



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DEL ÁRBOL EN
LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA EUCALIPTO
EN EL DISTRITO BAMBAMARCA, CAJAMARCA – 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

GEINER GUSTAVO ESPINOZA TARRILLO

ASESOR:

ING. MARCO ANTONIO CERNA VÁSQUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE EDIFICACIONES ESPECIALES

CHICLAYO-PERÚ

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 10:30 horas del día 20 de Diciembre del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 3262-2018-UCV-CH , de fecha 20 de Diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DEL ÁRBOL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE BAMBAMARCA, CAJAMARCA -2018", presentada por el Bachiller ESPINOZA TARRILLO, GEINER GUSTAVO con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes :

- Presidente: Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz
- Secretario: Mg. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez
- Vocal: Mg. Efraín Ordinola Luna

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR UNANIMIDAD

Siendo las 11:15 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

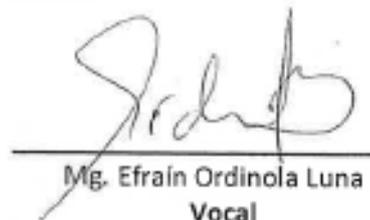
Chiclayo, 20 de Diciembre del 2018



Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz
Presidente



Mg. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez
Secretario



Mg. Efraín Ordinola Luna
Vocal

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con todo cariño a mis padres LUIS ESPINOZA SAUCEDO y LASTENIA TARRILLO ATALAYA, quien con su esfuerzo han hecho realidad mi formación como persona y como profesional.

Geiner Gustavo Espinoza Tarrillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por concederme la dicha de existir y disfrutar de esta vida.

A mis padres, hermanos y a toda mi familia que de alguna forma han ayudado y animado durante la elaboración de este trabajo.

Un agradecimiento especial a la Universidad Cesar Vallejo que me supo acoger, la misma que con sus profesores de la carrera de ingeniería civil quienes con su exigencia impartieron sus conocimientos necesarios en mi formación como ingeniero civil.

Al Ing. Marco Antonio Cerna Vásquez por todo su apoyo incondicional y sus constantes sugerencias para mejorar y culminar este trabajo de investigación.

Geiner Gustavo Espinoza Tarrillo

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Geiner Gustavo Espinoza Tarrillo** estudiante de la facultad de Ingeniería en la escuela académico profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, sede Bambamarca, Identificado con DNI N 72458147.

Declaro bajo juramento que:

Soy autor de la tesis titulada: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DEL ÁRBOL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA EUCALIPTO EN EL DISTRITO BAMBAMARCA, CAJAMARCA – 2018, la misma que presento para optar el título profesional de ingeniero civil.

1. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o inconveniencia presentada.

De identificarse fraude, piratería, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 22 de diciembre del 2018



GEINER GUSTAVO ESPINOZA TARRILLO

DNI 72458147

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la tesis titulada: “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DEL ÁRBOL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA EUCALIPTO EN EL DISTRITO BAMBAMARCA, CAJAMARCA – 2018”, para obtener el título profesional de INGENIERO CIVIL, respetando el fiel cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos, Guía de productos observables de las experiencias curriculares eje del modelo de investigación y los lineamiento de la facultad de Ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Chiclayo.

GEINER GUSTAVO ESPINOZA TARRILLO

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE ILUSTRACIONES	xi
INDICE DE IMAGENES	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. TRABAJOS PREVIOS	17
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	19
1.3.1. La madera	19
1.3.2. Estructura de la madera	19
1.3.3. Características físicas de la madera.....	21
1.3.4. La madera en el Perú.....	22
1.3.5. Tipos de madera	23
1.3.6. Agrupamiento de la madera estructural	24
1.3.7. Descripción de los ensayos mecánicos	26
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	28
1.6. HIPÓTESIS	29
1.7. OBJETIVOS.....	29
II. MÉTODO	30
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	30
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATO, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	32
2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	33
2.6. ASPECTOS ÉTICOS.....	34
III. RESULTADOS.....	35
3.1. CORTE O CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO	35
3.2. COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO.....	36
3.3. COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO	37
3.4. FLEXIÓN ESTÁTICA.....	38
3.5. TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS.....	39
3.6. TENSIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS.....	40
3.7. CONTENIDO DE HUMEDAD	41
3.8. DENSIDAD BÁSICA.....	42
3.9. MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	43
3.10. ESFUERZOS ADMISIBLES	44
IV. DISCUSIÓN.....	45
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. REFERENCIAS	48
VIII. ANEXOS	51
8.1. SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ENSAYOS MECÁNICOS.....	51
8.1.1. Descripción geográfica del lugar de extracción	51
8.1.2. Muestreo general.....	53
8.1.3. Selección y disposición de ensayos	62
8.2. DESARROLLO DE LOS ENSAYOS.....	67
8.2.1. Corte o cizallamiento paralelo al grano.....	68
8.2.2. Compresión paralela al grano.....	74
8.2.5. Tensión paralela a las fibras.....	95
8.3. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	110
8.4. DATOS DE CAMPO	123
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	159
ACTA DE ORIGINALIDAD	160
REPORTE TURNITIN	161

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de especies de madera por departamento	23
Tabla 2: Densidad básica	25
Tabla 3: Módulo de elasticidad	25
Tabla 4: Esfuerzos admisibles	26
Tabla 5: Operacionalización de variables	31
Tabla 6: Normas utilizadas	32
Tabla 7: Validez y confiabilidad	33
Tabla 8: Análisis estadístico (RC)	35
Tabla 9: Análisis estadístico (RM)	36
Tabla 10: Análisis estadístico (ELP)	37
Tabla 11: Análisis estadístico (ELP)	38
Tabla 12: Análisis estadístico (MOR)	39
Tabla 13: Análisis estadístico (ET)	40
Tabla 14: Análisis estadístico (CH)	41
Tabla 15: Análisis estadístico (DB)	42
Tabla 16: Análisis estadístico (MOE)	43
Tabla 17: Esfuerzos admisibles Eucalipto Globulus	44
Tabla 18: Vías de acceso	52
Tabla 19: Edad del árbol	54
Tabla 20: Número del árbol	54
Tabla 21: Longitud comercial de la madera	59
Tabla 22: Selección de ensayos - Árbol de 10 años	63
Tabla 23: Selección de ensayos - Árbol de 25 años	64
Tabla 24: Selección de ensayos - Árbol de 40 años	65
Tabla 25: Selección de ensayos - Árbol de 55 años	66
Tabla 26: Resumen total de ensayos	67
Tabla 27: Peso y medida de probetas para cizallamiento obtenidas en el laboratorio	70
Tabla 28: Resultados de resistencia al cizallamiento paralelo (RC)	72
Tabla 29: Peso y medida de probetas para compresión paralela obtenidas en el laboratorio	76

Tabla 30: Resultados de ELP, RM, MOE	79
Tabla 31: Peso y medida de probetas para compresión perpendicular obtenidas en el laboratorio.....	83
Tabla 32: Resultados ELP.....	85
Tabla 33: Peso y medida de probetas para flexión estática obtenidas en el laboratorio	89
Tabla 34: Peso y medida de las probetas para tensión paralela obtenidas en el laboratorio	97
Tabla 35: Resultados MOE, MOR	99
Tabla 36: Peso y medida de probetas para tensión perpendicular obtenidas en el laboratorio	103
Tabla 37: Resultados de resistencia ET	105
Tabla 38: Factor de reducción.....	107
Tabla 39: Valores promedios.....	108
Tabla 40: Esfuerzos admisibles.....	108

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Comparativo de las 4 edades (RC).....	35
Ilustración 2: Comparativo de las 4 edades (RM).....	36
Ilustración 3: Comparativo de las 4 edades (ELP)	37
Ilustración 4: Comparativo de las 4 edades (ELP)	38
Ilustración 5: Comparativo de las 4 edades (MOR).....	39
Ilustración 6: Comparativo de las 4 edades (ET).....	40
Ilustración 7: Comparativo de las 4 edades (CH)	41
Ilustración 8: Comparativo de las 4 edades (DB)	42
Ilustración 9: Comparativo de las 4 edades (MOE)	43
Ilustración 10: Tendencia Lineal (RC)	73
Ilustración 11: Tendencia lineal (RM)	80
Ilustración 12: Tendencia lineal (ELP).....	86
Ilustración 13: Tendencia lineal (ELP).....	94
Ilustración 14: Tendencia lineal (MOR)	94
Ilustración 15: Tendencia lineal (MOR)	100
Ilustración 16: Tendencia lineal (ET)	106

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Identificación del árbol.....	55
Imagen 2: Corte de cuña	55
Imagen 3: Corte de la base	56
Imagen 4: División de trozas	56
Imagen 5: Corte final de trozas	57
Imagen 6: Identificación de la troza	57
Imagen 7: Selección de trozas por altura según A.S.T.M D-143.....	58
Imagen 8: Nomenclatura de barras	60
Imagen 9: corte de las trozas en barras	61
Imagen 10: Barras de sección 0.08m x 0.08m	61
Imagen 11: Secado de barras en horno	62
Imagen 12: Maquina de ensayo universal con dispositivo para corte	68
Imagen 13: Probetas para ensayo de corte	69
Imagen 14: Medida y peso de las probetas para corte.....	69
Imagen 15: Probetas de corte ensayadas	71
Imagen 16: Maquina de ensayo universal con dispositivo para compresión paralela	74
Imagen 17: Probeta para compresión paralela.....	75
Imagen 18: Medidas y peso de probetas para compresión paralela	75
Imagen 19: Izq. Falla por compresión y cizallamiento Der. Falla por cizallamiento	77
Imagen 20: Fallas en el ensayo compresión paralela	78
Imagen 21: Maquina ensayo universal y dispositivos para compresion perpendicular.....	81
Imagen 22: Probetas para compresión perpendicular.....	82
Imagen 23: Medidada y peso de las probetas para compresion perpendicular .	82
Imagen 24: Probetas de compresión perpendicular ensayadas.....	84
Imagen 25: Máquina de ensayo universal con dispositivo para flexión	87
Imagen 26: Probetas para flexión.....	88
Imagen 27: Medidas y peso de la probetas para flexión estática	88
Imagen 28: Izq. Falla por tensión de astillamiento, Der. Falla tensión abrupta	90
Imagen 29: Fallas en el ensayo de flexión estática	92

Imagen 30: Máquina de ensayo univeral con dispositivos para tensión paralela	95
Imagen 31: Probetas para tensión paralela.....	96
Imagen 32: Probetas para tensión paralela.....	96
Imagen 33: Probetas de tensión paralela ensayadas.....	98
Imagen 34: Máquina de ensayo universal con dispositivo para tensión perpendicular.....	101
Imagen 35: Probetas para tensión perpendicular	102
Imagen 36: Medidas y peso de las probetas para tensión perpendicular.....	102
Imagen 37: Probetas de tensión perpendicular ensayadas.....	104

RESUMEN

El desarrollo de la presente investigación se realiza con madera Eucalipto Globulus de 2 árboles de cada edad 10, 25, 40 y 55 años de edad que cumplan con los requerimientos para ser sometidos a estudios, según lo requiere la norma técnica peruana. Las trozas seleccionadas de cada árbol fueron marcadas en sus secciones transversales, para formar barras de 0.08 x 0.08 x 1.20m que, posteriormente fueron utilizadas en la elaboración de probetas que tuvieron dimensiones normalizadas, según el tipo de ensayo mecánico.

Este trabajo es de tipo preliminar, los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo fueron, corte paralelo al grano, compresión paralela al grano, compresión perpendicular al grano, flexión estática, tensión paralela al grano, tensión perpendicular al grano.

Con los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos fueron necesario someterlo a un análisis estadístico, para obtener valores compactos que fueron de utilidad al evaluar las propiedades mecánicas de cada edad y, así determinar los esfuerzos admisibles que son valores de resistencia del material cuando éstos se encuentran en condiciones ideales, sanas y limpias.

Palabras claves:

Madera, Eucalipto Globulus, Ensayo

ABSTRACT

The development of show it(subj) investigation 2 trees Eucalipto Globulus out of every age accomplishes with wood 10, 25, 40 and 55 years himself elderly that necessities comply with (subj) being subdued to study, according to technical norm requires it Peruvian. Chop them up selected candidates out of every tree were put a brand on in his cross-sections, to form 0.08 x's bars 0.08 x 1.20m than, posteriorly they were used in the test tubes elaboration that they had dimensions normalized, according to the mechanical essay fellow in.

the fact-finding work's Great part is based on technical norm Peruvian wooden E-010 and the designing Manual in order to Maderas of the Grupo Andino; Since he permits glimpsing a technical close up about the best use of the wood of Eucalipto Globulus and his contribution in the construction.

This work belongs to preliminary fellow. The realized essays in the laboratory of Trujillo's national university went, cut or parallel shearing to the point, parallel compression to the point, perpendicular compression to the point, static flexion, parallel tension to the point, perpendicular tension to the point.

It was necessary to submit it obtenidos out of every one of the essays to a statistical analysis, to obtain compact moral values that attended of utility With the aftermaths to the evaluating the mechanical properties out of every age and, thus determining the admissible labors than music resistance moral values of the material when they find these in ideal, healthy conditions and you do the cleaning.

Key words:

Wood, Eucalipto Globulus, I rehearse

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Internacional

El eucalipto proveniente de Australia con más de 600 especies, viene siendo utilizado por el hombre desde hace miles de años como combustible para producir fuego, luego fue incorporándose a la industria de la construcción que no llevaba más que el descortezado y cortado a las medidas requerida. Con la incorporación de la tecnología fue dándose otros usos, pero hasta ese entonces se utilizaba de una manera empírica sin considerar las propiedades mecánicas que presenta a sus diferentes edades.

En los últimos años se tiene madera con un índice de menor resistencia, pero con un índice de mayor durabilidad, la resistencia se ha disminuido debido al crecimiento de la demanda a nivel mundial lo que conlleva a producir madera de árboles cada vez de menor edad, el aumento de la durabilidad debido al desarrollo de nuevas técnicas de producción e implementación de materiales para proteger y preservar la madera.

Nacional

En el Perú por su ubicación geográfica y diversidad de climas posee gran disponibilidad de tierras aptas para la explotación maderera se cuenta con pocos estudios realizados a las características físicas y propiedades mecánicas de las especies de madera y en este caso particular de la especie de eucalipto. Aún más escaso es el estudio de las especies según su edad y la influencia que tiene la madurez de la muestra en los resultados obtenidos en la determinación de las propiedades mecánicas.

Regional

El árbol de eucalipto es una especie maderera que predomina en el distrito de Bambamarca, siendo de gran demanda en la construcción y utilizada en tijerales, entablerados, puntales, pies derechos, rollizos para encofrados y también en la construcción de viviendas de adobe.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

Nivel Internacional

(González del Cid, 2013), en su tesis de pregrado titulada “Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas para dos distintas edades de la especie de madera *Gmelina Arborea Roxb* (Melina) de Retalhuleu para recomendación de uso en la industria de la construcción” concluye lo siguiente; La madera se contrae más en su la dirección tangencia que en la dirección radial, además que la madera volumétricamente de 10 años se contrae 7.50% y la de 15 años 8.20% por lo que es madera de muy baja contracción volumétrica. Según su densidad la madera se clasifica como moderadamente pesada sin embargo la madera de 15 años es 5% menos pesada que la de 10 años; La madera de 10 años muestra mayor resistencia a los esfuerzos de flexión, clasificándolo como bajo; corte paralelo clasificándolo también como bajo; tensión perpendicular y dureza; La madera de 15 años muestra un mayor módulo de elasticidad clasificándolo este como muy alto, siendo la mayor resistencia al esfuerzo de compresión paralela y perpendicular a la fibra, clasificándose como baja y muy alta respectivamente; tensión paralela a la fibra y clivaje.

(Siza Simba, y otros, 2009), en su tesis de pregrado denominada: “Propiedades físico-mecánicas del eucalipto y aplicación al diseño estructural de una vivienda parte de una granja integral, ubicada en el IASA I”, concluye lo siguiente; Que el eucalipto glóbulo es mucho más eficiente y resistente que el eucalipto grandis en alrededor un 30% por lo cual sería el más recomendado para uso constructivo; El eucalipto Glóbulos puede ser utilizado como estructural por ser una madera pesada al tener una masa por volumen de 810 kg/m³, mientras que el eucalipto

grandis tiene solo 500 kg/m³. Según algunos textos clasifican las maderas pasadas para uso estructural desde 800kg/cm³.

