



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del comportamiento estructural de la madera
tornillo dependiendo del contenido de humedad – Chiclayo.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

BACH. Vásquez Bernal, Anthony Kley (ORCID: 0000-0001-6634-5659)

ASESOR:

MS. ING. Aybar Arriola Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por siempre estar conmigo y guiándome en el camino que voy, protegiéndome y dándome la fortaleza de seguir adelante.

Agradecer a mis padres Jorge y Yakkellyy por siempre contar con ellos, por toda la fe y dedicación que han puesto en mí, desde muy pequeño brindándome la formación tanto educativa como espiritual, guiándome por un camino de bien.

A mis hermanos José, Jesús y Celeste por darme ánimos en seguir adelante en momentos difíciles de mi vida.

Anthony Kley Vásquez Bernal

AGRADECIMIENTO

De manera especial a mis padres por todo su apoyo en el transcurso de mi carrera en la universidad.

A mi asesor y maestro el Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo por brindarme todo su apoyo en el desarrollo de mi tesis, siempre pendiente de mis avances, su preocupación por formar buenos profesionales.

Finalmente agradezco a toda aquella persona que lea mi tesis, donde le brindo mis experiencias, investigaciones y conocimientos para así incurrir algo más en sus conocimientos.

Anthony Kley Vásquez Bernal

ÍNDICE	
CARÁTULA	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	33
3.1 Tipo y Diseño de investigación	33
3.2 Variables y Operacionalización	34
3.3 Población, Muestra y Muestreo	34
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad.	38
3.5 Procedimientos	39
3.6 Método de Análisis de Datos	43
3.7 Aspectos Éticos	48
IV. RESULTADOS	49
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXO 01: Operacionalización de variables	67
ANEXO 02: Matriz de Consistencia	68
ANEXO 03: Tablas	69
ANEXO 04: Panel Fotografió	83
ANEXO 05: Validez por Expertos	95
ANEXO 06: Ensayos de Laboratorio	96
ÍNDICE DE TABLAS	
Tabla N° 01: POBLACIÓN MUESTRAL PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA	69
Tabla N° 02: POBLACIÓN MUESTRAL PARA ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA	69

Tabla N° 03: POBLACIÓN MUESTRAL PARA ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA	70
Tabla N° 10: CODIFICACIÓN DE PROBETAS	70
Tabla N° 11: CONTENIDO DE HUMEDAD TOMADO ELECTRÓNICAMENTE POR HIGRÓMETRO	71
Tabla N° 12: CARACTERÍSTICAS DE LAS PROBETAS DE MADERA CEDRELINGA CATENAEFORMIS PARA ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA	72
Tabla N° 13: APLICACIÓN DE FUERZA A LAS PROBETAS DE FLEXIÓN ESTÁTICA	73
Tabla N° 14: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	74
Tabla N° 15: CONTENIDO DE HUMEDAD TOMADO ELECTRÓNICAMENTE POR HIGRÓMETRO	75
Tabla N° 16: CARACTERÍSTICAS DE LAS PROBETAS DE MADERA CEDRELINGA CATENAEFORMIS PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA	76
Tabla N° 17: APLICACIÓN DE FUERZA A LAS PROBETAS DE COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA	77
Tabla N° 18: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA	78
Tabla N° 19: CONTENIDO DE HUMEDAD TOMADO ELECTRÓNICAMENTE POR HIGRÓMETRO	79
Tabla N° 20: CARACTERÍSTICAS DE LAS PROBETAS DE MADERA CEDRELINGA CATENAEFORMIS PARA ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA	80
Tabla N° 21: APLICACIÓN DE FUERZA A LAS PROBETAS DE TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA	81
Tabla N° 22: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	82
Tabla N° 23: RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS PROBETAS DE MADERA CEDRELINGA CATENAEFORMIS	50
Tabla N° 24: RESULTADO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA	51
Tabla N° 25: RESULTADO DE ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA A LA	

FIBRA	53
Tabla N° 26: RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS REALIZADOS A CADA PROBETA DE MADERA CEDRELINGA CATENAEFORMIS	54
Tabla N° 27: Relación del contenido de Humedad y el Módulo de Elasticidad	56
Tabla N° 28: Relación del Contenido de Humedad y Tensión de Rotura	57

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura N° 01: Producción de madera por especie de mayor producción (m3), año 2017	15
Figura N° 02: Bosques naturales en el Perú	16
Figura N° 03: Pérdida de bosques	16
Figura N° 04: Departamentos con mayor pérdida de bosques	17
Figura N° 05: Intensidad de la Deforestación por Distritos. Periodo 2011-2013	17
Figura N° 06: Partes del tronco	18
Figura N° 07: Propiedades tecnológicas del tonillo	19
Figura N° 08: Diagrama de rangos de humedad	20
Figura N° 09: Control de humedad	20
Figura N° 10: Balanza electrónica y estufa	21
Figura N° 11: Fórmula contenido de humedad	21
Figura N° 12: Método gravimétrico	22
Figura N° 13: Métodos eléctricos	22
Figura N° 14: Secados al aire o natural	23
Figura N° 15: Secados artificial	24
Figura N° 16: Secado químico	24
Figura N° 17: Secado al vacío	25
Figura N° 18: Secado con solventes	25
Figura N° 19: Secado con prensa	26
Figura N° 20: Secado por rayos infrarrojos	26
Figura N° 21: Acanaladura	27
Figura N° 22: Grieta y hendiduras	28
Figura N° 23: Encorvadura	28

Figura N° 24: Torcedura	28
Figura N° 25: Probeta con sus dimensiones	29
Figura N° 26: Ensayo de comprensión	29
Figura N° 27: Ensayo de resistencia a corte paralela	30
Figura N° 28: Ensayo de resistencia a corte paralela	30
Figura N° 29: Resistencia de la madera frente a diferentes situaciones de esfuerzo	31
Figura N° 30: Ensayo tracción perpendicular	31
Figura N° 31: Ensayo de flexión – utilizando la probeta	32
Figura N° 32: Ensayo de flexión – diferentes fallas en la probeta	32
Figura N° 33: Especificaciones de probeta de ensayo de comprensión	35
Figura N° 34: Especificaciones de probeta de ensayo de flexión estática	35
Figura N° 35: Especificaciones de probeta de ensayo de tracción paralela	36
Figura N° 36: ASERRADERO DE MADERA	83
Figura N° 37: Tamaños Normados de las Probetas	83
Figura N° 38: Proceso de Saturación de Probetas	84
Figura N° 39: Medición de Porcentaje de Humedad	84
Figura N° 40: Probetas según la norma para Ensayos de Flexión Estática	85
Figura N° 41: Saturación de Probetas para Ensayos de Flexión Estática	85
Figura N° 42: Probetas puestas a secar en Horno para Ensayos de Flexión Estática	86
Figura N° 43: Registro de Peso de las diferentes probetas	86
Figura N° 44: Toma de lectura electrónica del contenido de humedad	87
Figura N° 45: Ensayo de Flexión Estática	87
Figura N° 46: Aplicación de Fuerza Constante	88
Figura N° 47: Deflexión y falla producida por la probeta	88
Figura N° 48: Probetas según la norma para Ensayos de Compresión Paralela a la Fibra	89
Figura N° 49: Saturación de Probetas para Ensayos de Compresión Paralela a la Fibra	89

Figura N° 50: Probetas puestas a secar en Horno para Ensayos de Compresión Paralela a la Fibra	90
Figura N° 51: Registro de Peso de las diferentes probetas	90
Figura N° 52: Toma de lectura electrónica del contenido de humedad	91
Figura N° 53: Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra	91
Figura N° 54: Aplicación de Fuerza Constante	92
Figura N° 55: Probetas según la norma para Ensayos de Tracción Paralela a la Fibra	92
Figura N° 56: Saturación de Probetas para Ensayos de Tracción Paralela a la Fibra	93
Figura N° 57: Probetas puestas a secar en Horno para Ensayos de Tracción Paralela a la Fibra	93
Figura N° 58: Registro de Peso de las diferentes probetas	94
Figura N° 59: Toma de lectura electrónica del contenido de humedad	94
Figura N° 60: Contenido de Humedad y Resistencia a la Flexión	51
Figura N° 61: Contenido de Humedad y Compresión Paralela a la Fibra	52
Figura N° 62: Contenido de Humedad y Tracción Paralela a la Fibra	54
Figura N° 63: Resultado de los ensayos mecánicos a la madera Cedrelinga catenaeformis	55
Figura N° 64: Contenido de Humedad en Relación a la Resistencia de la Madera	60

RESUMEN

El proyecto de investigación titulado “Evaluación del comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo de su contenido de humedad, se realizó en la ciudad de Chiclayo, donde se realizaron análisis para determinar la humedad de la madera, al mismo tiempo se realizó en el laboratorio ensayos de tracción, compresión y flexión para diferentes contenidos de humedad, tomando datos y poder determinar en qué porcentaje de humedad la madera tornillo se comporta estructuralmente en forma óptimo.

Dichos ensayos se realizaron en un laboratorio de calidad pese a los inconvenientes de la pandemia que afecta mundialmente. La toma de datos se hizo en muestras inalteradas, las muestras fueron acondicionadas para obtener resultados favorables, primando la ética profesional, valores y el buen juicio crítico para la toma de datos y el procesamiento., siempre proyectándose en el bienestar de la población y generar conocimiento para mejorar ciertas actividades.

Palabras Clave: tracción, compresión, flexión, madera tornillo, comportamiento estructural y humedad

ABSTRACT

The research project entitled "Evaluation of the structural behavior of screw wood depending on its moisture content, was carried out in the city of Chiclayo, where analyzes were carried out to determine the humidity of the wood, at the same time tests were carried out in the laboratory of traction, compression and bending for different moisture content, taking data and being able to determine in what percentage of moisture the screw wood behaves structurally in an optimal way.

These tests were carried out in a quality laboratory despite the drawbacks of the pandemic that affects the world. The data collection was done in unaltered samples, the samples were conditioned to obtain favorable results, prioritizing professional ethics, values and good critical judgment for data collection and processing, always projecting itself on the welfare of the population and generating knowledge to improve certain activities.

Keywords: traction, compression, bending, screw wood, structural behavior and humidity

I. INTRODUCCIÓN

En el territorio peruano se tiene unas de las riquezas con la mayor diversidad de flora y fauna silvestre y su mayor concentración se encuentra ubicado en la Región Amazónica, su fuente de producción es netamente de la madera, pero lamentablemente no existe un control correcto de esta actividad y así mismo para dar un desarrollo social y sostenido.

En los mercados de la madera las especificaciones son muy estrictas y tajantes en cuanto de control de calidad y normas ya que los problemas que se presentan con más frecuencia son el manchado, las grietas, rajaduras y las superficies lanosas.

Las personas sin capacitación encargadas en la productividad de tala de árboles, no saben qué tipo de tierra es adherente a un árbol desde su plantación y así sucesivamente hacia su producto final, las plagas que afectan seriamente el crecimiento o siglo de vida y no dar el cuidado correspondiente al árbol; son factores que harán que se obtenga un buen producto o no. (Ver Figura N°01 en ANEXO)

Lo más primordial y esencial es que la norma de calidad deber ser entendible hacia las personas directas de su fabricación y control de calidad, es indispensable que las normas de calidad tienen que estar validadas por una área o departamento profesional y/o técnico así mismo verificado por el mercado consumidor “clientes” que no consume directamente de la planta sino por segundos distribuidores.

El personal calificado de inspección tiene que ver los detalles del producto en todas las facetas de la producción. En la construcción se emplea la madera como un insumo importante, donde es necesario saber el comportamiento estructural, en este caso de la madera tornillo.

Entonces surge la necesidad de formular el problema de investigación: ¿Cómo se comporta estructuralmente la madera tornillo, dependiendo de su humedad adquirida en un aserradero en la Provincia de Chiclayo?

Ante el problema de la investigación surgen los siguientes problemas específicos: ¿Qué porcentaje de humedad en la madera tornillo tendrá efecto positivo en el comportamiento estructural?, ¿Qué porcentaje de humedad en la madera tornillo tendrá efecto negativo en el comportamiento estructural? y ¿Cuál es el contenido

de humedad óptimo en la madera tornillo para el uso estructural?

La presente tesis se enfocará socialmente para que las personas tengan un mejor conocimiento de las características y propiedades de la madera Tornillo, ya que beneficiara a la población al ser esta madera una de las mejores en el uso estructural. También serán beneficiados todo aquel investigador que busquen una mejor comprensión del comportamiento estructural de la madera dependiendo al contenido de humedad que esta cuenta.

El objetivo será evaluar el comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo a su contenido de humedad obtenido en un aserradero de Chiclayo. Del objetivo principal se derivan los siguientes objetivos específicos: Como objetivo Específico N° 1: Evaluar el porcentaje de humedad mínimo en la madera tornillo, para determinar el comportamiento estructural. Como objetivo Específico N° 2: Evaluar el porcentaje de humedad máxima en la madera tornillo, para determinar el comportamiento estructural. Como objetivo Específico N° 3: Evaluar el contenido de humedad óptimo en la madera tornillo para el uso estructural.

En esta investigación surge la hipótesis: La cantidad de humedad de la madera de tornillo, tiene efectos negativos y positivos en el comportamiento estructural.

La hipótesis principal genera las siguientes hipótesis específicas: Como primera hipótesis específica tenemos la cantidad de humedad mínima en la madera tornillo, tiene efecto negativo en el comportamiento estructural. Como segunda hipótesis específica tenemos la cantidad de humedad máxima en la madera tornillo, tiene efecto positivo en el comportamiento estructural. Y como tercera hipótesis específica tenemos evaluar la cantidad de humedad de la madera tornillo, le dará una humedad óptima para el uso estructural.

II. MARCO TEÓRICO.

A continuación tenemos como antecedente internacional a Mata J. (2011, p. 4), En su tesis: “INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DE LA MADERA EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PINO SILVESTRE MEDIANTE TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS” de la Universidad Politécnica de Madrid sostiene su tesis que, - Estudia la influencia que tiene el contenido de humedad de la madera en la evaluación de sus propiedades mecánicas mediante ensayos no destructivos (END), llevados a cabo mediante métodos acústicos y análisis de vibración, analizando y comparando los valores obtenidos. Actualmente, las técnicas no destructivas son métodos muy usados en la evaluación de materiales maderables.

También tenemos a Campos A. (2015, p. 21) En su tesis: “DETERMINACION DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE Pinus Maximino H. E. Moore; COBÁN, ALTA VERAPAZ” de la Universidad Rafael Landívar - Guatemala sostiene su tesis que, - El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con parcelas divididas, con dos factores y cinco repeticiones. Las variables de respuesta fueron: proporción albura – duramen, porcentaje de inclinación de la fibra, densidad, contracción dimensional y volumétrica, esfuerzo de compresión paralela y perpendicular a la fibra, flexión estática, dureza, esfuerzo de corte y resistencia a la extracción de clavos. Según los resultados obtenidos en este estudio, se clasificó la madera de raleo y de corta final por sus propiedades físicas y mecánicas, proponiendo posibles usos para la madera de Pinus Maximino H. E. Moore. Se concluye que la madera proveniente del duramen y la albura no presentan el mismo comportamiento en sus propiedades en estado verde y en estado seco. Para obtener madera estructural se recomienda el desrame de los árboles, ya que, de esta forma, se garantiza la ausencia de nudos en la madera aserrada, pues éstos disminuyen la resistencia de la madera a los esfuerzos aplicados

En antecedentes nacionales tenemos a López J. (2011, p. 6) En su tesis:” ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA EN RELACIÓN AL CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LA APLICACIÓN EN ELEMENTOS SOMETIDOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN USANDO MADERA DE EUCALIPTO GLOBULUS DE LA PROVINCIA DE

ACOMAYO” de la Universidad Andina del Cusco sostiene su tesis que, - Da a conocer las características físico-mecánicas y la resistencia de la madera de Eucalipto Globulus de la provincia de Acomayo con contenidos diferentes de humedad, así mismo entender y verificar el comportamiento de la madera de Eucalipto Globulus con la variación de las humedades.

También tenemos a Ordoñez y Lugo (2016, p. 2) En su tesis:” ESTRUCTURAS DE MADERA APLICADAS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ” de la Universidad Andina del Cusco sostiene su tesis que, - se realizó ensayos mecánicos de flexión, resistencia a la compresión paralela y perpendicular a la fibra y resistencia al corte paralelo a la fibra aplicados a especímenes de madera (especie: Pino Radiata). Con estos resultados y evaluando el proceso de agrupamiento de la madera en el Perú, se verificó la posibilidad de clasificar esta especie en la NORMA E.010 MADERA. Los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas fueron comparados con las propiedades de especies nacionales con características similares. Esto con el fin de incentivar la promoción de nuevas especies diferentes a las actualmente comercializadas, lo que evitaría la extracción selectiva y la posible extinción de las más conocidas.

También a Hinostroza S. (2016, p. 5) En su tesis: “ANATOMÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE PRIMERA Y TERCERA CORTA DE EUCALYPTUS GLOBULUS LABILL HUANCHAR –CONCEPCIÓN” de la Universidad Nacional del Centro del Perú sostiene su tesis que, - El estudio anatómico se realizó de acuerdo a la Lista Estándar de la IAWA (1989) y COPANT: 30: 1-019, en tanto que para las propiedades físicas se basaron a las Normas Técnicas Peruanas: 251.010, 251.011 y 251.012. Entre los resultados tenemos que anatómicamente la madera de primera corta de Eucalyptus globulus Labill presento duramen de color marrón pálido y albura blanco; poros solitarios ovalados de diámetro 117,06 μm , En cuanto a las propiedades físicas presento: contenido de humedad 122,75 %; densidades: verde 1,06 gr/cm^3 , anhidra 0,63 gr/cm^3 .y básica 0,48 gr/cm^3 ; contracciones: longitudinal 0,19 %, radial 5,82 %, tangencial 15,40 %, volumétrica 21,32 % y la relación tang./rad.2,70. La madera de tercera corta de Eucalyptus globulus Labill presento duramen de color marrón pálido y albura marrón amarillento; poros solitarios

ovalados de diámetro 111,42 μm número promedio por mm^2 .

