2.93			
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.30	3.36	1.01			
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mmr und			3.00	19.92	59.76			
					60.77			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	2.93	0.09			
					0.09			

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P3				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	83.71
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL			
MANO DE OBRA								
OFICIAL	hh	1.00	0.17	17.59	2.93			
					2.93			
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.30	3.36	1.01			
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mmr und			4.00	19.92	79.68			
					80.69			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	2.93	0.09			
					0.09			

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P4				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	83.71
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL			
MANO DE OBRA								
OFICIAL	hh	1.00	0.17	17.59	2.93			
					2.93			
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.30	3.36	1.01			
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mmr und			4.00	19.92	79.68			
					80.69			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	2.93	0.09			
					0.09			

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P5				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	103.63
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OFICIAL		hh	1.00	0.17	17.59	2.93		
						2.93		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg			0.30	3.36	1.01		
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mmr und				5.00	19.92	99.60		
						100.61		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			0.03	2.93	0.09		
						0.09		

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P6				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	63.79
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OFICIAL		hh	1.00	0.17	17.59	2.93		
						2.93		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg			0.30	3.36	1.01		
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mmr und				3.00	19.92	59.76		
						60.77		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			0.03	2.93	0.09		
						0.09		

PARTIDA:	PLANCHA DE FIBROCEMENTO DEL P7				JORNADA:	8 Hrs	COSTO POR UND:	43.87
RENDIMIENTO DIA:	48	Und/dia						
DESCRIPCION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL		
MANO DE OBRA								
OFICIAL		hh	1.00	0.17	17.59	2.93		
						2.93		
MATERIALES								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg			0.30	3.36	1.01		
PLANCHA DE FIBROCEMENTO 2.44m x 1.22m x 4mmr und				2.00	19.92	39.84		
						40.85		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			0.03	2.93	0.09		
						0.09		

Para la realización del presupuesto de la vivienda con estructura de madera, se añadió a cada partida sus costos unitarios.

Tabla 11. Costos unitarios - Estructura de vivienda con madera Capirona

ITEMS	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO
01.00.00	ESTRUCTURAS			
01.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipo y Herramientas	glb	1.00	110.00
01.01.02	Trazo y Replanteo	m2	37.00	4.00
01.01.03	Limpieza de Terreno	m2	37.00	5.00
01.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.02.01	Excavación para Cimientos hasta H=1.00 mt Terreno Normal	m3	5.46	33.00
01.02.02	Nivelación Int. Y Apisonamiento final del Terreno previo al Piso	m3	33.00	3.50
01.02.03	Relleno con Material Propio	m3	5.00	15.00
01.02.04	Acarreo y Eliminación de Material Excedente Manual (D>5m)	m3	6.10	23.00
01.03.00	CONCRETO SIMPLE			
01.03.01	Cimiento Corrido - Mezcla C:H 1:10 + 30% PG	m3	7.25	101.00
01.03.02	Sobrecimiento - Mezcla C:H 1:8 + 25% PM	m3	1.50	110.00
01.03.03	Sobrecimiento - Encofrado y Desencofrado	m2	13.45	33.00
01.03.04	Falso Piso de 4" de concreto 1:10	m2	37.00	23.00
01.04.00	VIGAS Y COLUMNAS DE MADERA CAPIRONA			
01.04.01	Columnas de Madera Capirona	Und	9.00	105.60
01.04.02	Vigas principales de Madera Capirona	Und	6.00	262.92
01.04.03	Vigas Secundarias de Madera Capirona	Und	26.00	56.28
01.05.00	MUROS			
01.05.01	SOPORTE DE MADERA CAPIRONA PARA MURO			
01.05.01.01	Panel Capirona P1	Und	1.00	77.38
01.05.01.02	Panel Capirona P2	Und	2.00	80.06
01.05.01.03	Panel Capirona P3	Und	2.00	58.70
01.05.01.04	Panel Capirona P4	Und	1.00	61.38
01.05.01.05	Panel Capirona P5	Und	4.00	66.70
01.05.01.06	Panel Capirona P6	Und	2.00	58.70
01.05.01.07	Panel Capirona P7	Und	1.00	48.06
01.05.02	MURO DE FIBROCEMENTO			
01.05.02.01	Plancha de fibrocemento del P1	Und	1.00	63.79
01.05.02.02	Plancha de fibrocemento del P2	Und	2.00	63.79
01.05.02.03	Plancha de fibrocemento del P3	Und	2.00	83.71
01.05.02.04	Plancha de fibrocemento del P4	Und	1.00	83.71
01.05.02.05	Plancha de fibrocemento del P5	Und	4.00	103.63
01.05.02.06	Plancha de fibrocemento del P6	Und	2.00	63.79
01.05.02.07	Plancha de fibrocemento del P7	Und	1.00	43.87
01.06.00	CUBIERTA DE MADERA CAPIRONA (TECHO)			
01.06.01	Listones de Apoyo de Madera Capirona	Und	8.00	28.46
01.06.02	Entablados de Madera Capirona	Und	40.00	82.96
02.00.00	ARQUITECTURA			
02.01.00	CARPINTERIA DE MADERA			
02.01.01	Puerta Contraplacada de 35 mm Triplay; Marco y Accesorios	und	3.00	135.00
02.01.02	Puerta de madera solida	und	1.00	300.00
02.02.00	CARPINTERIA METALICA			
02.02.01	Marcos de Aluminio y Travesaño de Aluminio	m	11.23	20.00
02.03.00	CERRAJERIA			
02.03.01	Cerradura de Tres Golpes Pesada	und	1.00	65.00
02.03.02	Cerradura Tipo Perilla color cromo oxidado con boton de seguridad	und	3.00	30.00
02.04.00	VIDRIOS Y CRISTALES			
02.04.01	Vidrios de 8mm	p2	27.16	20.00
02.04.02	Vidrio Catedral	p2	0.81	9.90
02.05.00	PINTURA			
02.05.01	Pintura Temple en Cielo Raso	m2	19.00	6.00
02.05.02	Pintura Latex en Fachada y Columnas interiores (Incluye Base)	m2	15.41	12.00
03.00.00	INSTALACIONES SANITARIAS			
03.01.00	APARATOS SANITARIOS			
03.01.01	Inodoro + Lavatorio Económico y Accesorios	igo	1.00	245.00
03.01.02	Lavadero de una Poza de Acero Inoxidable	igo	1.00	50.00
03.01.03	Lavadero de Granito	igo	1.00	50.00
03.02.00	SISTEMA DE DESAGUE			
03.02.01	Salida de Desague PVC (incluye accesorios)	pto	3.00	36.25
03.02.02	Salida de Ventilación PVC 2" (Incluye accesorios)	pto	1.00	25.00
03.02.03	Sumidero de bronce de 2" (Incluye accesorios)	und	2.00	5.00
03.02.04	Registro Rocado de Bronce 4"	und	1.00	12.00
03.02.05	Tubería PVC de 4"	m	10.00	18.30
03.02.06	Tubería PVC de 2"	m	10.00	13.20
03.02.07	Caja para Conexión de Desague de 30.60	und	0.90	50.00
03.03.00	SISTEMA DE AGUA FRÍA			
03.03.01	Salida de Agua Fría PVC	pto	4.20	25.00
03.03.02	Red de Distribución PVC CLASE 10 de 1/2"	m	13.00	13.00
03.03.03	Válvula Compuerta de Bronce 1/2"	und	1.00	21.00
03.03.04	Codo PVC - SAP 1/2"X90	und	7.00	1.31
03.03.05	Tee PVC - SAP 1/2"	und	3.00	1.30
04.00.00	INSTALACIONES ELÉCTRICOS			
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	5.00	40.00
04.01.02	Salid para toma corriente (incluido cableado y entubado)	pto	4.00	37.00
04.01.03	Tablero Electrónico de Distribución Plástico para 3 llaves	und	1.00	25.00
04.01.04	Llaves termomagnéticas Económicas	und	3.00	30.00

Fuente: Elaborado por los autores

Mantenimiento de la madera Capirona

En una vivienda con estructura de madera Capirona, se debe dar un adecuado mantenimiento para que mantenga su calidad y durabilidad, a pesar de ser una madera estructural, cumple ciertos parámetros de resistencia y calidad.

La madera Capirona no presenta dificultades en el aserrío, y de acuerdo a los datos empíricos y ensayos realizados expuesto en el Manual de Diseño para Madera del Grupo Andino, afirma que esta especie no requiere preservación, es una madera durable, por ello el mantenimiento va resultar de menor costo.

Siempre se debe revisar la estructura de madera, por alguna falla de agrietamiento u otros agentes externos, por seguridad la madera que requerirá de una protección adicional, ya sea por el intemperismo o la brisa salina, existen diversos productos para proteger la madera que será expuesta directamente.

Se debe realizar la revisión en la parte interior y exterior de la vivienda, teniendo que asegurarse que siempre el material esté en perfecto estado: se tiene que tener cuidado con maderas demasiado húmedas que puedan contener algo de podredumbre. Algunos insectos, como las termitas o escarabajos del polvo, pueden provocar daños agujereando la madera. En cuanto al mantenimiento, ha de ser revisada cada cierto tiempo, ya que puede necesitar de pintura exterior, sellado de huecos, etc.

El periodo de mantenimiento de una vivienda de madera, se recomienda realizarse cada 2 a 3 años. Asegurándose que toda la madera este en perfecto estado.

El costo total para el mantenimiento por cada 2 a 3 años como se recomienda es de 151.22 soles, se detalla a continuación.

- Para esto usaremos el aditivo BARNIZ DOBLE ACCION marca TEKNO, el cual viene en presentación de 1 galón, el cual debe de ser aplicado en 2 capas. Este galón rinde hasta un máximo de 20 m², y protege del sol y de la humedad. Además de que este barniz debe ser aplicado cada 2 a 3 años, dependiendo de la exposición de la madera.
- El barniz tiene un costo promedio de 75.50 soles, y ya que los elementos de madera expuestas no cubren ni 10 m², este barniz se podría comprar cada 4 a 6 años, resultando rentable.
- El preservante para la madera con un costo promedio de 33.80 soles
- Para sellar e impermeabilizar posibles grietas y aberturas se utilizará sellador de poliuretano, el 300 ml con un costo promedio de 22.00 soles, con rendimiento de 3 metros lineales por 10mm de ancho y profundidad
- Los muros serán con plancha de fibrocemento y su costo promedio es de 19.92 soles, por lo que no necesitarán un mantenimiento adicional, ya que protege a la estructura contra los rayos UV, es resistente a la humedad, es resistente al fuego, resistente a termitas y roedores.

Costo de Mantenimiento = S/. 151.22

Periodo de Mantenimiento = 2 a 3 años

CAPITULO V. RESULTADOS

5.1 Resultados de ensayos físicos y mecánicos

De Acuerdo, a los ensayos físicos y mecánicos realizados de en el laboratorio de la universidad San Martin de Porres y Universidad Señor Sipán de la madera Capirona, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 12. Resumen de resultados de Contenido de Humedad

Contenido de Humedad			
Probetas	Peso Húmedo(gr)	Peso Seco Húmedo(gr)	Contenido de Humedad (%)
P1	84.40	73.00	15.62
P2	82.19	70.00	17.41
P3	86.98	74.40	16.91
P4	79.28	67.00	18.33
P5	85.82	73.00	17.56
P6	84.83	71.60	18.48
P7	80.79	68.00	18.81
P8	80.14	70.00	14.49
P9	79.32	69.10	14.79
P10	78.97	69.20	14.12
P11	81.83	71.80	13.97
P12	80.87	71.00	13.90
Promedio	82.12	70.68	16.20

Fuente: Elaborado por los autores

El Contenido de Humedad de la madera Capirona aserrada ensayada es 16.20%, cumpliendo que sea menos del 20%. (Ver Página 56)

Tabla 13. Resumen de resultados de densidad de la madera

Probetas	Peso Seco al Horno(gr)	Volumen Húmedo (cm3)	Densidad Basica (DB)
D1	69.60	95.70	0.73
D2	69.10	102.30	0.68
D3	71.70	98.00	0.73
D4	70.10	97.00	0.72
D5	67.80	94.40	0.72
D6	67.10	101.30	0.66
D7	70.00	95.50	0.73
D8	66.50	94.50	0.70
D9	68.50	97.50	0.70
D10	68.20	98.40	0.69
D11	68.50	98.70	0.69
D12	68.40	98.60	0.69
PROMEDIO	68.79	97.66	0.70

Fuente: Elaborado por los autores

La Densidad Básica de la madera Capirona ensayada es de 0.70 gr/cm³, cumpliendo el rango 0.56 a 0.70 gr/cm³, por lo tanto, se comprobó la clasificación mediante su densidad básica en el Grupo B de Maderas Estructurales de acuerdo la Norma E.010.

Tabla 14. Resumen de resultados del ensayo a compresión

N°	Ensayo(Kg)	BASE (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	F.C.	F.T.	F.S.	F.D.C.	ESFUERZO BÁSICO (kg/cm ²)	ESFUERZO BÁSICO MINIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO ADMISIBLE (kg/cm ²)
1	11511.00	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	234.92	223.17	111.59
2	11379.00	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	232.22	220.61	110.31
3	11272.00	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	230.04	218.54	109.27
4	11799.00	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	240.80	228.76	114.38
5	11565.00	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	236.02	224.22	112.11
6	11493.00	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	234.55	222.82	111.41
PROMEDIO	11503.17	7.00	7.00	30.00	49.00	1.00	1.00	1.60	1.25	234.76	223.02	111.51

Fuente: Elaborado por los autores

$F_{c//} = 111.51 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow$ Esfuerzo Admisible a la Compresión Paralela

Cumple que: $110 \text{ Kg/cm}^2 < 111.51 \text{ Kg/cm}^2 < 145 \text{ kg/cm}^2$, por lo tanto, se comprueba a compresión, la Clasificación en el Grupo B de Maderas Estructurales de acuerdo a la Norma E.010. (Ver Figura 30)

Tabla 15. Resumen de resultados del ensayo de flexión

N°	Ensayo(Kg)	BASE (cm)	ANCHO (cm)	Largo (cm)	AREA (cm ²)	F.C.	F.T.	F.S.	F.D.C.	MOR	MOR mínimo	ESFUERZO ADMISIBLE (kg/cm ²)
1	770.00	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	646.80	614.46	192.35
2	920.00	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	772.80	734.16	229.82
3	684.00	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	574.56	545.83	170.87
4	808.00	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	678.72	644.78	201.85
5	842.00	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	707.28	671.92	210.34
6	697.00	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	585.48	556.21	174.12
PROMEDIO	786.83	5.00	5.00	75.00	25.00	0.80	0.90	2.00	1.15	660.94	627.89	196.56

Fuente: Elaborado por los autores

$$F_m = 196.56 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{Esfuerzo Admisible a flexión}$$

Cumple que: $100 \text{ Kg/cm}^2 < 196.56 \text{ Kg/cm}^2 < 210 \text{ kg/cm}^2$, por lo tanto, se comprueba a flexión, la Clasificación en el Grupo B de Maderas Estructurales de acuerdo a la Norma E.010. (Ver Figura 30)

Tabla 16. Resumen de resultados del ensayo de corte

N°	Ensayo(Kg)	BASE (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	F.C.	F.T.	F.S.	F.D.C.	ESFUERZO BÁSICO (kg/cm ²)	ESFUERZO BÁSICO MÍNIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO ADMISIBLE (kg/cm ²)
1	1708.00	7.00	2.00	30.00	28.00	1.00	1.00	4.00	1.00	61.00	57.95	14.49
2	1446.00	7.00	2.00	30.00	28.00	1.00	1.00	4.00	1.00	51.64	49.06	12.27
3	2070.00	7.00	2.00	30.00	28.00	1.00	1.00	4.00	1.00	73.93	70.23	17.56
4	1567.00	7.00	2.00	30.00	28.00	1.00	1.00	4.00	1.00	55.96	53.17	13.29
PROMEDIO	1697.75	7.00	2.00	30.00	28.00	1.00	1.00	4.00	1.00	60.63	57.60	14.40

Fuente: Elaborado por los autores

$$F_v = 14.40 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{Esfuerzo Admisible de Corte Paralelo}$$

Cumple que: $12 \text{ Kg/cm}^2 < 14.40 \text{ Kg/cm}^2 < 15 \text{ kg/cm}^2$, por lo tanto, se comprueba en corte paralelo, la Clasificación en el Grupo B de Maderas Estructurales de acuerdo a la Norma E.010. (Ver Figura 30)

Los cálculos realizados para el diseño de un módulo de vivienda social del programa techo propio con estructura madera Capirona de acuerdo al manual de diseño para maderas del Grupo Andino, son los siguientes:

a) Los resultados de los cálculos de elementos estructurales y metrado para la realización del presupuesto, son los siguientes:

De la Figura 29, tenemos que:

Tramo x1= 3.13 m → 10 pies

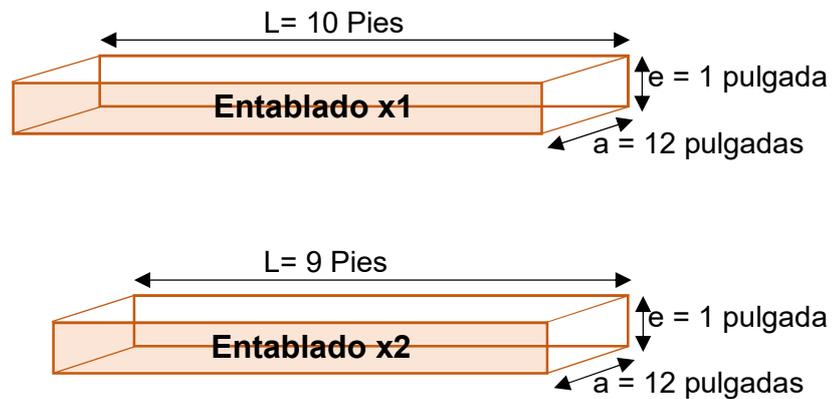
Tramo y1= 3.09 m → 10 pies

Tramo x2= 2.68 m → 9 pies

Tramo y2= 3.09 m → 10 pies

Por lo tanto, los elementos para la estructura de madera son:

a.1) Entablado:



Número de elementos:

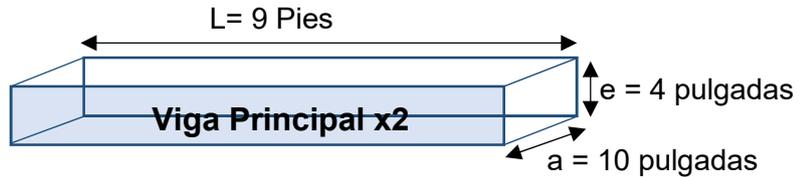
En Tramo x1 → 3.13 m ≈ 10 pies son 20 unidades

En Tramo x2 → 2.68 m ≈ 9 pies son 20 unidades

Total = 20 unidades + 20 unidades

Total = 40 unidades

a.2) Vigas Principales:



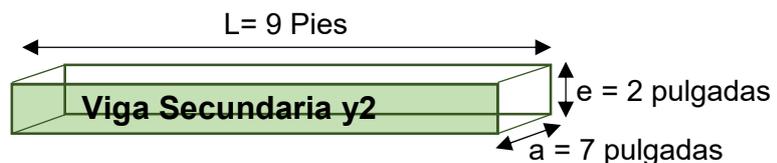
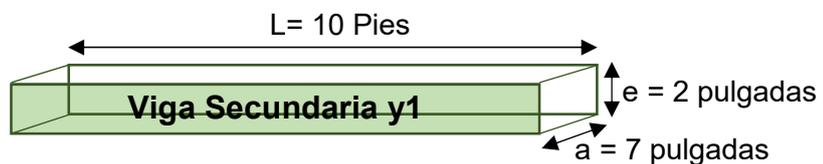
Número de elementos:

En Tramo x1 $\rightarrow 3.13$ m ≈ 10 pies son 3 unidades

En Tramo x2 $\rightarrow 2.68$ m ≈ 9 pies son 3 unidades

Total = 6 unidades

a.2) Vigas Secundarias:



Número de elementos:

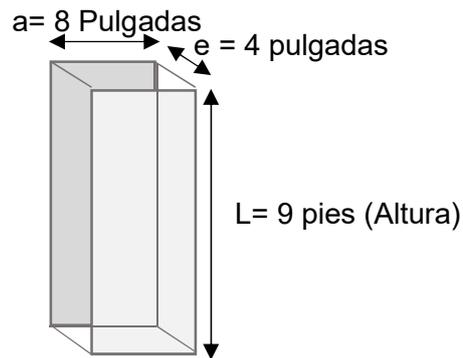
En Tramo y1 $\rightarrow 3.09$ m ≈ 10 pies son 12 unidades

En Tramo y2 $\rightarrow 3.09$ m ≈ 10 pies son 12 unidades

Se añadió 2 unidades para el diseño por esparcimiento

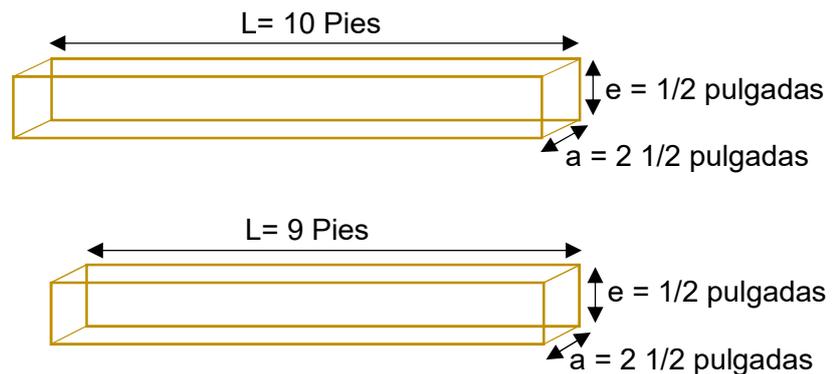
Total = 26 unidades

a.4) Columnas:



Las Columnas están en sentido del eje “z”, por lo tanto, tenemos 9 elementos distribuidos en toda la estructura.

a.5) Listón de apoyo:



En Tramo x1 $\rightarrow 3.13 \text{ m} \approx 10$ pies son 4 unidades

En Tramo x2 $\rightarrow 2.68 \text{ m} \approx 10$ pies son 4 unidades

Total = 8 unidades

Tabla 17. Resumen de metrados de elementos estructurales

Tramos	Elemento	Dimensiones	Espesor(")	Ancho(")	Largo(")	Pies^2	# Iguales	Total Pie^2
Tramo x1	Entablado	1"x12"x 9'	1.00	12.00	9.00	9.00	20	180.00
Tramo x2	Entablado	1"x12"x 10'	1.00	12.00	10.00	10.00	20	200.00
Tramo 1 y 2	Vigas Secundarias	2"x7"x10'	2.00	7.00	10.00	11.67	26	303.33
Tramo x1	Vigas Principales	4"x10"x9'	4.00	10.00	9.00	30.00	3	90.00
Tramo x2	Vigas Principales	4"x10"x10'	4.00	10.00	10.00	33.33	3	100.00
H= 2.44m	Columnas	4"x8"x9'	4.00	8.00	9.00	24.00	9	216.00
Tramo x1	Listón	1 1/2"x 2 1/2"x 10'	1.50	2.50	10.00	3.13	4	12.50
Tramo x2	Listón	1 1/2"x 2 1/2"x 9'	1.50	2.50	9.00	2.81	4	11.25
Total								1113.08

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 18. Resumen de metrados de soporte para muro

PANEL 1						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	4	21.33
PARANTE 4 pies	2	4	4	2.67	3	8.00
DURMIENTE 1 pie	2	4	1	0.67	2	1.33
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33
DURMIENTE 4 pies	2	4	4	2.67	1	2.67
PANEL 2						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	4	21.33
PARANTE 4 pies	2	4	4	2.67	3	8.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	2	2.67
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33
DURMIENTE 4 pies	2	4	4	2.67	1	2.67
PANEL 3						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	4	5.33
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33
PANEL 4						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	4	5.33
DURMIENTE 8 pies	2	4	8	5.33	2	10.67
PANEL 5						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	8	42.67
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	5	6.67
DURMIENTE 10 pies	2	4	10	6.67	2	13.33
PANEL 6						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	3	4.00
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33
PANEL 7						
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies^2	# por panel	Pies^2 Panel
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	3	16.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	2	2.67
DURMIENTE 3 pies	2	4	3	2.00	2	4.00

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 19. Resumen de metrados de muro de fibrocemento

PANEL	PLANCHAS POR PANEL	NUMERO DE PANELES IGUALES	TOTAL PLANCHAS
1	3	1	3
2	3	2	6
3	4	2	8
4	4	1	4
5	5	4	20
6	3	2	6
7	2	1	2
TOTAL			49

Fuente: Elaborado por los autores

b) Se formó el presupuesto, incluyendo gastos generales, utilidad e IG, con costos vigentes del mes de noviembre.