(Rivas Boch, y otros, 2006), en su tesis de pregrado denominada, “Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de cuatro especies de madera del Petén” concluye lo siguiente; Todas las especies que fueron estudiadas muestran gran diferencia en sus características y propiedades, teniendo algunos valores similares en determinadas ensayos a la resistencia, lo cual lo lleva a clasificarse como madera pesada de la siguiente manera, la madera de Santa María - Calophyllum Brasiliense Camb, clasificada como pesada, con contracción mediana y estable; la madera de Manchiche - Lonchocarpus Castilloi clasificada como extremadamente pesada con contracción volumétrica alta y muy estable; La madera de Danto - Vatairea Lundellii clasificada como pesada con contracción volumétrica alta y medianamente estable y finalmente la madera de Malerio - Aspidosperma Megalocarpon Clasificada como extremadamente pesada y con contracción volumétrica y muy estable.

Nivel Nacional

(Condori Rosales, 2007), en su tesis de pregrado denominada “Propiedades mecánicas de Cedralinga Cateniformis Ducke (Tornillo) proveniente de dos tipos de plantaciones y diferentes edades del centro de investigación Janero Herrera – Loreto” conclúyelo siguiente; Para las edades de 15 y 29 años de edad a campo abierto su uso es netamente no estructural se recomienda aprovechar la madera de las plantaciones de 15 años y no esperar a un turno de cosecha de 29 años, pues la clasificación por resistencia mecánica y el volumen de madera son similares. Para fajas de enriquecimiento presentan valores altos de variación en sus propiedades mecánicas.

(Quintana V., y otros, 2011), en su tesis “Propiedades físico-mecánicas de las maderas de Simarouba amara (AUBEL) y cedralinga cateniformis (Ducke) de plantaciones de diferentes edades, San Juan Bautista, Loreto, Perú” se concluye que; La madera de ambas especies y en todas las edades, presentan

contracción muy baja, muy buen comportamiento al secado y tienen dimensiones muy estables; La madera de plantaciones a partir de los 20 años tiene propiedades físico-mecánicas similares a los de la madera de C. Catemiformis mantiene una relación directa con las propiedades físicas y mecánicas, es decir, a mayores valores de flexión estática, compresión paralela y compresión perpendicular; El periodo óptimo de aprovechamiento de ambas especies esta entre los 20 y 25 años de edad.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. La madera

(López Carrasco, y otros, 2016), Indica que la madera es considerada una sustancia vegetal con propiedades de dureza en mayor o menor grado, asimismo, se puede indicar su característica de compacta y fibrosa en el momento de su extracción del tronco mismo, en tanto que sus ramas y raíces son leñosas. Es entendida como un conjunto de células con características y funciones diversas a la vez que son de diferente tamaño. En consecuencia, la madera no puede ser considerado como un material homogéneo, pues no posee estructura uniforme, además que debe poseer tres funciones vitales: Conducción de savia, agua y sustancias disueltas; transformación y almacenamiento de estas sustancias en calidad de reserva y servir de sostén o resistencia al vegetal.

1.3.2. Estructura de la madera

1.3.2.1. *El tronco*

Constituido por, corteza exterior, corteza interior, cambium, la madera o xilema, la albura, el duramen, medula.

1.3.2.2. *Estructura anatómica*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), “Indica que se puede diferenciar visualmente de acuerdo al grado de apreciación la estructura anatómica en tres niveles.

- a) Macroscópica
- b) Microscópica
- c) Submicroscópica

a) Estructura macroscópica

Es observada a simple vista o con la ayuda de una lupa de 10 aumentos, se observan las siguientes características.

- Anillos de crecimiento
- Radios medulares
- Parénquima longitudinal.

b) Estructura Microscópica.

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), “Indica que en la estructura macroscópica esta las características que presenta los diferentes tejidos de la madera. A diferencia de la estructura microscópica se encarga de todos los tipos y características de las células que forman estos tejidos”.

Según su estructura celular, todas las especies de madera se encuentra en los de los principales grupos:

- Maderas leñosas, frondosas y latifoliadas (madera dura)
- Maderas coníferas (Maderas blandas)

c) Estructura submicroscópica.

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), “Indica que se apreciar ya la estructura de las fibras leñosas. Con una cavidad interior central denominada lumen, y que se encuentra separada por la pared celular y está tiene tres capas”.

- Lámina media
- Pared primaria

- Pared secundaria

1.3.2.3. *Composición química de la madera*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), Toda madera tiene o lo constituye los siguientes elementos principales: Carbono (C) en un 49%; Hidrogeno (H) en un 6%; Oxigeno (O) en un 44%; Nitrógeno (N) y demás minerales 1%. Al combinarse cada uno de estos elementos forma lo siguiente: Celulosa (40% - 60%), Hemicelulosa (5% – 25%) y la lignina (20% – 40%).

1.3.3. Características físicas de la madera

1.3.3.1. *Contenido de humedad*

El agua en la madera está presente de tres maneras:

- Agua libre: Las cavidades celulares están ocupadas por este tipo de agua.
- Agua higroscópica: En el interior de las paredes celulares el agua que contiene se denomina agua higroscópica.
- Agua de constitución: Como su nombre lo indica es el agua que constituye o firma la estructura molecular.

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), Si la madera es expuesta a la intemperie o medio ambiente, es ahí donde inicia a perder agua dando paso al secado de la misma. Durante el desarrollo de este proceso en primer lugar pierde el agua libre seguidamente el agua higroscópica, pero no se puede perder el agua de constitución, salvo sea el caso de combustión de la misma. La madera según su contenido de agua se encuentra en tres estados.

- Verde: Se denomina verde si la madera ha perdido toda el agua libre.
- Seco: Al perder toda el agua libre y una aparte del agua higroscópica se denomina madera seca.

- Anhidro: Este estado se obtiene al perder los dos tipos de agua libre e higroscópica.

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), La humedad de la madera esta dada por un porcentaje de peso de la suma del agua libre y el agua higroscópica con referencia al peso de la madera en su estado anhidro. Si de una muestra queremos obtener el CH, la fórmula es la siguiente.

$$CH\% = \frac{\text{Pesohúmedo} - \text{pesoanhidrido}}{\text{pesoanhidrido}} * 100 \dots \dots \dots (1)$$

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), Indica equipos y materiales mínimos, así como un procedimiento para obtener el peso anhídrido de la madera siendo el siguiente, este estado de la madera se obtiene en un horno a $103 \pm 2C$, durante este proceso se identifica dos valores de CH que son los principales, uno de ellos denominado punto de saturación de las fibras (PSF) este valor vario de 25% a 35 %, y el siguiente se denomina contenido de humedad en equilibrio (CHE). Si se presenta un CH inferior al PSF se presenta en la madera cambios ya sea en las dimensiones, así como también en las propiedades mecánicas de la misma.

- Por encima del (PSF) la madera no muestra o presenta variaciones así mismo como sus propiedades mecánicas son independientes del CH.
- Si el (PSF) está por debajo son dependientes las propiedades mecánicas.

1.3.4. La madera en el Perú

(FAO, 2004), Indica las cantidades de bosques que poseía el Perú a la fecha como son, en estado natural 78.8 millones distribuidos de la siguiente manera; 74.2 millones en la selva, 3.6 millones región costa y finalmente 1.0 millones en la sierra.

1.3.5. Tipos de madera

En nuestro Perú y en el mundo existe diferentes tipos y variedades de madera los cuales se adaptan a diferentes suelos, teniendo en el territorio nacional la producción de las siguientes especies maderables.

Tabla 1: Producción de especies de madera por departamento

DEPARTAMENTO	TIPO DE MADERA
UCAYALI	Tornillo, Lupuma , Catahua , Cumula , Cedro, Caoba
SAN MARTIN	Tornillo, Higuera, Caoba, Sphingo
CUSCO	Tornillo, Cedro, Eucalipto, Yatapalo y Lupuma
AMAZONAS	Cedro y Tornillo
ANCASH	Eucalipto, Tornillo y Pino
APURIMAC	Eucalipto y Pino
AYACUCHO	Tornillo, Diablo Fuerte y Roble
CAJAMARCA	Eucalipto y Pino
JUNÍN	Tornillo, Roble Correinte , Euclipto y Cedro

Fuente: OSINFOR – PERU

1.3.5.1. Madera de *Eucalipto Globulus*

(López Carrasco, y otros, 2016), Se caracteriza por ser un árbol que alcanza los 70m de altura y también en plantaciones de avanzada edad puede llegar a tener los 2m de diámetro, pero es habitual ver plantaciones de 50m de altura y un diámetro a la altura del pecho de 1.50m, esto se logra en plantaciones que tienen buenas condiciones ya sea de suelo, aire, luz, etc. Estas dimensiones casi nunca se ven en cultivos forestales porque tienen otro fin de su aprovechamiento maderero.

Esta especie de eucalipto tiene una característica muy particular a las demás con respecto a su corteza. La corteza durante el desarrollo de la planta va cambiando y dejando cada vez una nueva corteza de color blanco-plateado que con el paso del tiempo también será cambiando esta misma.

a). Usos del Eucalipto

Se puede dar una infinidad de usos siendo estos los más frecuentes:

- Fabricación de pasta de papel, este es uno de los principales usos del eucalipto, superior al 80%. Presenta un alto rendimiento en la obtención del uso de papel y su estructura química permite evitar el uso de cloro, por lo tanto, su proceso también es más respetuoso con el medio ambiente que el de la fabricación con otras maderas.
- puntales, pies derechos, rollizos para encofrado, en la construcción de viviendas de adobe.

b). Variedades de eucalipto Globulus

La variedad de eucalipto tiene 4 subespecies que son:

- *Eucalyptus glóbulus* subsp. *Bicostata* (Maiden, 1974)
- *Eucalyptus glóbulus* subsp. *Globulus*
- *Eucalyptus glóbulus* subsp. *Maidenii* (F. MULL.) J.B Kirkp. (1974).
- *Eucalyptus glóbulus* subsp. *Pseudoglobulus* (Naudin ex Maiden) J.B. kirkp. (1974).

1.3.6. Agrupamiento de la madera estructural

El agrupamiento está basado en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica.

Los valores de la densidad básica, modulo es de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos A, B y C serán los siguientes:

- **Agrupamiento Según la Densidad Básica**

La madera se agrupa con la finalidad de ordenar mas no de mostrar si un grupo presenta ventajas el uno con el otro, ya que este agrupamiento está en base a la resistencia

Se puede dar casos que algunas especies de madera no se encuentra en los límites de los grupos definidos, esto daría cabida para que a futuro se puede incluir un nuevo grupo que represente las densidades por debajo de 0.4 g/cm².

Tabla 2: Densida básica

Grupo Densidad	Básica g/cm ³
A	≥ 0,70
B	0,56 a 0,76
C	0,40 a 0,55

Fuente: Norma Técnica Peruana E. 010

- **Agrupamiento Según su Módulo de Elasticidad**

Luego de que el Grupo Andino realizara ensayos de flexión a 104 especies maderables (20 especies fueron peruanas) en probetas pequeñas y realizara los cálculos a los valores obtenidos de los ensayos contamos con valores mínimos y promedios de elasticidad.

Tabla 3: Módulo de elasticidad

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

Fuente: Norma Técnica Peruana E. 010

Para realizar un diseño con elementos de madera el módulo de elasticidad debe utilizarse los que se indica la Norma Técnica de Edificaciones E.010

- **Agrupamiento Según los Esfuerzos Admisibles**

Los valores de esfuerzos admisibles lo indica la Norma Técnica de Edificaciones E.010 Agrupamiento de Madera para uso Estructural.

Si hubiera algunos elementos en que la carga del mismo es repartida este valor del esfuerzo admisible deber adicionarse el 10%

Tabla 4: Esfuerzos admisibles

ESFUERZOS ADMISIBLES					
MPa (kg/cm ²)					
GRUPO	FLEXIÓN	TRACCIÓN PARALELA	COMPRESIÓN PARALELA	COMPRESIÓN PERPENDICULAR	CORTE
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	7,2 (1009)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Fuente: Norma Técnica Peruana E. 010

El diseño de elementos de madera no se utiliza la resistencia ultima que es el caso del diseño de concreto armado y acero en este se utiliza esfuerzos admisibles para reducir la resistencia y no incrementar cargas.

1.3.7. Descripción de los ensayos mecánicos

1.3.7.1. Corte o cizallamiento paralelo al grano NTP 251.013

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), indica que este tipo de esfuerzo se encuentra en elementos sometidos a flexión (corte por flexión), según los análisis correspondientes a este tipo de esfuerzo demuestra que es igual ya sea paralelo o perpendicular al elemento.

1.3.7.2. *Compresión paralela al grano NTP 251.014*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), en este esfuerzo los elementos de madera presentan gran resistencia porque las fibras se encuentran en el mismo sentido y también esta coincide con las micro fibrillas las que constituyen la pared celular.

1.3.7.3. *Compresión perpendicular al grano NTP 251.016*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), a diferencia del esfuerzo anterior en este las fibras se encuentran perpendicular ya que al ser sometidos a un esfuerzo esta tiende a comprimirse las cavidades, por ejemplo, el área de contacto entre una viga con la columna esa pequeña área se encuentra sometida a esfuerzo de compresión perpendicular al grano.

1.3.7.4. *Flexión estática NTP 251.017*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), los elementos sometidos a flexión la parte inferior se encuentra a tracción y el parte superior a compresión dado el caso que la resistencia a tracción es mayor que la de compresión, la madera presentara la falla en el área de compresión.

1.3.7.5. *Tensión paralela a la fibra NTP 251.085*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), en este tipo de ensayos se optime la máxima resistencia de la madera porque es 2 veces la resistencia a la compresión paralela, al momento de realizar los ensayos se puede ver que la falla es de manera violenta y explosiva.

1.3.7.6. *Tensión perpendicular a la fibra NTP 251.086*

(PADT-REFORT/JUNAC, 1984), cuando se habla de tensión perpendicular a la fibra, sucede todo lo contrario a la tensión paralela, es decir, que a éste esfuerzo la madera presenta su menor resistencia (20 a 30 veces menor), ya que aquí se

produce una separación de las fibras, mientras que en la tensión paralela requiere el rompimiento de ellas.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la relación que existe entre la edad del árbol de Eucalipto Globulus y las propiedades mecánicas de la madera que se obtiene de este, proveniente del distrito de Bambamarca, Cajamarca?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- **Justificación técnica**

Teniendo en cuenta que el árbol de Eucalipto Globulus predomina en el distrito de Bambamarca y utilizado en los diferentes sectores, destacándose el sector de la construcción (Tijerales, entablados, puntales, pies derechos, rollizos para encofrados y la construcción de viviendas de adobe).

- **Justificación social**

En el medio local no existe información acerca de las propiedades mecánicas del Eucalipto a diferentes edades a medida que estas sean más conocidas, los primeros beneficiarios serían la población en general, ya que se contaría con un documento o una guía de estudio en una de las especies que predomina en la zona. Además, también beneficiará esta tesis, a los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo en el cual les permitirá ampliar el conocimiento existente sobre el tema, materia de este estudio, así como fuente de información para investigaciones posteriores.

- **Justificación Económica**

Siendo el eucalipto una especie maderable que predomina la zona, lo que se plantea en esta tesis es encontrar la edad óptima para aprovechar como elemento estructural al conocer que en determinada edad presenta su máxima

resistencia, ayudando así disminuir el costo que puede significar comprar otro tipo de madera.

1.6. HIPÓTESIS

A mayor edad del árbol de Eucalipto presenta mayores propiedades mecánicas

1.7. OBJETIVOS

Objetivo General.

Determinar la relación que existe entre la edad del árbol y las propiedades mecánicas de la madera de Eucalipto del Distrito de Bambamarca.

Objetivo Específicos.