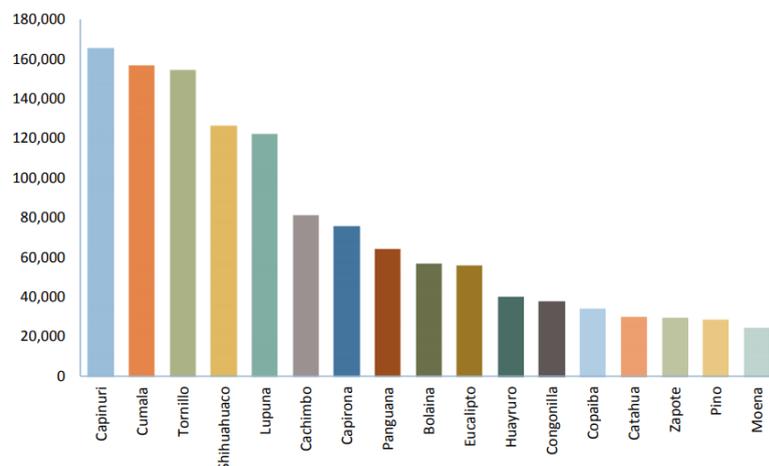
Tenemos la base teórica de algunos conceptos básicos para reafirmar el proyecto de investigación.

En la producción de la madera tenemos:

Los datos estadísticos, nos dan a entender que la mayor parte de la productividad de madera es destinada al uso de la construcción.

De esa manera, nos dice que los recursos forestales que son fuente renovable forman una parte esencial e importante a la economía y así mismo al desarrollo de la sociedad y al país. (Fuente – INEI)

Figura N° 01: Producción de madera por especie de mayor producción (m³), año 2017



Fuente: (INEI - 2017)

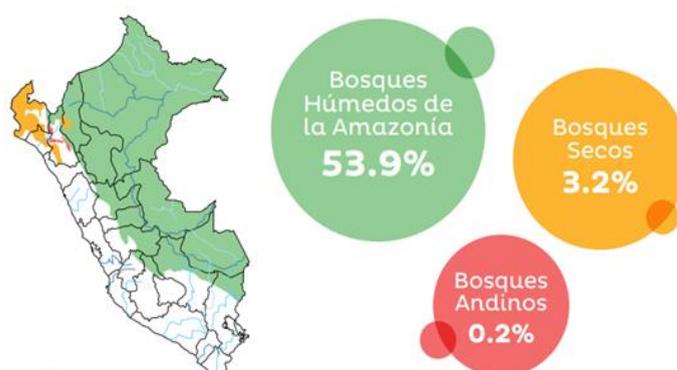
Aspectos Teóricos

La distribución de los bosques naturales del Perú nos dice que:

En todo el territorio peruano tiene un 60% cubiertos por bosques, es decir unos (73.3 millones de hectáreas), el país brasileño ocupa el primer lugar que tiene mayor extensión de bosques en América latina. Nuestro país se ubica en el segundo país de toda América latina que tiene la mayor amplitud de bosques tropicales.

El Perú tiene 17.78 millones de hectáreas destinados a la producción, solamente se ha asignado 7.4 millones de hectáreas para la conserva forestal. (Ministerio del Ambiente, 2017, p.22)

Figura N° 02: Bosques naturales en el Perú



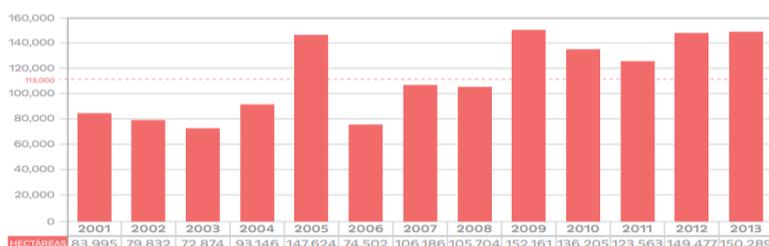
Fuente: (MINAM Y MINAGRI - 2013)

Sobre la deforestación en el Perú podemos ver que:

Es un tema muy preocupante e importante, porque crece de una manera acelerada por eso es muy complejo calcular las pérdidas globales de los bosques, no tenemos una indagación exacta en las regiones de Costa, Sierra y Selva.

El Perú a nivel internacional es galardonado como unos de los países con mayor cantidad de bosques, se ubica el cuarto puesto entre los países amazónicos. La deforestación es una preocupación que genera huellas irreversibles en las zonas afectadas por el consumo excesivo de la tala de árboles, el gobierno tiene la obligación de acabar la deforestación en el Perú. (Ministerio del Ambiente, 2015, p.20)

Figura N° 03: Perdida de bosques



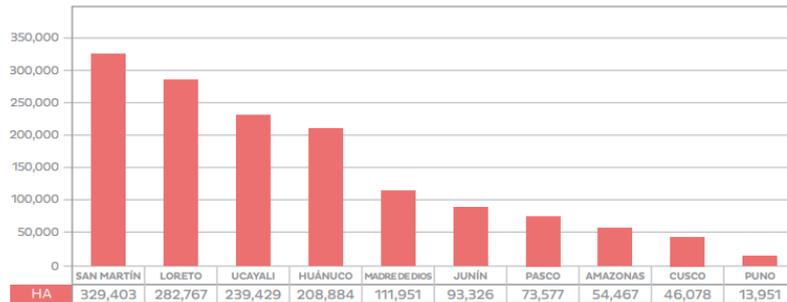
Fuente: (MINAM Y MINAGRI - 2014)

Ahora en la deforestación por departamentos con bosques húmedos amazónicos vemos que:

La deforestación a nivel de departamento del territorio peruano, nos enfocamos en los departamentos con más presencia de bosques Madre de Dios, Loreto, Huánuco

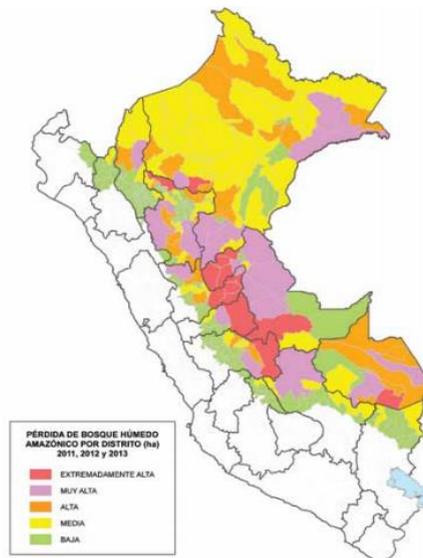
y San Martín, hay una presencia de deforestación de 79%, en los últimos años la deforestación se ha intensificado en la región de Ucayali. (Ministerio del Ambiente, 2015, p.20)

Figura N° 04: Departamentos con mayor pérdida de bosques



Fuente: (MINAM Y MINAGRI - 2014)

Figura N° 05: Intensidad de la Deforestación por Distritos. Periodo 2011-2013



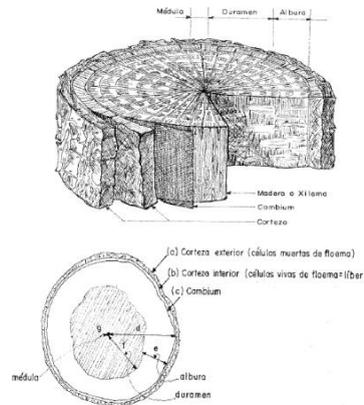
Fuente: (MINAM Y MINAGRI - 2014)

La madera Tornillo presenta las siguientes características:

Se encuentra ubicado en los departamentos de Cuzco, Iquitos y Huánuco, se ubica rápidamente en los bosques húmedo sub - tropical (bh-T). La madera tornillo es medianamente pesada, la madera es fácil de aserrar por su poca resistencia mecánica, tiene una buena trabajabilidad y da un acabado apropiado para la producción de piezas estructurales en el rubro de la construcción es decir de viviendas, ventanas y puertas. (Rojas, 2017, p.1)

Se caracteriza por ser un árbol recto y cilíndrico, tiene una altura máxima de 40 m. y una altura comercia de 25 m, se caracteriza por tener ramas gruesas, que forma una copa abierta, la corteza es rugosa, su corteza externa es de color pardo oscuro y su corteza interna es de color rosado, con textura fibrosa con sabor dulce. (Madexo, 2016, p.1).

Figura N° 06 Partes del tronco



Fuente: (Cámara Nacional Forestal, Perú, 2007)

Su clasificación sistemática nos dice que:

Tiene como nombre científico de (*Cedrelinga catenaeformis*) pertenece a la especie arbórea y así mismo a la familia de las leguminosas (*Fabaceae*). Se distribuye por los bosques de Sudamérica, su crecimiento es pausado y soporta bien las sequias. (Fuente - Wikipedia)

La floración se origina en los meses de agosto y diciembre, a principios de época lluviosa, la caída de sus frutos se da en el mes de febrero cuando es época de lluvia. (Evaluación económico de plantaciones de tornillo, 2009, p.20).

Sus características morfológicas podemos ver su:

Floración: Ocurre entre los meses de agosto y diciembre cuando ocurre la temporada de lluvia el mes más frecuente. (Instituto de investigaciones de la amazonia peruana, 2009, p.20).

Frutos: Las características de los frutos son: largos y membranosos, su tiempo de maduración es de 2 – 3 meses, es decir en los meses de enero – abril, pero en el

mes de febrero es más usual. (Instituto de investigaciones de la amazonia peruana, 2009, p.20).

Semillas: Las semillas son muy fáciles de diferenciar, tiene una forma elíptica y grande, mide entre 1,8 – 3,5 cm (largo) y de (ancho) de 1 – 2,5 cm y de forma elíptica entre 1,8 – 3,5 cm (largo). En un fruto hay 1700 – 1900 semillas. (Instituto de investigaciones de la amazonia peruana, 2009, p.20).

En sus características biológicas:

El árbol tornillo está esparcida por toda la hermosa Amazonia peruana, colombiana, brasileña y ecuatoriana, la temperatura climática en estas zonas varía de 15° C hasta los 38° C. Se ubican en los bosques de colina y aluviales. (Instituto de investigaciones de la amazonia peruana, 2009, p.19).

Las especies que se encuentran en la Amazonia peruana que son parecidas al árbol tornillo son: moena (géneros Aniba, Ocotea, Persea y Nectandra), nogal (*Juglans neotropica*), manchinga (*Brosimum alicastrum*), mashonaste (*Clarisia racemosa*), almendro (*Caryocar* sp.), quinilla (*Manilkara bidentata*), sapote (*Matisia* sp.), cedro de altura (*Cedrela* sp.). (Instituto de investigaciones de la amazonia peruana, 2009, p.19).

En sus propiedades tecnológicas del tornillo nos dice que:

La madera tornillo tiene características tecnológicas que presentan 0.45 gr/cm³ de densidad básica, la madera es un material prima en las construcciones, construcciones navales, muebles, carpintería, etc. (Instituto de investigaciones de la amazonia peruana, 2009, p.21).

Figura N° 07: Propiedades tecnológicas del tonillo

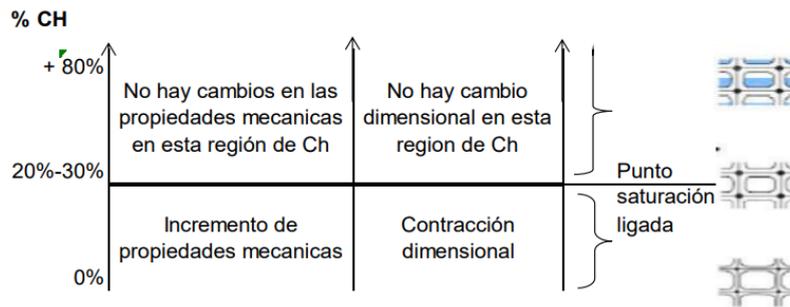
Densidad básica (gr/cm ³)	0.45
Contracciones: Tangencial Radial Volumétrica	3% 1% 3,9%
Relación T / R Dureza	2,2 Media
Color	Albura rosada y duramen rojizo
Grano Textura	Entrecruzado Gruesa

Fuente: (Cámara Nacional Forestal-Perú, 2007)

Para definir su contenido de humedad se dice que:

Cuando hay humedad siempre se presenta en cualquier especie tipo de especie de madera y los porcentajes de humedad varían, la gran desigualdad de humedad se presenta cuando hay densidad que la propia madera contiene. (Revista forestal, 2005, p. 03).

Figura N° 08: Diagrama de rangos de humedad



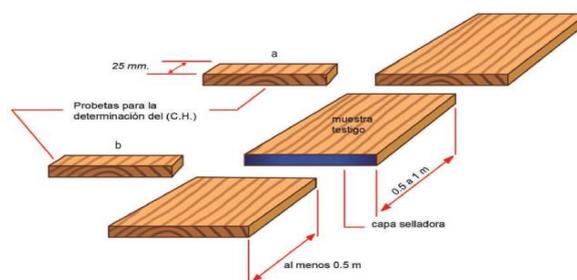
Fuente: (MINAGRI - 2014)

En cuanto a la medición de humedad en la madera Tornillo se dice que:

Para especificar qué cantidad de humedad tiene la madera, se mide con el método gravimétrico, consta en pesar constantemente pequeñas evidencias y van perdiendo su contenido de humedad todo está contemplado en las normas NTP 251.010 – ASTM D4442.

Es preferible hacer corte de las evidencias con sierra que tiene que tener un buen fino, luego se utiliza el horno para poner las evidencias adentro con el fin de no perjudicar y no interferir con la temperatura ambiente. (Ministerio de la Producción, 2017, p. 17).

Figura N° 09: Control de humedad



Fuente: (MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - 2017)

Figura N° 10: Balanza electrónica y estufa

Ilustración 4. Balanza electrónica y estufa



Fuente: (MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - 2017)

Para determinar el contenido de humedad se dice que:

Cuando hay presencia de agua en la madera, esto se denomina como contenido de humedad (CH), es decir se determina el peso seco con el peso del agua que hay en la madera. Hay varios procedimientos para hallar el CH de madera. (Revista forestal, 2005, p. 03).

Figura N° 11: Formula contenido de humedad

$$CH = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco al horno}} \times 100$$

Fuente: (Revista Forestal, Costa Rica - 2005)

Para saber la diferencia de peso o método gravimétrico:

Sacamos una evidencia pequeña de madera ya cortada y se pesa instantáneamente para saber el peso inicial (P_i), después se ubica al horno y se coloca con una temperatura máxima de $105^{\circ} C$.

Después pesamos el peso seco sacado del horno eso se denomina peso final (P_o). (Revista forestal, 2005, p. 03).

Figura N° 12: Método gravimétrico



Fuente: (Revista Forestal, Costa Rica - 2005)

Contamos con métodos eléctricos:

Estos métodos eléctricos sirven para determinar la humedad existente en la madera, es decir nos dan las lecturas del contenido de humedad, pero se produce una determinación no destructiva, su rango de confiabilidad es de (6% - 25%). (Revista forestal, 2005, p. 03).

Figura N° 13: Métodos eléctricos



Fuente: (Revista Forestal, Costa Rica - 2005)

El contenido de humedad de equilibrio nos:

Sirve para aspirar la humedad del ambiente, hasta que la porción de agua que tiene la madera está en un perfecto equilibrio con la temperatura.

Nos sirve para el procedimiento de secado, con la finalidad de erradicar o simplificar el movimiento de la madera (hinchamiento o contracción). (Revista forestal, 2005, p. 04).

En las contracciones de la madera:

Siempre la madera tiene una relación con la humedad en toda su vida útil, todo esto se da en las variaciones de humedad del ambiente, que más adelante se presenta cambios que son hinchazones o contracciones. (Revista forestal, 2005, p. 04).

Para el proceso de secado:

Siempre un árbol cuando es cortado, comprende gran cantidad de líquido que tiene que ser retirada hasta tener un grado adecuado. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p. 07).

Tenemos los siguientes tipos de secado:

Para los secados al aire o natural; Los procedimientos del secado son sofisticados, radica en exponer la madera a temperatura ambiente con la ayuda de la velocidad de aire. Su periodo de secado varía de 3 y 4 semanas hasta periodos exagerados ente 1 y 2 años, hasta haber secado el último contenido de humedad. (Revista forestal, 2005, p.05).

Figura N° 14: Secados al aire o natural



Fuente: (Revista Forestal, Costa Rica - 2005)

El secado artificial es:

Cuando es un secado artificial de la madera, se procede bajo estrictas condiciones de temperatura que son controladas. Que nos permiten en conseguir que la madera tenga una humedad menor de (6%-15% CH), de esa manera se reduce drásticamente el tiempo de secado a comparación del secado al aire o natural. (Revista forestal, 2005, p.05).

Figura N° 15: Secados artificial



Fuente: (Revista Forestal, Costa Rica - 2005)

Para el secado químico:

Con ese método se lo rocía sal común con el único fin que penetre y sin dejar espacios en la madera. La penetración depende que tan permeable es la madera. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p12).

Figura N° 16: Secado químico



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

Para el Secado al vacío.

El secado al vacío, consiste en introducir la madera a un cilindro, el cilindro se calienta con el agua que tiene una temperatura mayor a 100°C, luego se saca la madera del cilindro y en ese momento se origina el agua y vapor proveniente de la madera, el desarrollo finaliza por la reducción de la temperatura. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p. 13).

Figura N° 17: Secado al vacío



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

Para el secado con solventes:

Es un método costoso pero efectivo, con el fin de sacar las resinas de algunas maderas. Su método es calentar la madera por medio de los vapores producidos por la acetona, cuando se introduce en la madera, produce que el líquido sea removido de la albura por ser más absorbente. Es un método muy rentable. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p13).