Table 20. Presupuesto del Módulo de Vivienda con Madera Capirona

ITEMS	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	ESTRUCTURAS					
01.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES					443.00
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipo y Herramientas	glb	1.00	110.00	110.00	
01.01.02	Trazo y Replanteo	m2	37.00	4.00	148.00	
01.01.03	Limpieza de Terreno	m2	37.00	5.00	185.00	
01.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					510.98
01.02.01	Excavación para Cimientos hasta H=1.00 mt Terreno Normal	m3	5.46	33.00	180.18	
01.02.02	Nivelación Int. Y Apisonamiento final del Terreno previo al Piso	m3	33.00	3.50	115.50	
01.02.03	Relleno con Material Propio	m3	5.00	15.00	75.00	
01.02.04	Acarreo y Eliminación de Material Excedente Manual (D>5m)	m3	6.10	23.00	140.30	
01.03.00	CONCRETO SIMPLE					2192.10
01.03.01	Cimiento Corrido - Mezcla C:H 1:10 + 30% PG	m3	7.25	101.00	732.25	
01.03.02	Sobrecimiento - Mezcla C:H 1:8 + 25% PM	m3	1.50	110.00	165.00	
01.03.03	Sobrecimiento - Encofrado y Desencofrado	m2	13.45	33.00	443.85	
01.03.04	Falso Piso de 4" de concreto 1:10	m2	37.00	23.00	851.00	
01.04.00	VIGAS Y COLUMNAS DE MADERA CAPIRONA					3991.10
01.04.01	Columnas de Madera Capirona	Und	9.00	105.60	950.38	
01.04.02	Vigas principales de Madera Capirona	Und	6.00	262.92	1577.51	
01.04.03	Vigas Secundarias de Madera Capirona	Und	26.00	56.28	1463.22	
01.05.00	MUROS					
01.05.01	SOPORTE DE MADERA CAPIRONA PARA MURO				848.53	1876.98
01.05.01.01	Panel Capirona P1	Und	1.00	77.38	77.38	
01.05.01.02	Panel Capirona P2	Und	2.00	80.06	160.12	
01.05.01.03	Panel Capirona P3	Und	2.00	58.70	117.40	
01.05.01.04	Panel Capirona P4	Und	1.00	61.38	61.38	
01.05.01.05	Panel Capirona P5	Und	4.00	66.70	266.80	
01.05.01.06	Panel Capirona P6	Und	2.00	58.70	117.40	
01.05.01.07	Panel Capirona P7	Und	1.00	48.06	48.06	
01.05.02	MURO DE FIBROCEMENTO				1028.45	
01.05.02.01	Plancha de fibrocemento del P1	Und	1.00	63.79	63.79	
01.05.02.02	Plancha de fibrocemento del P2	Und	2.00	63.79	127.58	
01.05.02.03	Plancha de fibrocemento del P3	Und	2.00	83.71	167.42	
01.05.02.04	Plancha de fibrocemento del P4	Und	1.00	83.71	83.71	
01.05.02.05	Plancha de fibrocemento del P5	Und	4.00	103.63	414.51	
01.05.02.06	Plancha de fibrocemento del P6	Und	2.00	63.79	127.58	
01.05.02.07	Plancha de fibrocemento del P7	Und	1.00	43.87	43.87	
01.06.00	CUBIERTA DE MADERA CAPIRONA (TECHO)					3546.03
01.06.01	Listones de Apoyo de Madera Capirona	Und	8.00	28.46	227.68	
01.06.02	Entablados de Madera Capirona	Und	40.00	82.96	3318.35	
02.00.00	ARQUITECTURA					
02.01.00	CARPINTERÍA DE MADERA					945.50
02.01.01	Puerta Contraplacada de 35 mm Triplay; Marco y Accesorios	und	3.00	135.00	645.50	
02.01.02	Puerta de madera solida	und	1.00	300.00	300.00	
02.02.00	CARPINTERÍA METÁLICA					224.60
02.02.01	Marcos de Aluminio y Travesaño de Aluminio	m	11.23	20.00	224.60	
02.03.00	CERRAJERÍA					155.00
02.03.01	Cerradura de Tres Golpes Pesada	und	1.00	65.00	65.00	
02.03.02	Cerradura Tipo Perilla color cromo oxidado con boton de seguridad	und	3.00	30.00	90.00	
02.04.00	VIDRIOS Y CRISTALES					551.22
02.04.01	Vidrios de 8mm	p2	27.16	20.00	543.20	
02.04.02	Vidrio Catedral	p2	0.81	9.90	8.02	
02.05.00	PINTURA					298.92
02.05.01	Pintura Temple en Cielo Raso	m2	19.00	6.00	114.00	
02.05.02	Pintura Latex en Fachada y Columnas interiores (Incluye Base)	m2	15.41	12.00	184.92	
03.00.00	INSTALACIONES SANITARIAS					
03.01.00	APARATOS SANITARIOS					345.00
03.01.01	Inodoro + Lavatorio Económico y Accesorios	jgo	1.00	245.00	245.00	
03.01.02	Lavadero de una Poza de Acero Inoxidable	jgo	1.00	50.00	50.00	
03.01.03	Lavadero de Granito	jgo	1.00	50.00	50.00	
03.02.00	SISTEMA DE DESAGUE					515.75
03.02.01	Salida de Desague PVC (incluye accesorios)	pto	3.00	36.25	108.75	
03.02.02	Salida de Ventilación PVC 2" (Incluye accesorios)	pto	1.00	25.00	25.00	
03.02.03	Sumidero de bronce de 2" (Incluye accesorios)	und	2.00	5.00	10.00	
03.02.04	Registro Rocado de Bronce 4"	und	1.00	12.00	12.00	
03.02.05	Tubería PVC de 4"	m	10.00	18.30	183.00	
03.02.06	Tubería PVC de 2"	m	10.00	13.20	132.00	
03.02.07	Caja para Conexión de Desague de 30.60	und	0.90	50.00	45.00	
03.03.00	SISTEMA DE AGUA FRÍA					308.07
03.03.01	Salida de Agua Fría PVC	pto	4.20	25.00	105.00	
03.03.02	Red de Distribución PVC CLASE 10 de 1/2"	m	13.00	13.00	169.00	
03.03.03	Válvula Compuerta de Bronce 1/2"	und	1.00	21.00	21.00	
03.03.04	Codo PVC - SAP 1/2"X90	und	7.00	1.31	9.17	
03.03.05	Tee PVC - SAP 1/2"	und	3.00	1.30	3.90	
04.00.00	INSTALACIONES ELÉCTRICOS					463.00
04.01.01	Salida para centro de luz	pto	5.00	40.00	200.00	
04.01.02	Salid para toma corriente (incluido cableado y entubado)	pto	4.00	37.00	148.00	
04.01.03	Tablero Electrónico de Distribución Plástico para 3 llaves	und	1.00	25.00	25.00	
04.01.04	Llaves termomagnéticas Económicas	und	3.00	30.00	90.00	
COSTO DIRECTO						16367.22
GASTO GENERALES (10%)						1636.72
UTILIDAD (5%)						81.84
SUBTOTAL						18085.82
IGV (18%)						3255.45
TOTAL (MADERA CAPIRONA)						21341.27

Fuente: Elaborado por los autores

Analizamos y tenemos lo siguiente:

Tabla 21. Cuadro de Costos de Material Noble

Material Noble (Ver Figura 44)			
	costo total sin partidas de elementos estructurales	costo total de partidas de elementos estructurales	TOTAL
Costo en soles(S/)	6953.14	11573.67	18526.81
Costo en dolares(\$)	2111.49	3514.63	5626.12

COSTO DIRECTO	18526.81
GASTO GENERALES (10%)	1852.68
UTILIDAD (5%)	92.63

SUBTOTAL	20472.12
IGV (18%)	3684.98

TOTAL (MADERA CAPIRONA)	24157.10

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 22. Cuadro de costos de madera Capirona

Madera Capirona (Ver Tabla 20)			
	costo total sin partidas de elementos estructurales	costo total de partidas de elementos estructurales	TOTAL
Costo en soles(S/)	6953.14	9414.11	16367.25
Costo en dolares(\$)	2111.49	2858.83	4970.32

COSTO DIRECTO	16367.25
GASTO GENERALES (10%)	1636.73
UTILIDAD (5%)	81.84

SUBTOTAL	18085.82
IGV (18%)	3255.45

TOTAL (MADERA CAPIRONA)	21341.27

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 23. Cuadro Comparativo entre el diseño con material noble y el diseño con madera Capirona

Estructura de Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio: Área 37 m²		
	Estructura con Material Noble	Estructura de Madera Capirona
TOTAL (soles)	S/18,526.81	S/16,367.25
Costo (m²) en soles	S/500.72	S/442.36
TOTAL (dólares)	\$5,626.12	\$4,849.56
Costo (m²) en dólares	\$152.06	\$131.07

Fuente: Elaborado por los autores

Para realizar la comparación se convirtió en dólares el costo de la vivienda, ya que el presupuesto de material noble es con fecha de agosto y la de madera Capirona es en noviembre.

El Tipo de cambio de agosto es de 3.30 soles y de noviembre es 3.38 soles (Ver Anexo 6 – Documentación Complementaria)

Tabla 24. Cuadro Comparativo entre el diseño con material noble y el diseño con madera Capirona en \$ y en %

Estructura con Material Noble	Estructura de Madera Capirona	Diferencia (\$.)	Diferencia costo(m²) en dólares	Ahorro (%)
\$5,626.12	\$4,849.56	\$776.56	\$20.99	13.80%

Fuente: Elaborado por los autores

Se reduce el costo empleando madera Capirona un 13.80% del costo con Material Noble en dólares, optimizando el diseño de un módulo de vivienda social del programa techo propio.

c) El análisis realizado del diseño de la estructura con madera Capirona, permite proceder a evaluar la ejecución en días, solo de las partidas de la estructura de madera.

Tabla 25. Cronograma de Ejecución de estructura de madera

Tesis:		Estudio Comparativo de Material Noble y Madera capirona para Optimizar el Diseño del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo - Perú																			
Alumnos:		Chavez Alvitez, Iván Enrique Salazar Campos, Edwin Jesús																			
Universidad:		Universidad de San Martín de Porres																			
Facultad:		Ingeniería y Arquitectura			Escuela:		Ingeniería Civil													SUB TOTAL	TOTAL
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	SUB TOTAL	TOTAL	
CONSTRUCCIÓN																					
01.04.00	VIGAS Y COLUMNAS DE MADERA CAPIRONA																			3541.40	
01.04.01	Columnas de Madera Capirona	Und	9.00																842.38		
01.04.02	Vigas principales de Madera Capirona	Und	6.00																1387.52		
01.04.03	Vigas Secundarias de Madera Capirona	Und	26.00																1311.51		
MUROS																					
01.05.01	SOPORTE DE MADERA CAPIRONA PARA MURO																		764.21	1792.65	
01.05.01.01	Panel Capirona P1	Und	1.00																69.38		
01.05.01.02	Panel Capirona P2	Und	2.00																143.45		
01.05.01.03	Panel Capirona P3	Und	2.00																106.07		
01.05.01.04	Panel Capirona P4	Und	1.00																55.38		
01.05.01.05	Panel Capirona P5	Und	4.00																240.14		
01.05.01.06	Panel Capirona P6	Und	2.00																106.07		
01.05.01.07	Panel Capirona P7	Und	1.00																43.72		
01.05.02	MURO DE FIBROCEMENTO																		1028.45		
01.05.02.01	Plancha de fibrocemento del P1	Und	1.00																63.79		
01.05.02.02	Plancha de fibrocemento del P2	Und	2.00																127.58		
01.05.02.03	Plancha de fibrocemento del P3	Und	2.00																167.42		
01.05.02.04	Plancha de fibrocemento del P4	Und	1.00																83.71		
01.05.02.05	Plancha de fibrocemento del P5	Und	4.00																414.51		
01.05.02.06	Plancha de fibrocemento del P6	Und	2.00																127.58		
01.05.02.07	Plancha de fibrocemento del P7	Und	1.00																43.87		
CUBIERTA DE MADERA CAPIRONA (TECHO)																					
01.06.00	CUBIERTA DE MADERA CAPIRONA (TECHO)																			3142.27	
01.06.01	Listones de Apoyo de Madera Capirona	Und	8.00																203.92		
01.06.02	Entablados de Madera Capirona	Und	40.00																2938.35		
																			COSTO DIRECTO	15429.47	
																			GASTO GENERALES (10%)	1542.95	
																			UTILIDAD (5%)	77.15	

																			SUBTOTAL	17049.57	
																			IGV (18%)	3068.92	

																			TOTAL (MADERA CAPIRONA)	20118.49	

Fuente: Elaboración propia

Para obtener la optimización en la ejecución de una vivienda con estructura de madera, se realizó el cronograma de ejecución de las partidas del diseño con madera, resultando lo siguiente:

Mediante los datos empíricos encontrados sobre la colocación puesta en obra de los elementos de madera, se determinó que para una estructura de 37 m² se necesita 15 días calendarios para su construcción.

El plazo de ejecución del proyecto base, que es construido con material noble es de 120 días calendarios, por lo tanto, tenemos que:

$$120 \text{ días} \rightarrow 100\%$$

$$15 \text{ días} \rightarrow x (\%)$$

$$x (\%) = \frac{15 \text{ días} \times 100 \%}{120 \text{ días}}$$

$$x (\%) = 12.5\%$$

Los 15 días de ejecución para la estructura de madera, representa el 12.5% de los 120 días calendarios propuesto por el proyecto base.

CAPITULO VI. DISCUSIÓN

La presente tesis ha tenido como prioridad, promover el uso de material madera Capirona como uso estructural, ya que aparte de ser un material renovable y menos contaminante, se obtuvo resultados favorables en optimización de costo y tiempo de ejecución frente a material noble que comúnmente se usa en las construcciones, siendo este un material que puede reemplazar a los comúnmente utilizados, otorgando la misma calidad y durabilidad de otros materiales similares. El uso de la madera estructural Capirona en las zonas de mayor producción, los cuales son Amazonas, Junín, Loreto, San Martín y Ucayali, reduciría más aún su costo, ya que el costo por pie² de madera Capirona es de S/2.00 y en otras zonas donde se tiene que aumentar el costo de transporte, resulta un promedio de S/4.00, evaluando el módulo de vivienda entre la zona de producción y en otras zonas, tenemos:

Tabla 26. Costo por Pie² de elementos estructurales (Otras Zonas)

Tramos	Elemento	Dimensiones	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# Iguales	Total Pie ²	Costo Pie ²	Costo Total
Tramo x1	Entablado	1"x12"x 9'	1.00	12.00	9.00	9.00	20	180.00	S/4.00	S/720.00
Tramo x2	Entablado	1"x12"x 10'	1.00	12.00	10.00	10.00	20	200.00	S/4.00	S/800.00
Tramo 1 y 2	Vigas Secundarias	2"x7"x10'	2.00	7.00	10.00	11.67	26	303.33	S/4.00	S/1,213.33
Tramo x1	Vigas Principales	4"x10"x9'	4.00	10.00	9.00	30.00	3	90.00	S/4.00	S/360.00
Tramo x2	Vigas Principales	4"x10"x10'	4.00	10.00	10.00	33.33	3	100.00	S/4.00	S/400.00
H= 2.44m	Columnas	4"x8"x9'	4.00	8.00	9.00	24.00	9	216.00	S/4.00	S/864.00
Tramo x1	Listón	1 1/2"x 2 1/2"x 10'	1.50	2.50	10.00	3.13	4	12.50	S/4.00	S/50.00
Tramo x2	Listón	1 1/2"x 2 1/2"x 9'	1.50	2.50	9.00	2.81	4	11.25	S/4.00	S/45.00
Total								1113.08		S/4,452.33

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 27. Costo por Pie² Soporte de muro de madera Capirona (Otras Zonas)

PANEL 1								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	4	21.33	S/4.00	S/85.33
PARANTE 4 pies	2	4	4	2.67	3	8.00	S/4.00	S/32.00
DURMIENTE 1 pie	2	4	1	0.67	2	1.33	S/4.00	S/5.33
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/4.00	S/37.33
DURMIENTE 4 pies	2	4	4	2.67	1	2.67	S/4.00	S/10.67
Total de costo por Pie ²								S/170.67
PANEL 2								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	4	21.33	S/4.00	S/85.33
PARANTE 4 pies	2	4	4	2.67	3	8.00	S/4.00	S/32.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	2	2.67	S/4.00	S/10.67
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/4.00	S/37.33
DURMIENTE 4 pies	2	4	4	2.67	1	2.67	S/4.00	S/10.67
Total de costo por Pie ²								S/176.00
PANEL 3								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00	S/4.00	S/128.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	4	5.33	S/4.00	S/21.33
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/4.00	S/37.33
Total de costo por Pie ²								S/186.67
PANEL 4								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00	S/4.00	S/128.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	4	5.33	S/4.00	S/21.33
DURMIENTE 8 pies	2	4	8	5.33	2	10.67	S/4.00	S/42.67
Total de costo por Pie ²								S/192.00
PANEL 5								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	8	42.67	S/4.00	S/170.67
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	5	6.67	S/4.00	S/26.67
DURMIENTE 10 pies	2	4	10	6.67	2	13.33	S/4.00	S/53.33
Total de costo por Pie ²								S/250.67
PANEL 6								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00	S/4.00	S/128.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	3	4.00	S/4.00	S/16.00
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/4.00	S/37.33
Total de costo por Pie ²								S/181.33
PANEL 7								
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	3	16.00	S/4.00	S/64.00
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	2	2.67	S/4.00	S/10.67
DURMIENTE 3 pies	2	4	3	2.00	2	4.00	S/4.00	S/16.00
Total de costo por Pie ²								S/90.67
TOTAL PIE ² PANELES								S/1,248.00

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 28. Costo total de planchas de fibrocemento (Otras Zonas)

PANEL	PLANCHAS POR PANEL	NUMERO DE PANELES IGUALES	TOTAL PLANCHAS	PRECIO POR PLANCHA	PRECIO TOTAL
1	3	1	3	19.92	59.75
2	3	2	6	19.92	119.49
3	4	2	8	19.92	159.32
4	4	1	4	19.92	79.66
5	5	4	20	19.92	398.31
6	3	2	6	19.92	119.49
7	2	1	2	19.92	39.83
TOTAL			49		S/.975.85

Fuente: Elaborado por los autores

Costo Total de Estructura de Madera en otras zonas → S/.6,676.18

En zonas de producción de madera Capirona tenemos:

Tabla 29. Costo Pie² de Elementos estructurales (Zonas de Producción)

Tramos	Elemento	Dimensiones	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# Iguales	Total Pie ²	Costo Pie ²	Costo Total
Tramo x1	Entablado	1"x12"x 9'	1.00	12.00	9.00	9.00	20	180.00	S/2.00	S/360.00
Tramo x2	Entablado	1"x12"x 10'	1.00	12.00	10.00	10.00	20	200.00	S/2.00	S/400.00
Tramo 1 y 2	Vigas Secundarias	2"x7"x10'	2.00	7.00	10.00	11.67	26	303.33	S/2.00	S/606.67
Tramo x1	Vigas Principales	4"x10"x9'	4.00	10.00	9.00	30.00	3	90.00	S/2.00	S/180.00
Tramo x2	Vigas Principales	4"x10"x10'	4.00	10.00	10.00	33.33	3	100.00	S/2.00	S/200.00
H= 2.44m	Columnas	4"x8"x9'	4.00	8.00	9.00	24.00	9	216.00	S/2.00	S/432.00
Tramo x1	Listón	1 1/2"x 2 1/2"x 10'	1.50	2.50	10.00	3.13	4	12.50	S/2.00	S/25.00
Tramo x2	Listón	1 1/2"x 2 1/2"x 9'	1.50	2.50	9.00	2.81	4	11.25	S/2.00	S/22.50
Total								1113.08		S/2,226.17

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 30. Costo por Pie² Soporte de Muro de Madera Capirona (Zonas de Producción)

PANEL 1									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	4	21.33	S/2.00	S/42.67	
PARANTE 4 pies	2	4	4	2.67	3	8.00	S/2.00	S/16.00	
DURMIENTE 1 pie	2	4	1	0.67	2	1.33	S/2.00	S/2.67	
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/2.00	S/18.67	
DURMIENTE 4 pies	2	4	4	2.67	1	2.67	S/2.00	S/5.33	
Total de costo por Pie²									S/85.33
PANEL 2									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	4	21.33	S/2.00	S/42.67	
PARANTE 4 pies	2	4	4	2.67	3	8.00	S/2.00	S/16.00	
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	2	2.67	S/2.00	S/5.33	
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/2.00	S/18.67	
DURMIENTE 4 pies	2	4	4	2.67	1	2.67	S/2.00	S/5.33	
Total de costo por Pie²									S/88.00
PANEL 3									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00	S/2.00	S/64.00	
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	4	5.33	S/2.00	S/10.67	
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/2.00	S/18.67	
Total de costo por Pie²									S/93.33
PANEL 4									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00	S/2.00	S/64.00	
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	4	5.33	S/2.00	S/10.67	
DURMIENTE 8 pies	2	4	8	5.33	2	10.67	S/2.00	S/21.33	
Total de costo por Pie²									S/96.00
PANEL 5									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	8	42.67	S/2.00	S/85.33	
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	5	6.67	S/2.00	S/13.33	
DURMIENTE 10 pies	2	4	10	6.67	2	13.33	S/2.00	S/26.67	
Total de costo por Pie²									S/125.33
PANEL 6									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	6	32.00	S/2.00	S/64.00	
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	3	4.00	S/2.00	S/8.00	
DURMIENTE 7 pies	2	4	7	4.67	2	9.33	S/2.00	S/18.67	
Total de costo por Pie²									S/90.67
PANEL 7									
Elemento	Espesor(")	Ancho(")	Largo(')	Pies ²	# por panel	Pies ² Panel	Costo Pie ²	Costo Total	
PARANTE 8 pies	2	4	8	5.33	3	16.00	S/2.00	S/32.00	
DURMIENTE 2 pies	2	4	2	1.33	2	2.67	S/2.00	S/5.33	
DURMIENTE 3 pies	2	4	3	2.00	2	4.00	S/2.00	S/8.00	
Total de costo por Pie²									S/45.33
TOTAL PIE² PANELES									S/624.00