- Determinar la edad de los árboles y presentación de las probetas
- Determinar las propiedades mecánicas como, corte paralelo al grano, compresión axial o paralela al grano, compresión perpendicular al grano, flexión estática, tensión paralela a las fibras y tensión perpendicular a las fibras.
- Analizar las propiedades
- Contribuir con información técnica para la industrialización según su edad.

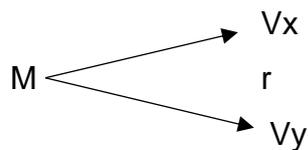
II. MÉTODO

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio utilizara el diseño descriptivo correlacional, para determinar el grado de relación entre dos variables.

DESCRIPTIVA, ya que se estudiará las diferentes propiedades mecánicas de la especie en estudio mediante ensayos estandarizados, sin alterar ninguna de ellas.

CORRELACIONAL. El propósito en este estudio es medir la relación que existe entre la edad del árbol de eucalipto y la resistencia mecánica de la madera que puede obtenerse de él.



2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

Variables:

- Variable Independiente (Vx): Edad del árbol de eucalipto

X1: 10 años de edad

X1: 25 años de edad

X1: 40 años de edad

X1: 55 años de edad

- Variable Dependiente (Vy): Propiedades mecánicas

Y1: Resistencia al corte paralelo al grano

Y2: Resistencia a la compresión axial paralelo al grano

Y3: Resistencia a la compresión perpendicular al grano

Y4: Resistencia a la flexión estática

Y5: Resistencia a la tensión paralela a las fibras

Y6: Resistencia a la tensión perpendicular a las fibras

Operacionalización de variables

Tabla 5: Operacionalización de variables

DENOMINACION DE INDICADORES	DEFINICION DE LA VARIABLE	VARIABLES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO	EDAD DEL ARBOL
Resistencia de la madera Eucalipto Globulus	Se refiere a la capacidad de resistencia que tiene la madera de Eucalipto Globulus.	Resistencia al corte	Fuerza y área resistente al corte	Kilogramo/centímetro cuadrado (Kg/cm ²)	Ficha de observación para resistencia al corte	10 Años
						25 Años
						40 Años
						55 Años
		Resistencia a la compresión paralela	Fuerza y área resistente a la compresión paralela	Kilogramo/centímetro cuadrado (Kg/cm ²)	Ficha de observación para resistencia a la compresión paralela	10 Años
						25 Años
						40 Años
						55 Años
		Resistencia a la compresión perpendicular	Fuerza y área resistente a la compresión perpendicular	Kilogramo/centímetro cuadrado (Kg/cm ²)	Ficha de observación para resistencia a la compresión perpendicular	10 Años
						25 Años
						40 Años
						55 Años
Resistencia a la flexión estática	Fuerza y área resistente a la flexión estática	Kilogramo/centímetro cuadrado (Kg/cm ²)	Ficha de observación para resistencia a la flexión estática	10 Años		
				25 Años		
				40 Años		
				55 Años		
Resistencia a la tensión paralela	Fuerza y área resistente a la tensión paralela	Kilogramo/centímetro cuadrado (Kg/cm ²)	Ficha de observación para resistencia a la tensión paralela	10 Años		
				25 Años		
				40 Años		
				55 Años		
Resistencia a la tensión perpendicular	Fuerza y área resistente a la tensión perpendicular	Kilogramo/centímetro cuadrado (Kg/cm ²)	Ficha de observación para resistencia a la tensión perpendicular	10 Años		
				25 Años		
				40 Años		
				55 Años		

Fuente: Elaboración propia

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Está definida por la madera de eucalipto del Distrito de Bambamarca, es única la población ya que es una madera de primer corte (plantones).

Muestra: La muestra que será utilizada en la investigación serán seleccionadas, así como lo indica la NTP 251.008 al azar dependiendo al grado de precisión que se quiere lograr con el trabajo. Para nuestro caso se seleccionará dos árboles de cada edad siendo estos de 10, 25, 40 y 55 años, debe considerarse que los individuos sean representativos en cuanto a diámetro y estado sanitario, fuste cilíndrico, entre otros.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATO, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Técnicas

- a). Entrevista: Mediante la entrevista al propietario se obtendrá la edad de las plantaciones que serán utilizadas para realizar todos los ensayos programados.
- b). Ensayos de laboratorio: Los ensayos de las propiedades mecánicas de los árboles seleccionados se realizarán de acuerdo a las NTP (Norma técnica peruana) las cuales se muestran a continuación.

Tabla 6: Normas utilizadas

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA TÉCNICA
Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano	NTP 251.013
Método para determinar la compresión axial o paralela al grano	NTP 251.04
Método para determinar la compresión perpendicular al grano	NTP 251.016
Método para determinar la flexión estática	NTP 251.017
Determinación de la tensión paralela a las fibras	NTP 251.085
Determinación de la tensión perpendicular a las fibras	NTP 251.086

Fuente: Elaboración propia

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy), esta máquina permite realizar diferentes tipos de ensayos para determinar las distintas propiedades físico – mecánicas de la madera, puede trabajar ya sea en tracción o en compresión con capacidad de 60 toneladas.
- Horno Eléctrico: Es un equipo que se utiliza para extraer la humedad de la madera, con capacidad de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, se identifica también con el nombre de horno de secado.
- Balanza Digital: La balanza es un instrumento que sirve para medir la masa de los elementos muestrales con capacidad de 0.1 gr.
- Vernier o Pie de Rey Digital: Calibre o calibrador sirve para realizar mediciones exactas de los elementos muestrales.

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Tabla 7: Validez y confiabilidad

VALIDEZ	CONFIABILIDAD
Contenido (Matriz de consistencia, objetivos, variables e instrumentos definidos)	Formas paralelas o alternativas (resultados de pruebas equivalentes)
Criterio (Correlación de datos)	
Constructo (Prueba de corrección)	

Fuente: Elaboración propia

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos del presente proyecto se procesarán mediante las técnicas estadísticas utilizadas para el procesamiento de datos lo cual se realizará con el programa Microsoft Excel y el SPSS.

Para presentar los resultados se realizará un análisis básico que consiste en cuadros y gráficos luego se utilizará la media aritmética como parámetro de centralidad, intervalos de confianza (al 95%) y coeficientes de variación como indicador de la dispersión de datos para las propiedades mecánicas, Además se acompaña con el tamaño de la muestra, siempre que sea necesario.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Ética de recolección de datos: Actividades técnicas en campo (IN SITU) y Gabinete (Parámetros técnicos-normativos).

Ética de la publicación: Información válida y confiable, como revisión documentaria (consulta).

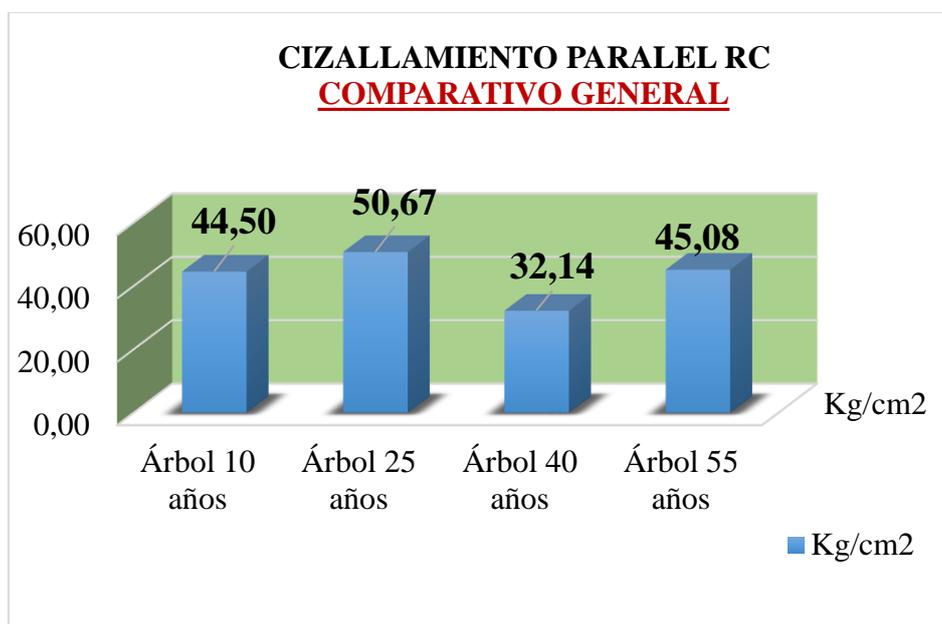
Ética de la aplicación: generará beneficios sociales y económicos si se procede a su aplicación, previa permiso y autorización (Enfocado a órganos locales).

III. RESULTADOS

3.1. CORTE O CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos mecánicos realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico, a la resistencia al cizallamiento RC.

Ilustración 1: Comparativo de las 4 edades (RC)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación, sin considerar la edad de 40 años porque se asume que hubo una deficiencia en la elaboración de las probetas ya que sus resultados muy por debajo de los demás.

Tabla 8: Análisis estadístico (RC)

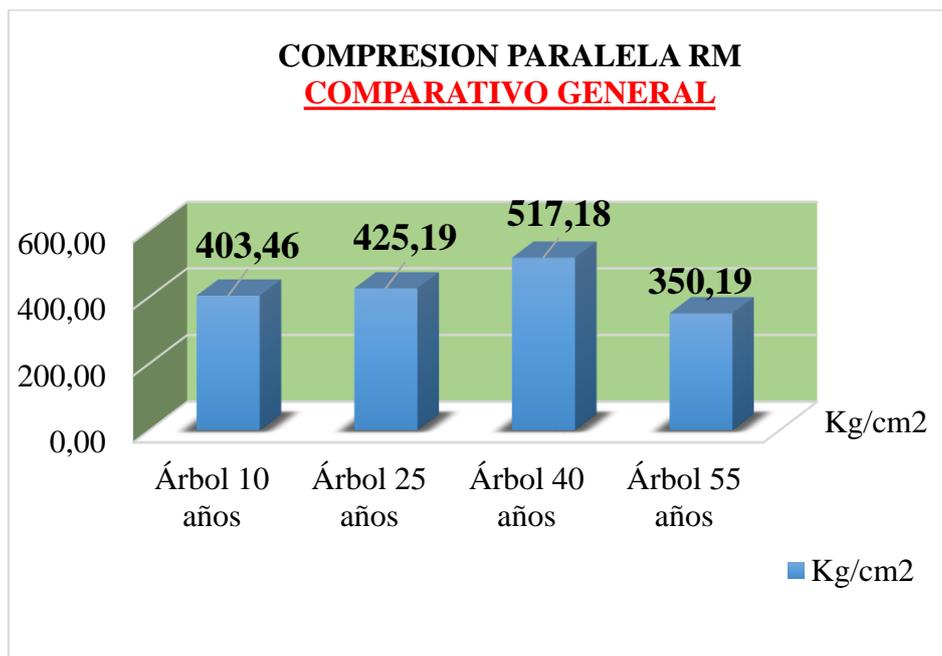
PROMEDIO RC Kg/cm ²	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
46.75	3.40	7.28%

Fuente: Elaboración propia

3.2. COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos mecánicos realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico, a la resistencia máxima por compresión axial (RM).

Ilustración 2: Comparativo de las 4 edades (RM)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 9: Análisis estadístico (RM)

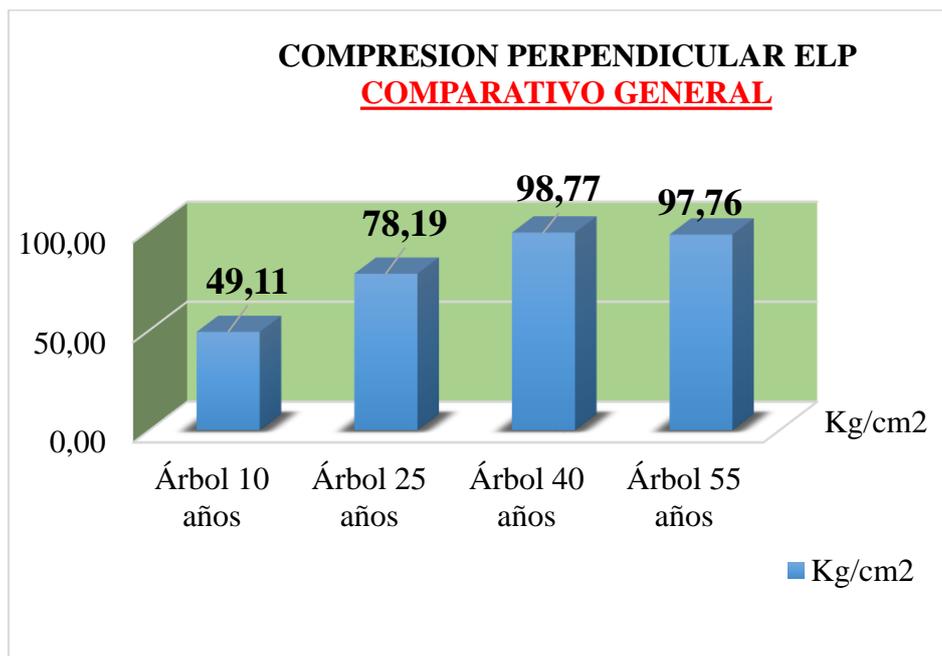
PROMEDIO RM Kg/cm2	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
424.00	69.65	16.43%

Fuente: Elaboración propia

3.3. COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos mecánicos realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico, al esfuerzo al límite proporcional ELP.

Ilustración 3: Comparativo de las 4 edades (ELP)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 10: Análisis estadístico (ELP)

PROMEDIO ELP Kg/cm2	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
80.96	23.25	28.72%

Fuente: Elaboración propia

3.4. FLEXIÓN ESTÁTICA

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos mecánicos realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico, al esfuerzo al límite proporcional ELP.

Ilustración 4: Comparativo de las 4 edades (ELP)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 11: Análisis estadístico (ELP)

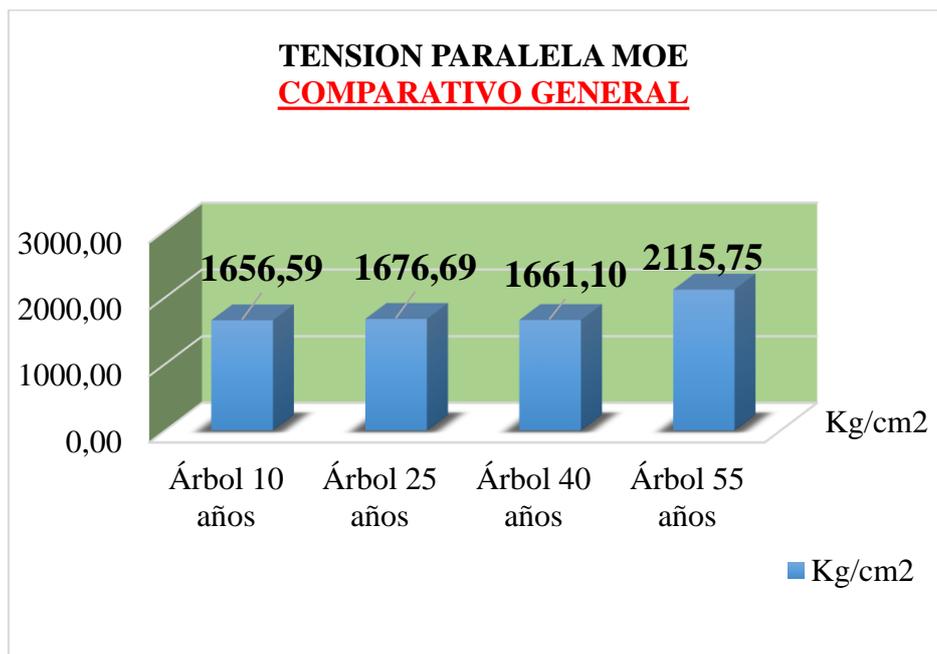
PROMEDIO ELP Kg/cm2	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
194.21	19.40	9.99%

Fuente: Elaboración propia

3.5. TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos mecánicos realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico, al módulo de ruptura MOR.