Figura N° 18: Secado con solventes



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

Para el secado con prensa:

Este procedimiento de secado, es de emplear prensa con placas metálicas con una temperatura de 150 – 170° C. Consiste en aplicar la presión de la madera con placas de 120 Kg/cm² solamente con maderas permeables. Unas de las ventajas es que el tiempo se reduce. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p13).

Figura N° 19: Secado con prensa



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

Para el Secado por rayos infrarrojos:

Este procedimiento de secado por rayos infrarrojos, produce calor de una manera uniforme y así obviar el origen de las grietas, se disminuye el tiempo de secado. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p14).

Figura N° 20: Secado por rayos infrarrojos



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

Para el secado con líquidos oleosos:

Los vapores son utilizados porque son excelentes guías del calor, la temperatura que tiene que tener son de 100°C. Esas maderas son utilizadas para postes telefónicos y ferrocarriles. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p13).

En cuanto a la Resistencia de la madera.

La resistencia de la madera es: resistencia de flexión, corte paralelo. Estos esfuerzos básicos de la resistencia de la madera se obtienen de la realización de

pequeñas probetas según las normas ASTM D-143 Y NTP 251.017. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2014, p.19).

Resistencia a la flexión:

La resistencia de flexión no debe superar al esfuerzo admisible de flexión, sin embargo, la resistencia de flexión se modifica entre $200 \text{ Kg/cm}^2 - 1700 \text{ Kg/cm}^2$ siempre se necesita la densidad de la especie y el contenido de humedad. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2014, p.22).

Resistencia corte al paralelo:

Cuando se trata de la resistencia corte se origina cuando las piezas están oprimidas a flexión, según los estudios teóricos nos muestran que cuando los esfuerzos de corte son equitativos tanto a lo largo y perpendicularmente. Es decir, cuando la madera no es uniforme se muestra resistencia al corte. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2014, p.22).

En los defectos de la madera podemos encontrar:

La acanaladura:

La acanaladura es un pandeo de forma de canal que se origina transversalmente. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p.07).

Figura N° 21: Acanaladura



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

La grieta y hendiduras:

Es una imperfección cuando se origina por la consecuencia de contracción a lo largo y transversalmente a las fibras. Las grietas son desprendimientos de fibras de canto a canto de la madera, sin embargo, que las hendiduras no se trasladan al otro lado

de la cara de madera. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p.11).

Figura N° 22: Grieta y hendiduras

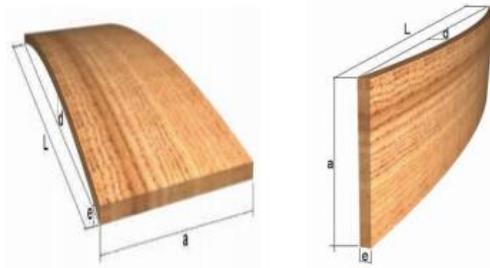


Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

La encorvadura:

Es un pandeo que cambia la trayectoria de las fibras por esa manera la pieza se desfigura. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p.11)

Figura N° 23: Encorvadura



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

La torcedura:

Es producto de un pandeo originado por el secado de la madera. Donde dos o más aristas no están horizontalmente (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p.11).

Figura N° 24: Torcedura



Fuente: (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010)

Para las propiedades mecánicas de la madera tornillo tenemos los:

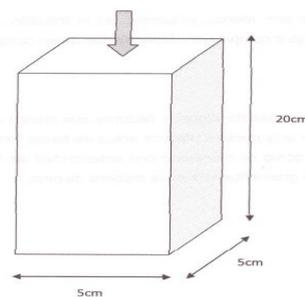
Ensayos a la resistencia a compresión.

Es cuando la madera va a la ruta de las fibras tiene una mínima compresión a la tracción, aunque varías entre las especies, los factores de la resistencia a compresión son los siguientes: (Universidad de san Carlos de Guatemala, 2010, p.75).

Ensayos a la compresión paralela.

Cuando se realiza este tipo de ensayo a compresión paralela, antes de realizar los ensayos de probetas se tiene que saber el peso y las medidas reales de la probeta y luego las probetas tienen que tener unas dimensiones de (5x5x20 cm) (Universidad de san Carlos de Guatemala, 2010, p.76).

Figura N° 25: Probeta con sus dimensiones



Fuente: (Universidad de san Carlos de Guatemala, 2010)

Figura N° 26: Ensayo de compresión



Fuente: (Universidad central de ecuador, 2015)

Ensayos a la resistencia a corte paralela.

Nos sirve para saber la medición de la probeta, luego se coloca la probeta de una

forma perpendicular al sentido de la carga. Comprimir la probeta hasta que veamos que falle y así mismo anotar el número de carga que se ha aplicado, por último, determino los esfuerzos por corte perpendicular. (Universidad de san Carlos de Guatemala, 2010, p. 115).

Figura N° 27: Ensayo de resistencia a corte paralela



Fuente: (Universidad central de ecuador, 2015)

Ensayos a tracción paralela.

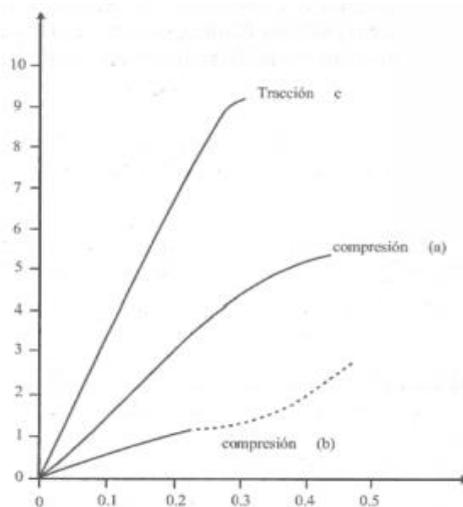
Este ensayo se emplea para saber si la resistencia máxima a la tracción de una especie. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p. 12).

Figura N° 28: Ensayo de resistencia a corte paralela



Fuente: (Cámara Nacional Forestal, Perú, 2007)

Figura N° 29: Resistencia de la madera frente a diferentes situaciones de esfuerzo

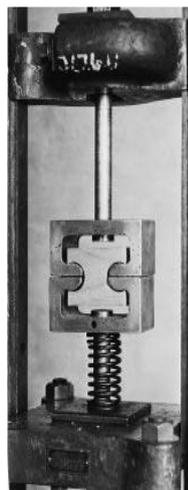


Fuente: (Cámara Nacional Forestal, Perú, 2007)

Ensayos a tracción perpendicular.

El ensayo a tracción perpendicular, nos sirve para precisar la resistencia máxima a la tracción de una especie de madera. (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p.12).

Figura N° 30: Ensayo tracción perpendicular



Fuente: (Cámara Nacional Forestal, Perú, 2007)

Ensayos de flexión.

Los ensayos de flexión, una parte de la madera son sometidos a los esfuerzos de compresión y esfuerzos de tensión, este ensayo es un complemento al ensayo de tracción.

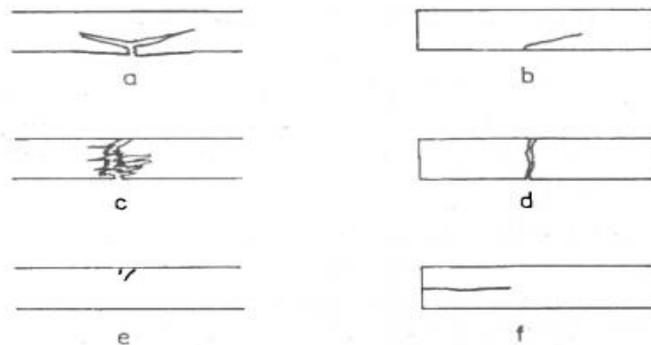
Su correcto procedimiento es de colocar los dos rodillos con el desprendimiento de $L = 20d$, con la nomenclatura "d" que significa (diámetro de la probeta). (Facultad de Ingeniería UNAM, 2010, p.13).

Figura N° 31: Ensayo de flexión – utilizando la probeta



Fuente: (Cámara Nacional Forestal, Perú, 2007)

Figura N° 32: Ensayo de flexión – diferentes fallas en la probeta



Fuente: (Cámara Nacional Forestal, Perú, 2007)

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

El enfoque para las variables que fueron involucradas son de tipo cuantitativas y de estas se deducirá las propiedades estructurales de la madera Tornillo (*Cedrelinga Cateniformis*). Por lo que, Hernández y Baptista (2010, p. 4), sostiene que: “el enfoque cuantitativo respeta una secuencia y precede a ser demostrativo. En otras palabras, que cada proceso antecede a la siguiente y no se puede saltar o evitar pasos, el orden es estricto, sin embargo, se puede volver a definir algunas fases”.

El tipo de investigación es aplicada ya que, José Lozada (2014, p. 47-50). “La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto”.

El nivel de investigación es descriptivo y Cazau (2006) “Señala que las investigaciones descriptivas y correlacionales son una simple descripción los fenómenos de estudio, por esta razón se enfocan en realizar mediciones de una o más variables dependientes en algún universo o muestra”.

El diseño del presente proyecto de investigación es del tipo EXPERIMENTAL, por lo que Verma y Beard, (1981). “El concepto experimento si consultamos el diccionario tiene varios significados; uno de ellos es el que establece que experimentar es el modo de aprender algo cuando de forma sistemática variamos unas condiciones y obtenemos unos efectos. En términos muy simples, experimentar es cambiar algo y esperar qué sucede.”

La madera tornillo ya tiene humedad por eso sacando una pequeña muestra lo humedecemos y de esa manera podemos alterar su contenido de humedad básica. Se alterará su humedad con un horno y posteriormente se irán a los ensayos correspondientes con la única finalidad de saber su resistencia de la madera. Con una adecuada identificación de los resultados que provienen de los ensayos y evaluaciones de la madera, podemos deducir de muchas maneras para el

conocimiento social y así mismo contribuyendo hacia el desarrollo del país. El esquema es la siguiente:



Dónde:

X_i = Evaluación de madera tornillo

M_i = Contenido de Humedad.

R = Comportamiento Estructural.

3.2. Variables y Operacionalización.

- **Variable Independiente:** La cantidad de humedad en la madera tornillo
- **Variable Dependiente:** Comportamiento estructural, según el contenido de humedad.
- **Operacionalización. (Ver ANEXO 01)**

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población.

Según Tamayo y Tamayo (2000 p.114) define a la población como: “La totalidad de fenómeno a estudiar donde las unidades poseen una característica en común”.

La población está comprendida por probetas en óptimas condiciones que nos servirán como unidad de muestreo, en este caso es la madera tornillo adquirida en aserradero de Chiclayo.

- **Criterios para la exclusión:**
 - Hacer los ensayos en un laboratorio externo.
 - Asesoramiento particular de los resultados.
- **Criterios de inclusión:**
 - Pedir madera tornillo proveniente de una maderera.
 - Tener todas las herramientas para hacer los ensayos correspondientes.

3.3.2. Muestra.

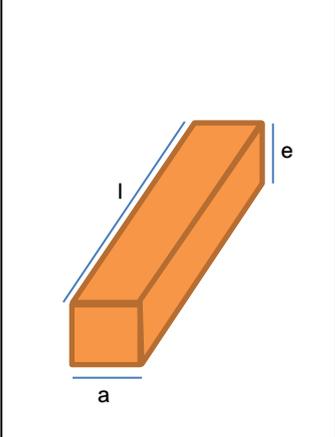
Arias (2012) definió a la muestra como: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83). Por lo que la siguiente tesis tomara como muestra a las probetas de madera Cedrelinga Catenaeformis.

3.3.2.1. Probetas

3.3.2.2. Probetas para Ensayo de Compresión Paralela.

Las probetas serán de sección cuadrada con las dimensiones según la norma (NTP 251.014).

Figura N° 33: Especificaciones de probeta de ensayo de compresión

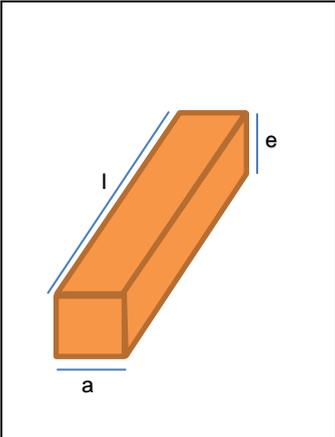
	Probetas para Ensayo de Compresión
	Ancho(a): 5cm
	Largo(l): 20cm
	Espesor(e): 5cm
	Dimensión: 5cmx20cmx5cm

Fuente: Propia

3.3.2.3. Probetas para Ensayo de Flexión Estática.

Las probetas serán de sección cuadrada con las dimensiones según la norma (NTP 251.017):

Figura N° 34: Especificaciones de probeta de ensayo de flexión estática

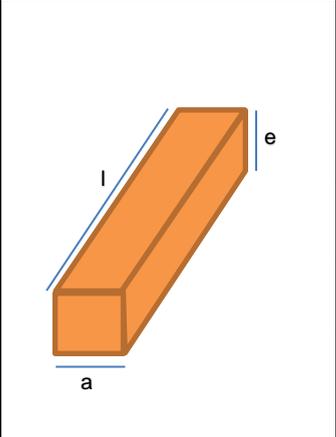
	Probetas para Ensayo de Flexión Estática
	Ancho(a): 2.5cm
	Largo(l): 41cm
	Espesor(e): 2.5cm
	Dimensión: 2.5cmx41cmx2.5cm

Fuente: Propia

3.3.2.4. Probetas para Ensayo de Tracción Paralela.

Las probetas serán de sección cuadrada con las dimensiones según la norma (NTP 251.017):

Figura N° 35: Especificaciones de probeta de ensayo de tracción paralela

	Probetas para Ensayo de Tracción Paralela
	Ancho(a): 0.5cm
	Largo(l): 11cm
	Espesor(e): 0.5cm
	Dimensión: 0.5cmx11cmx0.5cm

Fuente: Propia

3.3.3. Muestreo

Arias (2012) señala que: “El muestreo no probabilístico de tipo intencional es aquel en el que los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (p. 85). Por lo que nuestro muestreo ha sido seleccionado en un aserradero de calidad, y con probetas en optimas condiciones en la ciudad de Chiclayo.

Las probetas estarán codificadas (Ver Tabla N°10).

3.3.3.1. Probetas para ensayo de Compresión Paralela a la Fibra:

- **Saturada(S):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos.
- **Saturado y Seco 40 minutos (Se₄₀):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 40 minutos.
- **Saturado y Seco 80 minutos (Se₈₀):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua

durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 80 minutos.

- **Saturado y Seco 120 minutos (Se_{80}):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 120 minutos.
- **Natural(N):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales no sufrirán modificaciones en cuanto a su contenido de humedad, será tal y cual fue adquirida en el aserradero.

Cada probeta contará con un código, en el cual se identificará su número, tipo de ensayo y contenido de humedad, (Ver Tabla N°01 en ANEXO)

3.3.3.2. Probetas para ensayo de Flexión Estática:

- **Saturada(S):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos.
- **Saturado y Seco 40 minutos (Se_{40}):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 40 minutos.
- **Saturado y Seco 80 minutos (Se_{80}):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 80 minutos.
- **Saturado y Seco 120 minutos (Se_{80}):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 120 minutos.
- **Natural(N):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales no sufrirán modificaciones en cuanto a su contenido de humedad, será tal y cual fue adquirida en el aserradero.

Cada probeta contará con un código, en el cual se identificará su número, tipo de ensayo y contenido de humedad. (Ver Tabla N°02 en ANEXO)

3.3.3.3. Probetas para ensayo de Tracción Paralela:

- **Saturada(S):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos.
- **Saturado y Seco 40 minutos (Se₄₀):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 40 minutos.
- **Saturado y Seco 80 minutos (Se₈₀):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 80 minutos.
- **Saturado y Seco 120 minutos (Se₁₂₀):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales serán modificadas sometiéndoles en baldes de agua durante 3 días previos a los ensayos, luego se someterá en un horno por 120 minutos.
- **Natural(N):** En este grupo constara de 5 probetas, las cuales no sufrirán modificaciones en cuanto a su contenido de humedad, será tal y cual fue adquirida en el aserradero.

Cada probeta contará con un código, en el cual se identificará su número, tipo de ensayo y contenido de humedad. (Ver Tabla N°03 en ANEXO)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad.

Arias (2012) nos dice que: “Son las distintas formas o maneras de obtener la información” (p. 146). El autor también señala que los instrumentos son medios materiales que se utilizan para acopiar y acumular datos.

Por lo que primero se ha definido la madera a estudiar su comportamiento estructural para nuestro proyecto de investigación, es muy resaltante saber su contenido de humedad, ya que es la base primordial de todo. Las técnicas de recolección de datos se adjuntarán en el ANEXO 06.

Para la Validez Hernández y otros (2003, p. 242) “la validez se refiere al grado que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir, pudiéndose dividir en validez de contenido, validez de constructo y validez de criterio”.

Por lo que se utilizó la validez de expertos, quienes juzgaron la capacidad de esta investigación y evaluaron las variables. La cual se encuentra adjunta en el ANEXO 05.

La confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto brinda los mismos resultados (Hernández, 2014).

Los datos obtenidos serán exactos y realizados en un laboratorio que cuenta con los estándares de calidad y aprobación de expertos, los cuales se encuentran en el ANEXO.

3.5. Procedimientos

Para realizar la evaluación y recolección de datos se realizarán 75 probetas provenientes de un tronco en óptimas condiciones, los cuales serán divididos en 3 grupos:

- Técnica de recolección de datos para ensayo de compresión paralela (NTP 251.014).
- Técnica de recolección de datos para ensayos de flexión estática (NTP 251.017).
- Técnica de recolección de datos para el ensayo de tracción paralela (NTP 251.085).