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 31. Costo total de planchas de fibrocemento (Zonas de Producción)

PANEL	PLANCHAS POR PANEL	NUMERO DE PANELES IGUALES	TOTAL PLANCHAS	PRECIO POR PLANCHA	PRECIO TOTAL
1	3	1	3	19.92	59.75
2	3	2	6	19.92	119.49
3	4	2	8	19.92	159.32
4	4	1	4	19.92	79.66
5	5	4	20	19.92	398.31
6	3	2	6	19.92	119.49
7	2	1	2	19.92	39.83
TOTAL			49		S/.975.85

Fuente: Elaborado por los autores

Costo total de estructura de madera en otras zonas → S/.3826.01

El costo de material noble se calculó de acuerdo a las partidas a reemplazar:

Tabla 32. Costo total de solo la estructura con material noble

ITEMS	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	ESTRUCTURAS					
01.04.00	CONCRETO ARMADO					7407.35
01.04.01	COLUMNAS - CONCRETO F _c =175 kg/cm ²	m3	3.53	190.00	670.70	
01.04.02	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 kg/cm ²	kg	167.23	5.00	836.15	
01.04.03	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	25.28	41.00	1036.48	
01.04.04	VIGAS DE CONCRETO F _c =175kg/cm ²	m3	6.12	170.26	1041.99	
01.04.05	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 kg/cm ²	kg	184.81	2.30	425.06	
01.04.06	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	5.13	45.12	231.47	
01.04.07	LOSA ALIGERADA - CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	4.89	205.00	1002.45	
01.04.08	ENCOFRADO Y DESEMCOFRADO	m ²	42.00	23.95	1005.90	
01.04.09	ACERO GRADO 60 F _y =4200 kg/cm ²	kg	145.00	4.17	604.65	
01.04.10	BLOQUE HUECO/CONCRETO 12X30X30 cm	und	325.00	1.70	552.50	
02.00.00	ARQUITECTURA					
02.01.00	MUROS Y TABIQUES					2208.18
02.01.01	MURO DE LADRILLO KK ARTESANAL (9X13X24) SOGAMEZCLA C:A 1:5,e=1.5cm	m ²	61.49	32.00	1967.68	
02.01.02	ACERO DE REFUERZO F _y = 4200 kg/cm ²	kg	37.00	6.50	240.50	
02.02.00	REVOQUES Y ENLÚCIDOS					964.44
02.02.01	TARRAJEO EXTERIOR EN FACHADA	m ²	10.43	15.50	161.67	
02.02.02	TARRAJEO DE SUPERFICIES DE COLUMNAS CON CEMENTO-ARENA	m ²	5.48	25.00	137.00	
02.02.03	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS	m ²	21.40	7.50	160.50	
02.02.04	TARRAJEO PRIMARIO PARA ZÓCALOS Y ENCHAPES	m ²	16.50	12.00	198.00	
02.02.05	SOLAQUEDADO EN MUROS INTERIORES	m ²	40.97	7.50	307.28	
02.03.00	PISOS Y PAVIMENTOS					524.00
02.03.01	PISO DE CONCRETO E=3" SI COLOREAR BRUÑADO f _c =140kg/cm ²	m ²	20.00	22.00	440.00	
02.03.02	PISO SS.HH - CERÁMICA ECONÓMICA	m ²	2.80	30.00	84.00	
02.04.00	CONTRAZÓCALOS					67.20
02.04.01	CONTRAZÓCALO EXTERIOR DE CEMENTO H=30 cm	m	5.60	12.00	67.20	
02.05.00	ZÓCALOS Y ENCHAPES					402.50
02.05.01	ENCHAPADO CON CERÁMICA ECONÓMICA EN PARED DE SS.HH Y LAVADERO	m ²	11.50	35.00	402.50	
TOTAL						S/. 11,573.67

Fuente: Presupuesto del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio

Costo total de estructura de material noble con mano de obra: S/.11573.67

En la estructura de madera Capirona le aumentamos el costo de mano de obra que es un promedio de 1500 soles de acuerdo a los costos unitarios de la mano de obra por partida.

Los cálculos del precio de la estructura con material noble y estructura de madera Capirona, se presenta mediante la siguiente tabla:

Tabla 33. Cuadro comparativo de costo de estructuras

Estructura de Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio: Área 37 m2			
	Estructura con Material Noble	Estructura de Madera Capirona (Zona de Producción)	Estructura de Madera Capirona (Otras Zonas)
TOTAL (soles)	S/11,573.67	S/5,326.01	S/8,176.18
Costo (m2) en soles	S/312.80	S/143.95	S/220.98
TOTAL (dólares)	\$3,514.63	\$1,578.08	\$2,422.57
Costo (m2) en dólares	\$94.99	\$42.65	\$65.48

Fuente: Elaborado por los autores

Para realizar la comparación se convirtió en dólares el costo de la estructura, ya que la estructura de material noble es con fecha de agosto y la de madera Capirona es en noviembre.

El Tipo de cambio de agosto es de 3.30 y de noviembre es 3.38. (Ver Anexo 6 – Documentación Complementaria)

Tabla 34. Cuadro Comparativo de costo en dólares de Estructuras

Estructura con Material Noble	Estructura de Madera Capirona (Zonas de Producción)	Diferencia (\$.)	Diferencia costo(m2) en dólares	Ahorro (%)
\$3,514.63	\$1,578.08	\$1,936.55	\$52.34	55.10%

Estructura con Material Noble	Estructura de Madera Capirona (Otras Zonas)	Diferencia (\$.)	Diferencia costo(m2) en dólares	Ahorro (%)
\$3,514.63	\$2,422.57	\$1,092.06	\$29.51	31.07%

Estructura de Madera Capirona en Otras Zonas	Estructura de Madera Capirona (Zonas de Producción)	Diferencia (\$.)	Diferencia costo(m2) en dólares	Ahorro (%)
\$2,422.57	\$1,578.08	\$844.49	\$22.82	34.86%

Fuente: Elaborado por los autores

CONCLUSIONES

1. Se comprobó de los ensayos físicos y mecánicos de la madera Capirona, que obteniendo un contenido de Humedad de 16.20% de las probetas ensayadas paralela a la fibra, con una densidad básica de 0.70 gr/cm³ y los siguientes esfuerzos admisibles: a compresión de 111.51 kg/cm², a flexión de 196.56 kg/cm² y a corte de 14.40 kg/cm², su clasificación en el Grupo B de maderas estructurales, según la Norma Técnica Peruana E.010.
2. Se comprobó la optimización del costo del diseño con madera Capirona, en comparación con el diseño con material noble, reduciendo en 13.80% que equivale a S/. 2,159.56 y en \$ 776.56, siendo el costo por metro cuadrado del módulo de la estructura con madera Capirona en S/442.36 y en \$131.07.
3. Realizando una comparación de solo la estructura de la vivienda empleando material noble y empleando madera Capirona en zonas de producción de la madera y en otras zonas de importación, resulto un ahorro: (entre material noble y madera Capirona en zona de producción en 55.10 %), (entre material noble y madera Capirona en otras zonas en 31.07%) y (entre madera Capirona en zonas de producción y madera Capirona en otras zonas en 34.86%), comprobando su optimización de costo empleando la madera Capirona en una estructura de una vivienda, reduciendo su costo más aún si se emplea en la zona de producción.
4. Se optimizó el plazo de ejecución para el módulo con estructura de madera Capirona, siendo necesario 15 días calendarios, representando en 12.5% de los 120 días calendarios del proyecto base.
5. El costo de mantenimiento post-construcción de una vivienda de estructura de madera Capirona resulta ser de menor costo, realizando un costo de el mantenimiento de 151.22 soles por cada 2 a 3 años.

RECOMENDACIONES

1. Extender la investigación del empleo de la madera en las construcciones, evaluando otras especies que no estén consideradas en el grupo de maderas estructurales e Incentivar la reforestación legal de la madera, para su adecuado uso y exportación.
2. Considerar un análisis para combinar aligerados de madera con pórticos de concreto armado, ya que la partida donde más se ahorra es en el aligerado y tomar en cuenta compararse con otros materiales prefabricados para verificar el costo que se optimiza frente a materiales no convencionales.
3. Seguir los procedimientos de cálculo, proceso constructivo y parámetros establecidos por el Manual de Diseño para maderas del grupo andino y de la Norma Técnica Peruana E.010, para realizar una estructura de madera de calidad, óptimo y durable.
4. Implementar un estudio más profundo acerca del comportamiento de la madera ante el fuego, agentes biológicos, también estudios de confort y aislante acústico.
5. Implementar el estudio de los efectos para cargas por nieve y granizo.
6. Implementar el uso de la madera estructural Capirona en todo el Perú, ya sea en la Costa, Sierra o Selva, siendo óptimo en las zonas de producción, los cuales son Amazonas, Junín, Loreto, San Martín y Ucayali, en estos se reduciría más su costo y transporte, porque en comparación con el material noble, es renovable, no contaminante, versátil, económico y para su producción no necesita de energía fósil, y realizando su adecuado manteniendo contrarrestando sus desventajas contra agentes biológicos y ante el fuego, su durabilidad según los reportes a nivel mundial es hasta de 100 años.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Hoyos Vértiz, Carlos (2008). “*Estudio de Viabilidad de un proyecto de vivienda social unifamiliar en un terreno de propiedad privada*”. (Tesis para optar el Grado de Magister en Gestión y Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú).
- Lemus Juan y Romero Yaider (2014). “*Diseño de un Prototipo de Viviendas Sostenibles en Madera para la Región de Mojana*”. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia).
- Manual de diseño para maderas del grupo andino (1984). Junta del acuerdo de Cartagena.
- Mera Farias, Luis Alberto (2002). “*Clasificación estructural de la madera “CAPIRONA” Calycophyllum spruceanum*”. (Tesis para optar el título profesional de ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú).
- Ordoñez García, P y Lugo Chávez, Y (2016). “*Estructuras de madera aplicadas al sector de la construcción en el Perú*”. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero Civil, La Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú).
- Reglamento nacional de Edificaciones (2014), se utilizó la Norma E.010 Maderas, D.S. 005-2014-VIVIENDA.

- Revista Capeco (2018). “Construcción e Industrias – Mes de octubre 2018”
- Rutte Gonzáles, Fabián Alejandro (2008). “*Análisis del proceso de industrialización de estructuras de madera para viviendas de un sector socioeconómico medio de la población*”. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Constructor, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile).
- Uribe Trelles, Carlos Inocente (2012). “*Construcción modular de viviendas económicas en la costa del Perú utilizando madera peruana denominada shongo*”. (Tesis para optar el título profesional de ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú).
- Urraca Cristian y García Ivan (2017). “*Proyecto inmobiliario de vivienda social Techo Propio y lotizaciones en la ciudad de Tarapoto*”. (Tesis para optar el Grado de Magister en Gestión y Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú).

ANEXOS

	Página
Anexo 1: Matriz de Consistencia	206
Anexo 2: Reporte Turnitin	207
Anexo 3: Cotizaciones	211
Anexo 4: Costo Hora – Hombre en Edificación 2018	222
Anexo 5: Certificados de Calibración	223
Anexo 6: Documentación complementaria	225
Anexo 7: Panel Fotográfico	243
Anexo 8: Planos	252

TEMA DE TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MEDICIÓN	INSTRUMENTO	DISEÑO METODOLOGICO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	Comparación de diseños	Escala de Razón o Proporción	Microsoft Word 2016	TIPO DE INVESTIGACIÓN
¿En qué medida influye el comparativo del material noble y madera Capirona para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú?	Realizar el estudio comparativo de material noble y madera Capirona para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú	El comparativo del material noble y madera Capirona influye para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú	Estudio Comparativo de Material Noble y Madera Capirona	Comparación de presupuesto			Según la orientación: La investigación es de tipo Aplicativa la presente investigación es de tipo aplicada, porque se busca determinar cuál de los dos diseños es el más óptimo en la construcción de un Módulo de Vivienda Social del Programa de Techo Propio en la ciudad de Chiclayo.
			VARIABLE DEPENDIENTE	comparación de tiempo de ejecución			
			Optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú	comparacion de costo de mantenimiento			
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES ESPECIFICOS	INDICADORES ESPECIFICOS		TIPO DE ESTUDIO	
¿En qué medida los ensayos realizados influirán para corroborar la clasificación de la madera Capirona en el grupo B de maderas estructurales de acuerdo a la Norma E.010?	Evaluar los ensayos físicos y mecánicos que permitan corroborar la clasificación de la madera Capirona en el grupo de B maderas estructurales de acuerdo a la Norma E.010	Mediante los ensayos realizados se corroboró la clasificación de la madera Capirona en el Grupo B de maderas estructurales de acuerdo a la Norma E.010.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Ensayos físicos y mecánicos	Es de enfoque cuantitativo, porque se cuantifica las variables contables y medibles		
			Ensayos físicos y mecánicos de la madera capirona				
			VARIABLE DEPENDIENTE			Clasificación de la madera Capirona en el grupo B de maderas estructurales	
¿El análisis económico entre el material noble y madera Capirona influye en el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú?	Realizar el análisis económico entre el material noble y madera Capirona para determinar cómo influye en el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú.	El material más económico para el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio es usando una estructura de madera.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Presupuesto	NIVEL DE INVESTIGACIÓN		
			Análisis económico entre material noble y madera capirona				
			VARIABLE DEPENDIENTE			Influencia en el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú	
¿Se podrá optimizar el tiempo de ejecución mediante el análisis del cronograma de ambos diseños para su construcción del módulo de vivienda del programa Chiclayo - Perú?	Elaborar el análisis del cronograma de ejecución de ambos diseños para determinar la optimización en el tiempo de ejecución del módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú.	Mediante el análisis del cronograma de ejecución se optimizó el tiempo para la construcción del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo con una estructura de madera.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Cronograma	Es Comparativa, porque se usarán cuadros comparativos de los resultados de los diseños con material noble y con madera para la selección del mas optimo para su construcción.		
			Análisis del cronograma de ejecución de ambos diseños				
			VARIABLE DEPENDIENTE			optimización del tiempo de ejecución	
¿Será el mantenimiento post-construcción empleando madera Capirona, económico para el módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú?	Determinar el análisis del mantenimiento post-construcción de la madera Capirona, para determinar el menor costo de mantenimiento para el módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo – Perú.	El costo de mantenimiento post-construcción para el módulo de vivienda del programa techo propio Chiclayo - Perú con madera Capirona es económico.	VARIABLE INDEPENDIENTE	costos de Mantenimiento	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN		
			Análisis del costo de mantenimiento post-construcción				
			VARIABLE DEPENDIENTE			Menor costo de mantenimiento entre ambos diseños	

Anexo 2: Reporte Turnitin

Reporte para presentación y sustentación de Tesis.

Comparación entre material noble y capirona

por Edwin Salazar Campos

Fecha de entrega: 16-nov-2018 08:07 p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1040663098

Nombre del archivo: Tesis_2018_madera_10.11.2018.docx (12.05M)

Total de palabras: 19001

Total de caracteres: 113583

Comparación entre material noble y capirona

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	www.serfor.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%

Último reporte con la revisión y aprobación de Estilo y Corrección de Tesis

Tesis

por Edwin Jesús Salazar Campos Chávez Alvitez Iván Enrique

Fecha de entrega: 20-feb-2019 03:39p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1081022750

Nombre del archivo: Para_Biblioteca_USMP.pdf (7.16M)

Total de palabras: 37600

Total de caracteres: 165990

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.serfor.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
3	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.wveatv.com Fuente de Internet	<1%
5	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui Trabajo del estudiante	<1%

Anexo 3: Cotizaciones

A continuación, se presentan las cotizaciones que se obtuvieron para la realización del análisis de costos unitarios del diseño con madera Capirona.

a) Aserradero: Maderas y Servicios El Roble S.A.C

Cotización de Madera Capirona



MADERAS Y SERVICIOS EL ROBLE SAC

CALLE BOLIVAR N° 766 - URB. EL PORVENIR CHICLAYO
CHICLAYO - LAMBAYEQUE
TEL: 074 - 208721 / FAX: 074-226752 - RPM: #259461 / CEL: 979661188

COTIZACIÓN

N° 101502
 FECHA
 15/11/18

Señor(es): Juan Enrique Chavez Alvites R.U.C.: _____

Dirección: _____ Entrega: _____

Ciudad: CHICLAYO Condiciones de Pago: Contado

ESTA COTIZACIÓN ES VÁLIDA POR 15 DÍAS

CANT.	ARTÍCULO	P. UNIT.	IMPORTE
1	42.07 p ² Madera Capirona	3.50	147.33
2	88.0 p ² Madera Capirona	3.50	308.00
3	93.33 p ¹ Madera Capirona	3.50	326.67
4	48.0 p ¹ Madera Capirona	3.50	168.00
5	250.67 p ¹ Madera Capirona	3.50	877.33
6	90.67 p ¹ Madera Capirona	3.50	317.33
7	22.67 p ¹ Madera Capirona	3.50	79.33
8			}
9			
10			
11			
12			
13			

Girar Cheque a nombre de: _____

TOTAL S/ 2,226.00

Cuenta corriente BCP en S/ N° 395-2255887-0-24
Cuenta de ahorro Banco de la Nación: 00-231-218081

 CLIENTE


 p. MADERAS Y SERVICIOS EL ROBLE SAC.

Aserradero: Maderas y Servicios El Roble S.A.C

Cotización de Madera Capirona



MADERAS Y SERVICIOS EL ROBLE SAC

CALLE BOLIVAR N° 766 - URB. EL PORVENIR CHICLAYO
CHICLAYO - LAMBAYEGUE
TEL: 074 - 208721 / FAX: 074-225752 - RPM: #259461 / CEL: 979661188

N° 101501

FECHA
15 / 11 / 18

COTIZACIÓN

Señor(es): EDWIN SOLAZAR CAMPOS R.U.C.: _____

Dirección: _____ Entrega: _____

Ciudad: _____ Condiciones de Pago: Contado

ESTA COTIZACIÓN ES VÁLIDA POR 15 DÍAS

CANT.	ARTÍCULO	P. UNIT.	IMPORTE
1	20) 1" x 12" x 9' Capirona		630.00
2	20) 1" x 12" x 10' Capirona		700.00
3	26) 2" x 7" x 10' Capirona		1061.90
4	3) 4" x 10" x 9' Capirona		315.00
5	3) 4" x 10" x 10' Capirona		350.00
6	9) 4" x 8" x 9' Capirona		750.00
7	4) 1 1/2" x 2 1/2" x 10' Capirona		43.75
8	4) 1 1/2" x 2 1/2" x 9' Capirona		39.55
9			}
10			
11			
12			
13			

Girar Cheque a nombre de: _____

TOTAL S/. 3,896.20

Cuenta corriente BCP en S/. N° 305-2255697-0-34
Cuenta de débito Banco de la Nación: 00-231-216081

CLIENTE



p. MADERAS Y SERVICIOS EL ROBLE SAC.

Aserradero: Maderas y Servicios El Roble S.A.C

Cotización de Clavos de 2 1/2"

MADERAS Y SERVICIOS EL ROBLE SAC 
CALLE BOLIVAR N° 766 - URB. EL PORVENIR CHICLAYO
CHICLAYO - LAMBAYEQUE
TEL: 074 - 208721 / FAX: 074-225752 - BPM: #359461 / CEL: 979661188 N° 101442

COTIZACIÓN FECHA
26 / 10 / 18

Señor(es): EDWIN SALAZAR CAMPOS R.U.C.: _____
Dirección: _____ Entrega: _____
Ciudad: _____ Condiciones de Pago: Contado

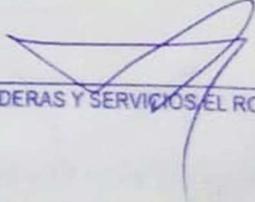
ESTA COTIZACIÓN ES VÁLIDA POR 15 DÍAS

CANT.	ARTÍCULO	P. UNIT.	IMPORTE
1	1kg Clavo 2 1/2"	336	336
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

Girar Cheque a nombre de: _____ TOTAL SI. 336

Cuenta corriente BCP en S/. N° 305-2255697-0-24
Cuenta de retención Banco de la Nación: 00-231-216081

CLIENTE


p. MADERAS Y SERVICIOS EL ROBLE SAC.

b) Aserradero: Madenor Virgen de La Puerta E.I.R.L

Cotización de Madera Capirona

MADENOR VIRGEN DE LA PUERTA E.I.R.L.
 COMPRA - VENTA DE MADERA
 CEDRO - CAOBA - TORNILLO
 ROMERILLO - MOHENA - CUMALA
 SERVICIO DE HABILITACIÓN Y CARPINTERÍA EN GENERAL



R.U.C. N° 20600096274
PROFORMA
 N° 00015

CALLE MARIANO CORNEJO N° 230 - C.P. SAN LORENZO - JOSÉ LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO Email: madenor230@gmail.com

NOMBRE O RAZON SOCIAL
SALAZAR CAMPOS Y CHAVEZ ALVITER

R.U.C.N° D.N.I. N° FECHA
 / / 2018

DIRECCION CONDICIONES

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT	TOTAL
20	1" x 12" x 9" madera Capirona	29.7	594.-
20	1" x 12" x 10" " "	35	700.-
26	2" x 7" x 10" " "	40.83	1,061.58
3	4" x 10" x 9" " "	99	297.-
3	4" x 10" x 10" " "	116.60	349.8
9	4" x 8" x 9" " "	79.20	712.8
4	1 1/2" x 2 1/2" x 10" " "	10.93	43.72
4	1 1/2" x 2 1/2" x 9" " "	9.28	37.12
PRECIO NO INCLUYE J-6.V.		TOTAL	3,154.5
(PRECIO DE 1' - 9') = 3.30			
10' - 18' = 3.80			
10' = 3.50			

Gracias por su Preferencia...!

TOTAL SI

MADENOR VIRGEN DE LA PUERTA E.I.R.L.
 P. Madenor Virgen de La Puerta E.I.R.L...
 Fiorella Bartranes Sarmiento
 GERENTE

CLIENTE _____

Aserradero: Madenor Virgen de La Puerta E.I.R.L.

Cotización de Madera Capirona

MADENOR VIRGEN DE LA PUERTA E.I.R.L.



COMPRA - VENTA DE MADERA
CEDRO - CAOBA - TORNILLO
ROMERILLO - MOHENA - CUMALA

SERVICIO DE HABILITACIÓN Y CARPINTERÍA EN GENERAL



R.U.C. N° 20600096274

PROFORMA

N° 00016

CALLE MARIANO CORNEJO N° 230 - C.P. SAN LORENZO - JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO

Email: madenor230@gmail.com

NOMBRE O RAZON SOCIAL

SALAZAR CAMPOS Y CHAVEZ ALVITEZ

R.U.C. N°

D.N.I. N°

FECHA

16 11 2018

DIRECCION

CONDICIONES

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT	TOTAL
45	2" x 4" x 8' MADERA CAPIRONA	17.59	792.55
45	2" x 4" x 7' " "	15.39	692.55
45	2" x 4" x 4' " "	8.79	395.55
45	2" x 4" x 2' " "	4.31	193.95
45	2" x 4" x 1' " "	2.19	98.55
20	2" x 4" x 3' " "	6.6	132
20	2" x 4" x 10' " "	23.33	466.6
	TOTAL		2,770.75
	PRECIO NO INCLUYE IGV.		
	(PRECIO DE 1' - 9') 3.30		
	10' - 18' = 3.80		
	10' = 3.50		

Gracias por su Preferencia..!