Ilustración 5: Comparativo de las 4 edades (MOR)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 12: Análisis estadístico (MOR)

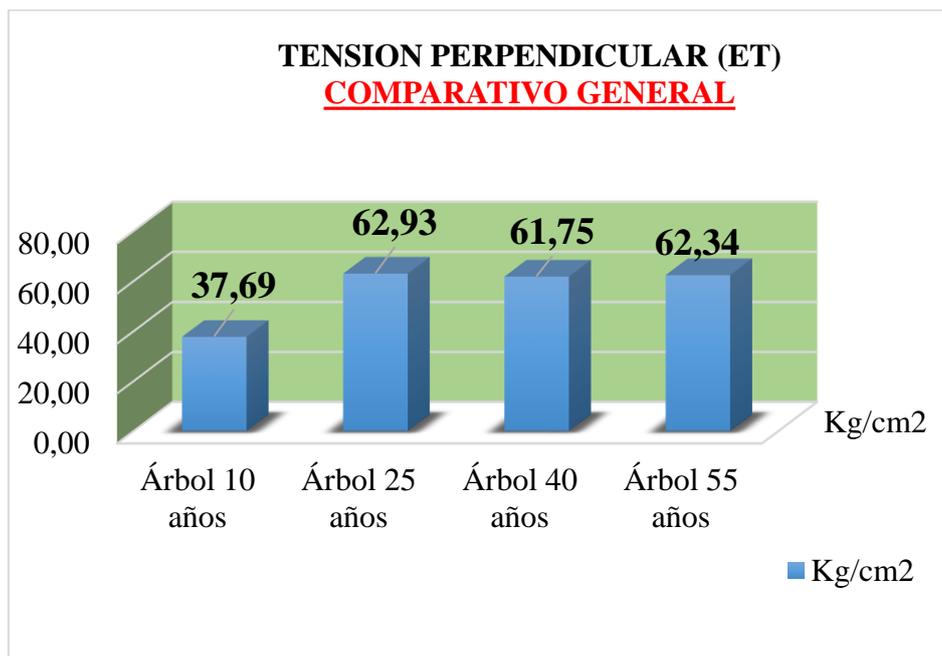
PROMEDIO MOR Kg/cm2	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
1777.53	225.65	12.69%

Fuente: Elaboración propia

3.6. TENSIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos mecánicos realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico, al esfuerzo de tensión ET.

Ilustración 6: Comparativo de las 4 edades (ET)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 13: Análisis estadístico (ET)

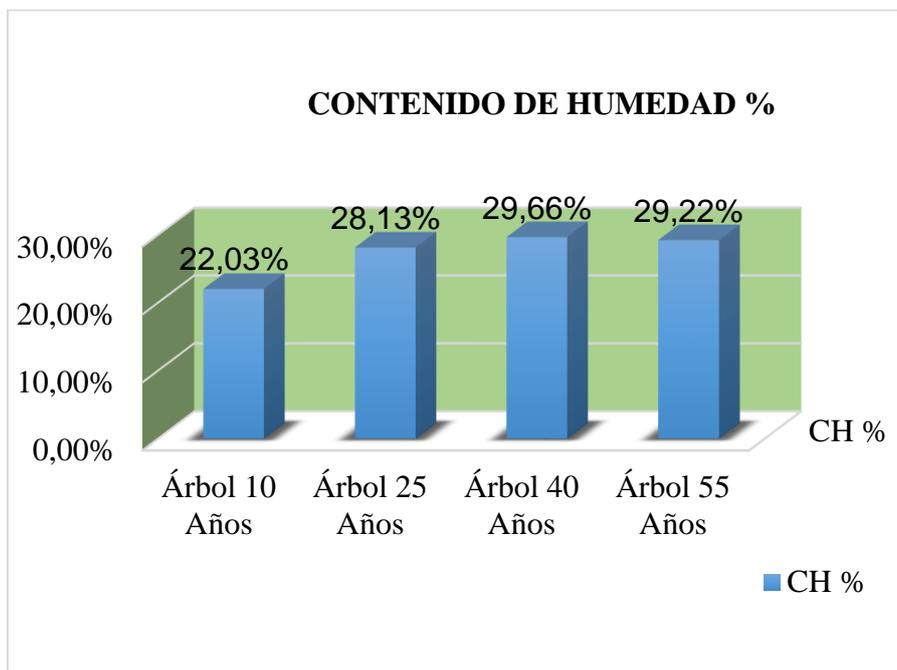
PROMEDIO ET Kg/cm2	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
56.18	12.33	21.96%

Fuente: Elaboración propia

3.7. CONTENIDO DE HUMEDAD

A continuación, se presenta los resultados del contenido de humedad realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico.

Ilustración 7: Compaativo de las 4 edades (CH)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 14: Análisis estadístico (CH)

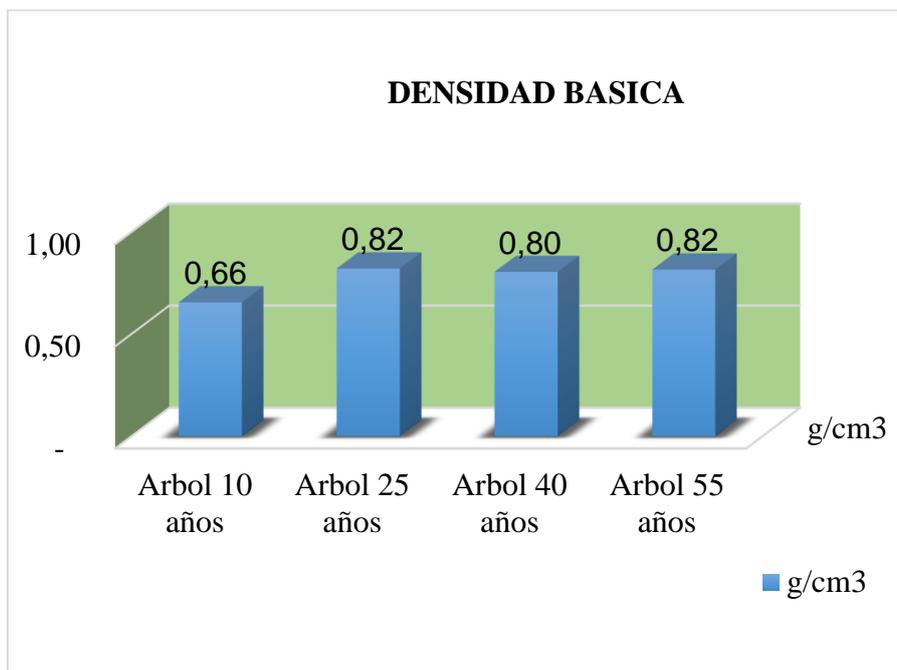
PROMEDIO CH %	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
27.26%	0.04	0.13

Fuente: Elaboración propia

3.8. DENSIDAD BÁSICA

A continuación, se presenta los resultados de densidad básica a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico.

Ilustración 8: Comparativo de las 4 edades (DB)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 15: Analisis estadistico (DB)

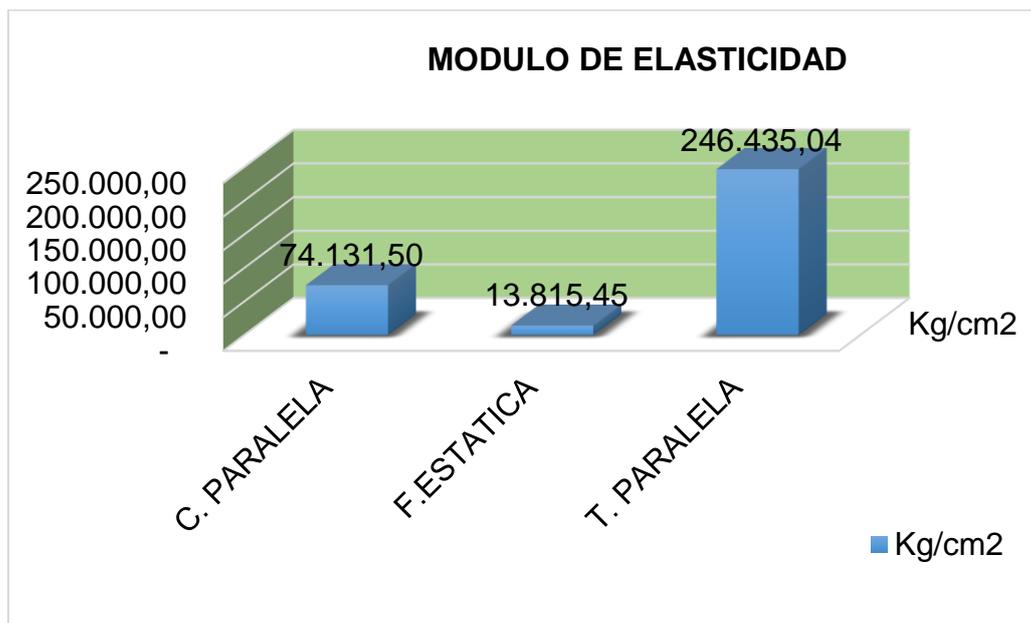
PROMEDIO DB g/cm ³	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
0.77	0.08	0.10

Fuente: Elaboración propia

3.9. MÓDULO DE ELASTICIDAD

A continuación, se presenta los resultados del módulo de elasticidad realizados a las probetas de 10, 25, 40 y 55 años en los ensayos de compresión paralela, flexión estática y tensión paralela. Estos datos son los promedios calculados del análisis estadístico.

Ilustración 9: Comparativo de las 4 edades (MOE)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla del análisis estadístico de 10, 25, 40 y 55 años de edad para los ensayos mecánicos. Se presenta el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 16: Análisis estadístico (MOE)

PROMEDIO MOE Kg/cm ²	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
111460.66	19270.23	0.17 %

Fuente: Elaboración propia

3.10. ESFUERZOS ADMISIBLES

Resultados obtenidos del cálculo de las 4 edades tomando el menor valor, así como lo indica la norma.

Tabla 17: Esfuerzos admisibles Eucalipto Globulus

ESFUERZOS ADMISIBLES					
MPa (kg/cm ²)					
GRUPO	FLEXIÓN	TRACCIÓN PARALELA	COMPRESIÓN PARALELA	COMPRESIÓN PERPENDICULAR	CORTE
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	7,2 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)
Eucalipto	8.55	118.04	17.17	4.79	1.24
Globulus	(87.14)	(1203.69)	(175.09)	(48.87)	(12.67)

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

En la presente tesis se investigó a plantaciones de diferentes edades siendo estos de 10, 25, 40 y 55 años para determinar la influencia que tiene en las propiedades mecánicas del mismo, obteniéndose de estos un total de 144 probetas, dividiéndose 24 para cada tipo de ensayo, Con base en esto se plantea la hipótesis estadística en las que se desarrolla la investigación.

De acuerdo a los resultados encontrados en esta investigación se puede decir que existe una relación entre la edad del árbol y la resistencia mecánica, lo que muestra que la edad del árbol influye directamente en cada una de ellas y se ven reflejadas en los resultados obtenidos.

Los resultados que se obtuvieron a partir de los 25 años, no muestran resultados significantes en algunos ensayos lo cual hace afirmar la relación de las variables, sin embargo, el árbol de edad 10 años muestra resistencia menor hasta casi el 50% menos que los demás en los ensayos de compresión perpendicular y tracción paralela.

En esta investigación se presentó varias limitaciones una de ellas fue el poco tiempo disponible para secar la madera de manera natural ya que requiere entre 4 a 6 meses dependiendo las condiciones de ambiente porque así lo exige la norma, por el cual fue necesario acelerar el secado en horno artesanal debido a la cantidad de barras que se tenía, así como se describe en el capítulo anterior, otra de las limitaciones fue la disponibilidad de los aserraderos para elaborar las probetas con una precisión al milímetro ya que de lo contrario esto refutaría en el laboratorio porque no puede ingresar en las mordazas de la máquina de ensayo.

V. CONCLUSIONES

1. Las propiedades mecánicas de la madera Eucalipto Globulus es directamente proporcional, pero el grado de relación difiere en el tipo de ensayo que en algunos se presenta con un valor mayor y en otros valores menor.
2. En los ensayos realizados, se pudo observar que a partir de los 25 años la madera de Eucalipto es la óptima para ser aprovechada, por presentar mejores propiedades mecánicas a partir de esa edad.
3. La madera Eucalipto Globulus según su densidad básica y su elasticidad promedio, esfuerzos admisibles, se encuentra en el grupo A del agrupamiento de la Norma técnica Peruana E.010.
4. Con la determinación de las propiedades mecánicas de la especie en estudio, ahora existe información técnica para poder industrializar la madera según la edad de la misma.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al hacer estudios ya se de sus características físicas o propiedades mecánicas seguir el procedimiento que indica la norma técnica peruana para cada tipo de ensayo.
2. Se recomienda realizar investigaciones a fin de determinar un método de secado ya sea mediante horno u otros mecanismos que brinden un resultado más rápido y eficiente para que sea utilizado industrialmente.
3. Fomentar la investigación de la madera Eucalipto Globulus en sus características físicas y químicas para el aprovechamiento de esta especie en usos más conveniente y posteriormente lograr tener un catálogo del Eucalipto Globulus con todas sus características y propiedades.

VII. REFERENCIAS

Condori Rosales, Carlos Alberto. 2007. *Propiedades mecánicas de Cedraling Catemiformis Ducke (Tornillo) provenientes de dos tipos de plantaciones y diferentes edades del centro de investigación Jenaro Herrera - Loreto.* Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú : 2007.

FAO. 2004. *Distribución de los bosques en las regiones naturales del Perú.* s.l. : Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2004.

González del Cid, Carlos Enrique. 2013. *Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas para dos distintas edades de la especie de madera Gmelina Arborea Roxb (Melina) de Retalhuleu para recomendación de su uso en la industria de la construcción.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2013.

INACAL. 2016. *NTP 251.008 MADERA Y CARPINTERÍA PARA CONSTRUCCIÓN. Selección y colección de muestras.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2016.

—. **2016.** *NTP 251.009 MADERA Y CARPINTERÍA PARA CONSTRUCCIÓN. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2016.

—. **2014.** *NTP 251.010 MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2014.

—. **2015.** *NTP 251.013 MADERA. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2015.

—. **2014.** *NTP 251.014 MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2014.

—. **2015.** *NTP 251.016 MADRA. Método para determinar la compresión perpendicular al grano.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2015.

—. **2014.** *NTP 251.017 MADERA. Método para determinar la flexión estática.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2014.

—. **2017.** *NTP 251.085 MADERAS. Determinación de la tensión paralela a las fibras.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2017.

—. **2015.** *NTP 251.086 MADERA. Determinación de la tensión perpendicular a las fibras.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2015.

—. **2014.** *NTP 251.130 MADERA. Secado de la madera. Terminología y definiciones.* Lima, Perú : Instituto Nacional de Calidad, 2014.

López Carrasco, Junior y Rozas Farfán, Jhordan Elvis. 2016. *Análisis de la resistencia en relacion al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de Eucalipto Globulus de la provincia de Acomayo.* Universidad Andina del Cusco, Cusco : 2016.

PADT-REFORT/JUNAC. 1984. *Manual de diseño para maderas del grupo Andino.* Lima, Perú : Junta del Acuerdo de Cartagena, Proyectos andinos de desarrollo tecnologico en el area de los recursos forestales, 1984.

Quintana V., Saron, y otros. 2011. *Propiedades físico-mecánicas de las maderas de Simarouba Amara (Aubl.) y Cedrelinga Cateniformis (Ducke) de plantaciones de diferentes edades, San Juan Bautista, Loreto, Perú.* Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos : 2011.

Rivas Boch, Claudia Lorena y Joachin Bautista, Juan Carlos. 2006. *Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de cuatro especies de madera del Petén.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2006.

Siza Simba, Juan Carlos y Martínez Escobar, Jorge Esteban. 2009.
Propiedades físico-Mecánicas del Eucalipto y aplicación al diseño estructural de una vivienda parte de una granja integral, ubicada en el IASA I. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí : 2009.

VIII. ANEXOS

8.1. SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ENSAYOS MECÁNICOS

8.1.1. Descripción geográfica del lugar de extracción

Se debe tener en consideración las características geográficas, climatológicas y topográficas de lugar de extracción de las plantaciones, porque estas afectan al crecimiento y desarrollo del árbol, ya que se verán reflejadas en sus propiedades físicas y mecánicas.