Para la realización del estudio se estará variando la humedad de las muestras con un horno y se irán sometiendo los ensayos mecánicos mencionados (tracción, compresión y flexión), se trabajará con 5 lecturas de humedad las cuales contarán con 5 probetas.

3.5.1. Recolección y Análisis de Datos

3.5.1.1. Características Físico Mecánicas de las Probetas

A) Selección de Probetas según norma (NTP 251.008)

Con el fin de conocer la elaboración de las probetas, el aplicar el procedimiento más adecuado para obtener mejores resultados en los ensayos se necesitaron los siguientes materiales y equipos:

- Sierra
- Wincha
- Cepillo de madera
- Motosierra

Con los equipos adecuados se seleccionó la Madera Cedrelinga catenaeformis en el aserradero de Chiclayo. (Ver Figura N°36 en ANEXO)

Las probetas se elaboraron acorde a los establecidos en la normativa de cada ensayo. (Ver Figura N°37 en ANEXO)

B) Contenido de Humedad de las Probetas Según la Norma (NTP 251.010)

Con el fin de conocer el procedimiento técnico y práctico de Saturación de la madera Cedrelinga catenaeformis se analizará su comportamiento bajo la acción del agua, y también luego de ser sometidos a un horno por tiempos parciales, donde utilizaremos:

- Horno
- Higrómetro
- Recipientes para saturación de probetas
- Balanza de Precisión
- Cronometro

Para proceder a tomar datos se codificará cada muestra de la siguiente manera: (Ver Tabla N°10 en ANEXO)

3.5.1.2. Ensayo de Resistencia a la Flexión Estática

Determinar la flexión estática de la madera Cedrelinga catenaeformis en las diferentes condiciones de humedad utilizando el correcto procedimiento en cada probeta a ser ensayada, donde utilizaremos los siguientes equipos y materiales:

- Equipo de Ensayo Universal
- Probetas de Cedrelinga catenaeformis
- Lentes de Seguridad
- Guantes
- Vernier
- Balanza Digital
- Higrómetro
- Horno

De las 25 probetas a ensayar contarán con las medidas anteriormente mencionadas en la Figura N° 35(2.5cmx2.5cmx41cm), donde se elaboró de tal manera que queden paralelas a la Fibra. (Ver Figura N°40 en ANEXO)

De las 25 probetas para los ensayos de flexión estática, 20 serán saturadas con los códigos: SF, SEF-40, SEF-80 y SEF-120. (Ver Figura N°42 en ANEXO)

De las 25 probetas para los ensayos de flexión estática, 20 serán puestos en un horno a diferentes tiempos parciales según sus códigos: SF, SEF-40, SEF-80 y SEF-120. (Ver Figura N°42 en ANEXO)

Cada probeta será pesada antes de ser sometido al ensayo de flexión estática. (Ver Figura N°43 en ANEXO)

Con la ayuda de un lector de humedad o Higrómetro, se irán tomando la media de los contenidos de humedad de las diferentes probetas antes de ser sometidos al ensayo de flexión estática. (Ver Figura N°44 en ANEXO)

Para realizar el ensayo de flexión estática se aplicará una fuerza en el centro de la luz donde la distancia a cada soporte es de 17.5 cm. (Ver Figura N°45 en ANEXO)

Se aplicó una fuerza constante de manera continua, donde se tomará medida de la deformación que se produce en el centro de la luz. (Ver Figura N°46 en ANEXO)

Se irán anotando las cargas máximas obtenidas durante el ensayo de flexión estática a las diferentes probetas. (Ver Figura N°47 en ANEXO)

3.5.1.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra

Determinar la resistencia a la compresión paralela de la madera Cedrelinga catenaeformis bajo las diferentes condiciones de humedad utilizando el correcto procedimiento en cada probeta a ser ensayada, donde utilizaremos los siguientes equipos y materiales:

- Equipo de Ensayo Universal
- Lentes de Seguridad

- Higrómetro
- Guantes
- Vernier
- Balanza Digital
- Probetas de *Cedrelinga catenaeformis*
- Horno

De las 25 probetas a ensayar contarán con las medidas anteriormente mencionadas en la Figura N° 34(5cmx5cmx20cm), donde se elaboró de tal manera que queden paralelas a la fibra. (Ver Figura N°48 en ANEXO)

De las 25 probetas para los ensayos de flexión estática, 20 serán saturadas con los códigos: SC, SEC-40, SEC-80 y SEC-120. (Ver Figura N°49 en ANEXO)

De las 25 probetas para los ensayos de flexión estática, 20 serán puestos en un horno a diferentes tiempos parciales según sus códigos: SC, SEC-40, SEC-80 y SEC-120. (Ver Figura N°50 en ANEXO)

Cada probeta será pesada antes de ser sometido al ensayo de compresión paralela a la fibra. (Ver Figura N°51 en ANEXO)

Con la ayuda de un lector de humedad o Higrómetro, se irán tomando la media de los contenidos de humedad de las diferentes probetas antes de ser sometidos al ensayo de compresión paralela a la fibra. (Ver Figura N°52 en ANEXO)

Para realizar el ensayo de compresión paralela a la fibra se aplicará una fuerza de carga en las bases de la probeta de forma continua durante todo el ensayo. (Ver Figura N°53 en ANEXO)

Se aplicó una fuerza constante de manera continua, donde se tomará medida de la deformación. (Ver Figura N°54 en ANEXO)

Para una mejor interpretación de la rotura se observará y anotará la forma en la que se produce la rotura.

3.5.1.4. Ensayo de Resistencia a la Tracción Paralela a la Fibra

Determinar la resistencia a la tracción paralela de la madera Cedrelinga catenaeformis bajo las diferentes condiciones de humedad utilizando el correcto procedimiento en cada probeta a ser ensayada, donde utilizaremos los siguientes equipos y materiales:

- Equipo de Ensayo Universal
- Probetas de Cedrelinga catenaeformis
- Higrómetro
- Horno
- Vernier (Pie de Rey)
- Balanza Digital
- Lentes de Seguridad
- Guantes

De las 25 probetas a ensayar contarán con las medidas anteriormente mencionadas en la Figura N° 36(0.5cmx0.5cmx11cm), donde se elaboró de tal manera que queden paralelas a la fibra. (Ver Figura N°55 en ANEXO)

De las 25 probetas para los ensayos de flexión estática, 20 serán saturadas con los códigos: ST, SET-40, SET-80 y SET-120. (Ver Figura N°56 en ANEXO)

De las 25 probetas para los ensayos de flexión estática, 20 serán puestos en un horno a diferentes tiempos parciales según sus códigos: ST, SET-40, SET-80 y SET-120. (Ver Figura N°57 en ANEXO)

Cada probeta será pesada antes de ser sometido al ensayo de tracción paralela a la fibra. (Ver Figura N°58 en ANEXO)

Con la ayuda de un lector de humedad o Higrómetro, se irán tomando la media de los contenidos de humedad de las diferentes probetas antes de ser sometidos al ensayo de compresión paralela a la fibra. (Ver Figura N°59 en ANEXO)

Para realizar el ensayo de tracción paralela a la fibra se colocará en ambos

extremos de la probeta aditamentos para q faciliten y dar mejores resultados al realizar el ensayo.

3.6. Método de análisis de datos

Para esta técnica estadística para el procesamiento de la información se utilizó estos datos: En saber los resultados de la evaluación de la madera tornillo con su humedad natural, en este presente ciclo 2020-II, plantearemos los ensayos y lo realizaremos en el próximo ciclo 2021-I.

Las aplicaciones de los ensayos y las observaciones de los resultados se realizan de forma heterogénea, efectuados en un laboratorio particular.

Cada ensayo que se va a realizar, tiene información precisa y detallada al milímetro de las pequeñas piezas sacadas de la madera tornillo con un fin altamente académico para este proyecto de investigación.

3.6.1. Análisis para el ensayo de Flexión

3.6.1.1. Análisis del Contenido de Humedad en Probetas para Ensayo de Flexión Estática

Las diferentes probetas q han sido sometidas a saturación y posteriormente colocado en diferentes tiempos en un horno, teniendo las siguientes lecturas de contenido de humedad. (Ver Tabla N°11 en ANEXO)

Se puede apreciar la tabla de contenido de humedad mostrando las diferentes lecturas tomadas con un lector de humedad electrónico (Higrómetro)

3.6.1.2. Análisis para toma de medidas de Probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para ensayo de Flexión Estática

Se hará uso de la siguiente tabla para tomar y colocar los datos de las características de las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para los ensayos de flexión estática. (Ver Tabla N°12 en ANEXO)

Se puede apreciar las características que se han obtenido al tomar las dimensiones a las probetas que serán sometidas al Ensayo de Flexión Estática

3.6.1.3. Análisis de la Resistencia a la Flexión Estática de las Probetas de madera Cedrelinga catenaeformis.

Las cargas de fuerza en KN aplicadas en las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis mediante el uso de un equipo de ensayo universal son las siguientes. (Ver Tabla N°13 en ANEXO)

Fórmula para el Cálculo de Modulo de Elasticidad (MoE)

$$MoE = \frac{P' \cdot L^3}{4 \cdot a \cdot e^3 \cdot Y} \text{ kg/cm}^2$$

Dónde:

P' = Carga al Limite Proporcional (kg)

a = ancho de la probeta (cm)

Y = deflexión en el centro de la luz al límite proporcional (cm)

e = espesor de la probeta (cm)

L = Distancia entre los soportes de la Probeta (cm)

Fórmula para el cálculo del esfuerzo de la fibra al Limite Proporcional (ELP)

$$ELP = \frac{3 \cdot P' \cdot L}{2 \cdot a \cdot e^2} \text{ kg/cm}^2$$

Dónde:

P' = Carga al Limite Proporcional (kg)

e = espesor de la Probeta (cm)

a = ancho de la Probeta (cm)

L = distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm)

Fórmula para el Cálculo del Módulo de Ruptura (MoR)

$$MoR = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot a \cdot e^2} \text{ kg/cm}^2$$

Dónde:

P = Carga máxima (kg)

a= ancho de la probeta (cm)

e= espesor de la probeta (cm)

L= Distancia entre los soportes de la Probeta (cm)

Tabla donde se muestra la deformación de las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis con diferentes contenidos de humedad. (Ver Tabla N°14 en ANEXO)

3.6.2. Análisis para el ensayo de Compresión

3.6.2.1. Análisis del Contenido de Humedad en Probetas para Ensayo de Flexión Estática

Las diferentes probetas q han sido sometidas a saturación y posteriormente colocado en diferentes tiempos en un horno, teniendo las siguientes lecturas de contenido de humedad. (Ver Tabla N°15 en ANEXO)

Se puede apreciar la tabla de contenido de humedad mostrando las diferentes lecturas tomadas con un lector de humedad electrónico (Higrómetro).

3.6.2.2. Análisis para toma de medidas de Probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para ensayo de Compresión Paralela a la Fibra.

Se hará uso de la siguiente tabla para tomar y colocar los datos de las características de las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para los ensayos de Compresión Paralela a la Fibra. (Ver Tabla N°16 en ANEXO)

3.6.2.3. Análisis de la Resistencia a la Compresión paralela a la fibra de las Probetas de madera Cedrelinga catenaeformis.

Las cargas de fuerza en KN aplicadas en las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis mediante el uso de un equipo de ensayo universal son las siguientes. (Ver Tabla N°17 en ANEXO)

Fórmula para el Cálculo de Modulo de Elasticidad (MoE)

$$MoE = \frac{P' \cdot L}{a \cdot e \cdot D} kg/cm^2$$

Dónde:

P´= Carga al Limite Proporcional (kg)

L= Distancia entre los soportes del deflectómetro (cm)

a= ancho de la probeta (cm)

e= espesor de la probeta (cm)

D= deformación experimentada por la probeta al límite proporcional (cm)

Fórmula para el cálculo del esfuerzo de la fibra al Limite Proporcional (ELP)

$$ELP = \frac{P'}{a \cdot e} \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

P'=Carga al Limite Proporcional (kg)

a= ancho de la Probeta (cm)

e= espesor de la Probeta (cm)

Fórmula para el Cálculo de la Resistencia Máxima (RM)

$$RM = \frac{P}{a \cdot e} \text{ kg/cm}^2$$

Dónde:

P= Carga máxima (kg)

a= ancho de la probeta (cm)

e= espesor de la probeta (cm)

Tabla donde se muestra la deformación de las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis con diferentes contenidos de humedad. (Ver Tabla N°18 en ANEXO)

3.6.3. Análisis para el ensayo de Tracción Paralela a la Fibra.

3.6.3.1. Análisis del Contenido de Humedad en Probetas para Ensayo de Tracción Paralela a la Fibra.

Las diferentes probetas q han sido sometidas a saturación y posteriormente colocado en diferentes tiempos en un horno, teniendo las siguientes lecturas de contenido de humedad. (Ver Tabla N°19 en ANEXO)

Se puede apreciar la tabla de contenido de humedad mostrando las diferentes lecturas tomadas con un lector de humedad electrónico (Higrómetro).

3.6.3.2. Análisis para toma de medidas de Probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para ensayo de Tracción Paralela a la Fibra.

Se hará uso de la siguiente tabla para tomar y colocar los datos de las características de las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para los ensayos de Tracción Paralela a la Fibra. (Ver Tabla N°20 en ANEXO)

La elongación se mide desde la parte central de las probetas

Fórmula para el Cálculo de la Elongación

$$\Delta l = (l_u - l_o)mm$$

Dónde:

lu: longitud en el momento de rotura

lo: longitud inicial de la probeta

Elongación A:

$$A = \left(\frac{\Delta l}{l_o}\right) \cdot 100\%$$

Donde:

Lo: longitud inicial de la probeta

3.6.3.3. Análisis de las medidas iniciales y finales de las Probetas de madera Cedrelinga catenaeformis para calcular su Resistencia a la Tracción.

Mediante las lecturas conseguidas al realizar el ensayo de Tracción Paralela a la Fibra en las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis se tienen las siguientes cargas. (Ver Tabla N°21 en ANEXO)

3.6.3.4. Análisis de la Resistencia a la Tracción de las probetas Cedrelinga catenaeformis.

Podemos observar los resultados en la siguiente tabla. (Ver Tabla N°22 en ANEXO)

Fórmula para el Cálculo de la Resistencia a la Tracción

$$f_t = \frac{Fr}{A}$$

Dónde:

Ft: Fuerza o Carga máxima Aplicada (Kn)

3.7. Aspectos éticos

La investigación en su totalidad ha sido redactada muy cautelosamente teniendo en cuenta la ética profesional la cual se distingue entre los demás, se siguieron las normativas en cuanto a ensayos (Norma Técnica Peruana), medidas tomadas y procedimientos para así garantizar resultados óptimos, es mismo precisar que los que todos los datos no fueron alterados y poseen veracidad, además se respetó a la naturaleza y no he causado daños irreversibles al ambiente natural.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultado de Ensayos

4.1.1 Resultados del Ensayo de Flexión Estática

Tabla N° 23: Resultado de la Resistencia a la Flexión de las probetas de madera Cedrelinga catenaeformis.

CÓDIGO	EVALUACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	ESFUERZO DE ROTURA PROMEDIO (KG7CM2)
S _F	SATURACION	31.66	688.61
SE _F -40	SAT. Y SEC 40 M	20.76	591.70
SE _F -80	SAT. Y SEC 80 M	17.18	555.33
SE _F -120	SAT. Y SEC 120 M	14.22	490.11
N _F	SATURACION	10.16	770.24

Fuente: Propia

De la Tabla:

Se puede apreciar que al ser mayor el contenido de humedad en las probetas de la madera Cedrelinga catenaeformis se va logrando un mayor esfuerzo a la rotura, entonces podemos decir que la relación entre contenido de humedad y la resistencia a la flexión es inversamente proporcional.

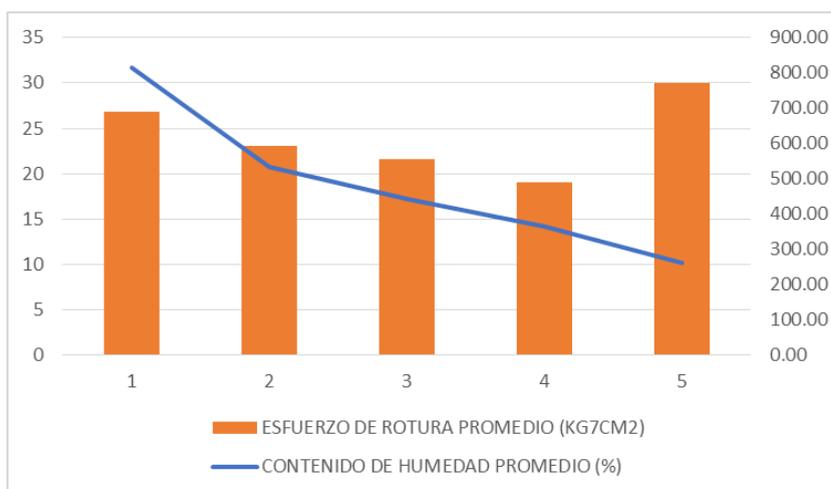
Como ejemplo podemos observar en la Tabla N° 23 que el contenido de humedad promedio de la probeta N_F es 10.16% y tiene un Esfuerzo de Rotura Promedio de 688.61 Kg/cm² y en la probeta SE_F-40 el contenido de humedad promedio de la probeta SE_F-40 es 20.76% y su Esfuerzo de Rotura Promedio es de 591.70 Kg/cm²; cómo se puede observar y corroborar a lo anteriormente dicho que al contener mayor humedad la resistencia de la probeta es mayor.

Como excepción en este ensayo se puede observar en la Tabla N° 23 que la probeta con código S_F y la probeta N_F, la primera con una saturación de 31.6% al haber sido sometida en agua por un tiempo de 72 horas y la segunda con una saturación de 10.16% en estado natural, se puede deducir que la primera al estar en su mayor saturación esta es disipada y así logra absorber una mayor fuerza, por

lo que en este caso es indirectamente proporcional el contenido de humedad y el esfuerzo a la flexión.