TOTAL SI

MADENOR VIRGEN DE LA PUERTA E.I.R.L.

J. M. P. *[Signature]*
GERENTE

CLIENTE

c) Aserradero: Sánchez Romero Robert Joel

Cotización de Madera Capirona

Sánchez Romero Robert Joel
 COMPRA Y VENTA DE MADERA
 Como: Tornillo, Cedro, Cahoba, Huayruro, Ishpingo, Cumala y otros
 Av. La Despensa Mz. Q - Lote 4 - Urb. Salamanca - Cel.: 942493788 / 984563755
 José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque

CONTRATO
 PROFORMA

0000166

Sr.: Salazar Campos Edeelin
 Dirección: Chiclayo Teléfono: _____
 Ciudad: _____ Fecha: 19 / 11 / 18

Por lo siguiente:

CANT.	DETALLE	P. UNIT.	P. TOTAL
20	1x12 x 9 = 42.30 44.20	42.30	846.
20	1x12 x 10 = 4.70.	47.	940
26	2 x 7 x 10 = 470	35	1430
3	4 x 10 x 9 =	141	423
3	4 x 10 x 10 =	156.6	470
4	4 x 8 x 9 =	112.8	1015.20.
4	1 1/2 x 2 1/2 x 9 =	13.2	52.80
40	2 x 4 x 7 =	22	882.60
40	2 x 4 x 8 =	25.1	1002.60
40	2 x 4 x 9 =	28.2	1128
40	2 x 4 x 10 =	31.50	1259.60
40	2 x 4 x 4 =	19.89	507.60
40	2 x 4 x 3 =	9.40	376
40	2 x 4 x 2 =	6.20	250.7.
40	2 x 4 x 1 = 3.76		

Forma de pago: _____ TOTAL SI 150.4

Vigencia: _____ A CUENTA 10,735.50

Fecha de entrega: _____ SALDO TIGV - 12,667.89

Av. La Despensa Mza. Q Lote 4
 Urb. Salamanca - José L. Ortiz
 Chiclayo - Lambayeque

Sánchez Romero Robert Joel

Cliente

d) Aserradero: Maderera Dios es Amor

Cotización de Madera Capirona

MADERERA "DIOS ES AMOR"



De: Huertas Barrantes Lidia Ofelia
 COMPRA Y VENTA DE MADERA AL POR MAYOR Y MENOR
 EN LAS ESPECIES DE: CEDRO, ROMERILLO,
 TORNILLO Y MADERAS BLANCAS LOS ESPERAMOS EN:

AV. LAMBAYEQUE MZ. A LOTE. 3A - ESQUINA CON LA DESPENSA - JOSE L. ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE - CEL. 979982076 - RPM. *975631

E-mail: ofeliahuertasb@gmail.com

PROFORMA

FECHA **20 12** 201 **8**

Nº 000386

Sr.(es): **SALAZAR CANTEO EDWIN**

Dirección: _____ Doc. Ident.: _____

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	IMPORTE
	MADERA PARA EXTREMAS - CAPIRONA		
	MEDIDA TERMINADA		
20	1.2" x 12" x 9' p ²	46.5	930.00
20	1.2" x 12" x 10' p ²	52.00	1040.00
20	2" x 7" x 10' p ²	51.00	1020.00
3	4" x 10" x 9' p ²	129.00	387.00
9	4" x 8" x 9' p ²	103.2	929.00
1/2	1/2 x 2 1/2 x 10' p ²	13.5	54.00
4	1/2 x 2 1/2 x 9' p ²	12.00	48.00
6	2" x 7" x 10' p ²	51.00	306.00
	Precio		
	SIN I.G.V.		

Gracias por su Preferencia

TOTAL (S/)

total = 4,714.00

4,408.00
306.00

Aserradero: Maderera Dios es Amor

Cotización de Madera Capirona

MADERERA "DIOS ES AMOR"



De: Huertas Barrantes Lidia Ofelia

COMPRA Y VENTA DE MADERA AL POR MAYOR Y MENOR
EN LAS ESPECIES DE: CEDRO, ROMERILLO,
TORNILLO Y MADERAS BLANCAS LOS ESPERAMOS EN:

AV. LAMBAYEQUE MZ. A LOTE. 3A - ESQUINA CON LA DESPensa - JOSE L. ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE - CEL. 979982076 - RPM. '975631

E-mail: ofeliahuertasb@gmail.com **PROFORMA**

FECHA	2011	2018	Nº 000387
Sr.(es):	SACAZAR CAMPOS EDWIN		
Dirección:	Doc. Ident.:		

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	IMPORTE
	Medidas Comerciales		
	SOPORTE DE MUROS		
20	2x4x10p ²	28.7	574.00
37	2x4x8p ²	23.00	851.00
8	2x4x7p ²	20.50	164.00
8	2x4x4p ²	11.5	91.00
2	2x4x3p ²	8.6	17.20
18	2x4x2p ²	5.83	105.00
2	2x4x1p ²	3.00	6.00
	PRECIOS SIU	1	1
	I. G. V.	1	1

Gracias por su Preferencia **TOTAL S/ → 2634.20**

e) Aserradero: Consorcio Amazonas Plack S.R.L

Cotización de Madera Capirona




CONSORCIO AMAZONAS PLACK S.R.L.
Compra y Venta de Maderas Tropicales
 Tornillo, Cedro, Mohena, Capirona, Copaiba, Huayruro, Cumala, Triplay y otros.

Av. México N° 3301 - CPM. Barsallo II Etapa - Chiclayo - J. L. Ortiz - Telf. 074-320600
 RPM. *642562 - Cel.: 978081703 - 955681117 - E-mail: jovany_maderas@hotmail.com

PROFORMA
 CONTRATO

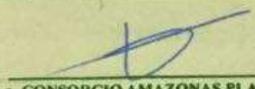
N° 000703

Señor(es): BOWEN SALAZAR CAMPOS Fecha: 29/11/2018
 Dirección: CHICLAYO. Telf.: _____

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
20	1 x 12 x 9 = 180	(4) 2 x 4 x 1 = 2.7	
20	1 x 12 x 10 = 200	(4) 9 x 4 x 3 = 8	
26	2 x 7 x 10 = 303.4		1501.4 PL
3	4 x 10 x 9 = 90		4.4
3	4 10 10 = 100.2		6,005.607
9	4 8 9 = 216		2
4	1 1/2 x 2 1/2 x 10 = 16.7		
10	" " x 9 = 37.5	SUN 760	12,011.20
37	2 x 4 x 8 = 197.4	IGV	2162
8	2 x 4 x 4 = 21.4		14,173.21
8	2 x 4 x 7 = 37.4		
18	2 x 4 x 2 = 24		
10	2 x 4 x 10 = 66.7		
			TOTAL S/ 14,173.21

A cta. S/ _____ Saldo S/ _____

TOTAL S/ 14,173.21



p. CONSORCIO AMAZONAS PLACK S.R.L.

 CLIENTE

f) Cotización para mantenimiento post-construcción de la estructura de madera.

Centro de Copiado "KATISA" R.U.C. N° 10456876973
 De: SALAZAR CAMPOS ROSA KATHERINE
 MATERIALES DE ARQUITECTURA, GASEOSAS Y OTROS
 FOTOSTATICAS, TIPOES, PLOTEOS, ESCANEADOS, IMPRESIONES
 GRABACIONES DE CD, ESPIRALADOS, ENMARCADOS Y UTILES DE OFICINA

BOLETA DE VENTA
 002 - N° 000006

SAN JOSE Nº 455 INT. 100 - TEL.F. 60820 (Centro Comercial San José) - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

SR.: *Palma Edwin Chavez Ivan* Fecha: *26/10/2018*
 Dirección: Doc. Identidad:

CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
1	Plancha de Fibrocemento	19.92	19.92
		TOTAL SI	19.92

IMP. SAN ISIDRO S.A.L. - R.U.C. 2010343394
 AV. J. L. ORTIZ 148 - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 TEL.F. 22129 - SERIE N° 002 - N° 001 - 1000
 AUT. N° 1190072073 - FI. 01-10-2018

Gracias por su preferencia

USUARIO

Plancha de fibrocemento



Precio sin IGV = 19.92 Soles

Barniz Doble Acción - Tekno



Precio sin IGV= 75.50

MAESTRO:

TIENDAS DEL MEJORAMIENTO DEL HOGAR S.A.
 Av. Angamos Este Nro 1805 Int. 2
 (Oficina 2) LIMA LIMA SURQUILLO
 RUC: 20112273922
 FONDO : 511-6310300
 FAX : 5111111

COTIZACION
 656011501

FECHA EMISION : 28/11/2018
 HORA : 09:25:21
 FAX : 979661186
 ID : P PROFORMA
 Forma Pago : Contado
 Señor(es) : IVAN CHAVEZ
 Plazo : 000 dia(s)
 Atencion Sr.(a) : PROFORMA

151553X VOLCANBOARD 1.22X2.44MX4.0MM	60.00 CU	1,602.00
69418 BARNIZ DOBLE ACCION GL	1.00 CU	89.90
1231073 PRESERVANTE MAD-MAX X 1GALON.	1.00 CU	39.90

Tot. Kilos Doc. : 6,7 Kils.
 Tot. Kilos Despacho : 0 Kils.
 Total : S/ 1731.80

Precios totales inc IGV, validos hasta el día de emisión, para materiales de construcción, aceros y maderas, validos solo el día de su emisión. Precios podría variar dentro del mismo día según cambios en el mercado. Productos a pedido no sujetos a devolución. Productos no almacenables por más de 5 días. Precios no cobrados sino se cobra el 10% de lo facturado desde el primer día.
 Confirme stock antes de facturar. Despacho entre 9:00 a 21:00 hrs dentro de las 48 hrs siguientes a la facturación y pago de servicio.

Cotizado por : SONIA TORRES BUSTAMANTE

GRACIAS POR SU COMPRA

Sellador poliuretano

En la tienda Sodimac tiene un costo promedio con IGV de 25.90 soles y sin IGV de 22 soles

Atributo	Detalle
Uso	Ideal para reparación de grietas, sellado de carrocería, pisos industriales, techumbres, etc.
Lavable	Si
Antihongo	No
Color	Gris
Contenido	300 ml
Procedencia	Bélgica
Superficie a aplicar	Techos, pisos y carrocerías de automoviles.
Resiste rayos UV	No
Recomendaciones	Use cinta maskin para mejoers resultados, aplicar con el pico en ángulo de 45°.
Precauciones	Aleje del alcance de los niños, producto tóxico por ingesta o contacto a la piel. Use implementos de protección.
Repelente al agua	No
Características	Sellador de poliuretano que trabaja sobre diversas superficies, metal, madera y concreto.
Categoría	Pinturas y Limpieza

Adhesivo sellador de poliuretano 300 ml gris Topex
SKU 108244 | [Ver más](#) [Compartir](#)



El Precio corresponde a tienda SODIMAC SAN MIGUEL. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ 25.90 C/IU
Almacén: 03 - San Miguel

Cantidad: 1

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Disponible para despacho a domicilio [Simular costo de despacho](#)
- Disponible para retiro en tienda [Ver tiendas disponibles](#)
- Stock disponible en tiendas [Ver stock](#)

Plancha de Fibrocemento

En la tienda Sodimac tiene un costo promedio con IGV de 23.50 soles y sin IGV de 19.92 soles

Atributo	Detalle
Características	Alta Durabilidad ya que no es combustible. Es resistente a las termitas y roedores. Es dimensionalmente estable. Además es flexible, fácil de cortar, transportar, clavar o atornillar y pintar.
Marca	Producto Exclusivo
Material	Fibrocemento
Medidas	1.22 x 2.44 m
Espesor	4 mm
Libre de asbesto	Si
No se pica	No
Resistente a la humedad	Sí
Resistente al fuego	Sí
Aislamiento de sonido	No
Fácil de instalación	Sí
Uso	Ideal para revestimientos de tabiques, muros, techos, cielo raso y en general en la construcción de cualquier tipo de edificación residencial, comercial e industrial
Garantía	Por defecto de fábrica
Procedencia	Importado
Recomendaciones	Los paneles han de colocarse en lugares cubiertos y apilarse uno sobre otro en un piso limpio, en el centro de las habitaciones más grandes. Muchas veces es preferible colocar la cantidad necesaria de paneles en el lugar donde se utilizarán. Todos los materiales que se empleen en la obra deben conservarse dentro de sus empaques hasta que llegue el momento de utilizarlos.
Tipo	Planchas Fibrocemento
Categoría	Planchas

Plancha Fibrocemento 1.22 m x 2.44 m x 4 mm Eternit
SKU 284111 | [Ver más](#) [Compartir](#)



El Precio corresponde a tienda SODIMAC SAN MIGUEL. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ 23.50 C/IU
Almacén: 03 - Carr. Puritas

Cantidad: 1

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Disponible para despacho a domicilio [Simular costo de despacho](#)
- Disponible para retiro en tienda [Ver tiendas disponibles](#)
- Stock disponible en tiendas [Ver stock](#)

Anexo 4: Costo de hora – hombre en edificación 2018

De la revista Capeco del mes de octubre del 2018, obtuvimos el costo hora – hombre edificación, vigente desde el 01/06/2018 hasta 31/05/2019.

Boletín Técnico de la Cámara Peruana de la Construcción		CAPECO - Octubre 2018	
TABLA DE PORCENTAJES DE BENEFICIOS Y LEYES SOCIALES DE EDIFICACIÓN A CARGO DEL EMPLEADOR APLICABLE SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE DEL 01.06.2018 AL 31.05.2019			
CONCEPTO		Costo Remuneración Básica	Beneficio Unificado de Construcción
1.00	PORCENTAJES ESTABLECIDOS		
1.01	Infermización		
	- Por tiempo de servicios	12.00	
	- Por participación de Utilidades	3.00	
1.02	Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo		1.30
	- Prestaciones Asistenciales (Ley 26780 del 18.05.87)	1.30	1.30
	- Prestaciones Económicas	1.37	1.37
1.04	Régimen de prestaciones de Salud (ESSALUD)	9.00	9.00
2.00	PORCENTAJES DEDUCIDOS		
2.01	Salario Dominical	17.88	
2.02	Vacaciones record (30 días)	11.94	
2.03	Deducción por Fiestas Patrias y Navidad	22.22	
2.04	Jornales por días feriados no laborales	3.88	
2.05	Asignación Escolar (Promedio 3 hijos)	25.00	
3.00	REGIMEN DE PRESTACIONES DE SALUD (ESSALUD)		
3.01	Sobre Salario Dominical 8% de 17.88%	1.80	
3.02	Sobre vacaciones record 8% de 11.94%	1.04	
3.03	Sobre gratif. De Fiestas Patrias y Navidad 9% de 22.22%	2.00	
3.04	Sobre jornales por días feriados no laborales 9% de 3.88%	0.36	
4.00	SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO		
4.01	Sobre Salario Dominical 2.67% de 17.88%	0.49	
4.02	Sobre vacaciones record 2.67% de 11.94%	0.32	
4.03	Sobre gratif. De Fiestas Patrias y Navidad 2.67% de 22.22%	0.62	
4.04	Sobre jornales por días feriados no laborales 2.67% de 3.88%	0.11	
SUB-TOTAL		113.75	11.67
Incidencia de Leyes sociales sobre la Remuneración Básica, y la Beneficiación Unificada de Construcción		Operario 3.72%	
		Oficial 3.54%	
		Peón 3.52%	(Ver Anexo)
TOTAL		Operario 117.47	
		Oficial 117.28	
		Peón 117.28	

Anexo

CÁLCULO DE INCIDENCIA DE LAS LEYES SOCIALES EN LA BENEFICIACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA AL 01.06.2018

CONCEPTO	CATEGORIAS		
	OPERARIO	OFICIAL	PEON
1 Sobre Remuneración Básica vigente	S/ 67.20	S/ 53.70	S/ 46.18
2 Beneficiación Unificada de Construcción	S/ 21.50	S/ 18.11	S/ 14.43
3 Leyes Sociales sobre la Beneficiación Unificada de Construcción (BUC) (BUC a 11.78%)	S/ 2.56	S/ 1.80	S/ 1.79
% de incidencia del BUC sobre la Remuneración Básica (3)(1x100%)	3.72%	3.54%	3.52%

COSTO HORA - HOMBRE EN EDIFICACION DEL 01.06.2018 AL 31.05.2019

DESCRIPCION	CATEGORIAS		
	OPERARIO	OFICIAL	PEON
Remuneración Básica del 01.06.2017 al 31.05.2018	67.20	53.70	46.18
Total de Beneficios Leyes Sociales sobre la Remuneración Básica:	78.94	62.88	56.41
Operario 117.47%			
Oficial 117.29%			
Peón 117.28%			
Beneficiación Unificada de Construcción (BUC)	21.50	18.11	14.43
Seguro de Vida ESSALUD - Vida (S/ 5.00/mes)	0.17	0.17	0.17
Beneficiación Movilidad Acumulada (Res. Directoral N° 777-87-DIR-LM del 08.07.87)	7.20	7.20	7.20
Oversal (Res. Direc. N° 777-87-DIR-LM del 08.07.87) (2 x S/ 06.00/300)	0.60	0.60	0.60
Total por día de 8 horas	175.61	140.76	126.91
Costo de Hora Hombre (HH)	21.95	17.59	15.86

[42] Revista Construcción e Industria

COSTO HORA - HOMBRE EN EDIFICACION DEL 01.06.2018 AL 31.05.2019

DESCRIPCION	CATEGORIAS		
	OPERARIO	OFICIAL	PEON
Total por día de 8 horas	175.61	140.76	126.91
Costo de Hora Hombre (HH)	21.95	17.59	15.86

Anexo 5: Certificados de calibración

Certificado de calibración de máquina de compresión del laboratorio de la Universidad Señor de Sipán, donde se realizó el ensayo de flexión.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-046-2018

Peticionario	: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN S.A.C.
Atención	: Tco. Wilson Olaya Aguilar
Lugar de calibración	: LEM - USS - Km: 5 carretera a Pimentel - Chiclayo
Tipo de equipo	: Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital
Capacidad del equipo	: 1500 kN (336,600 lbf ó 153 TN)
División de escala	: 0,1 kN
Marca	: ELE - INTERNACIONAL
Modelo	: ADR 1500
Nº de serie	: 1796-8-1944
Panel digital	: ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL Nº de serie 1887-1-00318
Registro inventario USS Nº	: 101100813
Procedencia	: USA
Método de calibración	: ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial	: 27,3°C / 62%
Temp.(°C) y H.R.(%) final	: 27,9°C / 60%
Patrón de referencia	: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, Nº de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte Nº C-829411216
Número de páginas	: 2
Fecha de calibración	: 2018-04-12

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-04-18	 Vladimír Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JARAMA INGENIERO CIVIL Reg del CIP Nº 34286

CMC-046-2018 Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)	(kN)	(%)	K=2 U (%)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
7	100	100,1	100,0	100,0	100,2	-0,2	0,1
13	200	199,6	199,3	200,1	199,7	0,2	0,1
20	300	299,6	299,4	300,1	299,7	0,1	0,1
27	400	399,2	400,1	400,3	399,9	0,0	0,1
33	500	499,2	499,5	500,7	499,8	0,0	0,1
40	600	599,2	599,7	601,3	600,1	0,0	0,1
53	800	799,5	800,6	801,3	800,4	-0,1	0,1
67	1000	999,7	1001,1	1002,5	1001,1	-0,1	0,1
80	1200	1200,6	1202,7	1203,3	1202,2	-0,2	0,1
100	1500	1502,7	1502,0	1503,2	1502,6	-0,2	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39



Anexo 6: Documentación complementaria

Según el Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino (1984), afirma que: Para hallar los Esfuerzos Admisibles, se obtuvieron modificando las resistencias últimas mínimas mediante coeficientes que son expuestos en el manual como factores, son aplicados a su fórmula, a continuación, se adjunta la explicación sobre la obtención de dichos coeficientes, mediante lo expuesto en su libro.

a) Límite de exclusión del 5% para la resistencia de la madera



**CONSIDERACIONES
GENERALES**

Los esfuerzos admisibles de la Secc. 7.4 consideran un factor de seguridad establecido de acuerdo a los criterios tradicionales para lograr un comportamiento dentro del rango elástico del material y tomando en cuenta que las cargas actuantes se estiman en su valor real, es decir, sin factorar.

7.4.* ESFUERZOS ADMISIBLES

Los esfuerzos admisibles presentados en la Tabla 7.1 están basados en resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos. Estos ensayos se han realizado de acuerdo con las normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas (COPANT) y de la American Society for Testing and Materials (ASTM D-143). Ver Secc. 1.4.1. Adicionalmente, se han efectuado ensayos a escala natural. (3 a 11).

Para cada especie se han ensayado 20 probetas, considerándose como esfuerzo último lo siguiente:

- Flexión: esfuerzo de rotura (módulo de rotura o MOR)
- Compresión paralela a las fibras: esfuerzo de aplastamiento
- Compresión perpendicular a las fibras: esfuerzo al límite de proporcionalidad
- Tracción paralela a las fibras: esfuerzo de rotura
- Corte paralelo a las fibras: esfuerzo de rotura

La resistencia de la madera presenta una variabilidad natural (Fig. 7.3), resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol. Se han llevado a cabo estudios estadísticos detallados para determinar la distribución estadística de resistencia para cada especie y cada tipo de esfuerzo.

El esfuerzo resistente en condiciones últimas ha sido definido como aquel correspondiente al límite de exclusión del 5%, (es decir, se espera que de toda la población existente de dicha especie solamente el 5% tenga una resistencia menor que este valor). Aunque en algunos países se toman límites más bajos, como el 2.5% (12) y hasta el 10% (2), el 5% es el valor más utilizado en países con muchos años de uso de madera como material de construcción (8, 13) y se ha considerado apropiado.

Ordenando los resultados de los ensayos en forma creciente, el valor que define el límite de exclusión del 5% es el del ensayo número 0.05N, donde N es el número de probetas ensayadas (usualmente 20) (Fig. 7.4). Se ha adoptado este criterio, en lugar de suponer una distribución normal y determinar probabilísticamente el 5º percentil, porque representa un mejor estimado para toda la población de árboles de la especie y no sólo de los ensayados.

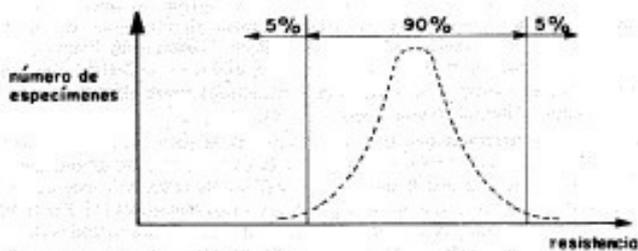


Figura 7.3 Variabilidad de la resistencia de especímenes libres de defectos

(*) La Sección 7.3 de la Parte I: Recomendaciones, no requiere explicación adicional y por lo tanto no aparece en esta Parte II.