8.1.1.1. *Descripción general del área*

El presente estudio se realizó con madera de Eucalipto Globulus proveniente de plantaciones de diferentes edades, ubicado en el centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca.

8.1.1.2. *Ubicación geográfica*

La parcela se ubica a 17 km del distrito de Bambamarca, las coordenadas UTM WGS84. de ingreso a la parcela son las siguientes. E=779469.576, N=9251825.456, Z=2750.481.

8.1.1.3. *Vías de acceso*

Para llegar a las plantaciones desde el lugar de Cajamarca, la ruta se consigna de dos trayectos, el primer trayecto abarca de Cajamarca a Bambamarca a través de una vía asfaltada, y el segundo abarca de Bambamarca al centro poblado El Tambo a través de una vía afirmada

. Tabla 18: Vías de acceso

RUTA	DISTANCIA APROX. (KM)	TIEMPO APROX.	VIA	
			TIPO	ESTADO
Cajamarca – Bambamarca	120 km	2 Horas y 30 minutos	Vía Asfaltada	Buena
Bambamarca – CP El Tambo	17 km	1 Hora	Carretera Afirmada	Regular

Fuente: Elaboración propia

8.1.1.4. *Ecología*

En lo referente a las plantaciones forestales el distrito de Bambamarca cuenta con masas forestales arbóreas de diferentes especies, también se aplican los sistemas agroforestales, como son de uso y manejo de los recursos naturales, especies forestales son utilizadas en asociación con cultivos agrícolas o con animales en un mismo terreno, maximizando con ello la producción.

Las plantaciones más representativas del lugar son, Eucalyptus, Pinus, Cipres, sauce, Aliso.

8.1.1.5. *Climatología*

Para determinar estos parámetros se tomarán los datos de los registros de la estación meteorológica más cercana al lugar de experimento con la mayor antigüedad posible, dicha estación se encuentra ubicada de la siguiente manera E=77425.00, N=9260979.00, Z=2500.00 metros sobre el nivel del mar

Temperatura medio anual: 21.5 °C

Temperaturas absolutas anuales:

- Temperatura máxima: 22 °C
- Temperatura mínima: 4 °C

La precipitación anual es 729.6mm, distribuidos en los meses de octubre a abril.

8.1.1.6. *Topografía*

La topografía del lugar de extracción de las plantaciones predomina las áreas con pendiente de 5 a 10 grados, y en menor porcentaje inclinadas desde 10 a 20 grados.

8.1.1.7. *Suelos*

Son suelos profundos sobre materiales volcánicos en terrenos suavemente inclinados, el relieve es de suavemente inclinado a ondulado, el suelo superficial es de color café oscuro con una textura franco arcilloso, además consistencia plástica, con un espesor de 30cm aproximadamente.

8.1.1.8. *Hidrología*

Estas tierras se encuentran dentro de la vertiente Atlántico y la cuenca del río Ilaucano

8.1.2. Muestreo general

8.1.2.1. *Selección y marcado de probetas*

Para comenzar el plan de muestreo debemos tener bien definido el propósito de la investigación (pulpa o propiedades físicas y mecánicas). Ya que dependiendo de ello se tendrá que considerar el diámetro mínimo. Pero en nuestro caso se consideró por edad no por diámetro.

8.1.2.2. *Identificación de la especie*

Se hizo el recorrido de toda el área de corte y se seleccionaron dos árboles por cada edad, fueron seleccionados según la NTP 251.008, ya que el mínimo que exige la norma es de 3 árboles por especie, pero debido al elevado costo que implica se redujo de 3 a 2 árboles de cada edad.

Para el fácil manejo de los árboles de diferentes edades y su posterior estudio se considera la siguiente nomenclatura.

- El número “1” y la letra “A” se describe el primer árbol de 10 años de edad.
- El número “2” y la letra “A” se describe el segundo árbol de 10 años de edad.
- El número “1” y la letra “B” se describe el primer árbol de 25 años de edad.
- El número “2” y la letra “B” se describe el segundo árbol de 25 años de edad.
- El número “1” y la letra “C” se describe el primer árbol de 40 años de edad.
- El número “2” y la letra “C” se describe el segundo árbol de 40 años de edad.
- El número “1” y la letra “D” se describe el primer árbol de 55 años de edad.
- El número “2” y la letra “D” se describe el segundo árbol de 55 años de edad.

Tabla 19: Edad del árbol

CODIGO	DESCRIPCIÓN
A	Para los árboles de 10 años
B	Para los árboles de 25 años
C	Para los árboles de 40 años
D	Para los árboles de 55 años

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Número del árbol

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	Para el primer árbol
2	Para el segundo árbol

Fuente: Elaboración propia

8.1.2.3. Corte de los árboles

Con la ayuda de propietario de las plantaciones, se determina la ubicación geográfica de cada árbol que tienen los años requeridos.

De este modo se determina el área de corte de las plantaciones de Eucalipto Globulus de 10, 25, 40 y 55 años.

A continuación, se describe el procedimiento del corte de los árboles.

- Observar la dirección de caída: Algunos árboles ya tienen dirección de caída definida debido a inclinaciones que estos sufren durante su desarrollo o crecimiento, también se debe tener en cuenta en no lastimar a las plantaciones de su alrededor.

Imagen 1: Identificación del árbol



Fuente: Elaboración propia

- Corte de cuña: Teniendo definido la dirección de caída se corta una cuña para que el árbol caiga por su propio peso.

Imagen 2: Corte de cuña



Fuente: Elaboración propia

- Corte de la base: Se corta la base con la finalidad de lograr una superficie uniforme, limpia a defectos por la caída del árbol.

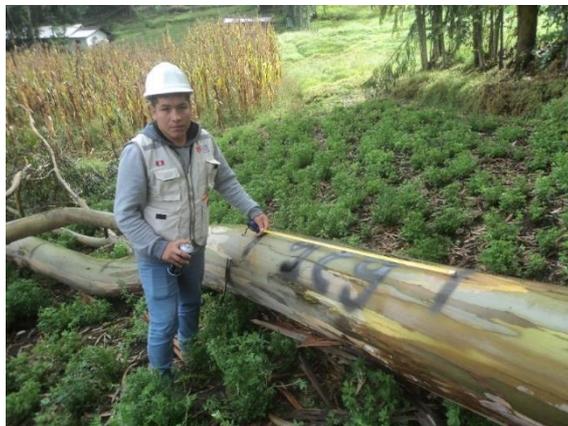
Imagen 3: Corte de la base



Fuente: Elaboración propia

- División de trozas: Las trozas se dividen cada 1.20m para ser transportados con mayor facilidad.

Imagen 4: División de trozas



Fuente: Elaboración propia

- Corte final de trozas: En cada árbol se cortaron 3 trozas a diferentes alturas para ver la variación de sus propiedades mecánicas respecto a su altura.

Imagen 5: Corte final de trozas



Fuente: Elaboración propia

- Identificación de trozas: Cada troza se identificó correctamente, con una marca en la cara de la troza y otra en la corteza.

Imagen 6: Identificación de la troza



Fuente: Elaboración propia

- División de trozas de diámetro mayor de 70 cm: Para los árboles de 40 y 55 años de edad la troza se divide en dos partes para ser transportado con mayor facilidad debido ya que el diámetro supera los 70cm.

Tabla 21: Longitud comercial de la madera

Longitud Comercial	
ft	M
16	4.90
20	6.10
24	7.30
28	8.50
32	9.70
36	11.00
40	12.00
44	13.00
52	16.00
56	17.00

Fuente: Elaboración propia

8.1.2.5. *Marcado y aserrado*

Todas las trozas fueron marcas en sus direcciones transversales con respecto a sus puntos cardinales tomados al azar (N, S, E, W). Se realiza la marca a lo largo de todo el árbol antes de ser seleccionado para su fácil visualización.

Según la NTP 251.008, de la troza obtenida se tomará una pieza al azar de 8cm de espesor que abarque de corteza a corteza de tal forma que la medula quede incluida para posteriormente ser cortada en forma paralela a la corteza, con un ancho de 8cm, resultando una sección transversal de 8cm X8cm.

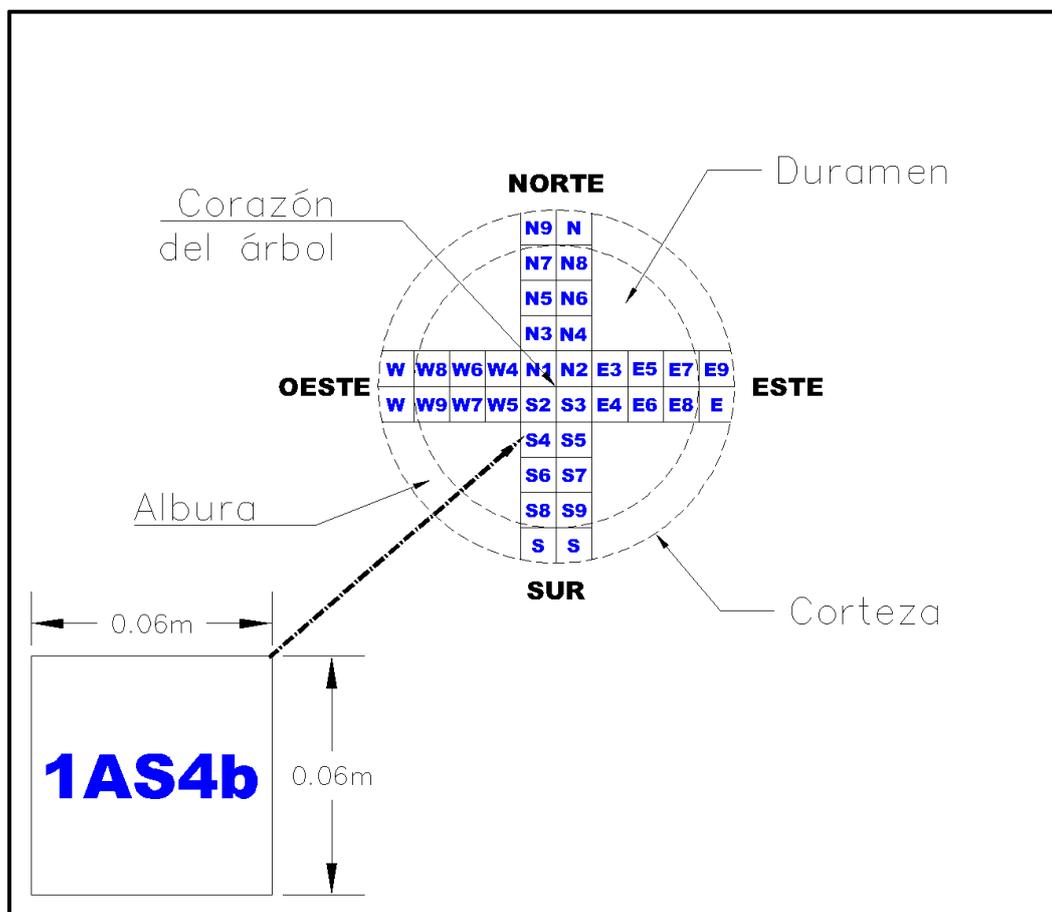
Pero por razones que necesitamos obtener la mayor cantidad de probetas nos regimos a la norma ASTM D-5536 que indica que se tiene que hacer divisiones de 6cm X 6cm, por pares desde el centro del corazón del árbol, la nomenclatura de identificación es.

- El numero arábigo que señala el número de árbol.
- Una letra que designa la edad de mismo.

- La posición que ocupa la barra dentro de la troza. (N, S, E, W). Partiendo de duramen hacia la albura.
- Una letra minúscula que indica la altura de donde proviene la troza. (a, b, c, d).

EJEMPLO. 1AS4b significa que la barra proviene del árbol 1, con una edad de 10 años, que ocupa una posición sur 4 y se encuentra a una altura de 2.40m.

Imagen 8: Nomenclatura de barras



Fuente: Rivas, Claudia. Joaquín, Juan. Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de cuatro especies de madera del Petén. p. 28.

Luego del marcado de trozas, se procede a cortar para obtener las barras. El aserrado se ubica en la ciudad de Cajamarca por lo que se transportara hasta el mismo.

8.1.2.6. Corte, almacenaje y secado

- Luego de marcado las trozas, corresponde cortarlas para la obtención de las barras. Las trozas fueron cortadas por la mitad debido al diámetro de las trozas de las plantaciones de 55 años de edad que superan los 70cm de diámetros, así poder transportarlo.

Imagen 9: corte de las trozas en barras



Fuente: Elaboración propia

- El corte de las barras se realizó cuadrándolas, es decir, lograr el mayor ángulo inscrito dentro de la troza, además porque los diámetros varían respecto a la altura. Teniendo las trozas uniformes se realizaron cortes de 8cm de altura para obtener barras de 0.08 X 0.08 metros.

Imagen 10: Barras de sección 0.08m x 0.08m



Fuente: Elaboración propia

- Obtenidas todas las barras y debidamente codificadas fueron sometidas a un secado en horno artesanal de medidas 3.00m X 2.50m, de dos puertas el cual tenía incluido un termómetro para saber a qué temperatura se encontraba, este proceso se realizó con la finalidad de acelerar el secado de la madera de eucalipto teniendo en consideración la humedad de la madera, la humedad relativa ya que en funciona a ello estaba la temperatura del horno.

Imagen 11: Secado de barras en horno



Fuente: Elaboración propia

8.1.3. Selección y disposición de ensayos

El presente estudio se realizó con madera secada en horno, el número de ensayos se redujo en un 40 %, como ya se había indicado anteriormente debido a su alto costo.

A continuación, se describe la cantidad de ensayos que se realizaron según las muestras que se obtuvieron. Es decir, para los árboles de 10 años, 25 años, 40 años y 55 años.

Tabla 22: Selección de ensayos - Árbol de 10 años

AÑOS	NÚMERO	TROZA	POSICION	CODIGO	ENSAYO
A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	a	N2	1AN2a	NTP 251.013
			N2	1AN2a	NTP 251.014
			N2	1AN2a	NTP 251.016
			N2	1AN2a	NTP 251.017
			N1	1AN1a	NTP 251.085
			N1	1AN1a	NTP 251.086
		c	N2	1AN2c	NTP 251.013
			N1	1AN1c	NTP 251.014
			N2	1AN2c	NTP 251.016
			N2	1AN2c	NTP 251.017
			N1	1AN1c	NTP 251.085
			N2	1AN2c	NTP 251.086
		d	N1	1AN1d	NTP 251.013
			N1	1AN1d	NTP 251.014
			N2	1AN2d	NTP 251.016
			N2	1AN2d	NTP 251.017
			N2	1AN2d	NTP 251.085
			N2	1AN2d	NTP 251.086
	2 (Primer árbol)	a	S3	2AS3a	NTP 251.013
			S3	2AS3a	NTP 251.014
			S2	2AS2a	NTP 251.016
			S3	2AS3a	NTP 251.017
			S2	2AS2a	NTP 251.085
			S3	2AS3a	NTP 251.086
c		S3	2AS3c	NTP 251.013	
		S2	2AS2c	NTP 251.014	
		S3	2AS3c	NTP 251.016	
		S2	2AS2c	NTP 251.017	
		S2	2AS2c	NTP 251.085	
		S3	2AS3c	NTP 251.086	
g,h		S3	2AS3h	NTP 251.013	
		S3	2AS3h	NTP 251.014	
		S3	2AS3h	NTP 251.016	
		S2	2AS2g	NTP 251.017	
	S3	2AS3h	NTP 251.085		
	S3	2AS3h	NTP 251.086		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Selección de ensayos - Árbol de 25 años