En el siguiente diagrama se puede observar la relación que hay entre el contenido de humedad y la resistencia a la Flexión:

Figura N° 60: Contenido de Humedad y Resistencia a la Flexión



Fuente: Propia

4.1.2 Resultado de Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra

Tabla N° 24: Resultado de Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra

CÓDIGO	EVALUACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	ESFUERZO DE COMPRESIÓN PROMEDIO (KG7CM2)
Sc	SATURACION	30.22	282.70
SEc-40	SAT. Y SEC 40 M	23.76	224.60
SEc-80	SAT. Y SEC 80 M	19.04	218.23
SEc-120	SAT. Y SEC 120 M	12.72	218.70
Nc	NATURAL	12	327.73

Fuente: Propia

De la Tabla:

Al igual que en el ensayo a la flexión de la madera Cedrelinga catenaeformis se puede observar que la relación que hay en el contenido de humedad promedio y el esfuerzo de rotura promedio es proporcional.

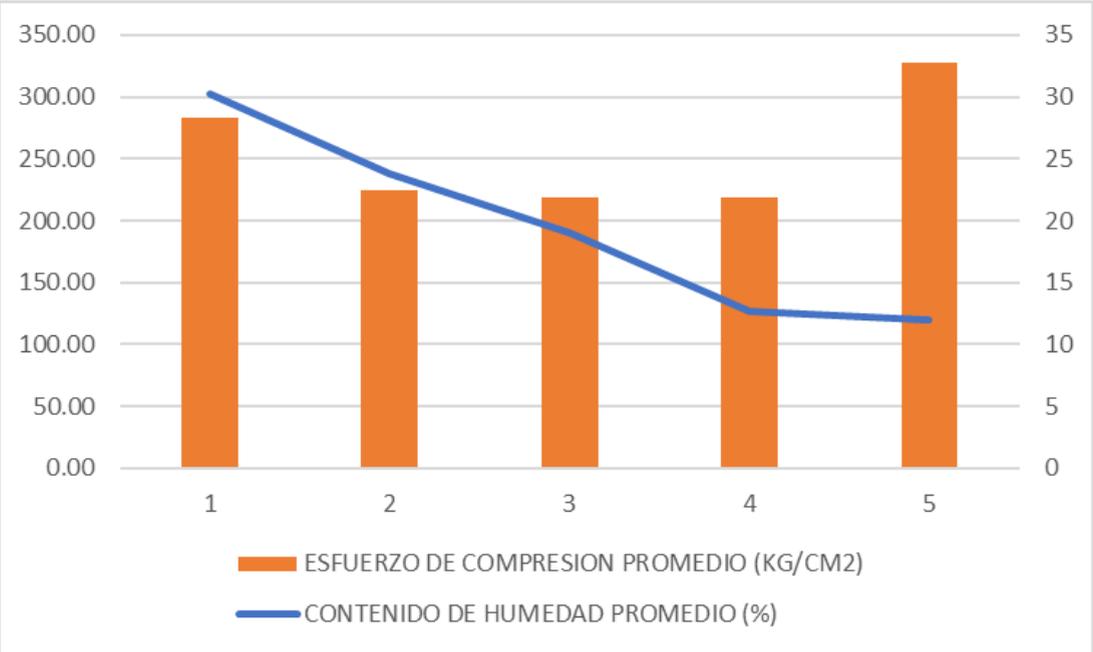
Como ejemplo podemos observar en la Tabla N° 24 que el contenido de humedad

promedio de la probeta N_T es 12.00% y tiene un Esfuerzo de Rotura Promedio de 327.73 Kg/cm² y en la probeta SEc-40 el contenido de humedad promedio de la probeta es 23.76% y su Esfuerzo de Rotura Promedio es de 224.60 Kg/cm²; cómo se puede observar y corroborar a lo anteriormente dicho que al contener mayor humedad la resistencia de la probeta es mayor.

Como excepción en este ensayo se puede observar en la Tabla N°24 que la probeta con código Sc y la probeta Nc, la primera con una saturación total de 30.22% al haber sido sometida en agua por un tiempo de 72 horas y la segunda con una saturación de 12.00% en estado natural, se puede deducir que la primera al estar en su mayor saturación esta es disipada y así logra absorber una mayor fuerza, por lo que en este caso es indirectamente proporcional el contenido de humedad y el esfuerzo a la compresión paralela a la fibra.

En el siguiente diagrama se puede observar la relación que hay entre el contenido de humedad y la resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra:

Figura N° 61: Contenido de Humedad y Compresión Paralela a la Fibra.



Fuente: Propia

4.1.3 Resultado de Ensayos a la Tracción Paralela a la Fibra

Tabla N° 25: Resultado de Ensayo de Tracción Paralela a la Fibra

CÓDIGO	EVALUACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	TENSIÓN DE ROTURA PROMEDIO (KG7CM2)
S _T	SATURACION	33.38	1612.73
SE _T -40	SAT. Y SEC 40 M	22.24	1358.93
SE _T -80	SAT. Y SEC 80 M	18.1	1133.70
SE _T -120	SAT. Y SEC 120 M	13.44	853.76
N _T	NATURAL	11.08	1376.79

Fuente: Propia

De la Tabla:

Al igual que en el ensayo a la compresión paralela a la fibra de la madera *Cedrelinga catenaeformis* se puede observar que la relación que hay en el contenido de humedad promedio y el esfuerzo de rotura promedio es inversamente proporcional.

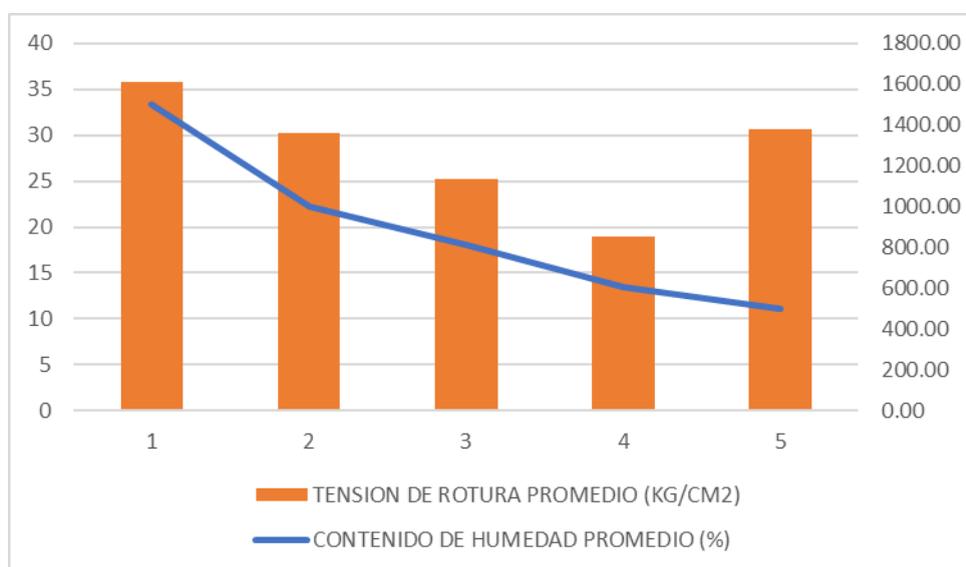
Como ejemplo podemos observar en la Tabla N° 25 que el contenido de humedad promedio de la probeta SE_T-40 es 22.24% y tiene un Tensión de Rotura Promedio de 1358.93 Kg/cm² y en la probeta SE_T-120 el contenido de humedad promedio es 13.44% y su Esfuerzo de Rotura Promedio es de 853.76 Kg/cm²; cómo se puede observar y corroborar a lo anteriormente dicho que al contener mayor humedad la resistencia de la probeta es mayor.

Como excepción en este ensayo se puede observar en la Tabla N° 25 que la probeta con código SE_T-80 y la probeta N_T, la primera con una saturación total de 18.1% al haber sido sometida en agua por un tiempo de 72 horas y posteriormente a un horno por 80 minutos, la segunda con una saturación de 11.08% en estado natural, se puede deducir que la primera al estar en su mayor saturación esta es disipada y así logra absorber una mayor fuerza, por lo que en este caso es indirectamente proporcional el contenido de humedad y el esfuerzo a la tracción paralela a la fibra.

En el siguiente diagrama se puede observar la relación que hay entre el contenido

de humedad y la resistencia a la Tracción Paralela a la Fibra:

Figura N° 62: Contenido de Humedad y Tracción Paralela a la Fibra.



Fuente: Propia

4.1.4 Resumen de los Análisis de Resultados

Para más detalle tenemos a continuación la Tabla N° 26 en manera resumida los resultados promedio de los ensayos hechos para la madera Cedrelinga catenaeformis en sus diferentes tipos de humedad.

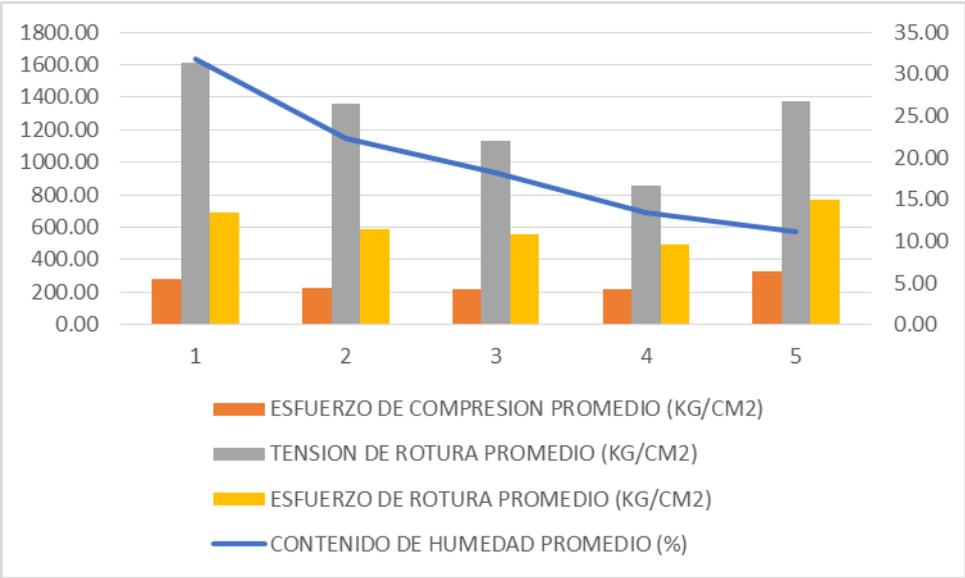
Tabla N° 26: Resumen de los Promedios de los diferentes Ensayos Realizados a cada Probeta de madera Cedrelinga catenaeformis

CÓDIGO	EVALUACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	ESFUERZO DE COMPRESION PROMEDIO (KG/CM2)	TENSION DE ROTURA PROMEDIO (KG/CM2)	ESFUERZO DE ROTURA PROMEDIO (KG/CM2)
Sc	SATURACION	31.75	282.70	1612.73	688.61
SEc-40	SAT. Y SEC 40 M	22.25	224.60	1358.93	591.70
SEc-80	SAT. Y SEC 80 M	18.11	218.23	1133.70	555.33
SEc-120	SAT. Y SEC 120 M	13.46	218.70	853.76	490.11
Nc	NATURAL	11.08	327.73	1376.79	770.24

Fuente: Propia

A continuación, tenemos un gráfico de manera resumida de los promedios de los diferentes ensayos realizados a cada pobra Cedrelinga catenaeformis.

Figura N°63: Resultado de los ensayos mecánicos a la madera Cedrelinga catenaeformis.



Fuente: Propia

V. DISCUSIÓN

5.1 Hipótesis General

Hipótesis General: “La cantidad de humedad de la madera de tornillo, tiene efectos negativos y positivos en el comportamiento estructural”.

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio, de los diferentes ensayos mecánicos realizados, los datos obtenidos han sido: Su resistencia a la compresión paralela a la fibra, tracción paralela a la fibra y flexión estática de la madera Tornillo (Cedrelinga Catenaeformis), y tomando en cuenta las normas técnicas peruanas, se puede ver que la resistencia y el contenido de humedad son directamente proporcionales, por lo que entre mas humedad hay mas resistencia, ya que el agua en el interior de las fibras disipa y absorben la carga que se le es aplicada.

Las probetas empleadas para ensayos de flexión estática tienen la cualidad que al ser doblado a lo largo de sus fibras esta puede ser doblada y sobrepasar su límite de elasticidad en este ensayo de flexión.

En la siguiente tabla podemos observar el comportamiento que tiene cada probeta con diferentes contenidos de humedad y su módulo de elasticidad:

Tabla N° 27: Relación del contenido de Humedad y el Módulo de Elasticidad

CÓDIGO	EVALUACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	MODULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO (KG/CM2)
S _F	SATURACION	31.66	112494.84
SE _F -40	SAT. Y SEC 40 M	20.76	105963.20
SE _F -80	SAT. Y SEC 80 M	17.18	101497.84
SE _F -120	SAT. Y SEC 120 M	14.22	110868.96
N _F	SATURACION	10.16	120741.50

Fuente: Propia

En el ensayo de tracción paralela es muy eficiente, pero la única dificultad al momento de realizar el ensayo se puede ver que son las uniones ya que no puede transmitir la carga de manera uniforme.

Para mayor detalle de las cargas altas obtenidas en las probetas de tracción

paralela a la fibra se puede observar la Tabla N° 28.

Tabla N° 28: Relación del Contenido de Humedad y Tensión de Rotura

CODIGO	EVALUACION	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	TENSION DE ROTURA PROMEDIO (KG7CM2)
S _T	SATURACION	33.38	1612.73
SE _T -40	SAT. Y SEC 40 M	22.24	1358.93
SE _T -80	SAT. Y SEC 80 M	18.1	1133.70
SE _T -120	SAT. Y SEC 120 M	13.44	853.76
N _T	NATURAL	11.08	1376.79

Fuente: Propia

En este ensayo se puede decir que su comportamiento a la compresión paralela de las probetas de madera *Cedrelinga catenaeformis* es muy eficiente, aunque hay una variación en cuanto a las medidas tomadas antes y después de ser secadas, con una reducción entre el 2-4% de la medida tomada anteriormente.

Se puede corroborar en la tesis de López J. y Rozas Jhordan (2016) en su Tesis “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA EN RELACIÓN AL CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LA APLICACIÓN EN ELEMENTOS SOMETIDOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN USANDO MADERA DE EUCALIPTO GLOBULUS DE LA PROVINCIA DE ACOMAYO”. Ya que en sus resultados tiende a suceder lo mismo ya que al contener menos humedad la resistencia es menor y viceversa, pero la hipótesis que se plantean es que entre mas humedad es menor la resistencia, pero sucedió lo contrario, y su hipótesis para ellos no se logró demostrar.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que la madera tendrá efectos positivos y negativos en su comportamiento estructural. Aparte que tiene coherencia con el objetivo general que es evaluar su contenido de humedad para determinar su comportamiento estructural.

5.2 Hipótesis Específicas

- **En la hipótesis Específica N°1:** “La cantidad de humedad mínima en la madera tornillo, tiene efecto negativo en el comportamiento estructural”, De los resultados obtenidos se puede decir que entre menos humedad la madera *Cedrelinga Catenaeformis* su resistencia ha sido menor, por lo que es un efecto negativo en cuanto a su uso estructural.

En la tesis de López J. y Rozas Jhordan (2016) en su Tesis “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA EN RELACIÓN AL CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LA APLICACIÓN EN ELEMENTOS SOMETIDOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN USANDO MADERA DE EUCALIPTO *GLOBULUS* DE LA PROVINCIA DE ACOMAYO”, se puede ver que la cantidad de humedad mínima en la madera tiene menor resistencia por ende se puede validar la hipótesis específica planteada.

Por lo tanto, se valida la hipótesis específica N°1 donde la cantidad de humedad mínima en la madera tendrá efectos negativos en su comportamiento estructural, donde efectivamente a menor humedad

- **En la hipótesis Específica N°2:** “La cantidad de humedad máxima en la madera tornillo, tiene efectos positivos en el comportamiento estructural”. De los datos obtenidos mediante los ensayos mecánicos podemos ver que entre más húmeda esta la madera esta ha tenido mayor resistencia por lo que se valida la hipótesis.

De igual manera en la tesis de López J. y Rozas Jhordan (2016) en su Tesis “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA EN RELACIÓN AL CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LA APLICACIÓN EN ELEMENTOS SOMETIDOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN USANDO MADERA DE EUCALIPTO *GLOBULUS* DE LA PROVINCIA DE ACOMAYO”, se puede ver que la cantidad de humedad máxima en la madera tiene mayor resistencia por ende se puede validar la hipótesis específica planteada.

Por lo que de igual manera la hipótesis es válida, ya que a mayor contenido de humedad la madera ha presentado mayor resistencia.

- **En la hipótesis Específica N°3:** “Evaluar la cantidad de humedad de la madera tornillo, le dará una humedad óptima para el uso estructural”. Como podemos ver, los datos obtenidos nos dan mayor entendimiento a como se comporta la madera Tornillo en las diferentes humedades dadas, lo que nos facilita dar el correcto tratamiento a esta para su uso estructural.