7 - 6 Junta del Acuerdo de Cartagena

La fórmula de Esfuerzo Admisible aplicando los coeficientes (factores) se emplea para cada ensayo mecánico, sea ensayo de compresión, ensayo de Flexión, ensayo de corte y ensayo de tracción, los resultados se evalúan según la norma E.010 para el agrupamiento de maderas para uso estructural.

b) Coeficientes empleados al hallar el Esfuerzo Admisible

**CONSIDERACIONES
GENERALES** 

Considerando cada grupo por separado, se han seleccionado los esfuerzos últimos (para cada tipo de esfuerzo como se definió anteriormente) para la especie con valor menor en cada caso. Estos se han utilizado para determinar los esfuerzos admisibles.

Los esfuerzos admisibles o de diseño se obtuvieron modificando las resistencias últimas mínimas de la siguiente forma:

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{F.C. \times F.T.}{F.S. \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo último}$$

donde:

F.C. = factor de reducción por calidad
 F.T. = factor de reducción por tamaño
 F.S. = factor de servicio y seguridad
 F.D.C. = factor de duración de carga

7.4.1. Factor de Reducción por Calidad, F.C.

Se efectuaron ensayos en vigas a escala natural para determinar un factor de reducción de resistencia por defectos (sólo aquellos permitidos en la Norma de Clasificación Visual) y por tamaño. Estas vigas fueron de 4 cm. x 14 cm. de sección transversal (2" x 6" comercial), con luces entre 2.60 y 3.20 m.

Por comparación entre la resistencia obtenida en vigas y en probetas pequeñas libres de defectos, se obtuvieron valores del Factor de Calidad, F.C. para cada especie. Se efectuaron numerosos estudios estadísticos para la variación del F.C., en cada grupo estructural, adoptándose un factor 0.8, igual para todos los grupos.

$$F.C. = \frac{MOR_{\text{vigas}}}{MOR_{\text{probetas}}}$$

7.4.2. Factor de Servicio y Seguridad, F.S.

Como el diseño se efectúa para condiciones de servicio, los esfuerzos últimos deben ser reducidos también a estas condiciones por debajo del límite de proporcionalidad. Esto garantiza un comportamiento adecuado de las estructuras en condiciones normales, así como la validez –por lo menos aproximada– de las hipótesis de comportamiento lineal y elástico.

Los esfuerzos en condiciones de servicio se obtienen dividiendo los correspondientes esfuerzos últimos entre un factor de seguridad y servicio que considera las incertidumbres respecto a:

1. Conocimiento de las propiedades del material y su variabilidad.
2. La confiabilidad de los ensayos para evaluar adecuadamente las características resistentes del material.
3. La presencia de defectos no detectados al momento de la clasificación visual.
4. El tipo de falla, frágil o dúctil, que pueda presentarse al sobre-esforzar el material.
5. La evaluación de las cargas aplicadas y la determinación de los esfuerzos internos producidos por estas cargas en los elementos estructurales.
6. Dimensiones reales de los elementos con respecto a las supuestas en el análisis y el diseño.

Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino

7 - 7



CONSIDERACIONES GENERALES

7. Calidad de la mano de obra para una construcción adecuada.
8. Deterioro del material con el uso.

También son consideraciones que pueden tener importancia:

9. El riesgo de falla en función de la importancia del elemento o de la edificación y su relación con vidas humanas.
10. El aumento de las cargas por posibles cambios en el destino o uso de la edificación.

El factor de seguridad no está destinado a cubrir errores en las estimaciones de carga, la determinación de esfuerzos, el diseño, ni defectos de construcción importantes o el USO DE MATERIAL NO CLASIFICADO COMO MADERA ESTRUCTURAL.

El factor de Servicio y Seguridad varía según el tipo de sollicitación a fin de conseguir un margen de seguridad uniforme en todos los casos. (10, 17). Ver Tabla 7.3.

7.4.3. Factor de Reducción por Tamaño, F.T.

En elementos de madera se observa una disminución del esfuerzo de rotura en flexión a medida que se consideran secciones de mayor tamaño (14, 15, 16). El tamaño también influye en los esfuerzos de rotura en tracción paralela a las fibras y en menor grado en la resistencia a otros tipos de sollicitación.

Se ha adoptado el criterio de Bohannon (15) para reducción de resistencia por tamaño:

$$\frac{\text{Resistencia para peralte } h}{\text{Resistencia en probetas } (h = 5)} = \left(\frac{5}{h}\right)^{1/9} \quad (h \text{ en cm})$$

para los esfuerzos producidos por flexión o tracción paralela a las fibras. No se ha considerado un factor de reducción por tamaño para esfuerzos de compresión o de corte. Sin embargo debe mencionarse que investigaciones recientes (17) evidencian cierta influencia del tamaño en el esfuerzo de corte.

El F.T. se ha evaluado para $h = 29$ cm (12" comercial), que es la máxima dimensión de las secciones preferenciales propuestas. Parte de esta reducción ha sido incluida indirectamente en el Factor de Calidad; o sea de los esfuerzos obtenidos para probetas con $h = 5$ cm a los correspondientes esfuerzos para las vigas con $h = 14$ cm.

7.4.4. Factor de Duración de Carga, F.D.C.

Los esfuerzos de rotura de la madera disminuyen con la duración de la aplicación de la carga. (10).

Tradicionalmente se han considerado por este concepto factores de reducción tan altos como 1.78. Sin embargo, investigaciones recientes han puesto en duda la influencia de la duración de la carga en los esfuerzos admisibles. (18). Para niveles de esfuerzos correspondientes al límite de exclusión del 50%, la reducción encontrada es del orden de 140% (18). Para esfuerzos del orden de los esfuerzos admisibles es razonable esperar reducciones aún menores, de ahí que algunos investigadores propongan su eliminación definitiva.

Los esfuerzos admisibles para flexión y tracción paralela a las fibras que se presentan en este manual consideran un F.D.C. de 1.15.

7 - 8

Junta del Acuerdo de Cartagena

TABLA 7.3. FACTORES DE REDUCCION CONSIDERADOS

	Flexión	Compresión Paralela	Corte Paralelo	Compresión Perpendicular
F.C.	0.80	—	—	—
F.T.	0.90	—	—	—
F.S.	2.00	1.60	4.00*	1.60
F.D.C.	1.15	1.25	—	—

* Incluye factor por concentración de esfuerzos = 2

c) Fórmula y coeficientes establecidos en la Norma E.010

De acuerdo a lo establecido en el Manual de diseño para maderas del Grupo Andino (1984), la fórmula y factores que están establecidos para hallar el esfuerzo admisible, se tomaron de referencia para plasmarlos mediante fórmula y coeficientes en la norma E.010 – Maderas, como se visualiza a continuación.

establecida se diseñan por métodos de esfuerzos admisibles, reduciendo la resistencia en vez incrementar las cargas.

Los esfuerzos admisibles se han determinado aplicando la siguiente expresión (Ref. 8.3, 8.9):

$$Esfuerzo\ admisible = \frac{F.C. \times F.T.}{F.S. \times F.D.C.} \times Esfuerzo\ Básico$$

donde:

F.C.- Coeficiente de reducción por calidad (defectos). Es la relación entre el esfuerzo resistido por elementos a escala natural, vigas por ejemplo, y el correspondiente esfuerzo para probetas pequeñas libres de defectos. En una medida de la influencia de los defectos en la resistencia y rigidez de las piezas (Ref. 8.3).

F.T.- Coeficiente de reducción por tamaño. Representa la reducción en los esfuerzos resistidos por una pieza en función de su altura.

$$F.T. = (50/h)^{0.8} \quad (h \text{ en mm})$$

Esta expresión ha sido tomada de la Ref. 8.10 y está basada en información experimental.

Para la determinación del F.T. se usó h= 290 mm. Para piezas de peralte mayor de 290 mm deberá tomarse el factor de reducción correspondiente.

F.S.- Coeficiente de seguridad.

F.D.C.- Coeficiente de duración de carga. Basada en la reducción observada en ensayos de vigas a escala natural (Ref. 8.11).

Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles.

	FLEXIÓN	COMPRESIÓN PARALELA	CORTE PARALELO	COMPRESIÓN PERPENDICULAR
F.C	0,80	*	*	*
F.T	0,90	*	*	*
F.S	2,00	1,60	4,00 ^(*)	1,60
F.D.C	1,15	1,25	*	*

(*) Incluido en F.S.

(**) Incluye un coeficiente por concentración de esfuerzos = 2,00 debido a la posible presencia de rajaduras por secado en los extremos de la piezas.

A medida que se incorporen más especies a los grupos A, B y C, los valores de las tablas 5.2.2 y 5.2.3 podrán ser reajustados.

d) Normas Técnicas Peruanas

d.1) Normalización en el Perú

En el Perú la Normalización, entendida como la actividad sistemática y organizada de elaborar normas técnicas, es de origen reciente.

Se inicia con la creación del Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación (INANTIC) mediante la ley de Promoción Industrial de noviembre de 1959.

Dicha institución continuó sus actividades hasta 1970, dando paso al Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas (ITINTEC), creado por la Ley General de Industrias. Finalmente, desde finales de 1992 las labores de normalización pasaron a estar a cargo del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), creado el 24 de noviembre de dicho año. Así, las Normas Técnicas Peruanas son aprobadas por el INDECOPI en su calidad de Organismo Peruano de Normalización.



Fuente: www.cursosyeventosnmpe.org.pe

Actualmente, mediante la LEY N°30224 crea el sistema nacional para calidad (SNC), y el instituto nacional de calidad, que dispone que el instituto nacional de Calidad (INACAL), es un Organismo Público Técnico Especializado, adscrito al Ministerio de la Producción, con personería jurídica de derecho público, con competencia a nivel nacional y autonomía administrativa, funcional, técnica, económica y financiera; además es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad

Tiene por finalidad promover y asegurar el cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad con miras al desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

d.2) Normas Técnicas Peruanas de Madera

El instituto Nacional de Calidad (INACAI), establece normas para la madera de acuerdo a su uso, las cuales se tomaron para la realizar la presente tesis, las cuales son las siguientes:

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN (CID)

NORMAS DE MADERA

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.012:2015	MADERA. Método de determinación de la contracción. 3ª Edición	Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir en la ejecución de ensayos para determinar la contracción radial, tangencial, longitudinal y volumétrica de la madera.
NTP 251.016: 2015	MADERA. Método para determinar la compresión perpendicular al grano. 3ª Edición	La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayos de compresión perpendicular al grano en maderas sólidas.
NTP 251.013: 2015	MADERA. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano	La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayos de cizallamiento paralelo al grano.
NTP 251.086:2015	MADERA. Determinación de la tensión perpendicular a las fibras	Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir en la ejecución de ensayos para determinar la tensión perpendicular a las fibras en madera sólida.
NTP 251.036:2015	MADERA. Método de extracción de clavos.	La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir en la ejecución de ensayos para determinar la extracción de clavos en madera sólida.
NTP 251.018:2015	MADERA. Método de determinación de tenacidad	La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para la obtención del valor de tenacidad de la madera sólida.
NTP 251.014:2014	MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano	Establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayo de la compresión axial, o paralela al grano en maderas sólidas.
NTP 251.015:2014	MADERA. Método de determinación de la dureza	Establece los procedimientos a seguir en la ejecución de ensayos para la determinación de la dureza en maderas sólidas, mediante el método Janka.
NTP 251.017:2014	MADERA. Método para determinar la flexión estática	Establece los procedimientos a seguir para la ejecución del ensayo de flexión estática en maderas.
NTP 251.011:2014	MADERA. Método para determinar la densidad	Establece los métodos a seguir para determinar la densidad de la madera bajo diferentes condiciones de contenido de humedad.
NTP 251.010:2014	MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad Resumen	Establece los métodos de ensayo para la determinación del contenido de humedad (CH) de la madera
NTP 251.087:1986 (revisada el 2012)	MADERAS. Determinación de la resistencia a la extracción de tornillos	Establece el método de ensayo para medir la resistencia de la madera a la extracción de tornillos en un plano normal y en un plano paralelo a la dirección de las fibras.
NTP 251.008:1980 (revisada el 2012)	MADERAS. Selección y colección de muestras	Establece los procedimientos a seguir para realizar la selección y colección de muestras destinadas al estudio de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas, que permitan obtener resultados representativos y comparables.
NTP 251.009:1980 (revisada el 2012)	MADERAS. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos	Establece los procedimientos para el acondicionamiento de las maderas destinadas a ser sometidas a ensayos físicos y mecánicos. Esta Norma también establece los Requisitos generales para el tratamiento profiláctico del material contra hongos e insectos.
NTP 251.102:1988 (revisada el 2012)	MADERA ASERRADA. Defectos. Método de medición	Establece el método de medición de defectos en una pieza de madera aserrada.

Normas Técnicas Peruanas de Madera

CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION (CID)

NTP 251.116:1990 (revisada el 2012)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Extracción de muestras	Establece el plan de muestreo y procedimiento para inspección por atributos en un lote o lotes de madera aserrada para uso estructural.
NTP 251.085:1986 (revisada el 2011)	MADERAS. Determinación de la tensión paralela a las fibras	Establece el método de ensayo para determinar la tensión paralela a las fibras en la madera

MADERAS TERMINOLOGIA

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.002:1982 (revisada el 2013)	IDENTIFICACION Y TECNOLOGIA NOMENCLATURA DE MADERAS COMERCIALES PANAMERICANAS	Establece la nomenclatura de maderas de uso comercial en el continente americano, comprendiendo los grupos siguientes: Coníferas, Monocotiledóneas y dicotiledóneas.
NTP 251.005:2013	PIEZAS DE MADERA. Glosario	Establece las definiciones de las distintas piezas de madera redonda, labrada, aserrada y cepillada.
NTP 251.101:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Defectos. Definiciones y clasificación	Establece las definiciones y la clasificación de los defectos que se presentan en la madera aserrada.

MADERA REQUISITOS

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.037:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA Y CEPILLADA. Dimensiones Nominales. Requisitos	Establece las dimensiones nominales (espesor, ancho y longitud) de la madera aserrada y cepillada y las tolerancias de dimensión final.

MADERAS ASERRADA CLASIFICACIÓN

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.114:1990 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos. Procedimiento	Establece el procedimiento a seguir para la clasificación de defectos de la madera aserrada.
NTP 251.118:1991 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos, por rendimiento y requisitos	Establece la clasificación por defectos y por rendimiento así como los requisitos que deberá cumplir la madera aserrada
NTP 251.115:1990 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por rendimiento. Procedimiento	Establece el procedimiento a seguir para clasificar la madera aserrada por su rendimiento.
NTP 251.103:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada y cepillada para uso estructural. Dimensiones	Establece las dimensiones nominales y finales (espesor, ancho y longitud) de la madera aserrada para uso estructural.
NTP 251.006:2003	MADERA. Nomenclatura de las especies forestales más importantes del Perú, sistema de codificación y marcado de madera aserrada	Establece la nomenclatura de las especies forestales más importantes del Perú por su producción, calidad y diversidad de usos, así el sistema unitario de codificación y marcado de

Normas Técnicas Peruanas de Madera

CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION (CID)

	las maderas según su nombre científico, comercializadas como madera aserrada
--	--

MADERA ASERRADA REQUISITOS

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.104:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Clasificación visual y requisitos	Establece la clasificación visual y requisitos que debe cumplir la madera aserrada para uso estructural.
NTP 251.134:2006	SECADO DE LA MADERA. Apilado horizontal de la madera aserrada	Establece las características del apilado horizontal de la madera aserrada para procesos de secado convencional en hornos y al aire libre, con el objeto de que su aplicación se prevenga la ocurrencia de defectos de forma y facilite la optimización del procedimiento

MADERA ASERRADA METODOS DE ENSAYO

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.107:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Método de ensayo de flexión para vigas a escala natural	Establece el método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad, módulo de elasticidad aparente, módulo de corte y la resistencia a la flexión en vigas de madera a escala natural sometidas a flexión.

MADERA ASERRADA ROTULADO

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.117:1989 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Rotulado	Define y establece la información que deberá llevar el rótulo de la madera aserrada para uso estructural.

MADERA PRESERVACIÓN

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.020:2009 (revisada el 2015)	PRESERVACIÓN DE MADERAS. Preservadores. Definiciones y clasificación	La presente Norma Técnica Peruana establece las definiciones y clasificación de los preservadores químicos para madera de acuerdo al soluto.
NTP 251.034:1979 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Preservación de postes de madera. Métodos a presión	Establece los lineamientos generales para realizar los tratamientos de la madera a presión por célula llena y vacío.
NTP 251.035:1987	PRESERVACION DE MADERA. Composición	Establece los requisitos de composición y pureza de los

Normas Técnicas Peruanas de Madera

CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION (CID)

(revisada el 2012)	química de los preservadores para madera	preservadores para madera.
NTP 251.060:1987 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Preservadores cobre-cromo-arsénico (CCA). Clasificación y requisitos	Establece la clasificación y los requisitos que deben cumplir los preservadores hidrosolubles, formados por sales de cobre, cromo y arsénico, utilizados en la preservación de madera.
NTP 251.097:1987 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Método de ensayo para análisis del preservador cobre-cromo-arsénico (CCA)	Establece los métodos de ensayo a seguir para el análisis químico del preservador cobre-cromo-arsénico (CCA).
NTP 251.098:1987 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Método de ensayo para análisis del preservador cobre-cromo-arsénico (CCA). Método espectrofotométrico	Establece el método de ensayo de rutina para el análisis del preservador, cobre, cromo, arsénico (CCA).
NTP 251.099:1988 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Madera preservada. Preparación de la muestra para análisis químico	Establece el método de ensayo para la preparación de las muestras de madera preservada, destinadas a análisis químico.
NTP 251.105:1988 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Preservadores a base de boro. Clasificación y requisitos	Establece los requisitos que deben cumplir los preservadores para madera a base de compuestos de boro.
NTP 251.106:1988 (revisada el 2012)	PRESERVACIÓN DE MADERA. Preservadores a base de boro. Determinación del contenido de óxido de sodio y óxido bórico	Establece el método de ensayo para la determinación del contenido de óxido de sodio y óxido bórico en los preservadores para madera a base de boro.

MADERA – MUEBLES

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 260.043 : 2015	MUEBLES. Adhesivos para muebles. Definiciones y terminología	Esta Norma Técnica Peruana establece la terminología sobre materiales y procesos relacionados a los adhesivos utilizados en mobiliario de madera, afines y sus definiciones, con el fin de que todos los sectores involucrados cuenten con una herramienta común que les facilite una rápida identificación de materiales, aplicación, estados y productos relacionados.
NTP 232.501: 2016	ARTESANÍAS. Artesanías de madera. Requisitos	La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deberán cumplir los diferentes productos de la línea artesanal de madera.
NTP 260.048:2014	MUEBLES. Mobiliario para uso institucional. Armario guardarropa con o sin llave. Requisitos	Establece los requisitos que deben cumplir los armarios guardarropa con o sin llave.
NTP 260.034:2013	MUEBLES. Armarios y otros muebles similares para instituciones educativas. Especificación para determinar la estabilidad	Establece los métodos de ensayo para determinar la estabilidad de armarios apoyados verticalmente, incluyendo armarios para vajilla, vitrinas y librerías, guardarropas totalmente montados y listos para su uso
NTP 260.025:2012	MUEBLES. Mesas para instituciones educativas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo	Establece los requisitos de seguridad y métodos de ensayo que deben cumplir todas las mesas para centros de enseñanza cuando se apliquen los diferentes métodos de ensayo para la determinación de estabilidad, resistencia y la durabilidad de los diferentes
NTP 260.017:2010 (revisada el 2015)	MUEBLES. Mesas. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad	Esta Norma establece los métodos de ensayo para la determinación de la estabilidad de todo tipo de mesas independientemente de los materiales que la

Normas Técnicas Peruanas de Madera

CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION (CID)

		constituyen, su diseño y el proceso de fabricación empleado.
NTP 260.074:2015	MUEBLES. Métodos de ensayo en los acabados de muebles de madera. Resistencia superficial a grasas y aceites fríos	Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo de resistencia superficial a las grasas y aceites fríos, de los acabados superficiales en muebles de madera

MADERA CARPINTERIA

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.019:2016	MADERA Y CARPINTERIA PARA CONSTRUCCIÓN. Preservación de maderas. Tratamientos preservadores. Definiciones y clasificación=	La presente Norma Técnica Peruana se aplica a los tratamientos preservadores para maderas en el país.
NTP 251.021:2016	MADERA Y CARPINTERIA PARA CONSTRUCCIÓN. Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Glosario	La presente Norma Técnica Peruana establece el glosario de términos relativos a postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía.
NTP 260.050:2016	MADERA Y CARPINTERIA PARA CONSTRUCCIÓN. Cruceles de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Requisitos generales	La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir las cruceles de madera para líneas aéreas de conducción de energía.
NTP 251.062:2011 (revisada el 2015)	HOJAS DE PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA. Medida de las dimensiones y esquadro. 2ª Edición	La presente Norma Técnica establece el método para la medición de las dimensiones y esquadro de las hojas de puertas contraplacadas de madera.
NTP 251.063:2011 (revisada el 2015)	PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA. Requisitos generales	Esta norma establece los requisitos de calidad, dimensiones y tolerancias que deben cumplir las puertas contraplacadas fabricadas con madera, sus derivados y otros productos lignocelulósicos
NTP 251.067:2011 (revisada el 2015)	HOJAS DE PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA. Planitud General y Local. Método de medida	Esta Norma Técnica Peruana establece el método para la medición de la planitud de las caras de las puertas contraplacadas de madera.
NTP 251.151:2011 (revisada el 2015)	PUERTAS DE MADERA. Terminología y clasificación	La presente Norma Técnica Peruana establece la terminología y la clasificación de las puertas de madera de uso en las construcciones con el objeto de que todos los sectores involucrados cuenten con una herramienta común que les facilite una rápida identificación de los productos.

Normas Técnicas Peruanas de Madera

e) Cimentación para estructura de madera

Según el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, tenemos lo siguiente:



**PLANEAMIENTO DE
LA EDIFICACION**

4.1 LA EDIFICACION DE MADERA Y SUS COMPONENTES

La madera en la edificación es utilizada tanto para la estructura como para el revestimiento. Por su condición de material orgánico, en ciertos usos donde requiera ser especialmente protegida, como cimientos por ejemplo, puede ser reemplazada por otros materiales; mientras que en otros usos, como en carpintería, es difícilmente mejorada. De esta forma la madera se combina con otros materiales en la fabricación y complementación de los distintos componentes de la edificación.

Además de la estructura y el revestimiento, se debe prever la colocación empotrada de las instalaciones eléctricas y sanitarias, así como la colocación de materiales de aislamiento y acondicionamiento en la medida exigida por el lugar o ambiente donde se encuentra.

La Fig. 4.1 presenta una perspectiva isométrica de una vivienda de madera sin terminar, que muestra a manera de ejemplo, dos sistemas de techos e incluye una terminología de los elementos que la componen.

4.1.1 Cimientos

Los cimientos son la base sobre la cual se levanta la edificación y que transmiten las cargas de la misma al terreno. La forma como realizan esta transmisión de las cargas depende del tipo de cimentación que se trate, de esta manera, se diferencian las de tipo puntual, como los pilotes y pilastras, y las de tipo distribuido como los cimientos corridos y las losas de hormigón vaciadas sobre el terreno.