AÑOS	NUMERO	TROZA	POSICION	CODIGO	ENSAYO
B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	a	N1	1BN1a	NTP 251.013
			N2	1BN2a	NTP 251.014
			N2	1BN2a	NTP 251.016
			N1	1BN1a	NTP 251.017
			N2	1BN2a	NTP 251.085
			N1	1BN1a	NTP 251.086
		d	N1	1BN1d	NTP 251.013
			N1	1BN1d	NTP 251.014
			N2	1BN2d	NTP 251.016
			N1	1BN1d	NTP 251.017
			N2	1BN2d	NTP 251.085
			N1	1BN1d	NTP 251.086
		g	N2	1BS2g	NTP 251.013
			S2	1BS2g	NTP 251.014
			S2	1BS2g	NTP 251.016
			S3	1BS3g	NTP 251.017
			S2	1BS2g	NTP 251.085
			S2	1BS2g	NTP 251.086
	2 (Primer árbol)	a	S3	2BS3a	NTP 251.013
			S3	2BS3a	NTP 251.014
			S2	2BS2a	NTP 251.016
			S3	2BS3a	NTP 251.017
			S2	2BS2a	NTP 251.085
			S3	2BS3a	NTP 251.086
d		S3	2BS3d	NTP 251.013	
		S2	2BS2d	NTP 251.014	
		S2	2BS2d	NTP 251.016	
		S3	2BS3d	NTP 251.017	
		S2	2BS2d	NTP 251.085	
		S3	2BS3d	NTP 251.086	
g		N2	2BN2g	NTP 251.013	
		N1	2BN1g	NTP 251.014	
		N2	2BN2g	NTP 251.016	
		N1	2BN1g	NTP 251.017	
	N2	2BN2g	NTP 251.085		
	N2	2BN2g	NTP 251.086		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Selección de ensayos - Árbol de 40 años

AÑOS	NÚMERO	TROZA	POSICIÓN	CODIGO	ENSAYO
C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	a	N1	1CN1a	NTP 251.013
			N1	1CN1a	NTP 251.014
			N1	1CN1a	NTP 251.016
			N2	1CN2a	NTP 251.017
			N1	1CN1a	NTP 251.085
			N2	1CN2a	NTP 251.086
		g	N2	1CN2g	NTP 251.013
			N2	1CN2g	NTP 251.014
			N1	1CN1g	NTP 251.016
			N2	1CN2g	NTP 251.017
			N2	1CN2g	NTP 251.085
			N1	1CN1g	NTP 251.086
		n	N1	1CN1n	NTP 251.013
			N1	1CN1n	NTP 251.014
			N1	1CN1n	NTP 251.016
			N2	1CN2n	NTP 251.017
			N1	1CN1n	NTP 251.085
			N1	1CN1n	NTP 251.086
	2 (Primer árbol)	a	N2	1CN2a	NTP 251.013
			N2	1CN2a	NTP 251.014
			N2	1CN2a	NTP 251.016
			N1	1CN1a	NTP 251.017
			N2	1CN2a	NTP 251.085
			N2	1CN2a	NTP 251.086
g		N2	1CN2g	NTP 251.013	
		N1	1CN1g	NTP 251.014	
		N2	1CN2g	NTP 251.016	
		N2	1CN2g	NTP 251.017	
		N1	1CN1g	NTP 251.085	
		N2	1CN2g	NTP 251.086	
m		N2	1CN2m	NTP 251.013	
		N2	1CN2m	NTP 251.014	
		N1	1CN1m	NTP 251.016	
		N2	1CN2m	NTP 251.017	
	N1	1CN1m	NTP 251.085		
	N1	1CN1m	NTP 251.086		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Selección de ensayos - Árbol de 55 años

AÑOS	NÚMERO	TROZA	POSICIÓN	CODIGO	ENSAYO
D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	a	N1	1DN1a	NTP 251.013
			N2	1DN2a	NTP 251.014
			N1	1DN1a	NTP 251.016
			N1	1DN1a	NTP 251.017
			N2	1DN2a	NTP 251.085
			N1	1DN1a	NTP 251.086
		g	N2	1DN2g	NTP 251.013
			N2	1DN2g	NTP 251.014
			N1	1DN1g	NTP 251.016
			N1	1DN1g	NTP 251.017
			N2	1DN2g	NTP 251.085
			N2	1DN2g	NTP 251.086
		m	N1	1DN1m	NTP 251.013
			S1	1DS1m	NTP 251.014
			S1	1DS1m	NTP 251.016
			N1	1DN1m	NTP 251.017
			S1	1DS1m	NTP 251.085
			N1	1DN1m	NTP 251.086
	2 (Primer árbol)	a	N1	2DN1a	NTP 251.013
			N2	2DN2a	NTP 251.014
			N2	2DN2a	NTP 251.016
			N2	2DN2a	NTP 251.017
			N1	2DN1a	NTP 251.085
			N1	2DN1a	NTP 251.086
g		N2	2DN2g	NTP 251.013	
		N1	2DN1g	NTP 251.014	
		N2	2DN2g	NTP 251.016	
		N2	2DN2g	NTP 251.017	
		N1	2DN1g	NTP 251.085	
		N2	2DN2g	NTP 251.086	
m		N1	2DN1m	NTP 251.013	
		N1	2DN1m	NTP 251.014	
		N2	2DN2m	NTP 251.016	
		N2	2DN2m	NTP 251.017	
	N1	2DN1m	NTP 251.085		
	N2	2DN2m	NTP 251.086		

Fuente: Elaboración propia

	Cizallamiento paralelo al grano (NTP 251.013)
	Compresión axial o paralela al grano (NTP 251.014)
	Compresión perpendicular al grano (NTP 251.016)
	Flexión estática (NTP 251.017)
	Tensión paralela a las fibras (NTP 251.085)
	Tensión perpendicular a las fibras (NTP 251.086)

Tabla 26: Resumen total de ensayos

ENSAYO	Nº DE TROZAS	Nº DE PROBETAS
Cizallamiento paralelo al grano	24	24
Compresión axial o paralela al grano	24	24
Compresión perpendicular al grano	24	24
Flexión estática	24	24
Tensión paralela a las fibras	24	24
Tensión perpendicular a las fibras	24	24
TOTAL DE ENSAYOS		144

Fuente: Elaboración propia

8.2. DESARROLLO DE LOS ENSAYOS

Los ensayos que se realizan están basados en las normas técnicas peruanas para maderas, las mismas que detallan los materiales, equipos y procedimiento a seguir para obtener los esfuerzos últimos para corte, compresión paralela y perpendicular, flexión estática, tensión paralela y perpendicular; al igual que para obtener el módulo de elasticidad mínima y promedio del eucalipto, los mismos que son necesarios para obtener las características del material.

En la ejecución de los ensayos se utilizó solo una especie de eucalipto, el mismo que fue mencionado en el capítulo anterior.

8.2.1. Corte o cizallamiento paralelo al grano

Para llevar a cabo la determinación de la resistencia al esfuerzo de corte paralelo al grano se debe seguir el procedimiento que indica la NTP 251.013.

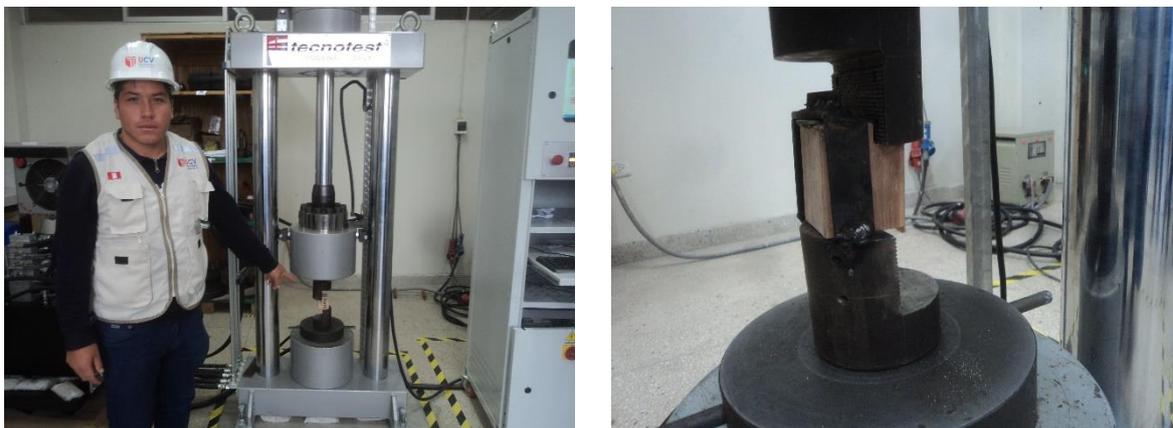
8.2.1.1. *Objetivo*

Determinar el esfuerzo último que soporta el Eucalipto Globulus sometido a fuerzas cortantes o de cizallamiento.

8.2.1.2. *Equipos*

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy) con dispositivos para ensayo de corte o cizallamiento
- Probetas de madera de eucalipto Globulus
- Vernier o pie de rey
- Balanza digital

Imagen 12: Máquina de ensayo universal con dispositivo para corte



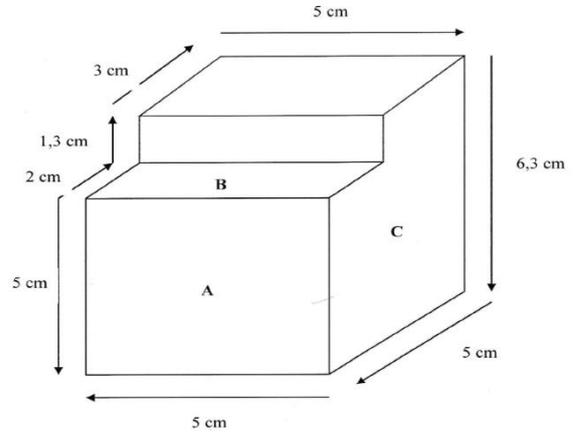
Fuente: Elaboración propia

8.2.1.3. *Preparación*

- Las dimensiones y la forma de las probetas para el ensayo son de 5 x 5 x 6.3 cm, a modo de producir la falla se hace una grada o rebaje de la probeta es

para la sujeción en la máquina de ensayo universal, el área de aplicación del esfuerzo queda de 2cm x5cm aproximadamente.

Imagen 13: Probetas para ensayo de corte



Fuente: Elaboración propia

8.2.1.4. Procedimiento

- En el laboratorio antes de efectuar el ensayo se obtuvo las dimensiones reales y el peso de cada una de las probetas.

Imagen 14: Medida y peso de las probetas para corte



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el peso y medida de las 24 probetas para corte o cizallamiento paralelo al grano.

Tabla 27: Peso y medida de probetas para cizallamiento obtenidas en el laboratorio

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	PESO (gr)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
CORTE O CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO (NTP 251.013)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN1a	113.84	2.004	5.250	6.30
			1AN2c	110.60	2.000	5.208	6.30
			1AN1d	108.11	2.001	5.170	6.30
		2 (Primer árbol)	2AS3a	136.46	2.002	5.250	6.30
			2AS3c	144.14	2.006	5.188	6.30
			2AS3h	135.27	2.007	5.211	6.30
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN1a	162.36	2.014	5.013	6.30
			1BN1d	165.96	2.004	5.130	6.30
			1BS2g	164.38	2.015	5.130	6.30
		2 (Primer árbol)	2BS3a	166.91	2.002	5.193	6.30
			2BS3d	154.93	2.002	5.154	6.30
			2BN2g	164.06	2.004	5.180	6.30
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	153.15	2.001	5.095	6.30
			1CN2g	159.97	2.007	5.154	6.30
			1CN1n	154.13	2.005	5.107	6.30
		2 (Primer árbol)	2CN2a	156.81	2.003	5.050	6.30
			2CN2g	165.67	2.004	5.137	6.30
			2CN2m	162.22	2.008	5.170	6.30
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	158.81	2.005	5.003	6.30
			1DN2g	161.04	2.002	5.010	6.30
			1DN1m	171.44	2.001	5.024	6.30
		2 (Primer árbol)	2DN1a	163.70	2.000	5.014	6.30
			2DN2g	159.77	2.007	5.108	6.30
			2DN2m	167.68	2.007	5.150	6.30

Fuente: Elaboración propia

- Como en todas las probetas, el procedimiento inicia al comprobar si la probeta para corte ingresa en el dispositivo de corte, para finalmente medir la

sección en la que se distribuye la carga constante; y es aproximadamente de 5 x 5. Se coloca el dispositivo en la máquina de ensayo universal y se aplica la carga constante a una velocidad de 0.6 mm/ minuto, hasta que se registre la falla de la probeta.

Imagen 15: Probetas de corte ensayadas



Fuente: Elaboración propia

8.2.1.5. *Calculo de resultados*

Cálculo de la resistencia al cizallamiento: Para obtener el módulo de rotura se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Resistencia al cizallamiento} = P/A \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

P= Es la carga máxima soportada por la probeta en kilogramos

A= La superficie del plano en que se produce el corte o cizallamiento, en cm².

8.2.1.6. Tablas

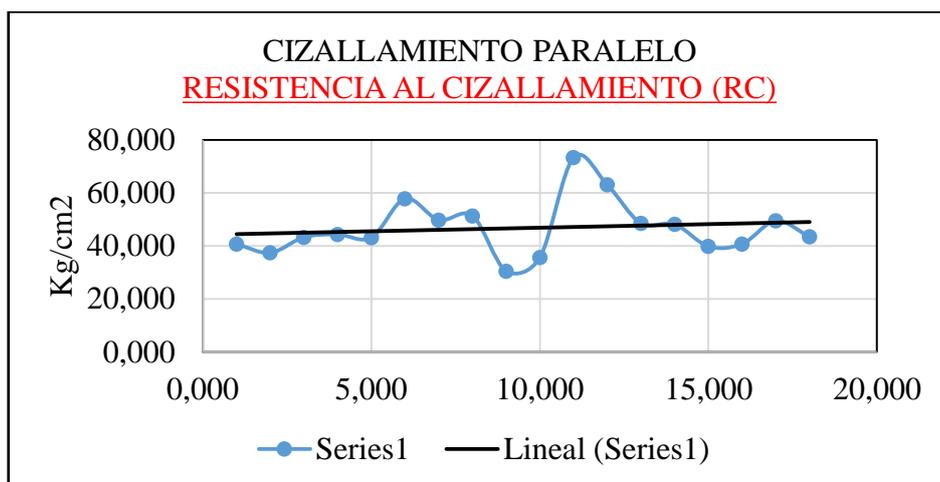
A continuación, se muestra la tabla de resistencia al cizallamiento paralelo

Tabla 28: Resultados de resistencia al cizallamiento paralelo (RC)

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	RC Kg/cm2
CORTE O CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO (NTP 251.013)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN1a	40.739
			1AN2c	37.462
			1AN1d	43.343
		2 (Primer árbol)	2AS3a	44.393
			2AS3c	43.192
			2AS3h	57.884
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN1a	49.830
			1BN1d	51.398
			1BS2g	30.553
		2 (Primer árbol)	2BS3a	35.684
			2BS3d	73.412
			2BN2g	63.116
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	30.762
			1CN2g	36.983
			1CN1n	35.006
		2 (Primer árbol)	2CN2a	32.734
			2CN2g	28.445
			2CN2m	28.895
D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	48.542	
		1DN2g	48.230	
		1DN1m	39.890	
	2 (Primer árbol)	2DN1a	40.784	
		2DN2g	49.542	
		2DN2m	43.511	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10: Tendencia Lineal (RC)



Fuente: Elaboración propia

Según el grafico se observa que en el ensayo de corte o cizallamiento paralelo al grano la resistencia al cizallamiento presenta una tendencia lineal creciente iniciando con 44.439 kg/cm² hasta 49.061 Kg/cm² en los 40 años siendo está de 0.12 kg/cm² al año.

8.2.2. Compresión paralela al grano

Se realiza el ensayo de compresión paralela al grano de acuerdo a la NTP 251.014, en donde se especifica las dimensiones de las probetas y el procedimiento.

8.2.2.1. *Objetivo*

Determinar el esfuerzo último a compresión paralela al grano que soporta el Eucalipto Globulus, además de obtener el módulo de elasticidad del mismo.

8.2.2.2. *Equipos*

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy)
- Probetas de madera de eucalipto Globulus
- Vernier o pie de rey
- Balanza digital

Imagen 16: Máquina de ensayo universal con dispositivo para compresión paralela



Fuente: Elaboración propia

8.2.2.3. *Preparación*

- Las probetas para este ensayo según la NTP 251.014 deben tener las siguientes dimensiones 5cm x 5cm x 20cm para el método primario.