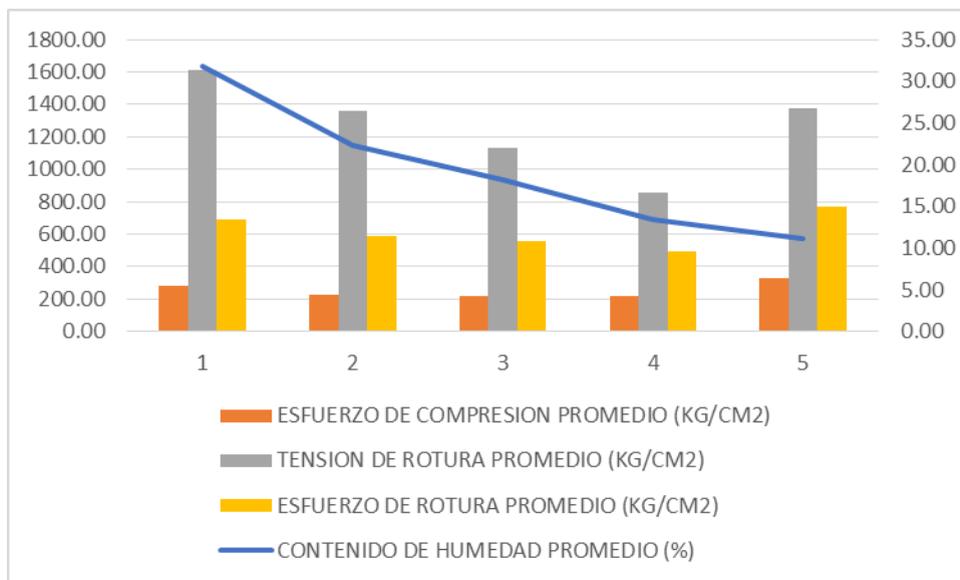
Valladares E. (2013) en su artículo: “El potencial de la madera como elemento estructural”, Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile” nos dice que lograr una condición de humedad de equilibrio potenciaría a la madera como material estructural.

Por lo que se valida la hipótesis específica donde evaluar el contenido de humedad nos brindara darle una humedad optima para su uso estructural.

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN N° 1: Con respecto al objetivo general planteado: “Evaluar el comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo a su contenido de humedad obtenido en un aserradero de Chiclayo.”, podemos concluir que el contenido de humedad si influye sobre la madera y esto se ve reflejada en su comportamiento estructural en los diferentes ensayos realizados, en la siguiente figura podemos observar el cuadro de los tres tipos de ensayos realizados en relación al contenido de humedad:

Figura N° 64: Contenido de Humedad en Relación a la Resistencia de la Madera



Fuente: Propia

CONCLUSIÓN N° 2: Sobre el objetivo específico N° 1 que es “Evaluar el porcentaje de humedad mínimo en la madera tornillo, para determinar el comportamiento estructural.”, se puede concluir que al someter las probetas en la estufa por el periodo más largo en el ensayo que fue de 120 minutos la madera disminuyó su contenido de humedad por ende también su capacidad de esfuerzo en los diferentes ensayos (compresión, tracción y flexión), ya que entre menos contenido de humedad la madera toma menor resistencia a excepción de las probetas que fueron saturadas más tiempo, ya que estas disipaban y absorbían la carga aplicada. Lo podemos observar en la Figura N° 64.

CONCLUSIÓN N° 3: Sobre el objetivo específico N° 2 que “Evaluar el porcentaje de humedad máxima en la madera tornillo, para determinar el comportamiento estructural”, Al ser sometido las probetas en recipientes con agua y durante tres días se pudo proporcionar un contenido de humedad alto por lo que entre más contenido de humedad la madera toma mayor resistencia a excepción de las probetas que fueron saturadas más tiempo, ya que estas disipaban y absorbían la carga aplicada.

CONCLUSIÓN N° 4: Sobre el objetivo específico N° 3: “Evaluar el contenido de humedad óptimo en la madera tornillo para el uso estructural.”, al obtener el contenido de humedad de la madera, se puede hacer un tratamiento a la madera, logrando así optimizar las condiciones mecánicas a las que será sometida y también dependiendo del lugar que se encuentre.

VII. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N° 1: Se recomienda hacer ensayos o solicitar ensayos de la madera a adquirir para tener una mejor elección del material dependiendo a su contenido de humedad, ya que la influencia de este hará conseguir una madera en óptimas condiciones.

RECOMENDACIÓN N° 2: Para obtener mejores resultados en la madera *Cedrelinga catenaeformis* se recomienda tener un control de calidad, donde se tenga en cuenta su clasificación visual para evitar obtener madera con defectos y así estos afecten al comportamiento estructural. Por lo que el aserradero donde se adquiera la madera debe contar con personal capacitado y se sepa orientar acerca de la madera.

RECOMENDACIÓN N° 3: Para obtener los elementos estructurales en madera ya sean columnas, vigas, uniones entre otras, se recomienda tener cuidado al momento de fabricarlos y durante todo su proceso de post fabricación.

RECOMENDACIÓN N° 4: Para fines informativos se recomienda compartir la información técnica en los diferentes aserraderos de la Provincia de Chiclayo, con el fin de mantener informados y capacitados a las personas encargadas de fabricar los diferentes elementos estructurales.

RECOMENDACIÓN N° 5: Para adquirir las diferentes normativas en madera se recomienda visitar la página del Instituto Nacional de Calidad donde se pueden adquirir de manera virtual y a un precio cómodo.

RECOMENDACIÓN N° 6: Para realizar los ensayos se recomienda hacerlo en un laboratorio con personal capacitado que te pueda orientar y explicar el proceso para tener una mejor referencia acerca del material a ser empleado.

REFERENCIAS

1. Acuña L. y DIEZ M. R. Los ultrasonidos y la calidad de la Madera Estructural, Aplicación a Pinus Pinaster Aint, España, 2006, 20 pp.
2. Almeida, A. S., Criscuolo, G., Almeida, T. H., Christoforo, A. L., Chahud, E., Branco, L. A. M. N., Pinheiro, R. V., and Lahr, F. A. R. (2019). "Influence of CCA-A preservative on physical-mechanical properties of Brazilian tropical woods," BioRes. 14(2), 3031-3041.
3. Álvarez, L. y Rios, Sandra. "Evaluación económica de plantaciones de tornillo; Cedrelinga catenaeformis, en el departamento de Loreto", 2009.
4. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. Standar Methods of Testing. Small Clear Specimens of Timber. Annual books. Construction section 04.09 wood. (1992). Philadelphia, USA.pp 42-71.
5. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS D143- 14. Estándar Methods of Testing. Small Clear Specimens of Timber. (1992). Philadelphia, USA. 42-71 pp.
6. Arriaga F. (2003): "Madera Aserrada Estructural"
7. Arostegui, V. 1970. Descripción de las propiedades físicomecánicas y usos de las maderas del Perú. Centro de Investigaciones Forestales, Lima, Perú. 102 pp.
8. Bellido Monica, CUEVA Graciela, GONZALES Enrique. Tableros de fibras de la madera de "tornillo" (Cedrelinga cateniformis Ducke), Perú.
9. Cazau, Pablo. 2006. Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales. Tercera Edición. Buenos Aires, marzo 2006. Módulo 404 Red de Psicología online – www.galeon.com/pcazau
10. CONFEDERACION NACIONAL DE LA MADERA 1997. El Maderero. N° 25, Lima, Perú, 24 pp.
11. E. Hermoso [et al.]. Caracterización de la Madera de Eucalytus Globulus para uso Estructural, España, 2007, 10 pp.
12. Ferpesi, "Madera Tornillo", Disponible en: http://www.grupoferpesi.com.pe/pdf/ferpesi_tornillo.pdf.
13. Francisco A. [et al.], "INTERVENCIÓN EN ESTRUCTURAS DE MADERA". Madrid: Editorial de Taravilla, 2002. 322 pp.
14. Fuentes, O. (1993). ENSAYOS SOBRE MADERA OREADA, Departamento

de Ingeniería de Maderas, Facultad de Ingeniería. Chile Concepción: Universidad de Bio Bio.

15. Gamez Penadillo J. Evaluación de las características físicas del *calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker F. ex Chuman “CAPIRONA” a tres niveles del fuste, en la zona de Tinga María, Tingo María – Perú [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2009.
16. Gingras, J.F. Wood moisture variation in woodlands inventory: a case study Pointe Claire, Que; Vancouver, B.C.: Forest Engineering Research Institute of Canada, 1992.
17. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial McGraw-Hill – Quinta edición.
18. Instituto Forestal. “Manual - Instituto Forestal, Chile”, Santiago de Chile, 2010.t
19. Junta del Acuerdo de Cartagena, 2000, Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Editorial de (PADT-REFORD)
20. Lahr, F. A. R., Arroyo, F. N., de Almeida, T. H., de Almeida Filho, F. M., Mendes, I. S., and Christoforo, A. L. (2016). “Full characterization of *Erisma uncinatum* Warm wood species,” *International Journal of Materials Engineering* 6(5), 147-150. DOI: 10.5923/j.ijme.20160605.01
21. López Roberto. “Estudio Silvicultural del Tornillo (*Cedrelinga Catenaeformis* DUCKE), *Revista Forestal del Perú*, v.10(1-2):1-7.
22. Madexo,” ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA MADERA TORNILLO”, 2016. Disponible en http://demo.madexo.pe/wp-content/uploads/2017/11/MADEXO_MADERA-TORNILLO.pdf
23. Malaver Zapata B. Procedimientos de ensayo para la determinación físico mecánicas de la guadua, Bogotá – Colombia [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero Civil]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2004.
24. Mata Jiménez J. Influencia de la humedad de la madera en la evaluación de las propiedades mecánicas del pino silvestre mediante técnicas no destructivas, Madrid – España [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero de Montes]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2011.

25. Matakj, Y. 1972. Internal Structure of Fiberboard an its Relation to Mechanical Properties. Theory and Desing of Wood and Fiber Composite Material. Syracuse University Press. 418 pp.
26. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MAPA DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO PARA LA MADERA EN EL PERÚ- Equipo Proyecto Contenido Humedad de Equilibrio
27. Newman, Morton. "Structural details for wood construction". New York: McGraw-Hill, 1988.
28. NORIEGA, M. 1996. Aptitud del Eucalyptus globulus en la preparación de tableros de fibrocemento. Tesis Mg Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 116 pp.
29. Norma E. 010 MADERA
30. Norma Técnica Peruana NTP 251.014
31. Norma Técnica Peruana NTP 251.017
32. Norma Técnica Peruana NTP 251.085
33. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, "LA INDUSTRIA DE LA MADERA EN EL PERÚ", 2018, Disponible en <http://www.fao.org/3/l8335ES/i8335es.pdf>
34. Parra Barreda O. Evaluación de la calidad de adhesión en la madera laminada encolada (MLE) de tres especies forestales para la fabricación de vigas de madera. Lima – Perú [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero Forestal]. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2019.
35. Recalde Vásquez F. Diseño de elementos estructurales utilizando madera laminada, Quito – Ecuador [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero Civil]. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015.
36. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.010.
37. REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ, "ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO DEL CAMPO SAGARI-LOTE 57", 2015, Folio 551-576.
38. Rozas Farfán J. Análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo, Cusco – Perú [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero Civil]. Cusco:

Universidad Andina del Cusco, 2016.

39. Stalnaker y Judith J. Structural design in wood. New York: Chapman & Hall, c1997. 2nd ed. 288 pp.
40. STROKE, D. D. y MANWILLER, E. G. 1994. Proportions of wood elements in stern, brandi, and root wood of black oak (*Quercus velutina*). En: JAWA Bulletin 12.5V. 15, N°3, pp. 301-310.
41. Tamayo y Tamayo, Mario. El Proceso de la Investigación científica. Editorial Limusa S.A. México.1997.
42. Temiz, A., Alma, M. H., Terziev, N., Palanti, S., and Feci, E. (2010). "Efficiency of bio-oil against wood destroying organisms," J. Biobased Mater. Bio. 4(4), 317-323. DOI: 10.1166/jbmb.2010.1092
43. Traywick, V.O. Mechanical and related properties of Tornillo (*Cedrelinga Catenaeformis* Ducke). 106pp.
44. Valladares E. (2013) "El potencial de la madera como elemento estructural", Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile"
45. VALDERRAMA Heiter, ANATOMÍA COMPARATIVA DEL XILEMA DEL TRONCO Y DE LA RAMA DE *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (FABACEAE), Perú, 1998, 24 pp.
46. WRIGHT, J. A. y MALAN, F. S. 1991. Variation in wood and tracheid properties of *Pinus maximiliani*, *Pinus pseudostrobus* and *Pinus patula*. ~En: JAWA Bulletin n.s. V. 12, N° 4, pp. 467-475.

ANEXO 01
Operacionalización de variables

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	Instrumento	Escala de Medición
VARIABLE INDEPENDIENTE: CONTENIDO DE HUMEDAD	Cuando hay humedad siempre se presenta en cualquier especie, tipo de especie de madera y los porcentajes de humedad varían, la gran desigualdad de humedad se presenta cuando hay densidad que la propia madera contiene (Revista forestal, 2005, p.03)	Para medir la cantidad de humedad que tiene la madera, se mide con el método gravimétrico, consta en pesar constantemente pequeñas evidencias y van perdiendo su contenido de humedad todo está contemplado en las normas NTP 251.010 - ASTM D4442. Es preferible hacer corte de las evidencias con sierra que tiene que tener un buen fino,	Propiedades Físicas.	Humedad	Metodo Gravimetro Metodo Electronico	% de Humedad
VARIABLE DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO	La madera tornillo tiene características tecnológicas que presentan 0.45 gr/cm ³ de densidad básica, la madera es un material prima en las construcciones, construcciones navales, muebles, carpintería, etc. (Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana, 2009, p.21).	La característica anatómica de mayor influencia en las propiedades de resistencia mecánica de la madera es el grosor de las paredes de las fibras, observándose que en aquellas maderas en donde se desarrollan fibras de paredes gruesas sus propiedades de resistencia son mayores a las de maderas con fibras delgadas. (Leclercq, 1980)	Propiedades Mecánicas.	Resistencia a la Compresión:	Ensayo a la Compresión Paralela a la Fibra.	kg/cm ²
				Resistencia a la tracción.	Ensayo a la tracción paralela a la fibra.	kg/cm ²
				Resistencia a la Flexión.	Ensayo a la Flexión Estática.	kg/cm ² .

ANEXO 02

Matriz de Consistencia

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - CHICLAYO.							
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología
¿Cómo se comporta estructuralmente la madera tornillo, dependiendo del contenido de humedad?	Evaluar el comportamiento estructural de ladera tornillo dependiendo aa su contenido de humedad.	La cantidad de humedad de la madera de tornillo, tiene efectos negativos y positivos en el comportamiento estructural.	VARIABLE INDEPENDIENTE: La cantidad de humedad en la madera tornillo	PROPIEDADES FISICAS	HUMEDAD.	METODO GRAVIMETRO	TIPO: Aplicado DISEÑO: Experimental NIVEL: Descriptivo ENFOQUE: Cuantitativo
Problema Especifico	Objetivo Especificos	Hipótesis Especifico	VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento estructural, según el contenido de humedad.	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO A LA COMPRESIÓN.	
¿Qué porcentaje de humedad en la madera tornillo tendrá efecto positivo en el comportamiento estructural?	Evaluar el porcentaje de humedad mínimo en la madera tornillo, para determinar el comportamiento estructural.	a) La cantidad de humedad mínima en la madera tornillo, tiene efecto negativo en el comportamiento estructural.			RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ENSAYO A LA TRACCIÓN.	
¿Qué porcentaje de humedad en la madera tornillo tendrá efecto negativo en el comportamiento estructural?	: Evaluar el porcentaje de humedad máxima en la madera tornillo, para determinar el comportamiento estructural.	b) La cantidad de humedad máxima en la madera tornillo, tiene efecto positivo en el comportamiento estructural.			Traccion paraalela.		
¿Cuál es el contenido de humedad optimo en la madera tornillo para el uso estructural?	: Evaluar el contenido de humedad optimo en la madera tornillo para el uso estructural.	c) Evaluar el contenido de humedad de la madera tornillo, dará la humedad óptima para el uso estructural			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	ENSAYO A LA FLEXIÓN.	
					Flexión Estatica		

ANEXO 03
TABLAS

Tabla N° 01: POBLACIÓN MUESTRAL PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN
PARALELA

Probetas para Ensayo de Compresión Paralela		
CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA
S _c	SATURADA	5
SE _c -40	SAT. Y SECO 40 MIN	5
SE _c -80	SAT. Y SECO 80 MIN	5
SE _c -120	SAT. Y SECO 120 MIN	5
N _c	NATURAL	5
TOTAL		25

Fuente Propia

Tabla N° 02: POBLACIÓN MUESTRAL PARA ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA

Probetas para Ensayo de Flexión Estática		
CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA
S _F	SATURADA	5
Se _F -40	SAT. Y SECO 40 MIN	5
Se _F -80	SAT. Y SECO 80 MIN	5
Se _F -120	SAT. Y SECO 120 MIN	5
N _F	NATURAL	5
TOTAL		25

Fuente: Propia

Tabla N° 03: POBLACIÓN MUESTRAL PARA ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA

Probetas para Ensayo de Tracción Paralela		
CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA
S _T	SATURADA	5
Se _{T-40}	SAT. Y SECO 40 MIN	5
Se _{T-80}	SAT. Y SECO 80 MIN	5
Se _{T-120}	SAT. Y SECO 120 MIN	5
N _T	NATURAL	5
TOTAL		25

Fuente Propia

Tabla N° 10: Codificación de Probetas

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA
Sc	SATURADA FLEXIÓN	Sc-1
		Sc-2
		Sc-3
		Sc-4
		Sc-5
SEc-40	SAT. Y SECO 40 MIN	SEc-40-1
		SEc-40-2
		SEc-40-3
		SEc-40-4
		SEc-40-5
SEc-80	SAT. Y SECO 80 MIN	SEc-80-1
		SEc-80-2
		SEc-80-3
		SEc-80-4
		SEc-80-5
SEc-120	SAT. Y SECO 120 MIN	SEc-120-1

		SEc-120-2
		SEc-120-3
		SEc-120-4
		SEc-120-5
Nc	NATURAL	Nc-1
		Nc-2
		Nc-3
		Nc-4
		Nc-5