Los pilotes son elementos verticales de sección cuadrada o circular de madera, hormigón o acero, los cuales son hincados, enterrados o vaciados in situ, se emplean en terrenos poco resistentes, anegadizos o con mucha pendiente. (Fig. 4.2.b)

En algunos casos constituyen las columnas de un primer piso libre que eleva la construcción a un segundo nivel, estando sometidas a fuerzas de flexión importantes ya que se comportan como vigas empotradas en la base a diferencia de las pilastras, que se mencionan a continuación, y que por ser de mucho menos altura están sometidas principalmente a compresión.

Las pilastras están constituidas por una base o zapata de hormigón semienterrada sobre la cual se levanta a una determinada altura sobre el suelo —menor que para los pilotes— una pila de piedra, ladrillo u hormigón. (Fig. 4.2.a y 5.3.a)

Los cimientos corridos son de hormigón vaciados en una zanja continua que es excavada a todo lo largo donde, posteriormente, serán levantados los muros. Las dimensiones varían de acuerdo a la capacidad portante del terreno.

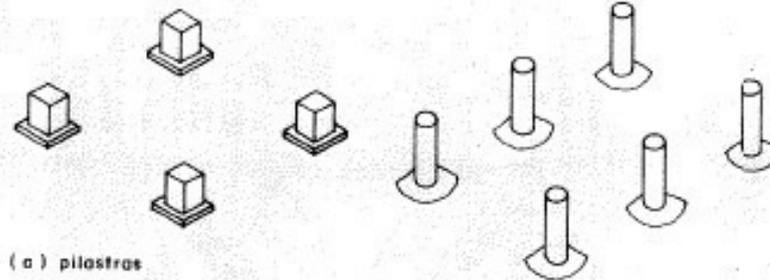
La parte inferior es el cimiento propiamente dicho, se construye con hormigón ciclópeo, la parte superior —cuando se necesita por altura— es el sobrecimiento y se construye con hormigón simple. (Fig. 4.2.c, 5.2.a y 5.3.b)

Cuando el piso en una edificación de madera es de hormigón, es conveniente vaciarlo conjuntamente con la cimentación. Como esta última es por lo general de dimensiones pequeñas, se convierte en un simple engrosamiento de la losa

4 - 2 Junta del Acuerdo de Cartagena

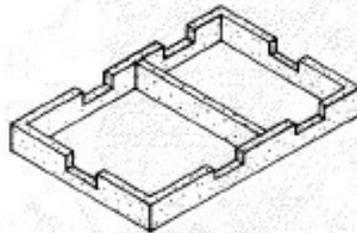


PLANEAMIENTO DE LA EDIFICACION

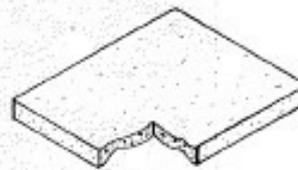


(a) pilostros

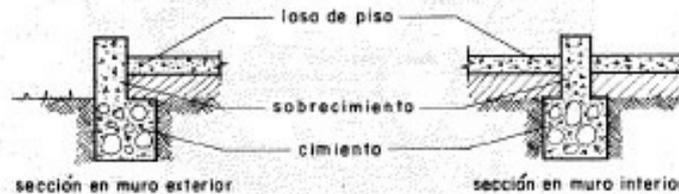
(b) pilotes



(c) cimentación corrida



(d) losa de piso combinada con cimentación corrida



sección en muro exterior

sección en muro interior

Figura 4.2 Cimientos

Las losas de hormigón son de aproximadamente 100 mm de espesor, vaciadas sobre una capa de suelo afirmado y se extienden por toda el área de la edificación. En los bordes y debajo de los muros portantes la losa se engruesa constituyendo una cimentación corrida, pero se diferencia de aquella en que se construyen conjuntamente formando una sola unidad. (Fig. 4.2.d y 5.2.b).

f) Tipo de Cambio SBS (Superintendencia de Banca y Seguros del Perú)

f.1) Tipo de cambio de agosto del 2018

COTIZACIÓN DE OFERTA Y DEMANDA TIPO DE CAMBIO PROMEDIO PONDERADO			
Ingrese fecha: 29/08/2018  (dd/mm/aaaa)		Consultar	Exportar
Tipo de Cambio al 29/08/2018			
MONEDA	COMPRA (S/)	VENTA (S/)	
Dólar de N.A.	3.293	3.298	
Dólar Australiano		2.611	
Dólar Canadiense	2.366	2.773	
Libra Esterlina	4.272	4.394	
Yen Japonés	0.028	0.030	
Peso Mexicano		0.192	
Corona Sueca	0.336		
Franco Suizo	3.222	3.712	
Euro	3.812	3.938	
Tipo de Cambio Mesa de Negociaciones del BCR (S/ por USS)			
	PROMEDIO PONDERADO	MINIMO	MAXIMO
COMPRA	S/M	S/M	S/M
VENTA	S/M	S/M	S/M
Tipo de Cambio Mercado Profesional, Promedio Ponderado (S/)			
Dólar de N.A.	3.2962		
Fuente: BCRP			

f.2) Tipo de cambio de noviembre del 2018

COTIZACIÓN DE OFERTA Y DEMANDA TIPO DE CAMBIO PROMEDIO PONDERADO			
Ingrese fecha: 28/11/2018  (dd/mm/aaaa)		Consultar	Exportar
Tipo de Cambio al 28/11/2018			
MONEDA	COMPRA (S/)	VENTA (S/)	
Dólar de N.A.	3.375	3.380	
Dólar Canadiense	2.403	2.802	
Libra Esterlina	4.291	4.727	
Yen Japonés	0.030	0.033	
Peso Mexicano		0.183	
Corona Sueca	0.335		
Franco Suizo	3.365	3.466	
Euro	3.789	3.881	
Tipo de Cambio Mesa de Negociaciones del BCR (S/ por USS)			
	PROMEDIO PONDERADO	MINIMO	MAXIMO
COMPRA	S/M	S/M	S/M
VENTA	S/M	S/M	S/M
Tipo de Cambio Mercado Profesional, Promedio Ponderado (S/)			
Dólar de N.A.	3.3775		
Fuente: BCRP			

g) Aportes de la madera y durabilidad

Reporte de RPP: “Casi la Mitad de casas en Perú son de barro, piedra y madera” el 2 de junio del 2014.



RPP

Más de 3,6 millones de casas en Perú, un 47 % del total, están construidas de barro, piedra y madera, materiales que las hacen vulnerables en caso de sismos, según un informe del [Instituto Nacional de Estadística e Informática \(INEI\)](#) difundido en Lima.

Hasta el año 2014, en Perú se contabilizaron 7,8 millones de viviendas particulares que albergan a un aproximado de 30,5 millones de habitantes, de acuerdo al estudio del INEI.

Más de 22,9 millones de peruanos viven en el área urbana y 7,6 millones residen en la zona rural, indicó la fuente oficial.

Sin embargo, sólo 16,1 millones de habitantes viven en casas con paredes de ladrillo, pues 14,4 millones de peruanos habitan en viviendas construidas con adobe (una mezcla de barro y piedra), quincha (mezcla de barro y ramas de árboles), piedra con barro, madera y esteras.

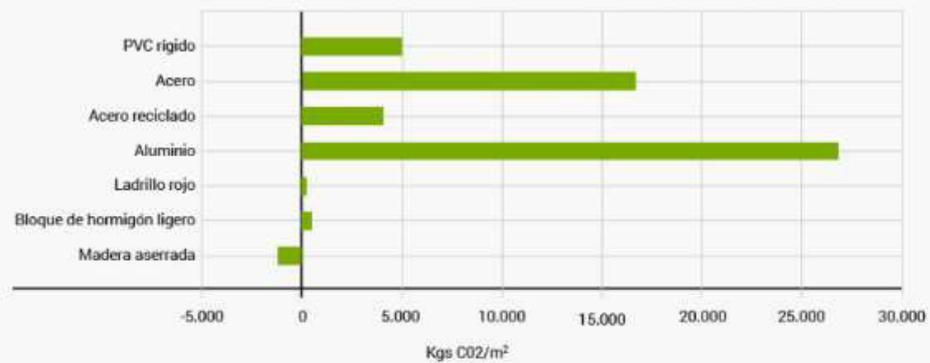
Las regiones que concentran el mayor número de casas con adobe y quincha son la andina Cajamarca (10,9%) y la costeña de La Libertad (9,9 %), asimismo, la andina Puno tiene un 32 % de casas hechas con barro y piedra, y la sureña Ica tiene 21 % de viviendas de esteras (juncos tejidos). En tanto, las regiones de Lima, en la costa central, y de Arequipa, en la sierra sur, tiene el 47,9 % y el 7,1 % de viviendas, respectivamente, construidas con paredes de ladrillo. Según Reporte La madera es un material ideal para la construcción y el diseño:

Ventajas ambientales expuestas en la página www.madera21.cl (Madera21 es una asociación fundada por la Corporación Chilena de la Madera (Corma) en 2001 con el objetivo de difundir y promover el uso de la madera en Chile.), expone lo siguiente:

La madera es el único material de construcción cuyo uso ayuda a reducir el CO2 de la atmósfera, contribuyendo de esta manera a mitigar el cambio climático. Esto la convierte en la **alternativa constructiva con la más baja huella de carbono.**

Por medio de la fotosíntesis, los árboles absorben a lo largo de su vida grandes cantidades de dióxido de carbono. Este queda fijado en sus paredes celulares y puede llegar a representar la mitad del peso seco de un árbol. Así, por ejemplo, en una tonelada de pino silvestre –de donde se obtienen 500 kilos de madera seca–, el carbono acumulado alcanza los 250 kilos. Esto equivale a decir que dicho árbol secuestró de la atmósfera 91 kilos de dióxido de carbono.

Las plantaciones forestales contribuyen significativamente a la reducción de los gases de efecto invernadero, puesto que los árboles en etapa de crecimiento tienen mayor capacidad para capturar carbono que los ejemplares maduros.



Comparación del CO2 producido por diferentes materiales (emisiones netas de CO2, incluido el efecto sumidero de carbono). Fuente: "La reducción de la huella de carbono y el impacto ambiental de edificios nuevos", Tasmania Timber, CSAW / RTS, Reportes ambientales para materiales constructivos, 1998 – 2001 (CEI-Bois)

Esta cifra contrasta con la que presentan otros países líderes en materia forestal, como:



Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Buen desempeño antisísmico

Las soluciones constructivas basadas en madera pueden presentar un **desempeño similar o incluso superior al de otros materiales frente a un movimiento telúrico**. Considerando que las fuerzas en un sismo son proporcionales al peso de las estructuras que las reciben, las construcciones basadas en madera –entre seis y nueve veces más livianas que las de albañilería u hormigón– están expuestas a impactos menores que otras de materiales más pesados.

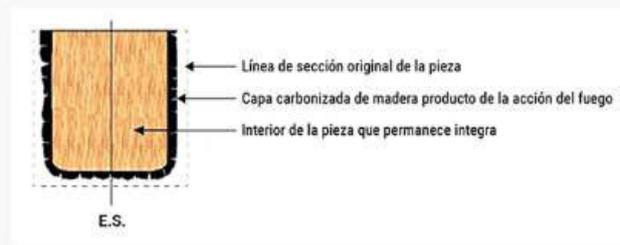
A esta característica se suma el que, gracias a sus numerosas conexiones por medio de clavos y demás fijaciones, los sistemas constructivos basados en madera correctamente diseñados logran disipar mejor las energías que sobrevienen repentinamente durante un sismo. Esto las hace más flexibles y menos susceptibles a colapsar si alguna de las partes de la estructura falla.

Resistencia al fuego

Comúnmente se piensa que la madera es más vulnerable al fuego que otros materiales. Lo cierto, sin embargo, es que una construcción de madera de ingeniería puede ofrecer **excelentes condiciones de seguridad frente a un incendio** y suficiente resistencia al fuego como para evitar que este se propague y ocurra una falla estructural. Al comportarse de manera más predecible, sus ocupantes pueden contar con un margen de reacción más amplio que en construcciones de otros materiales que tienden a colapsar más rápida y repentinamente.

Todos los materiales sufren algún grado de daño cuando son expuestos a altas temperaturas. En el caso de la madera, sus propiedades aislantes la dotan de cierta resistencia al fuego hasta los 250°C (temperatura a la que el acero ya comienza a debilitarse). Si acaso llega a inflamarse, su baja conductividad térmica hace que se quemé muy lentamente, formándose en el exterior una capa de carbón que protege la parte interna y conserva sus propiedades estructurales por más tiempo.

Por último, el mercado ofrece actualmente una serie de productos retardantes que mejoran significativamente el comportamiento de la madera ante el fuego.



Es renovable

A diferencia del hormigón, el ladrillo y el metal, la madera es un material natural que, después de extraído, puede ser reemplazado una y otra vez. Su **disponibilidad para el consumo humano está garantizada** en la medida en que se lo produzca y utilice de manera responsable.

Aislación Acústica

Gracias a su estructura celular porosa, la madera posee una capacidad natural para amortiguar las vibraciones sonoras. Su desempeño como aislante acústico se puede potenciar utilizando capas de materiales absorbentes como fibra de vidrio, lana mineral o yeso.

Bajo costo en construcciones

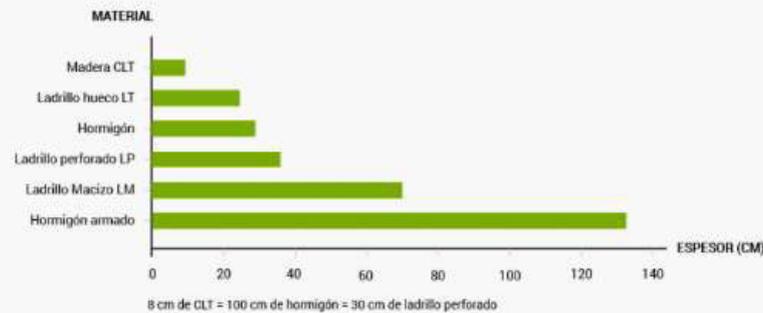
El uso de madera como material de construcción puede disminuir considerablemente el costo total de una edificación: comparada con los sistemas tradicionales a base de tabiques, acero y concreto, una construcción de paneles de madera puede significar un ahorro de hasta un 15%. [1]

Debido a la ligereza propia de la madera, las construcciones de este material requieren de fundaciones de menores dimensiones, como mínimo un tercio más económicas que las que exigen obras de otros materiales. Además, al tratarse de construcciones que se ejecutan más rápidamente, se reduce el costo de la mano de obra y, como es un material fácil de trabajar, no suelen necesitarse herramientas caras ni de gran complejidad para obtener resultados óptimos.

Excelente aislación térmica

Debido a su porosidad, la madera posee una baja conductividad térmica, lo que la convierte en un excelente aislante. Combinada con otros materiales –como fibra de vidrio o lana mineral–, una construcción de madera puede satisfacer los requerimientos de aislación térmica de una vivienda incluso en climas extremos.

Las cavidades presentes en su estructura celular permiten a la madera aislar el calor hasta seis veces más que el ladrillo, quince veces más que el hormigón y 400 veces más que el acero.



El gráfico muestra que el desempeño de aislación térmica de 8 cm. de CLT es equivalente al que se puede alcanzar con 100 cm. de hormigón y con 30 cm. de ladrillo perforado.

Buen Desempeño en construcción en altura

Gracias a los nuevos materiales y soluciones estructurales desarrollados por la industria, hoy construir en altura con madera es una opción segura y eficiente que gana terreno en Norteamérica, Europa, Australia y Nueva Zelanda. Solo en los últimos cinco años se han levantado en el mundo más de 17 edificios de siete pisos o más.

Para esto se utilizan paneles sólidos conformados por múltiples capas de tablas colocadas en distintas direcciones, sistema que optimiza la resistencia de las fibras. Entre los más comunes están el LSL (Laminated Strand Lumber), el LVL (Laminated Veneer Lumber) y el CLT (Cross Laminated Timber). Con este último –actualmente en fase de estudio en nuestro país– se han construido edificios emblemáticos, tales como Stadthaus en Londres, de nueve pisos; Forté Apartments, en Australia, con diez pisos; y Framework, en Estados Unidos, de doce pisos. Incluso, se proyecta realizar en París un edificio de 35 pisos de altura: el denominado **Baobab**, a cargo del reconocido arquitecto Michael Green, líder mundial en la promoción de rascacielos en madera.



Rapidez en la ejecución

Por la ligereza del material y la realización en seco de las faenas, el montaje de sistemas constructivos basados en madera es más rápido que la edificación con otros materiales. Además, el mercado ofrece estructuras prefabricadas de alta precisión que disminuyen aún más los tiempos de ejecución.

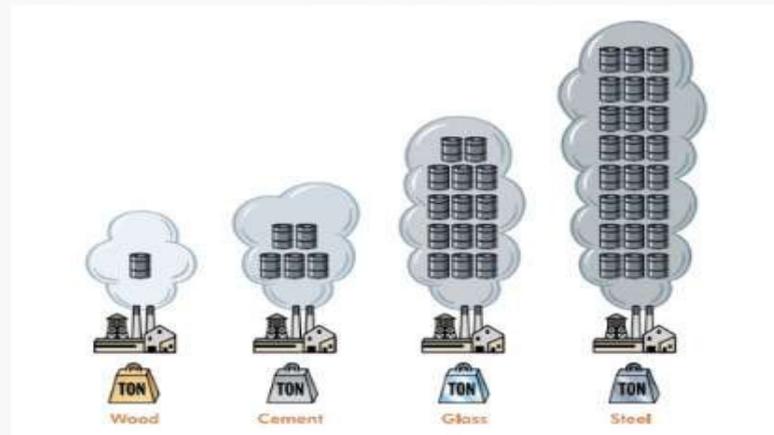
Si bien no existen todavía estudios al respecto, se estima que construir con madera puede llegar a hasta 50% más rápido que con otros materiales, dependiendo de si se trata de una vivienda in situ o una industrializada. Por ejemplo, en el caso del Stadthaus, el edificio residencial en madera más alto del mundo, construido en Londres con paneles prefabricados, se calcula un ahorro de tiempo del 30% en comparación con lo que habría demorado una obra de similares características en hormigón.

Su producción de madera es mas limpia y eficiente

La extracción y manufactura de madera consume menos energía que la elaboración de otros materiales, y la mayor parte de ella se obtiene de fuentes renovables.

La producción de cemento, vidrio y acero, por ejemplo, requiere de altísimas temperaturas que se alcanzan utilizando grandes cantidades de energía proveniente de combustibles fósiles. De hecho, la energía utilizada para producir una tonelada de cada uno de estos materiales, puede multiplicar cinco, catorce y veinticuatro veces, respectivamente, la necesaria para producir una tonelada de madera. Por lo mismo, el volumen de CO2 que se emite a la atmósfera durante estos procesos es mucho menor en el caso de la madera (0,28 t, frente a 4 t que genera la fabricación de acero, 7,5 t el PVC y hasta 15 t el aluminio).

Además, la optimización de los procesos en la industria forestal ha logrado reducir sustancialmente los residuos sólidos de su producción. Hoy prácticamente toda la materia prima se aprovecha en productos útiles, entre los que se cuenta una amplia variedad de paneles reconstituídos, fibras y combustibles derivados de la madera.



Comparación de la cantidad de energía necesaria para producir una tonelada de madera, cemento, vidrio y acero. Toma cinco veces más energía producir cemento, 14 veces más para producir vidrio y 24 veces más para producir acero, con respecto a la energía necesaria para producir madera.

Durabilidad de viviendas de madera

De acuerdo a varios reportes en diversas páginas, nos dice que la madera puede dar de 50 a 70 años, y dándole el mantenimiento adecuado puede durar hasta 100 años

Uno de ellos se expresa en estas líneas

ECOHOUSES
feel different

PROYECTO CONSTRUCCIÓN PASIVA GESTIÓN MODELOS GALERÍA CONTACTO

La durabilidad de la madera en construcción

Alrededor del uso de la madera en construcción se han establecido una serie de tabus o mitos que ayudaron a que la mayoría de nosotros considerase a la madera un material de segunda categoría. Pero lo cierto es que la solidez de la madera como elemento constructivo le da una **vida útil a la vivienda muy duradera**. Una casa con estructura de madera podrá ser habitada por varias generaciones, que disfrutarán de todas las ventajas de vivir en madera y con unos bajos costes de mantenimiento.

La durabilidad natural de la madera se calcula respecto al grado de resistencia que posee una especie determinada de madera con respecto a ataques de hongos o insectos xilófagos. Algunas especies de madera, poseen una durabilidad natural que hace innecesario su tratamiento, contra lo que muchos pudieran pensar. Si bien es cierto que existen otras especies menos durables, si se toman las medidas de protección adecuadas contra la humedad, intemperie y el ataque de los organismos que se alimentan de celulosa, **la vida de una estructura de madera puede ser superior a dos siglos**, como lo atestiguan muchas aun existentes.

Podemos protegernos contra hongos e insectos:

1. Usando maderas de especies que posean **gran durabilidad natural**. Esta durabilidad natural se debe a que por razones poco conocidas, **el duramen o centro de los árboles, quedan impregnados con sustancias químicas que son eficaces preservadores**.
2. Preparando las especies que no poseen esa durabilidad natural, aplicando soluciones preservadoras, impregnándolas por medio de brochas y sumergiendo la madera en pilas que tengan la solución, o colocándolas en cámara de presión donde el preservador penetra por los poros de la madera hasta su parte interior, llenando todas las células con dicha solución.

Se estima que una casa de madera de pino o abeto, con un mantenimiento apropiado puede durar en torno a los 100 años, más si se trata una casa panelada con revestimiento de frisos, ya que estos pueden ser renovados con el transcurso del tiempo. El hormigón de cemento, por su parte, tiene una vida útil de 70 años, tras los cuales empieza a cristalizar y deshacerse.

<http://www.ecohouses.es>

Anexo 7: Panel Fotográfico

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES</p> <p>TESIS</p> <p>Comparación entre diseño con material noble versus madera Capirona, para optimizar un Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio - Chiclayo - Perú</p> <p>AUTORES</p> <p>Chavez Alvitez, Ivan Enrique Salazar Campos, Edwin Jesús</p>	
<p>Foto 1: Máquina de compresión del laboratorio de la Universidad San Martín de Porres – Filial Norte, para ensayo de compresión y corte.</p>	

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES</p> <p>TESIS</p> <p>Comparación entre diseño con material noble versus madera Capirona, para optimizar un Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio - Chiclayo - Perú</p> <p>AUTORES</p> <p>Chavez Alvitez, Ivan Enrique Salazar Campos, Edwin Jesús</p>	
<p>Foto 2: Máquina de compresión del laboratorio de la Universidad Señor de Sipán – Chiclayo, para ensayo de flexión.</p>	



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 3: Hornos del laboratorio de la Universidad Señor de Sipán – Chiclayo, para ensayo de contenido de humedad y densidad de la madera.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 4: Balanza Eléctrica y Mecánica de la Universidad Señor de Sipán – Chiclayo, para ensayo de contenido de humedad y densidad de la madera.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique
Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 5: Adaptación de equipos para ensayo de densidad de la madera.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique
Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 6: Desecador para enfriar las probetas que estaban en el horno.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 7: Aserradero Maderas y Servicios el Roble S.A.C, donde se realizaron las probetas de madera para los ensayos físicos y mecánicos.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 8: Probetas de 3cm x 3cm x10 cm para ensayo de contenido de humedad (PN°) y densidad de la madera (DN°).



UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 9: Proceso de parafinado en estado seco, para hallar el volumen seco del horno (VSH).



UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 10: Probetas de 7cm x 7cm x 30cm para ensayo de compresión.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 11: Realizando el ensayo de compresión en el laboratorio de la Universidad San Martín de Porres – Filial Norte, para ensayo de compresión y corte.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús

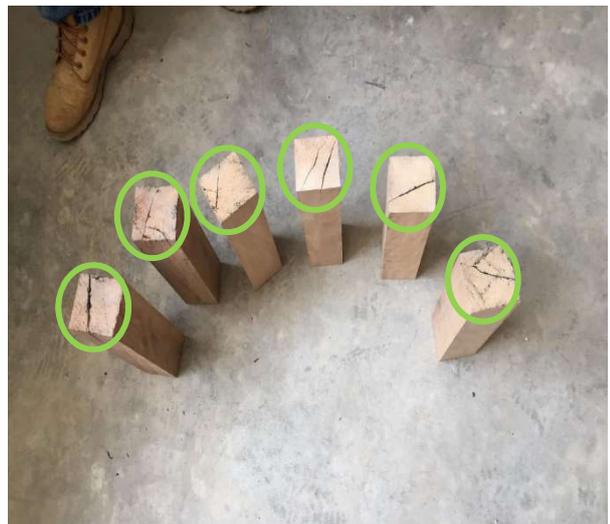


Foto 12: Probetas de madera, luego de haber sido ensayadas por compresión paralela a la fibra.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 13: Probetas 2cm x 7cm x 2lados para ensayo de corte.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 14: Realizando el ensayo de corte en el laboratorio de la Universidad San Martín de Porres – Filial Norte, para ensayo de compresión y corte.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús

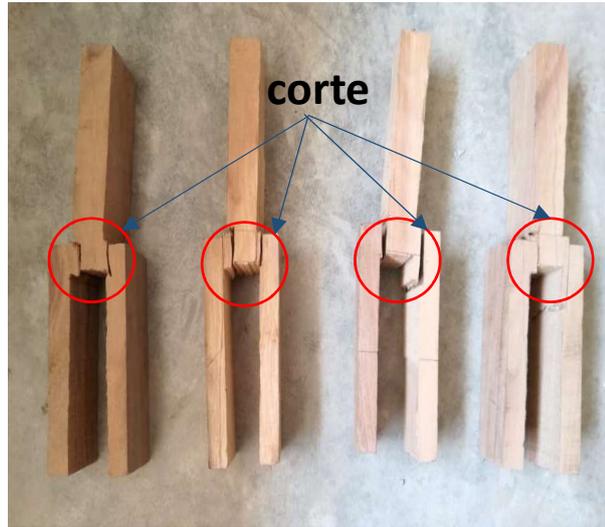


Foto 15: Probetas de madera, luego de haber sido ensayadas por corte
paralela a la fibra



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 16: Probetas de madera 5cm x 5cm x 76 cm para ensayo de flexión.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 17: Realizando el ensayo de flexión en el laboratorio de la Universidad Señor de Sipán - Chiclayo, para ensayo de compresión y corte.



**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN
DE PORRES**

TESIS

Comparación entre diseño con
material noble versus madera
Capirona, para optimizar un Módulo
de Vivienda del Programa Techo
Propio - Chiclayo - Perú

AUTORES

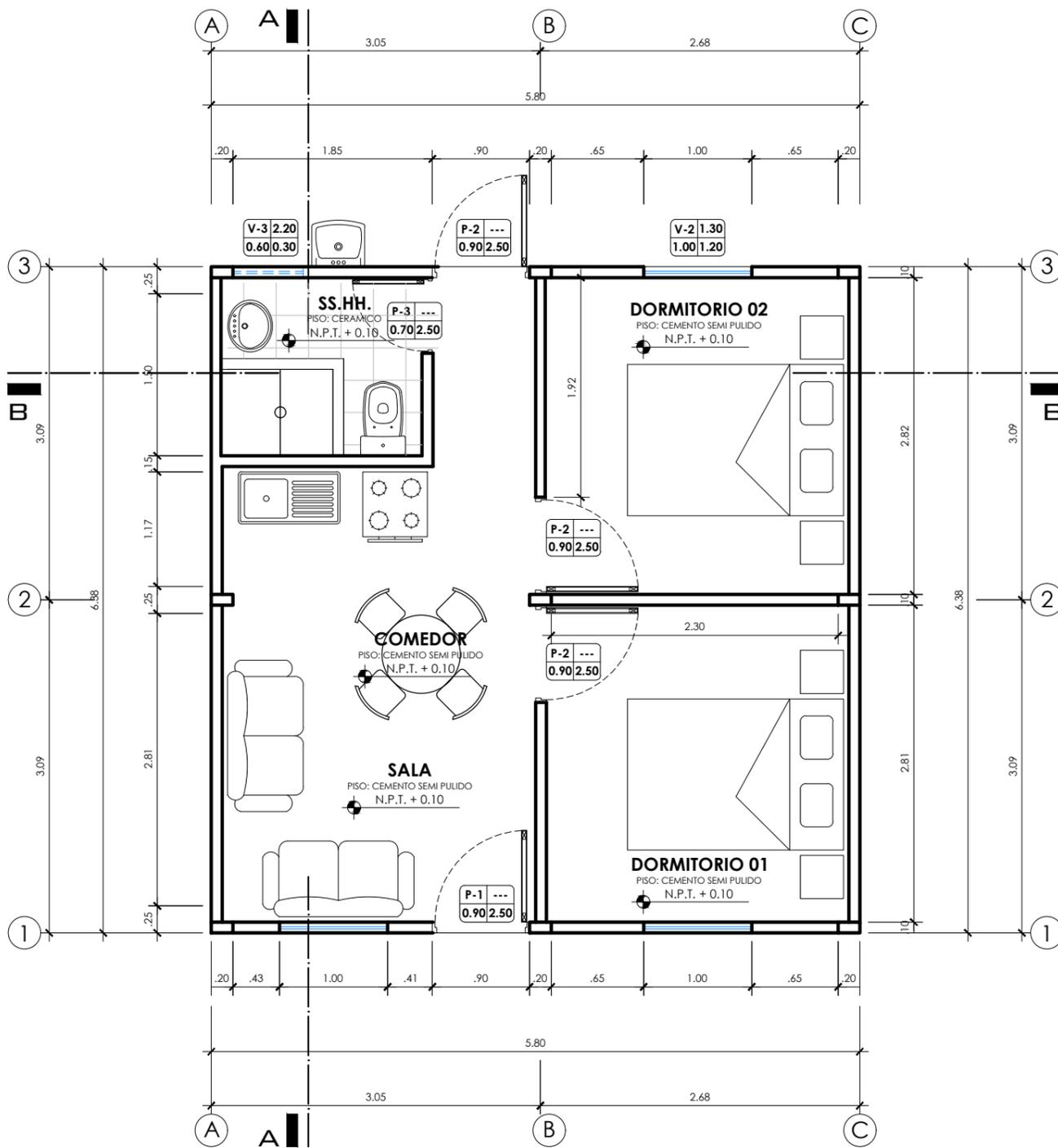
Chavez Alvitez, Ivan Enrique

Salazar Campos, Edwin Jesús



Foto 18: Muestras de madera, luego de haber sido ensayadas por corte paralela a la fibra

Anexo 7: Planos



PUERTAS					
CODIGO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	TIPO	UBICACION
P-1	0.90	2.30	---	BATIENTE	INGRESO
P-2	0.90	2.30	---	BATIENTE	DORMITORIO
P-3	0.70	2.30	---	BATIENTE	SS.HH.

VENTANAS					
CODIGO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	TIPO	UBICACION
V-1	1.00	1.20	1.30	CORREDIZA	SALA
V-2	1.00	1.20	1.30	CORREDIZA	DORMITORIO
V-3	0.60	0.30	2.30	CORREDIZA	SS.HH.

AREA TECHADA= 37.00 m2
 AREA CONSTRUIDA= 37.00 m2

PLANTA PRIMER NIVEL

Esc. 1/75

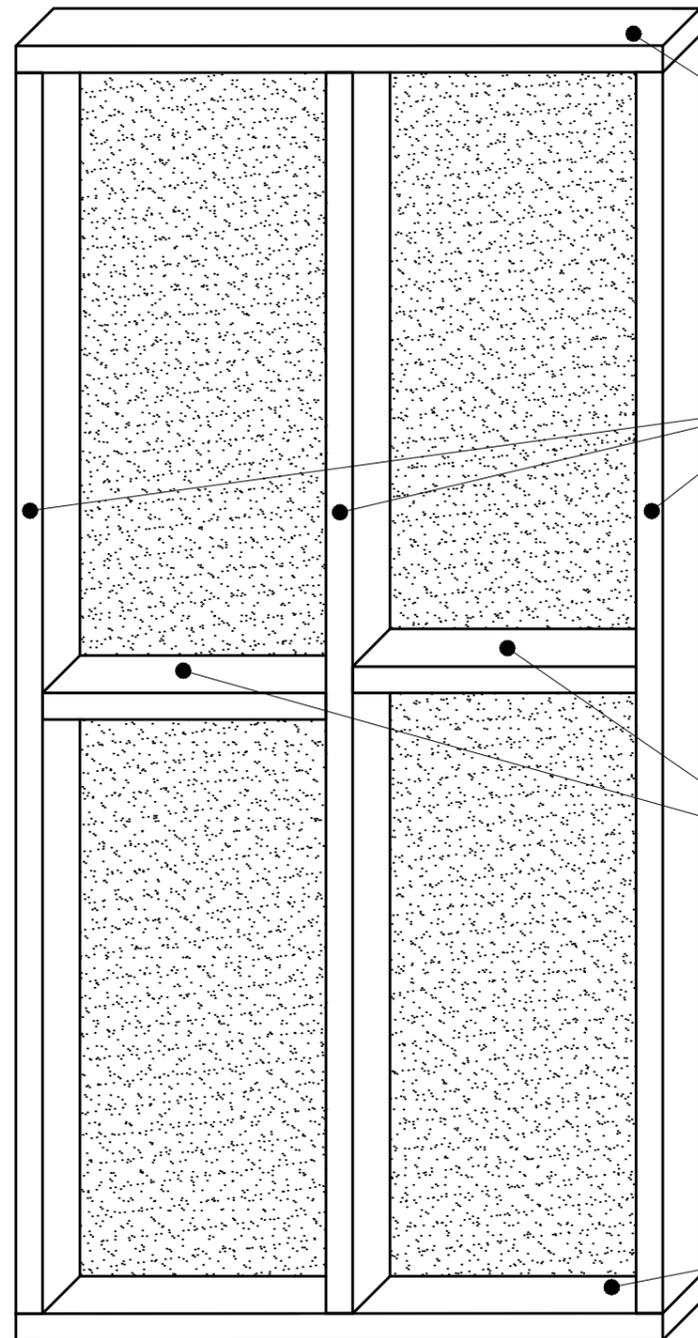
	TEMA DE TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ			ESCALA: 1/75
	PRESENTADA POR: CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS			
UNIVERSIDAD: SAN MARTIN DE PORRES	UBICACIÓN VIVIENDA: AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO MZ. A' LOTE 9			LÁMINA: <h1>A-1</h1>
CONCEPTO: TESIS PROFESIONAL	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PROVINCIA: CHICLAYO	DISTRITO: CHICLAYO	
				LIMA - PERÚ 2018

DETALLE DE PANELES CON MADERA Y FIBROCEMENTO

S/E

DETALLE DE ALIGERADO DE MADERA

S/E



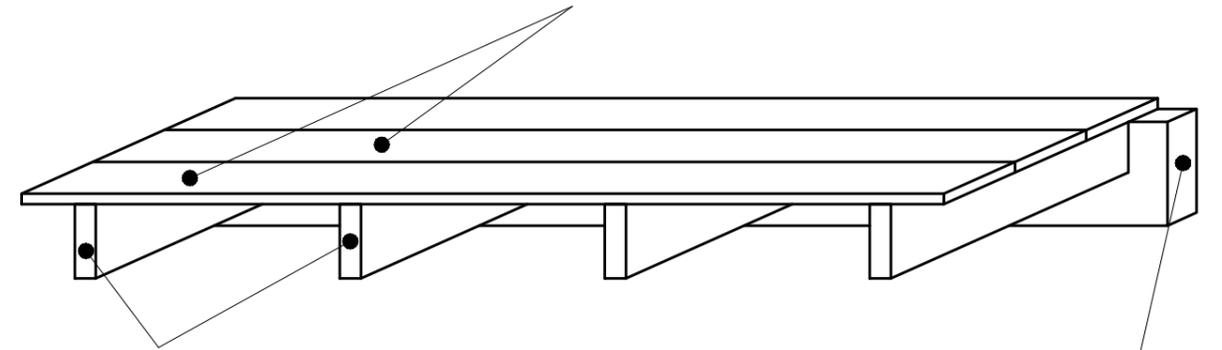
SOLERA SUPERIOR
2"x4"

PARANTES 2"x4"

ARRIOSTRES
2"x4"

SOLERA INFERIOR
2"x4"

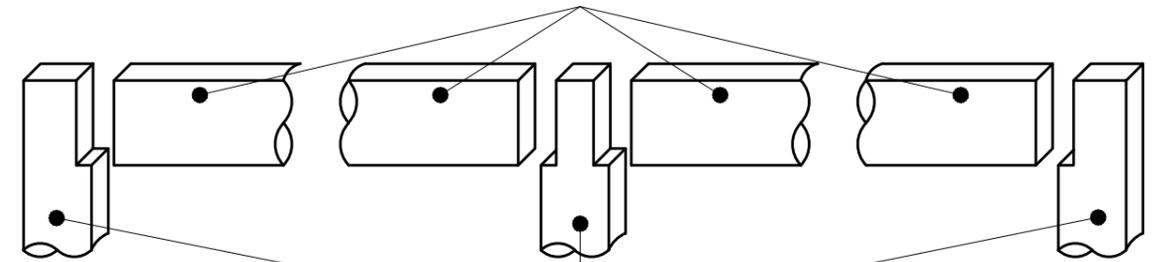
ENTABLADO DE 1" x 12"



V.S. 2" x 7"
@ 0.50 m

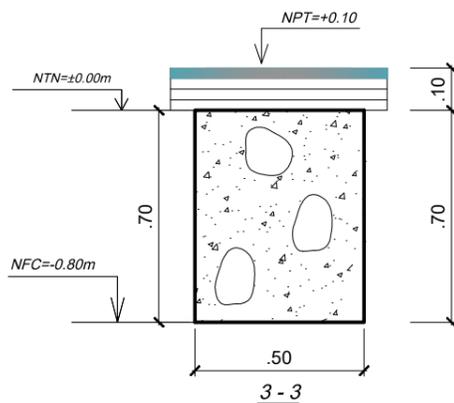
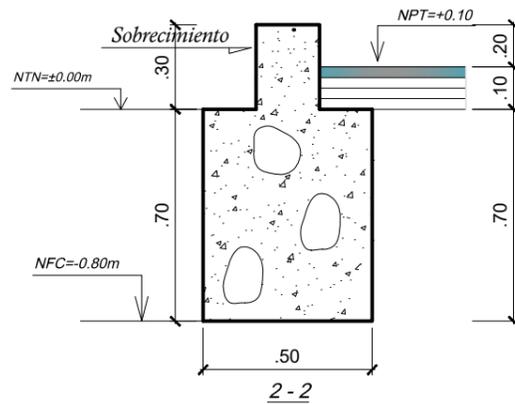
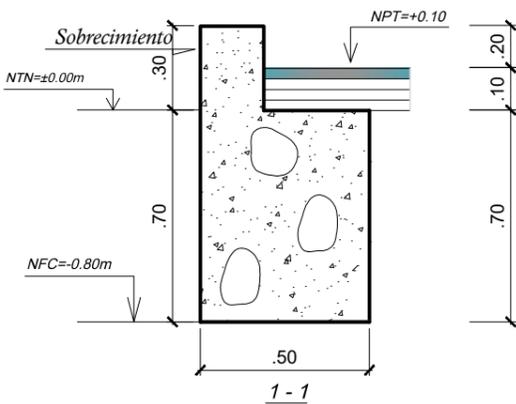
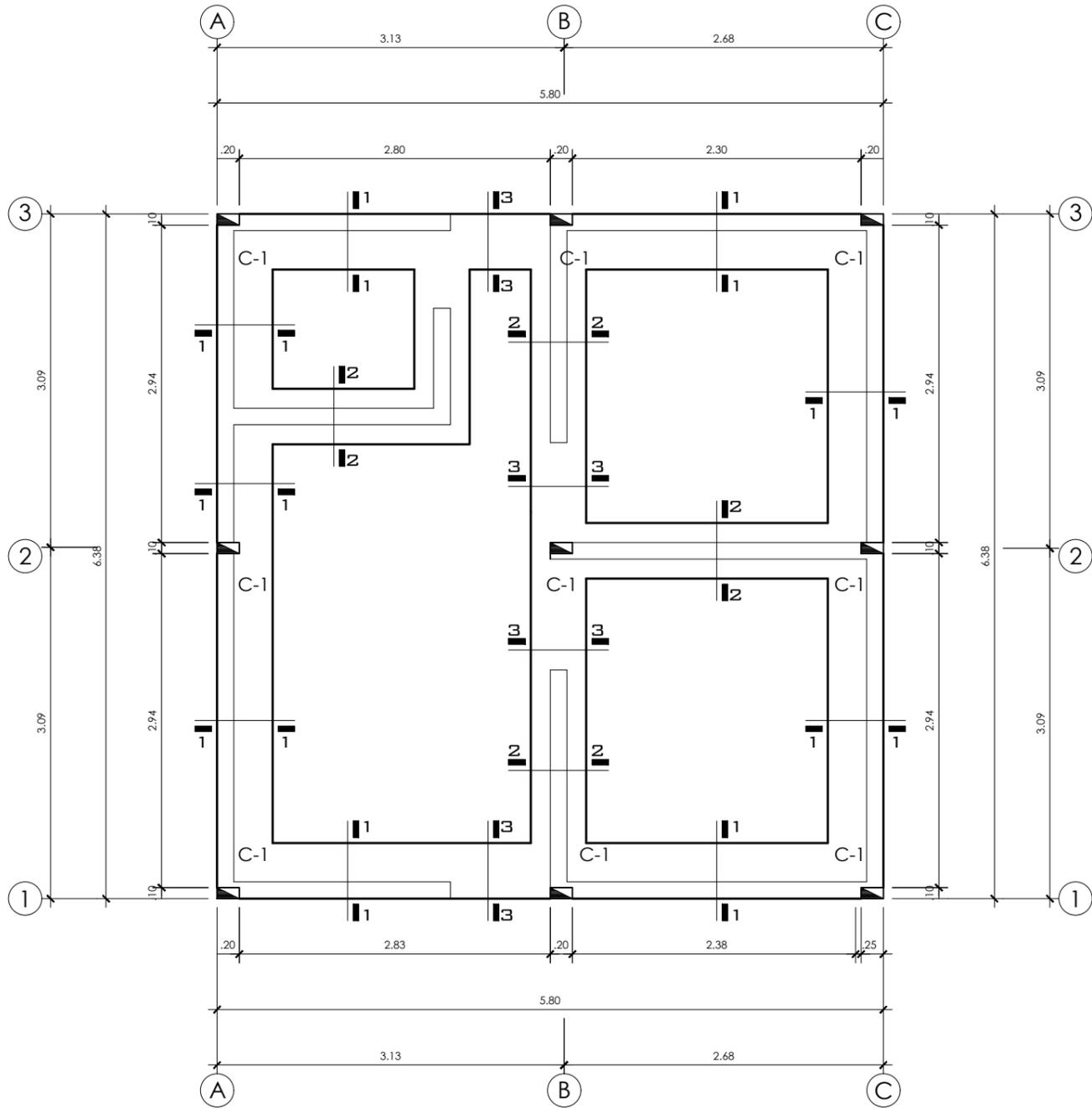
V.P. 4" x 10"

VIGA PRINCIPAL
4"x10"



COLUMNAS
4"x8"

	TEMA DE TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ		
	PRESENTADA POR: CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS		
UNIVERSIDAD: SAN MARTIN DE PORRES	UBICACIÓN VIVIENDA: AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO MZ. A' LOTE 9	LÁMINA: A-2	
CONCEPTO: TESIS PROFESIONAL	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PROVINCIA: CHICLAYO	ESCALA: 1/75
		DISTRITO: CHICLAYO	LIMA - PERÚ 2018



CUADRO DE COLUMNAS

	COLUMNAS 4" X 8" ESC: 1/25
--	-------------------------------

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO

CIMENTOS CORRIDOS: Cemento:hormigon - 1:10 + 30% Piedra grande 6" máx.

CEMENTO EN CIMENTACIÓN: PORTLAND TIPO I o MS
MADERA EN SUPERESTRUCTURA: CAPIRONA, GRUPO B

-RECUBRIMIENTO DE PALENES: **FIBROCEMENTO**
4 mm
L x A
244cm x 122cm

MAMPOSTERIA

MUROS TABIQUERIA **MADERA CAPIRONA**
JUNTAS ENTRE PANELES 0.5 cm

CALIDAD **SOBRECARGAS**
1º Techo: 200 kg/m²

CARGAS
OTRAS CARGAS
Conforme a la Norma E020 del R.N.E.