- Al momento de elaborar la probeta se debe tener cuidado ya que si el corte no es recto en las caras vale decir si no forma un ángulo recto con sus caras longitudinales esto colaboraría a que la carga no vaya centrada y al ser aplicada la probeta terminaría ladeándose, perjudicando así en la obtención de resultados estos serían incorrectos.

Imagen 17: Probeta para compresión paralela



Fuente: Elaboración propia

8.2.2.4. Procedimiento

- En el laboratorio antes de efectuar el ensayo se obtuvo las dimensiones reales y el peso de cada una de las probetas.

Imagen 18: Medidas y peso de probetas para compresión paralela



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el peso y medida de las 24 probetas para compresión axial o paralela al grano

Tabla 29: Peso y medidad de probetas para compresión paralela obtenidas en el laboratorio

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	PESO (gr)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
COMPRESIÓN PARALELO AL GRANO (NTP 251.014)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN2a	389.66	5.230	5.230	20.00
			1AN1c	368.34	5.240	5.240	20.00
			1AN1d	365.70	5.200	5.220	20.00
		2 (Primer árbol)	2AS3a	499.44	5.000	5.260	20.00
			2AS2c	491.99	5.170	5.160	20.00
			2AS3h	467.96	5.240	5.260	20.00
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN2a	600.77	5.160	5.170	20.00
			1BN1d	582.71	5.250	5.270	20.00
			1BS2g	591.11	5.250	5.160	20.00
		2 (Primer árbol)	2BS3a	581.88	5.270	5.220	20.00
			2BS2d	578.82	5.160	5.250	20.00
			2BN1g	576.93	5.220	5.120	20.00
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	577.06	5.170	5.250	20.00
			1CN2g	567.00	5.230	5.160	20.00
			1CN1n	540.36	5.150	5.110	20.00
		2 (Primer árbol)	2CN2a	609.06	5.200	5.160	20.00
			2CN1g	569.70	5.130	5.100	20.00
			2CN2m	563.19	5.260	5.260	20.00
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN2a	575.53	5.020	5.150	20.00
			1DN2g	602.98	5.290	5.260	20.00
			1DS1m	584.14	5.160	5.220	20.00
		2 (Primer árbol)	2DN2a	578.16	5.120	5.230	20.00
			2DN1g	582.12	5.120	5.200	20.00
			2DN1m	572.11	5.130	5.180	20.00

Fuente: Elaboración propia

- Montaje de accesorios para compresión en la máquina de ensayo universal.
- La probeta debe estar centrada en la base de la máquina y totalmente horizontal las caras, esto para evitar cualquier descentralización o desviación de la carga de la probeta, se aplica la carga de compresión sobre la probeta con una velocidad constante de 0.6mm/mm, hasta la falla de la misma.
- Sobre una hoja de datos se anota las características y tipo de falla.
- Para obtener el contenido de humedad en la probeta por medio de una muestra tomada cerca de la falla.

Imagen 19: Izq. Falla por compresión y cizallamiento Der. Falla por cizallamiento



Fuente: Elaboración propia

8.2.2.5. *Calculo de resultados*

El esfuerzo al límite proporcional (ELP) y la resistencia máxima (RM) por compresión axial se determina aplicando las siguientes formulas:

$$ELP = \frac{P'}{A} \text{ -----(3)}$$

$$RM = \frac{P}{A} \text{ -----(4)}$$

Donde:

ELP = Esfuerzo al límite proporcional, en Kg/cm²

RM = Resistencia máxima por compresión axial, en Kg/cm²

P' = Carga soportada por la probeta hasta el límite proporcional, en kg

P = Carga máxima soportada por la probeta, en kg

A = La superficie de la sección transversal de la probeta calculada antes del ensayo, en cm²

Determinación de la carga al límite proporcional (P'). Se determinan sobre la curva carga – deformación, trazando una tangente desde cero y que corresponde al punto de carga donde la tangente se separa de la curva, el método de elasticidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$MOE = \frac{P'L}{AD} \text{ -----(6)}$$

Donde:

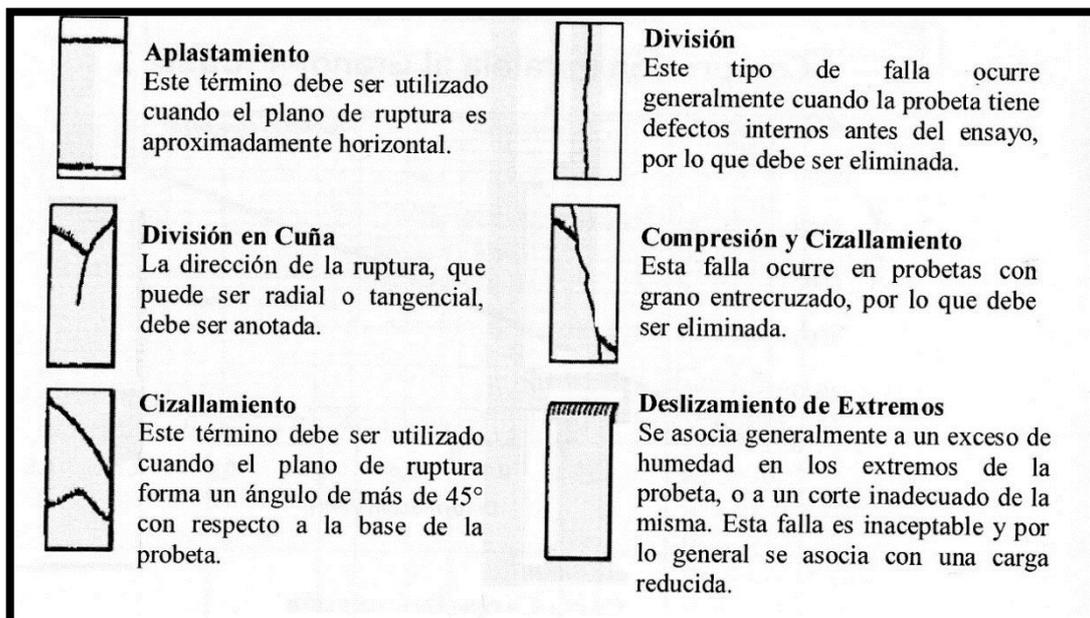
MOE = Módulo de elasticidad, en kg/cm²

P' = Carga al límite proporcional, en kg

L = Distancia entre las abrazaderas del deflectómetro, en cm

D = Deformación experimentada por la probeta al límite proporcional, en cm.

Imagen 20: Fallas en el ensayo compresión paralela



Fuente: Elaboración propia

8.2.2.6. Tablas

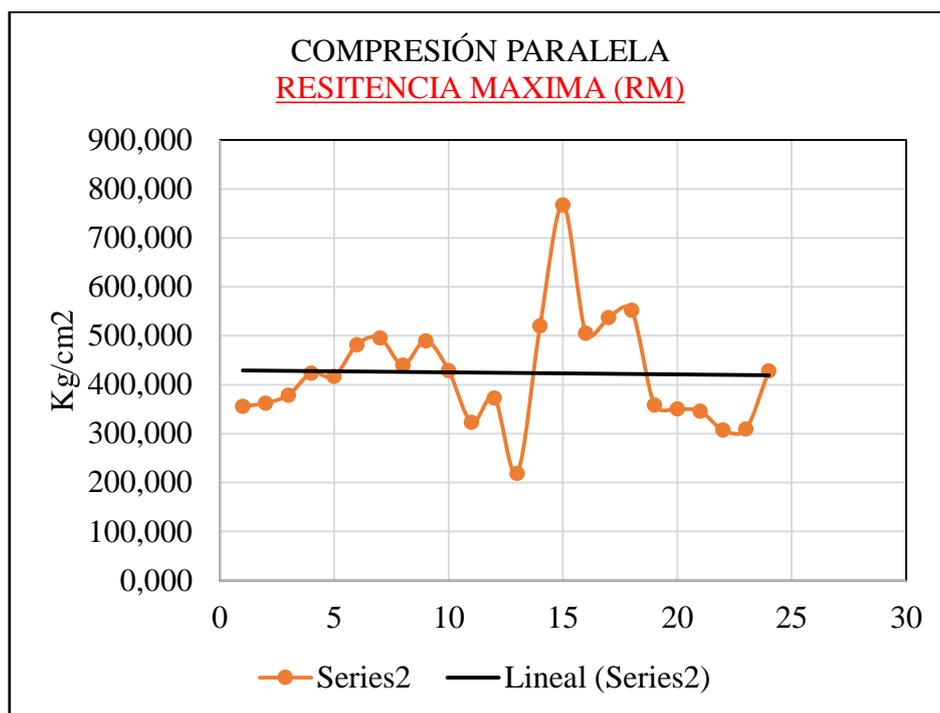
A continuación, se muestra la tabla de esfuerzo I límite proporcional (ELP), resistencia máxima (RM), módulo de elasticidad (MOE).

Tabla 30: Resultados de ELP, RM, MOE

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	ELP Kg/cm2	RM Kg/cm2	MOE Kg/cm2
COMPRESIÓN PARALELO AL GRANO (NTP 251.014)	A (Árbol de 10 años)	1	1AN2a	298.442	355.893	45914.216
		(Primer árbol)	1AN1c	310.311	362.488	62062.294
			1AN1d	317.656	379.232	57755.600
			2	2AS3a	358.617	423.760
		(Primer árbol)	2AS2c	306.002	417.310	47077.166
			2AS3h	399.835	482.097	88852.190
	B (Árbol de 25 años)		1	1BN2a	459.002	495.493
		(Primer árbol)	1BN1d	405.692	440.139	70555.171
			1BS2g	433.174	489.901	66642.212
	(Primer árbol)	2	2BS3a	370.931	429.093	67441.950
		2BS2d	263.671	323.261	105468.544	
		2BN1g	305.438	373.246	135750.341	
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	507.525	219.025	81204.076
			1CN2g	453.737	520.511	72597.851
			1CN1n	465.294	767.657	93058.712
		2 (Primer árbol)	2CN2a	418.325	505.564	88068.369
			2CN1g	460.223	537.603	92044.615
			2CN2m	449.948	552.698	89989.588
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN2a	236.818	359.016	72866.996
			1DN2g	330.046	350.656	73343.647
			1DS1m	284.129	346.031	71032.155
2 (Primer árbol)		2DN2a	285.801	307.674	33623.631	
		2DN1g	344.940	309.449	68987.932	
		2DN1m	314.877	428.309	52479.465	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Tendencia lineal (RM)



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico se observa que en el ensayo de compresión paralela al grano la resistencia máxima RM presenta una tendencia lineal constante de 424 Kg/cm².

8.2.3. Compresión perpendicular al grano

Se realiza el ensayo de compresión perpendicular al grano de acuerdo a la NTP 251.016, en donde se especifica las dimensiones de las probetas y el procedimiento.

8.2.3.1. *Objetivo*

Determinar el esfuerzo y módulo de elasticidad a compresión perpendicular del Eucalipto Globulus

8.2.3.2. Equipos

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy) con dispositivos para ensayos a compresión.
- Cabezal o bloque de carga
- Probetas de madera de eucalipto Globulus
- Vernier o pie de rey
- Balanza digital

Imagen 21: Máquina de ensayo universal con dispositivos para compresión perpendicular



Fuente: Elaboración propia

8.2.3.3. Preparación

- Las probetas para este ensayo según la NTP. 251.016 deben tener las siguientes dimensiones 5cm x 5cm x 15cm, construidas de tal manera que las caras sean paralelas al grano y una de las caras paralelas también a los anillos de crecimiento.

Imagen 22: Probetas para compresión perpendicular



Fuente: Elaboración propia

8.2.3.4. Procedimiento

- En el laboratorio antes de efectuar el ensayo se obtuvo las dimensiones reales y el peso de cada una de las probetas.

Imagen 23: Medida y peso de las probetas para compresión perpendicular



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el peso y medida de las 24 probetas para compresión perpendicular.

Tabla 31: Peso y medida de probetas para compresión perpendicular obtenidas en el laboratorio

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	PESO (gr)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN2a	284.95	5.230	5.200	15.00
			1AN2c	284.30	5.280	5.240	15.00
			1AN2d	279.10	5.240	5.200	15.00
		2 (Primer árbol)	2AS2a	382.06	5.220	5.210	15.00
			2AS3c	380.73	5.200	5.160	15.00
			2AS3h	343.85	5.200	5.140	15.00
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN2a	449.22	5.260	5.140	15.00
			1BN2d	412.76	5.220	5.150	15.00
			1BS2g	455.55	5.220	5.220	15.00
		2 (Primer árbol)	2BS2a	396.41	5.270	5.120	15.00
			2BS2d	405.55	5.180	5.110	15.00
			2BN2g	431.76	5.160	5.000	15.00
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	525.64	5.120	5.120	15.00
			1CN1g	422.58	5.250	5.160	15.00
			1CN1n	431.71	5.250	5.180	15.00
		2 (Primer árbol)	2CN2a	426.65	5.170	5.060	15.00
			2CN2g	444.19	5.200	5.240	15.00
			2CN1m	437.78	5.250	5.220	15.00
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	417.39	5.180	5.170	15.00
			1DN1g	409.50	5.110	5.000	15.00
			1DS1m	430.91	5.140	5.170	15.00
2 (Primer árbol)		2DN2a	416.36	5.180	5.090	15.00	
		2DN2g	434.88	5.000	5.160	15.00	
		2DN2m	441.33	5.020	5.120	15.00	

Fuente: Elaboración propia

- Montaje de los accesorios para compresión perpendicular en la máquina de ensayo universal.

- Se coloca la probeta sobre una base donde se pueda apoyar toda la probeta y el cabezal de carga será un prisma de 5cm x 5cm y 5cm de alto, se aplica la carga de compresión sobre el prisma metálico (área de 25 centímetros cuadrados) con una velocidad constante de 0.3mm/mm este debe ser colocado sobre una de las caras longitudinales y equidistante de los extremos de la probeta.
- Para obtener el contenido de humedad se debe tomar de la misma una muestra de 2cm de largo.

Imagen 24: Probetas de compresión perpendicular ensayadas



Fuente: Elaboración propia

8.2.3.5. *Calculo de resultados*

El esfuerzo al límite proporcional obtenida en el ensayo se calcula con la siguiente formula.

$$ELP = \frac{P'}{S} \text{ -----(7)}$$

Donde:

ELP = Esfuerzo al límite proporcional, en Kg/cm²

P' = Carga al límite proporcional en kg

S = Superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión medida en cm²

8.2.3.6. Tablas

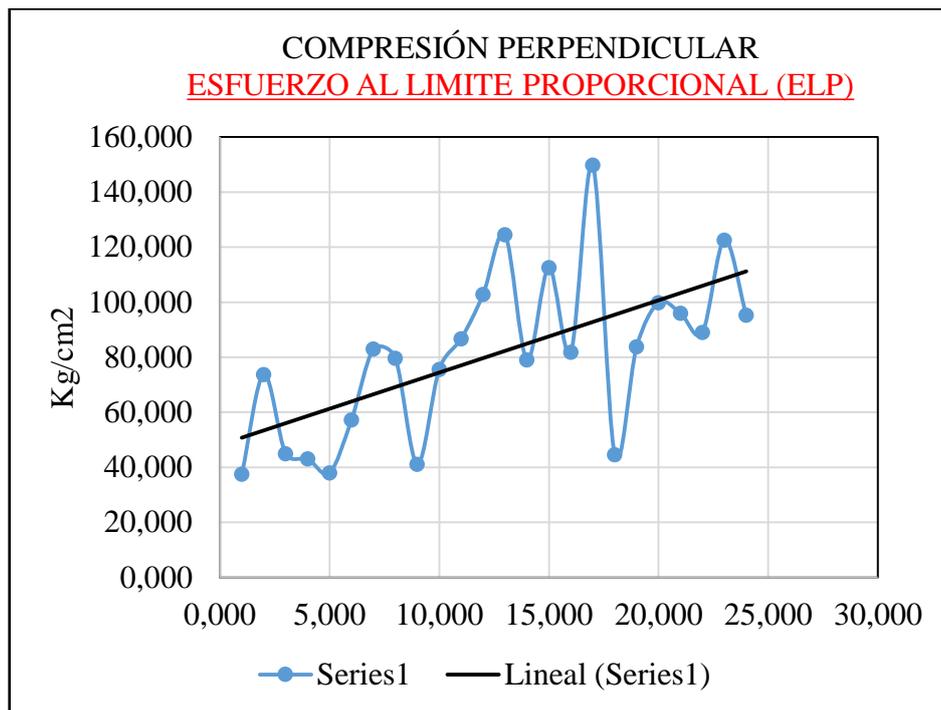
A continuación, se muestra la tabla de esfuerzo al límite proporcional (ELP)

Tabla 32: Resultados ELP

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	ELP Kg/cm2
COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN2a	37.521
			1AN2c	73.763
			1AN2d	44.939
		2 (Primer árbol)	2AS2a	43.148
			2AS3c	38.030
			2AS3h	57.266
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN2a	83.032
			1BN2d	79.710
			1BS2g	41.193
		2 (Primer árbol)	2BS2a	75.635
			2BS2d	86.737
			2BN2g	102.832
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	124.562
			1CN1g	79.101
			1CN1n	112.566
		2 (Primer árbol)	2CN2a	81.913
			2CN2g	149.796
			2CN1m	44.681
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	83.826
			1DN1g	99.844
			1DS1m	95.998
2 (Primer árbol)		2DN2a	89.013	
		2DN2g	122.607	
		2DN2m	95.282	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12: Tendencia lineal (ELP)



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico se observa que en el ensayo de compresión perpendicular al grano el esfuerzo al límite proporcional ELP presenta una tendencia lineal creciente iniciando con 50.59 kg/cm² hasta 111.249 Kg/cm² en los 40 años siendo está de 1.52 kg/cm² al año.