Fuente: Propia (Continuación de la Tabla N°10)

Tabla N° 11: Contenido de humedad tomado electrónicamente por Higrómetro

CODIGO	EVALUACION	N° DE PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Sf	SATURADA FLEXION	1	35.3
		2	28.3
		3	27.5
		4	32.8
		5	34.4
SEf-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	22.3
		2	20.9
		3	22.3
		4	18.3
		5	20
SEf-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	17.7
		2	16.4
		3	17.1
		4	17.3
		5	17.4
SEf-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	15.1
		2	14.4
		3	13.8
		4	14.7
		5	13.1
Nf	NATURAL	1	9.6
		2	10.6
		3	10.5
		4	11.1
		5	9

Fuente: Propia

Tabla N° 12: Características de las Probetas de Madera Cedrelinga catenaeformis para Ensayo de Flexión Estática

CODIGO	EVALUACION	N° DE PROBETA	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ESPESOR (CM)	LONGITUD ENTRE SOPORTE (CM)
SF	SATURADA FLEXION	1	40.97	2.51	2.53	35
		2	40.84	2.49	2.55	35
		3	40.95	2.53	2.54	35
		4	41.3	2.51	2.51	35
		5	41.1	2.48	2.53	35
SEF-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	40.98	2.47	2.48	35
		2	40.9	2.52	2.51	35
		3	40.94	2.52	2.53	35
		4	40.84	2.53	2.51	35
		5	40.85	2.49	2.51	35
SEF-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	40.89	2.47	2.55	35
		2	41.05	2.51	2.51	35
		3	41.14	2.54	2.48	35
		4	40.95	2.51	2.48	35
		5	41.06	2.48	2.51	35
SEF-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	41.01	2.56	2.48	35
		2	41.12	2.56	2.51	35
		3	40.89	2.51	2.49	35
		4	40.95	2.48	2.51	35
		5	41.02	2.54	2.47	35
NF	NATURAL	1	41.06	2.48	2.56	35
		2	40.94	2.51	2.54	35
		3	40.89	2.54	2.48	35
		4	41.05	2.56	2.52	35
		5	40.93	2.49	2.49	35

Fuente: Propia

Tabla N° 13: Aplicación de Fuerza a las probetas de Flexión Estática

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	APLICACIÓN DE LA FUERZA (KN)	FUERZA (KGF)
S _F	SATURADA FLEXIÓN	1	1.97	200.9
		2	2.12	216.2
		3	2.3	234.5
		4	2.05	209.0
		5	1.89	192.7
SE _F -40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	1.76	179.5
		2	1.71	174.4
		3	1.86	189.7
		4	1.67	170.3
		5	1.71	174.4
SE _F -80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	1.72	175.4
		2	1.57	160.1
		3	1.65	168.2
		4	1.59	162.1
		5	1.62	165.2
SE _F -120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	1.35	137.7
		2	1.44	146.8
		3	1.39	141.7
		4	1.56	159.1
		5	1.45	147.9
N _F	NATURAL	1	2.54	259.0
		2	2.12	216.2
		3	2.34	238.6
		4	2.58	263.1
		5	1.91	194.8

Fuente: Propia

Tabla N° 14: Resistencia a la Flexión

CODIGO	EVALUACION	N° DE PROBETA	ESFUERZO DE ROTURA (KG/CM2)	P´LIMITE PROPORCION AL (KG/CM2)	ESFUERZO AL LIMITE PROPORCIONAL (KG/CM2)	MODULO DE ELASTICIDAD (KG/CM2)
Sf	SATURADA FLEXION	1	656.41	455.53	1488.55	103554.73
		2	700.94	484.77	1571.85	114409.78
		3	754.33	519.81	1671.91	110155.03
		4	693.99	484.96	1610.07	128396.99
		5	637.37	444.65	1470.57	105957.70
SEf-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	620.21	440.74	1523.15	111958.80
		2	576.60	402.23	1330.11	104031.25
		3	617.30	427.64	1391.85	104000.05
		4	560.88	390.60	1286.53	100622.83
		5	583.54	409.18	1369.38	109203.08
SEf-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	573.29	397.90	1300.65	100131.94
		2	531.50	371.41	1233.08	100299.97
		3	565.42	397.17	1334.75	101744.16
		4	551.37	389.24	1323.73	104785.35
		5	555.06	389.87	1310.03	100527.77
SEf-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	459.00	321.34	1071.49	86480.73
		2	477.97	331.13	1077.89	82714.22
		3	478.15	336.42	1134.92	91232.35
		4	534.50	375.43	1261.51	96804.52
		5	500.91	353.06	1196.14	91547.26
Nf	NATURAL	1	836.61	577.62	1865.81	121969.60
		2	700.84	484.67	1571.31	105252.09
		3	801.87	563.26	1892.92	134340.56
		4	849.58	586.50	1894.02	137009.56
		5	662.31	467.55	1589.96	105135.69

Fuente: Propia

Tabla N° 15: Contenido de humedad tomado electrónicamente por Higrómetro

CODIGO	EVALUACION	N° DE PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD
Sc	SATURADA COMPRESION	1	32.3
		2	29.7
		3	28.7
		4	32.1
		5	28.3
SEc-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	24.3
		2	24.3
		3	23.3
		4	24
		5	22.9
SEc-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	19.7
		2	18.4
		3	19.5
		4	19.7
		5	17.9
SEc-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	13.2
		2	12
		3	13.4
		4	12.2
		5	12.8
Nc	NATURAL	1	12
		2	11.8
		3	12.7
		4	11.3
		5	12.2

Fuente: Propia

Tabla N° 16: Características de las Probetas de Madera Cedrelinga catenaeformis para Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra.

CODIGO	EVALUACION	N° DE PROBETA	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ESPESOR (CM)	LONGITUD ENTRE SOPORTE (CM)
Sc	SATURADA FLEXION	1	19.97	4.89	5.02	20
		2	20.04	5.10	5.02	20
		3	19.98	4.92	5.15	20
		4	20.02	5.05	5.02	20
		5	20.11	5.02	4.93	20
SEc-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	20.05	4.89	4.94	20
		2	19.95	4.95	5.07	20
		3	20.02	5.05	4.92	20
		4	19.94	5.10	4.83	20
		5	19.89	4.93	5.02	20
SEc-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	20.04	5.08	4.91	20
		2	20.05	5.05	4.79	20
		3	19.96	4.85	5.12	20
		4	19.89	4.99	5.09	20
		5	20.03	5.09	5.06	20
SEc-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	20.12	5.07	4.82	20
		2	20.06	4.86	5.04	20
		3	19.98	4.91	5.09	20
		4	20.06	5.06	4.95	20
		5	20.08	5.08	4.89	20
Nc	NATURAL	1	19.97	4.92	5.16	20
		2	19.99	4.98	5.08	20
		3	20.02	5.11	4.78	20
		4	19.95	4.98	5.02	20
		5	20.07	4.97	5.02	20

Fuente: Propia

Tabla N° 17: Aplicación de Fuerza a las probetas de Compresión Paralela a la Fibra

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	APLICACIÓN DE LA FUERZA (KN)	FUERZA (KGF)
Sc	SATURADA FLEXIÓN	1	63.6	6485.40
		2	90.16	9193.76
		3	59.83	6100.96
		4	67.43	6875.95
		5	67.47	6880.03
SEc-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	51.6	5261.74
		2	66	6730.13
		3	55.3	5639.03
		4	42.88	4372.54
		5	56.44	5755.28
SEc-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	47.96	4890.56
		2	56.83	5795.05
		3	52.81	5385.12
		4	59.07	6023.46
		5	50.89	5189.34
SEc-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	52.81	5385.12
		2	54.2	5526.86
		3	52.2	5322.92
		4	53.68	5473.84
		5	52.61	5364.73
Nc	NATURAL	1	73.52	7496.95
		2	73.78	7523.47
		3	83.82	8547.26
		4	88.81	9056.10
		5	81.67	8328.02

Fuente: Propia

Tabla N° 18: Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	RESISTENCIA MÁXIMA (KG/CM2)	P´LIMITE PROPORCIONAL (KG)	ESFUERZO AL LIMITE PROPORCIONAL (KG/CM2)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (KG/CM2)
Sc	SATURADA FLEXIÓN	1	264.19	6221.20	253.43	100127.39
		2	359.10	8834.66	345.08	129646.43
		3	240.97	5859.99	231.45	94845.23
		4	271.48	6604.47	260.76	113554.13
		5	277.77	6602.25	266.56	117900.50
SEc-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	217.80	5043.93	208.79	93642.47
		2	268.17	6461.96	257.48	110511.89
		3	226.96	5412.07	217.82	98106.85
		4	177.51	4195.04	170.30	74274.08
		5	232.55	5522.73	223.15	93446.39
SEc-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	196.07	4694.49	188.21	86838.22
		2	239.57	5555.48	229.66	164809.62
		3	216.86	5168.26	208.13	95089.15
		4	237.15	5786.31	227.82	98561.19
		5	201.49	4987.85	193.66	80803.57
SEc-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	220.36	5164.76	211.35	79720.48
		2	225.64	5301.22	216.43	64017.00
		3	212.99	5109.93	204.46	67014.14
		4	218.54	5255.29	209.82	72046.13
		5	215.96	5148.77	207.27	68273.06
Nc	NATURAL	1	295.30	7201.65	283.67	117383.73
		2	297.39	7226.08	285.63	107045.72
		3	349.93	8197.33	335.60	132258.68
		4	362.25	8693.85	347.76	118757.33
		5	333.80	7994.23	320.42	133252.81

Fuente: Propia

Tabla N° 19: Contenido de humedad tomado electrónicamente por Higrómetro

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD
ST	SATURADA TRACCIÓN	1	33.8
		2	29
		3	28.1
		4	40.6
		5	35.4
SET-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	23.3
		2	22.6
		3	22.8
		4	21.1
		5	21.4
SET-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	18.7
		2	17.4
		3	18.3
		4	18.5
		5	17.6
SET-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	14.1
		2	13.2
		3	13.6
		4	13.4
		5	12.9
NT	NATURAL	1	10.8
		2	11.2
		3	11.6
		4	11.2
		5	10.6

Fuente: Propia

Tabla N° 20: Características de las Probetas de Madera Cedrelinga catenaeformis para Ensayo de Tracción Paralela a la Fibra.

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	LONGITUD (CM)	ESPESOR(CM)	LONGITUD FINAL DE LA PROBETA (CM)	ANCHO FINAL DE LA PROBETA (KG/CM2)	ESPESOR FINAL (KG/CM2)	DIFERENCIA DE LONGITUDES (CM)
ST	SATURADA TRACCION	1	11.05	0.52	11.49	0.6	0.42	0.44
		2	10.98	0.5	11.1	0.5	0.43	0.12
		3	11.1	0.42	11.15	0.51	0.5	0.05
		4	11.08	0.5	11.1	0.55	0.61	0.02
		5	11	0.45	11.15	0.5	0.48	0.15
SEt-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	11.05	0.46	11.15	0.5	0.55	0.1
		2	11.1	0.49	11.1	0.5	0.5	0
		3	11.1	0.42	11.4	0.5	0.5	0.3
		4	10.97	0.47	11.12	0.55	0.5	0.15
		5	11.1	0.48	11.82	0.57	0.5	0.72
SEt-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	11.1	0.49	11.4	0.45	0.43	0.3
		2	11	0.5	11.03	0.48	0.42	0.03
		3	10.96	0.48	11.6	0.48	0.47	0.64
		4	10.9	0.52	11.4	0.44	0.46	0.5
		5	11.09	0.52	11.18	0.46	0.44	0.09
SEt-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	11	0.5	11.2	0.48	0.5	0.2
		2	11	0.47	11.12	0.51	0.6	0.12
		3	11.05	0.4	11.5	0.51	0.48	0.45
		4	11	0.44	11.4	0.46	0.43	0.4
		5	11	0.52	11.8	0.5	0.49	0.8
Nt	NATURAL	1	10.93	0.45	11.12	0.55	0.48	0.19
		2	10.98	0.48	11.28	0.51	0.53	0.3
		3	11	0.48	11.12	0.5	0.55	0.12
		4	11	0.45	11.41	0.47	0.5	0.41
		5	10.99	0.43	11.32	0.45	0.44	0.33

Fuente: Propia

Tabla N° 21: Aplicación de Fuerza a las probetas de Tracción Paralela a la Fibra

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	FUERZA (KN)	ÁREA (CM2)	TENSIÓN A LA ROTURA (KG/CM2)
St	SATURADA TRACCIÓN	1	352.3	0.24	1441.49
		2	344.2	0.20	1721.00
		3	358.6	0.21	1707.62
		4	332.4	0.21	1582.86
		5	362.4	0.23	1610.67
SEt-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	310.3	0.22	1435.25
		2	302.6	0.24	1286.56
		3	309.4	0.21	1473.33
		4	315.6	0.24	1291.33
		5	301.4	0.23	1308.16
SEt-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	240.5	0.24	1001.67
		2	264.9	0.20	1324.50
		3	232.8	0.20	1154.76
		4	255.4	0.25	1023.24
		5	266.4	0.23	1164.34
SEt-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	190.4	0.25	761.60
		2	180.6	0.24	738.95
		3	201.5	0.17	1171.51
		4	185.9	0.21	880.21
		5	186.3	0.26	716.54
Nt	NATURAL	1	308.6	0.21	1459.10
		2	321.2	0.23	1394.10
		3	298.4	0.23	1322.70
		4	312.5	0.23	1335.47
		5	283.3	0.21	1372.58

Fuente: Propia

Tabla N° 22: Resistencia a la Tracción

CÓDIGO	EVALUACIÓN	N° DE PROBETA	APLICACIÓN DE LA FUERZA (KN)	FUERZA (KGF)
SF	SATURADA FLEXIÓN	1	1.97	200.9
		2	2.12	216.2
		3	2.3	234.5
		4	2.05	209.0
		5	1.89	192.7
SEF-40	SAT. Y SECO 40 MIN	1	1.76	179.5
		2	1.71	174.4
		3	1.86	189.7
		4	1.67	170.3
		5	1.71	174.4
SEF-80	SAT. Y SECO 80 MIN	1	1.72	175.4
		2	1.57	160.1
		3	1.65	168.2
		4	1.59	162.1
		5	1.62	165.2
SEF-120	SAT. Y SECO 120 MIN	1	1.35	137.7
		2	1.44	146.8
		3	1.39	141.7
		4	1.56	159.1
		5	1.45	147.9
NF	NATURAL	1	2.54	259.0
		2	2.12	216.2
		3	2.34	238.6
		4	2.58	263.1
		5	1.91	194.8