CIMENTACIÓN

Esc. 1/75



TEMA DE TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ

PRESENTADA POR: CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE
SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS
UBICACIÓN VIVIENDA: AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO
MZ. A' LOTE 9

UNIVERSIDAD: SAN MARTIN DE PORRES

PLANO: ESTRUCTURAS

ESCALA: 1/75

CONCEPTO: TESIS PROFESIONAL

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

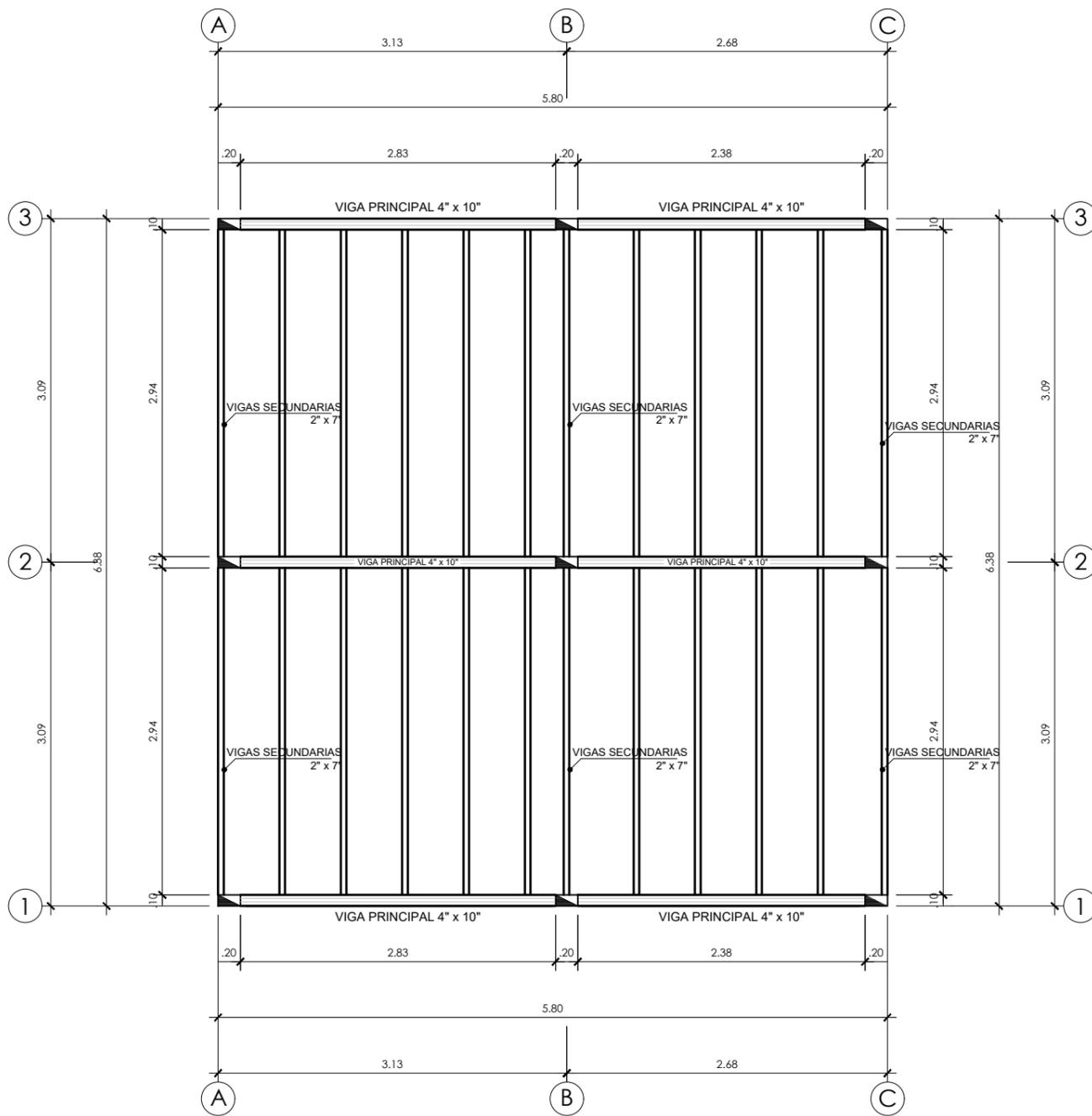
PROVINCIA: CHICLAYO

DISTRITO: CHICLAYO

LÁMBDA:

E-1

LIMA - PERÚ
2018



CUADRO DE VIGAS

 V-P	VIGAS 4" X 10" ESC: 1/25
 V-S	VIGAS 2" X 7" ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO $F_c=210\text{Kg/cm}^2$
 TERRENO $T=0.87\text{Kg/cm}^2$ (segun estudio de suelos)
 CONCRETO CICLOPEO
 CIMENTO $F_c=C/H$ 1:10+30%PG Tamaño Maximo 6"
 SOBRECIMIENTO $F_c=C/H$ 1:8+25%PM Tamaño Maximo 3"
 SOBRECARGAS (S/C)
 SERVICIO =200Kg/m²
 MUROS DE TABIQUERIA SERAN LEVANTADOS CON PANELES
 COMPUESTOS DE LISTONES DE MADERA DE 2" x 4"
 Y CON PANELES DE FIBROCEMENTO DE 4mm DE ESPESOR
 NOTA: CIMENTACION DISEÑADA PARA SOPORTAR SOLO 2 PISOS

ALIGERADO
Esc. 1/75



UNIVERSIDAD:
SAN MARTIN DE PORRES

TEMA DE TESIS:
ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ

PRESENTADA POR:
CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE
SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS

UBICACIÓN VIVIENDA:
AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO
MZ. A' LOTE 9

DEPARTAMENTO:
LAMBAYEQUE

PROVINCIA:
CHICLAYO

DISTRITO:
CHICLAYO

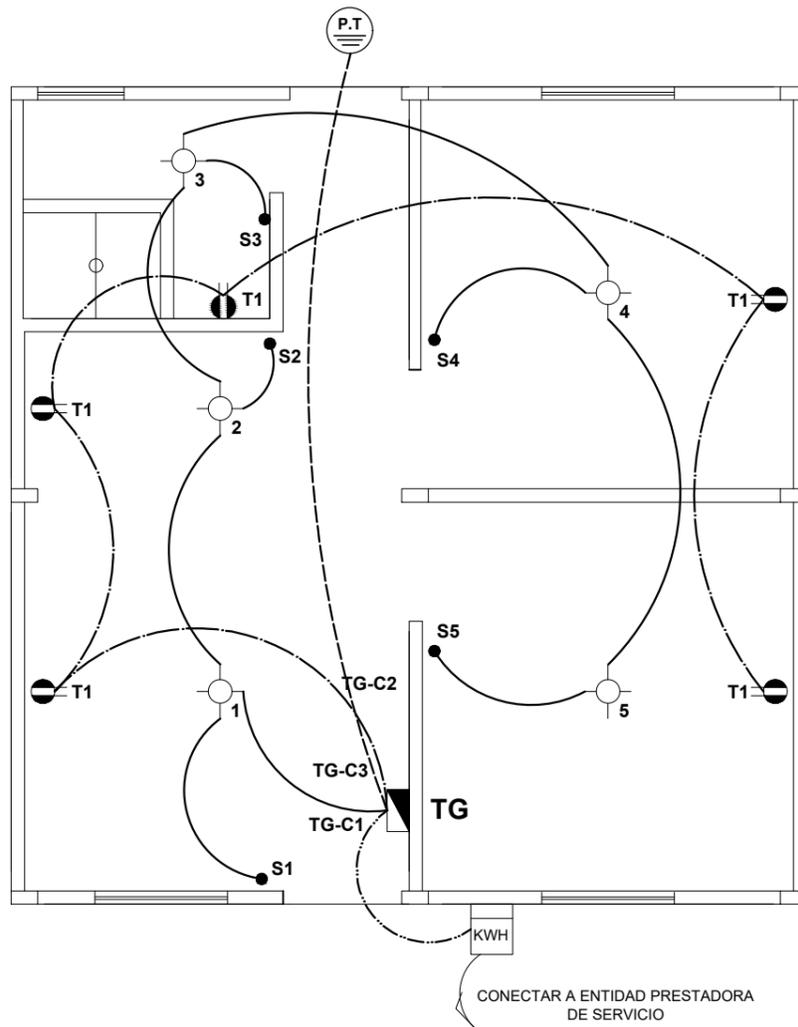
PLANO:
ESTRUCTURAS

ESCALA:
1/75

LÁMINA:

E-2

LIMA - PERÚ
2018



DETALLE POZO DE TIERRA PROYECTADO

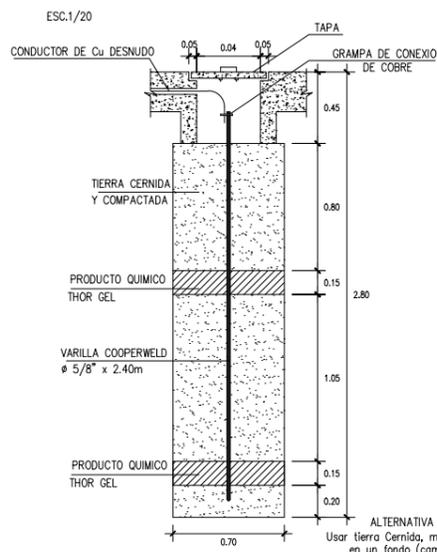
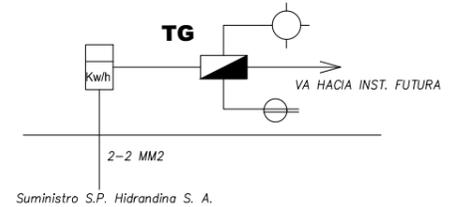
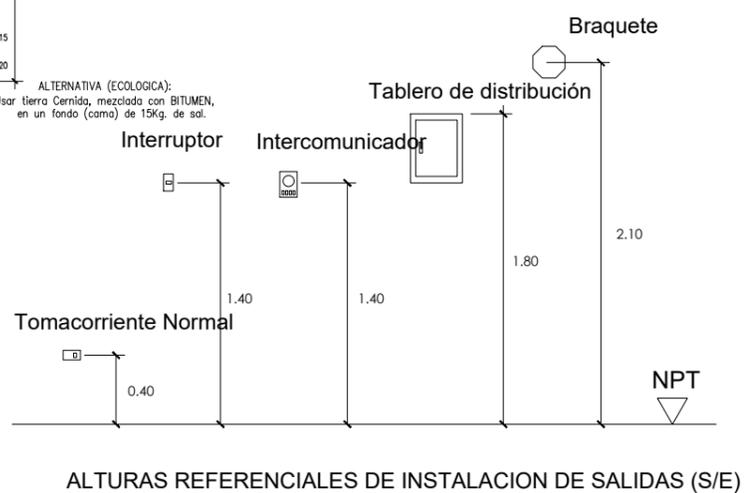
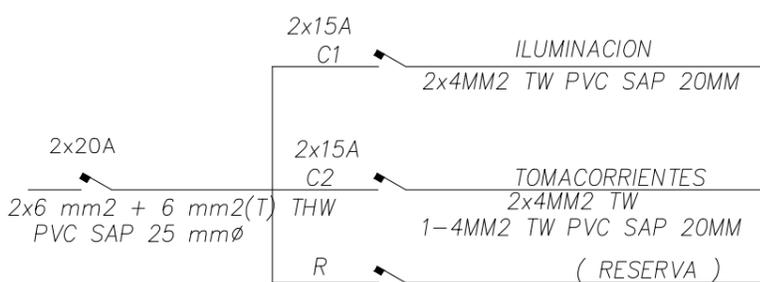


DIAGRAMA DE MONTANTES



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION CON PUERTA Y CHAPA
	CAJA DE PASO OCTOGONAL
	"n" INDICA EL NUMERO DE CONDUCTORES
	CABLE ALIMENTADOR PRINCIPAL
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	MEDIDOR
	TOMACORRIENTE MONOFASICO CON TOMA DE TIERRA, SIMPLE (0.40)
	Braquete - Pared
	CENTRO DE LUZ
	SALIDA PARA POZO PUESTA A TIERRA

DIAGRAMA UNIFILAR



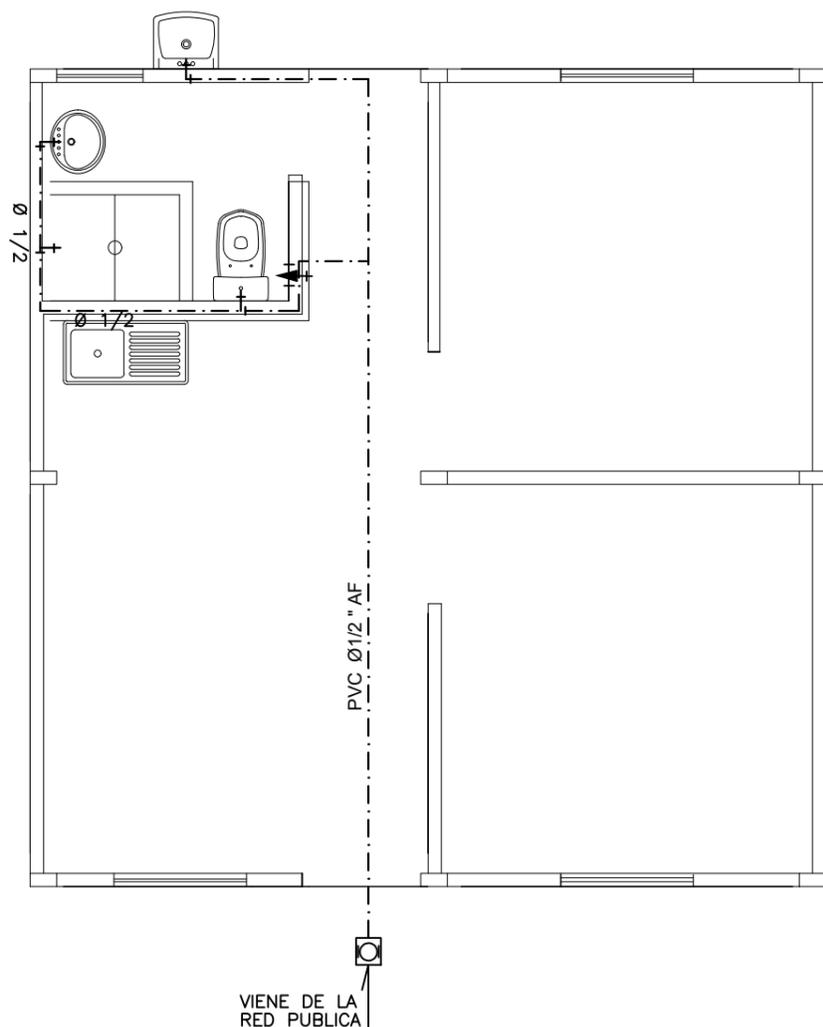
ALTURAS REFERENCIALES DE INSTALACION DE SALIDAS (S/E)

DESCRIPCION	USO	AREA (m²)	C.U. (w/m²)	F.D. (%)	C. INSTAL (w)	DEM. MAX. (w)	In (Amp)	If (Amp)	Alimentador
TG	Alumbrado	35.00	100	75	3500.00	2625.00	13.25	19.90	2x14 mm² TW PVC-SAP 20 mmØ
	Tomacorrientes	24.7	162	35	4001.40	1400.10	7.07	10.60	2x14 mm² TW PVC-SAP 20 mmØ
	Demanda Alimentador TG					4025.10	20.32	30.48	2x12 mm² THW PVC-SAP 25 mmØ

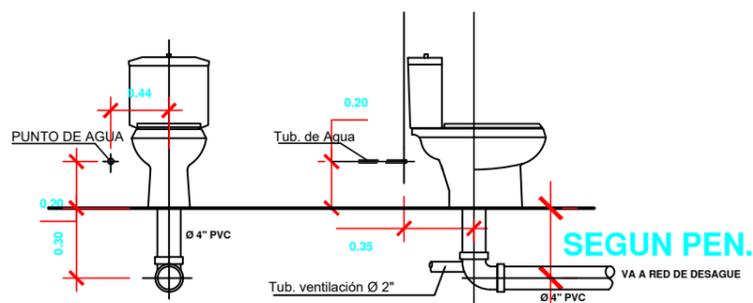
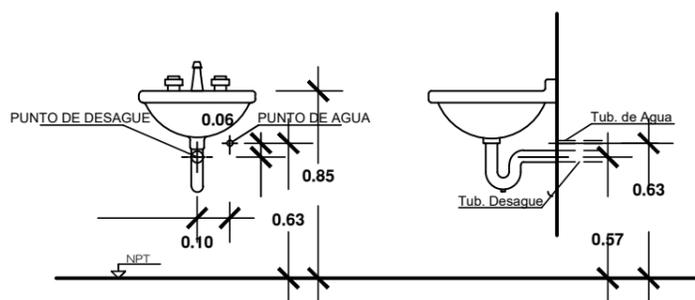
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Esc. 1/75

	TEMA DE TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ		
	PRESENTADA POR: CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS		
UBICACIÓN VIVIENDA: AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO MZ. A' LOTE 9	PLANO: INSTALACIONES ELECTRICAS		ESCALA: 1/75
UNIVERSIDAD: SAN MARTIN DE PORRES	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PROVINCIA: CHICLAYO	DISTRITO: CHICLAYO
CONCEPTO: TESIS PROFESIONAL	LÁMINA: IE-1 LIMA - PERÚ 2018		



LEYENDA	
DESAGUE	
SIMBOLOS	DESCRIPCION
	TUBERIA DE DESAGUE Ø4
	TUBERIA DE VENTILACION Ø2
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°
	"Y" SANITARIA SIMPLE
	TRAMPA "P"
	REG.ROSC. BRONCE DE PISO
	SUMIDERO Ø2"
	CAJA



DETALLE DE PUNTOS DE AGUA Y DESAGUE

s/e

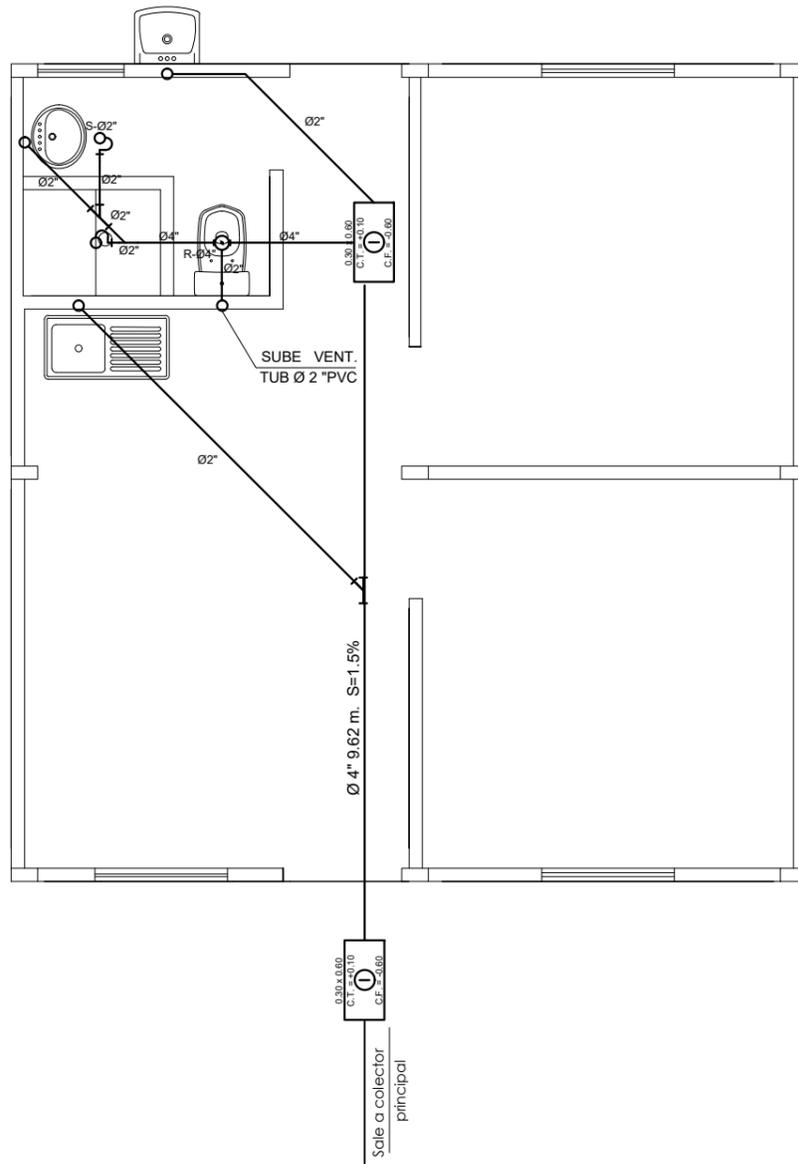
ESPECIFICACIONES GENERALES AGUA Y DESAGUE

- Todas las instalaciones sanitarias inician desde el limite de propiedad con la via publica, todas las redes interiores de agua fria serán con tuberia PVC , con diámetro segun lo indican los planos.
- Las tuberias de agua cuyo diámetro no se indica serán de diámetro de 1/2"
- La red de desague y ventilación, con tuberia de PVC con diámetro de 4" y 2", segun los planos.
- La pendiente mínima de la tuberia del desague es S= 1% salvo indicaciones.
- Los registros roscados y sumideros son de bronce, acabado cromado.

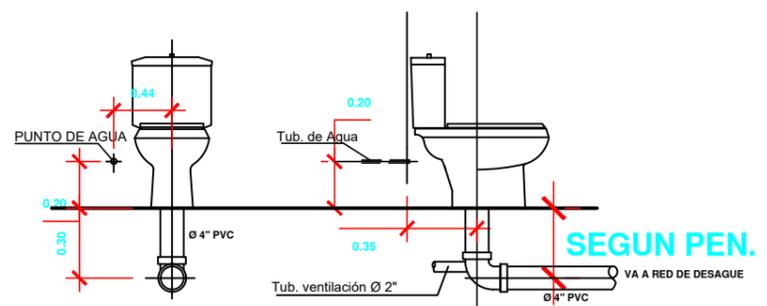
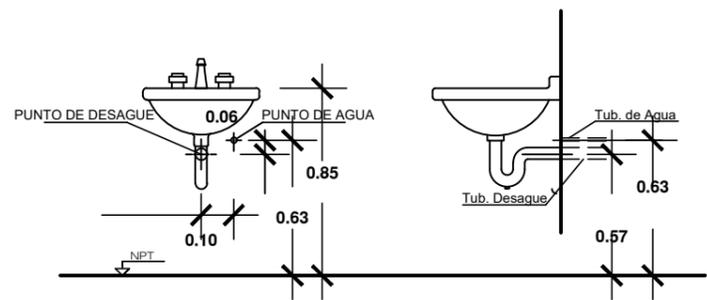
INST. SANITARIAS - AGUA

Esc. 1/75

	TEMA DE TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ		
	PRESENTADA POR: CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS		
UBICACIÓN VIVIENDA: AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO MZ. A' LOTE 9	PLANO: INSTALACIONES SANITARIAS		ESCALA: 1/75
UNIVERSIDAD: SAN MARTIN DE PORRES	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PROVINCIA: CHICLAYO	DISTRITO: CHICLAYO
CONCEPITO: TESIS PROFESIONAL	LÁMBDA: IS-1 LIMA - PERÚ 2018		



LEYENDA	
DESAGUE	
SIMBOLOS	DESCRIPCION
	TUBERIA DE DESAGUE Ø4
	TUBERIA DE VENTILACION Ø2
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°
	"Y" SANITARIA SIMPLE
	TRAMPA "P"
	REG.ROSC. BRONCE DE PISO
	SUMIDERO Ø2"
	CAJA



DETALLE DE PUNTOS DE AGUA Y DESAGUE

s/e

ESPECIFICACIONES GENERALES AGUA Y DESAGUE

- 1.-Todas las instalaciones sanitarias inician desde el limite de propiedad con la via publica, todas las redes interiores de agua fria serán con tuberia PVC , con diámetro segun lo indican los planos.
- 2.-Las tuberias de agua cuyo diámetro no se indica serán de diámetro de 1/2"
- 3.-La red de desague y ventilación, con tuberia de PVC con diámetro de 4" y 2", segun los planos.
- 4.-La pendiente mínima de la tuberia del desague es S= 1% salvo indicaciones.
- 5.-Los registros roscados y sumideros son de bronce, acabado cromado.

INST. SANITARIAS - DESAGUE

Esc. 1/75

	TEMA DE TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL NOBLE Y MADERA CAPIRONA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL MÓDULO DE VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CHICLAYO - PERÚ		
	PRESENTADA POR: CHAVEZ ALVITEZ, IVAN ENRIQUE SALAZAR CAMPOS, EDWIN JESÚS		
UNIVERSIDAD: SAN MARTIN DE PORRES	UBICACIÓN VIVIENDA: AA.HH. / PP.JJ. ARTURO PASTOR BOGGIANO MZ. A' LOTE 9		LÁMBDA: IS-2
PLANO: INSTALACIONES SANITARIAS	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	PROVINCIA: CHICLAYO	ESCALA: 1/75
CONCEPITO: TESIS PROFESIONAL	DISTRICTO: CHICLAYO	LIMA - PERÚ 2018	