Fuente: Propia

ANEXO 04

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 36: ASERRADERO DE MADERA



Fuente: Propia

Figura N° 37: Tamaños Normados de las Probetas



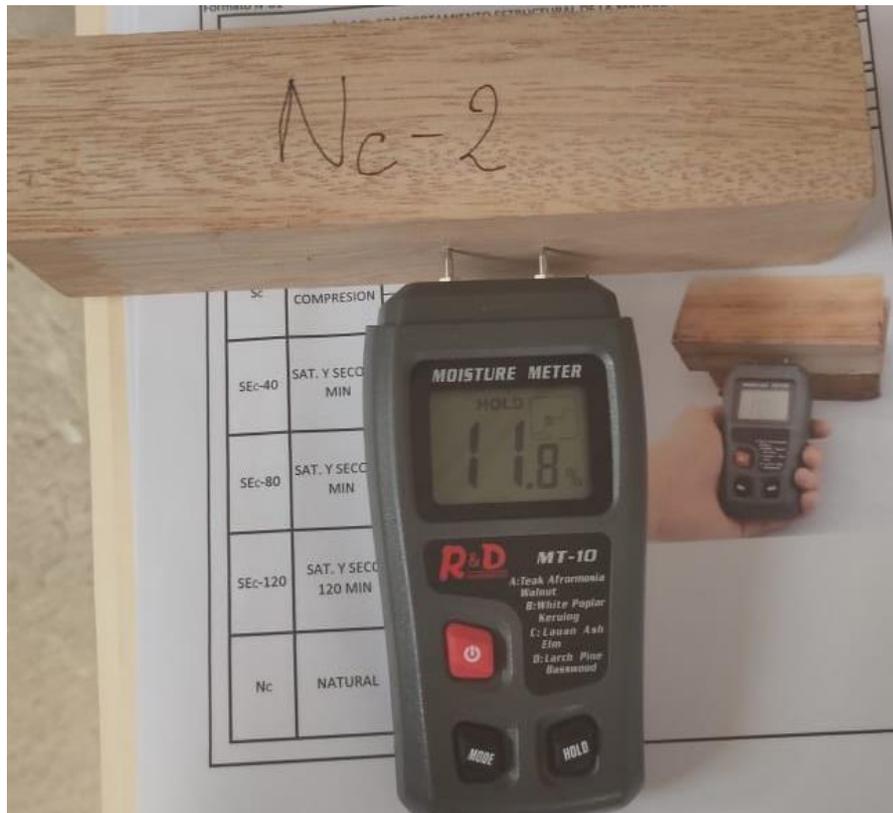
Fuente: Propia

Figura N° 38: Proceso de Saturación de Probetas



Fuente: Propia

Figura N° 39: Medición de Porcentaje de Humedad



Fuente: Propia

Figura N° 40: Probetas según la norma para Ensayos de Flexión Estática



Fuente: Propia

Figura N° 41: Saturación de Probetas para Ensayos de Flexión Estática



Fuente: Propia

Figura N° 42: Probetas puestas a secar en Horno para Ensayos de Flexión Estática



Fuente: Propia

Figura N° 43: Registro de Peso de las diferentes probetas



Fuente: Propia

Figura N° 44: Toma de lectura electrónica del contenido de humedad



Fuente: Propia

Figura N° 47: Ensayo de Flexión Estática



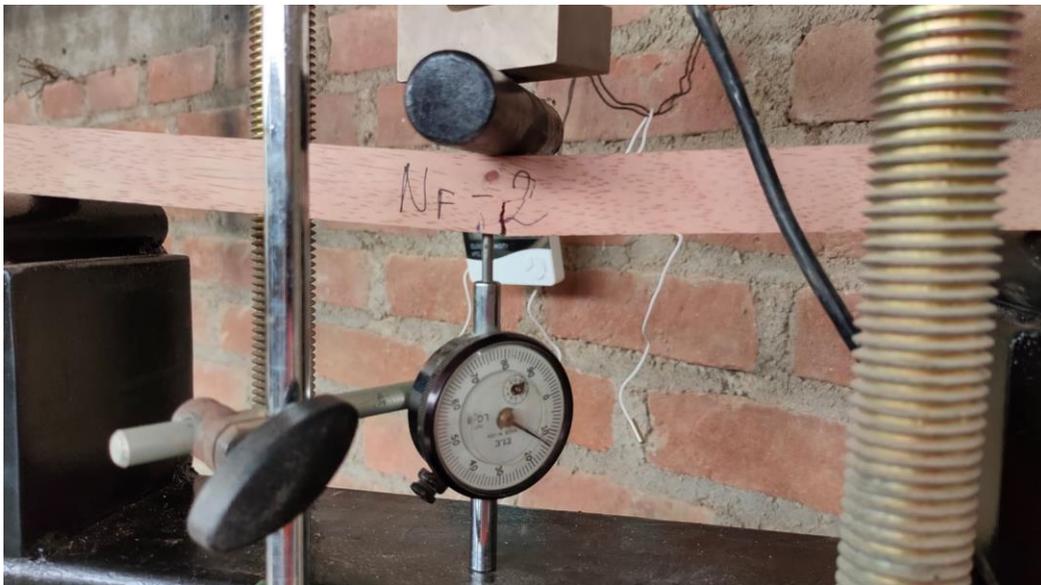
Fuente: Propia

Figura N° 46: Aplicación de Fuerza Constante



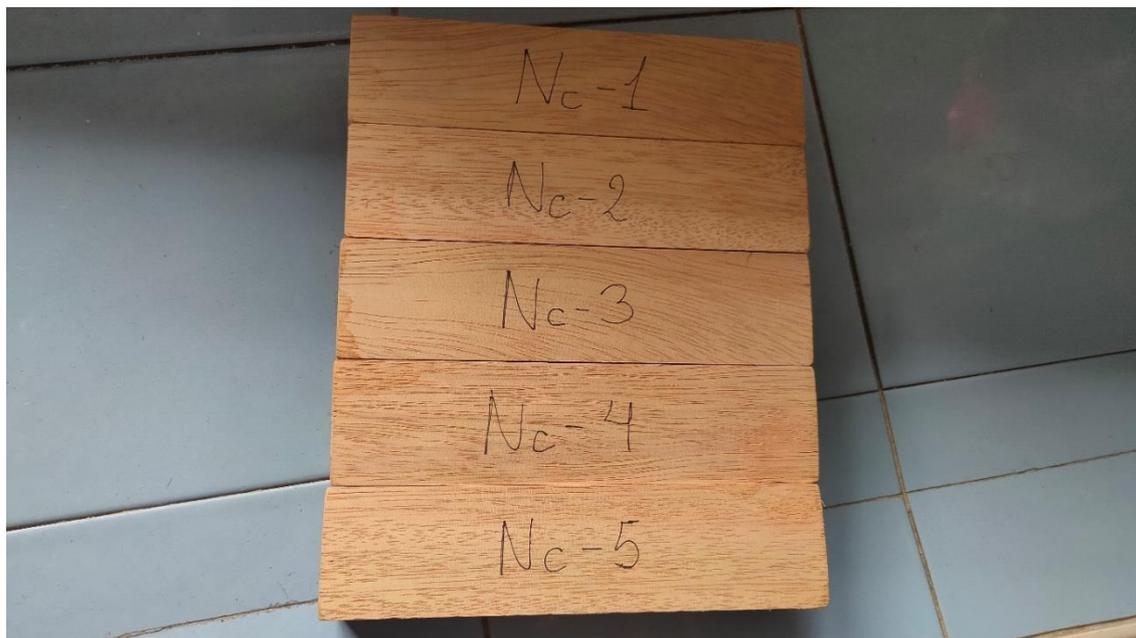
Fuente: Propia

Figura N° 47: Deflexión y falla producida por la probeta



Fuente: Propia

Figura N° 48: Probetas según la norma para Ensayos de Compresión Paralela a la Fibra



Fuente: Propia

Figura N° 49: Saturación de Probetas para Ensayos de Compresión Paralela a la Fibra



Fuente: Propia

Figura N° 50: Probetas puestas a secar en Horno para Ensayos de Compresión Paralela a la Fibra



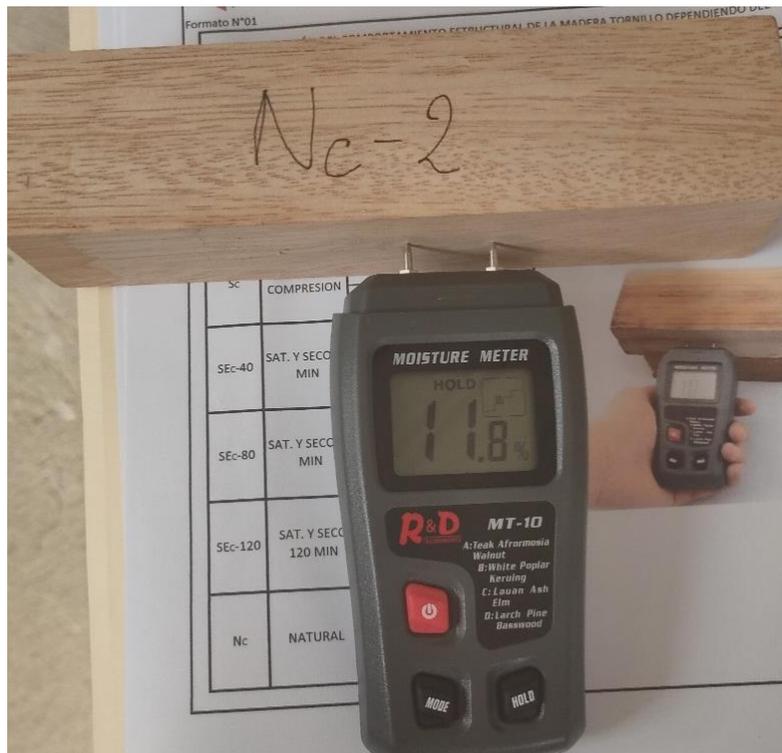
Fuente: Propia

Figura N° 51: Registro de Peso de las diferentes probetas



Fuente: Propia

Figura N° 52: Toma de lectura electrónica del contenido de humedad



Fuente: Propia

Figura N° 53: Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra



Fuente: Propia

Figura N° 54: Aplicación de Fuerza Constante



Fuente: Propia

Figura N°55: Probetas según la norma para Ensayos de Tracción Paralela a la Fibra



Fuente: Propia

Figura N° 56: Saturación de Probetas para Ensayos de Tracción Paralela a la Fibra



Fuente: Propia

Figura N° 57: Probetas puestas a secar en Horno para Ensayos de Tracción Paralela a la Fibra



Fuente: Propia

Figura N° 58: Registro de Peso de las diferentes probetas



Fuente: Propia

Figura N° 59: Toma de lectura electrónica del contenido de humedad



Fuente: Propia

ANEXO 05

VALIDACION POR EXPERTOS

FICHA DE VALIDACION						
TITULO:		EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DE SU CONTENIDO DE HUMEDAD-CHICLAYO				
AUTOR:		VASQUEZ BERNAL, ANTHONY KLEY				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS		
				ING. N°1	ING. N°2	ING. N°3
INDEPENDIENTE: CONTENIDO DE HUMEDAD	PROPIEDADES FISICAS	HUMEDAD	METODO GRAVIMETRO	0.9	0.85	0.9
			METODO ELECTRONICO	0.9	0.8	0.85
DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURA DE LA MADERA TORNILLO	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	ENSAYO A LA COMPRESION PARALELA A LA FIBRA	0.8	0.8	0.8
		RESISTENCIA A LA TRACCION	ENSAYO A LA TRACCION PARALELA A LA FIBRA	0.8	0.8	0.8
		RESISTENCIA A LA FLEXION	ENSAYO A LA FLEXION ESTATICA	0.8	0.8	0.8
INTERPRETACION DE VALOR DE LA VALIDEZ(Según Hernandez, 2011)						
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria	4.2	4.05	4.15
De 0 a 0.60		Inaceptable	Sumatoria/(n° de instrumentos)	0.84	0.81	0.83
De 0.60 a 0.70		Deficiente				
De 0.70 a 0.80		Aceptable	Promedio de la Validez Obtenida: 0.83			
De 0.80 a 0.90		Buena				
Mayor a 0.90		Excelente				



MIGUEL ANGEL ZENA ACOSTA
CIP N° 87641
INGENIERO N° 1



Daniel Alfredo Pariona A.
CIP N° 180049
INGENIERO N° 2



YURI ALEXANDER BUSTAMANTE VASQUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 215706
INGENIERO N° 3

ANEXO 06

ENSAYOS DE LABORATORIO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.

Ensayo : MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.
 Referencia : NTP 251.014: 2020

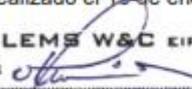
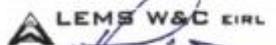
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			Ancho (Cm)	Espesor (Cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	RM (kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SEc - 80	SATURADO Y SECO 80 MINUTOS	1	5.08	196.07	4891	24.9	196
02			2	5.05	239.57	5795	24.2	240
03			3	4.85	216.86	5385	24.8	217
04			4	4.99	237.15	6023	25.4	237
05			5	5.09	201.49	5189	25.8	201

Donde:

RM : Resistencia máxima por compresión axial.
 P : Carga máxima soportada por la probeta.
 A : Superficie de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.
 Referencia : NTP 251.014: 2020

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			Ancho (Cm)	Espesor (Cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	RM (kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SEc - 120	SATURADO Y SECO 120 MINUTOS	1	5.1	4.8	5385	24.4	220
02			2	4.9	5.0	5527	24.5	226
03			3	4.9	5.1	5323	25.0	213
04			4	5.1	5.0	5474	25.0	219
05			5	5.1	4.9	5365	24.8	216

Donde:

RM : Resistencia máxima por compresión axial.

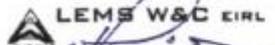
P : Carga máxima soportada por la probeta.

A : Superficie de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la flexión estática.
 Referencia : NTP 251.017:2014 (revisada el 2019)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	L (Cm)	a (Cm)	e (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	Nf	NATURAL	1	259	35.0	2.5	2.6	837
02			2	216	35.0	2.5	2.5	701
03			3	239	35.0	2.5	2.5	802
04			4	263	35.0	2.6	2.5	850
05			5	195	35.0	2.5	2.5	662

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 L : Distancia entre los soportes, luz de la probeta.
 a : Ancho de la probeta.
 e : Espesor de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la flexión estática.
 Referencia : NTP 251.017:2014 (revisada el 2019)

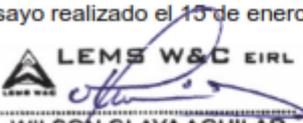
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	L (Cm)	a (Cm)	e (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SF	SATURADO FLEXIÓN	1	201	35.0	2.5	2.5	656
02			2	216	35.0	2.5	2.6	701
03			3	235	35.0	2.5	2.5	754
04			4	209	35.0	2.5	2.5	694
05			5	193	35.0	2.5	2.5	637

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 L : Distancia entre los soportes, luz de la probeta.
 a : Ancho de la probeta.
 e : Espesor de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la flexión estática.
 Referencia : NTP 251.017:2014 (revisada el 2019)

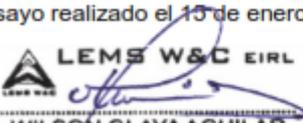
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	L (Cm)	a (Cm)	e (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SEF - 40	SATURADO Y SECO 40 MINUTOS	1	179	35.0	2.5	2.5	620
02			2	174	35.0	2.5	2.5	577
03			3	190	35.0	2.5	2.5	617
04			4	170	35.0	2.5	2.5	561
05			5	174	35.0	2.5	2.5	584

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 L : Distancia entre los soportes, luz de la probeta.
 a : Ancho de la probeta.
 e : Espesor de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la flexión estática.
 Referencia : NTP 251.017:2014 (revisada el 2019)

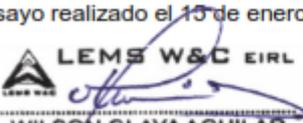
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	L (Cm)	a (Cm)	e (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SEF - 80	SATURADO Y SECO 80 MINUTOS	1	175	35.0	2.5	2.6	573
02			2	160	35.0	2.5	2.5	532
03			3	168	35.0	2.5	2.5	565
04			4	162	35.0	2.5	2.5	551
05			5	165	35.0	2.5	2.5	555

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 L : Distancia entre los soportes, luz de la probeta.
 a : Ancho de la probeta.
 e : Espesor de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la flexión estática.
 Referencia : NTP 251.017:2014 (revisada el 2019)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	L (Cm)	a (Cm)	e (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SEF - 120	SATURADO Y SECO 120 MINUTOS	1	138	35.0	2.6	2.5	459
02			2	147	35.0	2.6	2.5	478
03			3	142	35.0	2.5	2.5	478
04			4	159	35.0	2.5	2.5	535
05			5	148	35.0	2.5	2.5	501

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 L : Distancia entre los soportes, luz de la probeta.
 a : Ancho de la probeta.
 e : Espesor de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
 Referencia : NTP 251.085:1986 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	a (Cm)	b (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA				
01	Nt	NATURAL	1	309	0.5	0.5	1461
02			2	321	0.5	0.5	1394
03			3	299	0.5	0.5	1324
04			4	312	0.5	0.5	1333
05			5	283	0.5	0.4	1373

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 a : Espesor de la probeta.
 b : Ancho de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
 Referencia : NTP 251.085:1986 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	a (Cm)	b (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA				
01	St	SATURADO TENSIÓN	1	352	0.5	0.5	1439
02			2	345	0.4	0.5	1723
03			3	359	0.5	0.4	1709
04			4	332	0.4	0.5	1583
05			5	362	0.5	0.5	1609

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 a : Espesor de la probeta.
 b : Ancho de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
 Referencia : NTP 251.085:1986 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	a (Cm)	b (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA				
01	SET - 40	SATURADO Y SECO 40 MINUTOS	1	310	0.5	0.5	1434
02			2	303	0.5	0.5	1288
03			3	309	0.5	0.4	1471
04			4	315	0.5	0.5	1289
05			5	302	0.5	0.5	1310

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 a : Espesor de la probeta.
 b : Ancho de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
 Referencia : NTP 251.085:1986 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	a (Cm)	b (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA				
01	SET - 80	SATURADO Y SECO 80 MINUTOS	1	241	0.5	0.5	1002
02			2	265	0.4	0.5	1326
03			3	232	0.4	0.5	1153
04			4	255	0.5	0.5	1021
05			5	266	0.4	0.5	1163

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 a : Espesor de la probeta.
 b : Ancho de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
 Referencia : NTP 251.085:1986 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			P (Kgf)	a (Cm)	b (Cm)	MOR (Kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA				
01	SET- 120	SATURADO Y SECO 120 MINUTOS	1	191	0.5	0.5	763
02			2	180	0.5	0.5	739
03			3	202	0.4	0.4	1174
04			4	186	0.5	0.4	879
05			5	187	0.5	0.5	718

Donde:

MOR : Módulo de ruptura.
 a : Espesor de la probeta.
 b : Ancho de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.
 Referencia : NTP 251.014: 2020

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			Ancho (Cm)	Espesor (Cm)	P (Kgf)	A (cm ²)	RM (kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	Nc	NATURAL	1	4.9	5.2	7497	25.4	295
02			2	5.0	5.1	7523	25.3	297
03			3	5.1	4.8	8547	24.4	350
04			4	5.0	5.0	9056	25.0	362
05			5	5.0	5.0	8328	24.9	334

Donde:

RM : Resistencia máxima por compresión axial.

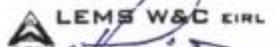
P : Carga máxima soportada por la probeta.

A : Superficie de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.




WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.
 Referencia : NTP 251.014: 2020

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			Ancho (Cm)	Espesor (Cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	RM (kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	Sc	SATURADO COMPRESIÓN	1	4.9	5.0	6485	24.5	264
02			2	5.1	5.0	9194	25.6	359
03			3	4.9	5.1	6101	25.3	241
04			4	5.1	5.0	6876	25.3	271
05			5	5.0	4.9	6880	24.8	278

Donde:

- RM : Resistencia máxima por compresión axial.
 P : Carga máxima soportada por la probeta.
 A : Superficie de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : ANTHONY KLEY VASQUEZ BERNAL
 Proyecto / Obra : Tesis: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MADERA TORNILLO DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD – CHICLAYO.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de enero del 2021.
 Ensayo : MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.
 Referencia : NTP 251.014: 2020

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN			Ancho (Cm)	Espesor (Cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	RM (kg/cm ²)
	CÓDIGO	EVALUACIÓN	PROBETA					
01	SEc - 40	SATURADO Y SECO 40 MINUTOS	1	4.89	4.94	5262	24.2	218
02			2	4.95	5.07	6730	25.1	268
03			3	5.05	4.92	5639	24.8	227
04			4	5.10	4.83	4373	24.6	178
05			5	4.93	5.02	5755	24.7	233

Donde:

RM : Resistencia máxima por compresión axial.
 P : Carga máxima soportada por la probeta.
 A : Superficie de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante. (ingresada 15 de enero del 2021)
- Ensayo realizado el 15 de enero del 2021.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904