8.2.4. Flexión estática

Se realiza el ensayo de flexión estática de acuerdo a la NTP 251.017, en donde se especifica las dimensiones de las probetas y el procedimiento.

8.2.4.1. Objetivo

Determinar los esfuerzos de flexión en el límite proporcional en el punto de capacidad máxima y también el módulo de elasticidad al límite proporcional.

8.2.4.2. Equipos

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy) con dispositivos para ensayos a flexión
- Cabezal o bloque de carga
- Probetas de madera de eucalipto Globulus
- Vernier o pie de rey
- Balanza digital

Imagen 25: Máquina de ensayo universal con dispositivo para flexión



Fuente: Elaboración propia

8.2.4.3. Preparación

- Las probetas para este ensayo según la NTP 251.017 pueden ser elaborados de dos tamaños dependiendo la disponibilidad del material, para nuestro caso se optó por el método primario de dimensiones 5cm x 5cm x 76cm.

Imagen 26: Probetas para flexión

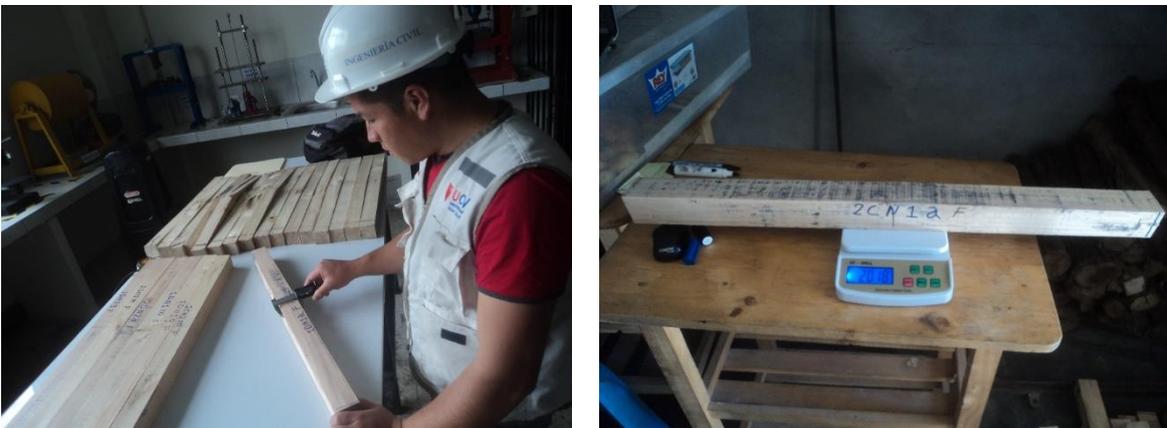


Fuente: Elaboración propia

8.2.4.4. Procedimiento

- En el laboratorio antes de efectuar el ensayo se obtuvo las dimensiones reales y el peso de cada una de las probetas.

Imagen 27: Medidas y peso de la probetas para flexión estática



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el peso y medida de las 24 probetas para flexión estática

Tabla 33: Peso y medidad de probetas para flexión estática obtenidas en el laboratorio

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	PESO (gr)	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN2a	1587.10	5.23	5.20	76.00
			1AN2c	1524.02	5.14	5.10	76.00
			1AN2d	1460.12	5.02	5.02	76.00
		2 (Primer árbol)	2AS3a	1962.32	5.21	5.17	76.00
			2AS2c	1910.12	5.04	5.02	76.00
			2AS2g	1992.41	5.01	5.10	76.00
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN1a	2045.21	5.02	5.11	76.00
			1BN1d	2189.33	5.01	5.10	76.00
			1BS3g	2225.22	5.02	5.10	76.00
		2 (Primer árbol)	2BS3a	2251.21	5.02	5.11	76.00
			2BS3d	2212.31	5.03	5.08	76.00
			2BN1g	2181.56	5.12	5.11	76.00
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN2a	2268.43	5.03	5.11	76.00
			1CN2g	2159.31	5.11	5.04	76.00
			1CN2n	2246.62	5.04	5.02	76.00
		2 (Primer árbol)	2CN1a	2018.24	5.01	5.01	76.00
			2CN2g	2184.61	5.01	5.12	76.00
			2CN2m	2099.31	5.12	5.12	76.00
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	2085.12	5.05	5.06	76.00
			1DN1g	2092.31	5.11	5.12	76.00
			1DN1m	2150.42	5.11	5.02	76.00
		2 (Primer árbol)	2DN2a	2088.24	5.11	5.02	76.00
			2DN2g	2161.62	5.12	5.13	76.00
			2DN2m	2245.45	5.12	5.13	76.00

Fuente: Elaboración propia

- Con el brazo hidráulico móvil se instala la base metálica para flexión en la máquina de ensayo universal, en la misma se ubica los soportes a una distancia de

70cm de luz según lo indica la NTP 251.017 para ensayos de probetas grandes o método primario.

- Montaje de cabezal o bloque de carga para flexión de 3 1/16" de diámetro.
- Se coloca la probeta sobre el equipo para flexión, se ingresan los datos en el software que controla la máquina de ensayo universal y se inicia aplicar la carga con una velocidad constante de 2.5mm/min para probetas grandes o ensayo primario hasta la ruptura de la misma.
- La muestra ensayada se evalúa el tipo de falla y también se debe tomar de la misma una muestra de 2cm para obtener su respectivo contenido de humedad.

Imagen 28: Izq. Falla por tensión de astillamiento, Der. Falla tensión abrupta



Fuente: Elaboración propia

8.2.4.5. *Calculo de resultados*

- El cálculo de los resultados se realiza con las siguientes formulas.

$$ELP = \frac{3P'L}{2ae^2} \text{ kg/cm}^2 \text{ -----(9)}$$

Donde:

ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional en Kg/cm²

P' = Carga al límite proporcional en Kg

L = Distancia entre soportes, luz de la probeta en cm

a = Ancho de la probeta en cm
e = Espesor de la probeta en cm

- Cálculo del módulo de ruptura (MOR)

$$\text{MOR} = \frac{3PL}{2ae^2} \text{ kg/cm}^2 \text{ -----(10)}$$

Donde.

MOR = Módulo de ruptura en kg/cm²

P = Carga máxima en Kg

L = Distancia entre los soportes, luz de la probeta en cm.

a = Ancho de la probeta en cm

e = Espesor de la probeta en cm

- Cálculo del módulo de elasticidad (MOE)

$$\text{MOE} = \frac{P'L^3}{4a(e^3)Y} \text{ kg/cm}^2 \text{ -----(11)}$$

Donde:

MOE = Módulo de elasticidad en kg/cm²

P' = Carga al límite proporcional en kg.

L = Distancia entre los soportes, luz de la probeta en cm.

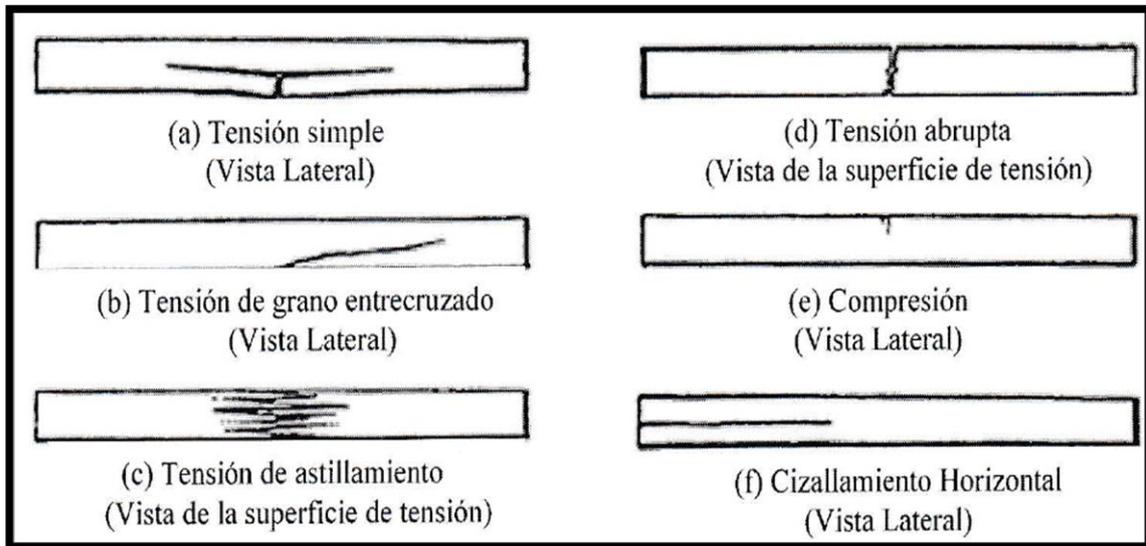
a = Ancho de la probeta en cm

e = Espesor de la probeta en cm

Y = Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional en cm.

A continuación, se describe los tipos de falla que se dan en la prueba de flexión estática

Imagen 29: Fallas en el ensayo de flexión estática



Fuente: Elaboración propia

8.2.4.6. Tablas

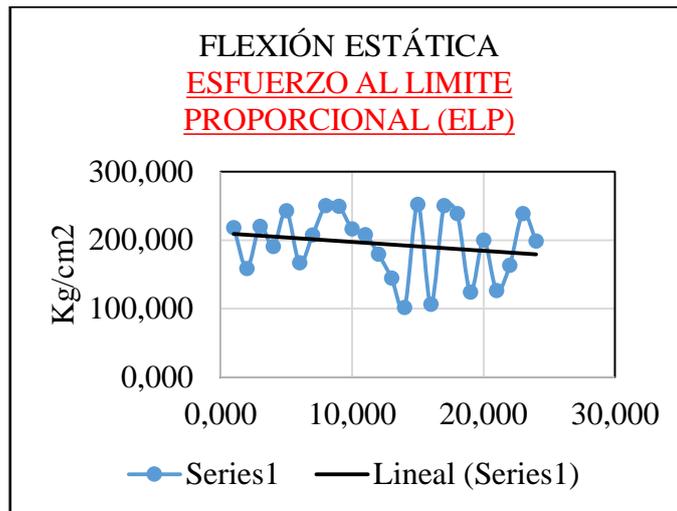
A continuación, se muestra la tabla de resistencia al límite proporcional (ELP), módulo de rotura (MOR), módulo de elasticidad (MOE).

Figura 1: Resultados ELP, MOR, MOE

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	ELP Kg/cm2	ROM Kg/cm2	MOE Kg/cm2
FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN2a	218.451	250.089	8976.645
			1AN2c	159.036	419.856	8422.815
			1AN2d	220.468	271.345	14708.065
		2 (Primer árbol)	2AS3a	190.870	326.769	12466.172
			2AS2c	243.281	260.058	10365.578
			2AS2g	167.132	222.286	13616.460
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN1a	207.923	412.519	15372.122
			1BN1d	250.799	436.389	13624.613
			1BS3g	249.701	517.714	22558.801
		2 (Primer árbol)	2BS3a	216.757	397.666	17648.902
			2BS3d	208.442	341.012	15376.852
			2BN1g	179.928	295.483	14349.766
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN2a	144.939	236.873	11763.790
			1CN2g	101.905	168.754	13582.437
			1CN2n	252.419	501.473	20470.936
		2 (Primer árbol)	2CN1a	106.375	153.180	10828.811
			2CN2g	250.517	500.198	18580.389
			2CN2m	239.249	503.221	19065.866
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	124.445	243.082	13234.733
			1DN1g	200.273	336.458	10666.924
			1DN1m	126.790	231.495	6336.005
		2 (Primer árbol)	2DN2a	163.601	273.213	10900.653
			2DN2g	238.830	414.768	17315.733
			2DN2m	199.025	171.161	11337.682

Fuente: Elaboración propia

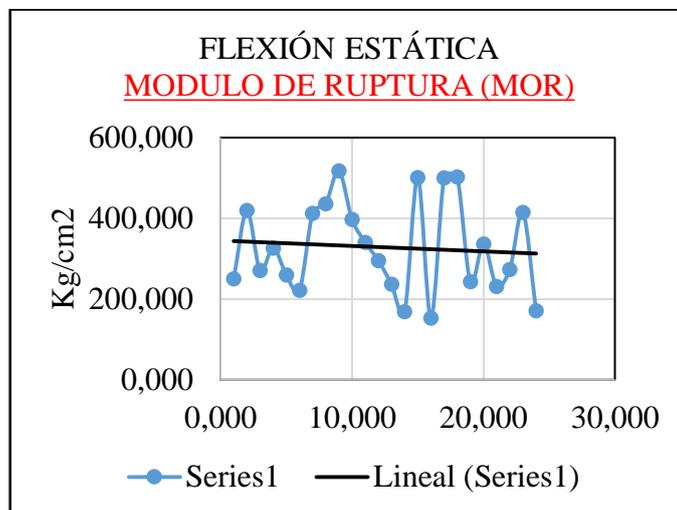
Ilustración 13: Tendencia lineal (ELP)



Fuente: Elaboración propia

Según el grafico se observa que en el ensayo de flexión estática el esfuerzo al límite proporcional ELP presenta una tendencia lineal decreciente iniciando con 209.381 kg/cm² hasta 179.068 Kg/cm² en los 40 años siendo está de 0.76 kg/cm² al año.

Ilustración 14: Tendencia lineal (MOR)



Fuente: Elaboración propia

Según el grafico se observa que en el ensayo de flexión estática el módulo de ruptura MOR presenta una tendencia lineal decreciente iniciando con 345.897 kg/cm² hasta 310.974 Kg/cm² en los 40 años siendo está de 0.87 kg/cm² al año.

8.2.5. Tensión paralela a las fibras

Se realiza el ensayo de tensión paralela a las fibras de acuerdo a la NTP 251.085, en donde se especifica las dimensiones de las probetas y el procedimiento.

8.2.5.1. *Objetivo*

Determinar los esfuerzos de tensión paralela a la fibra, en el límite proporcional, esfuerzos últimos de tensión y módulos de elasticidad en el límite proporcional.

8.2.5.2. *Equipos*

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy) con dispositivos para ensayos de tensión o tracción paralela.
- Probetas de madera de eucalipto Globulus
- Vernier o pie de rey
- Balanza digital

Imagen 30: Máquina de ensayo universal con dispositivos para tensión paralela



Fuente: Elaboración propia

8.2.5.3. *Preparación*

- Las dimensiones que indica la NTP 251.085 en la zona de agarre de las mordazas es de 2.5cm x 2.5cm x 10cm estas medidas fueron modificadas con

respecto a su longitud debido de 10cm por 15cm de largo y en la zona de tracción se mantuvo de acuerdo a la norma de 0.45cm x 0.9cm.

Imagen 31: Probetas para tensión paralela



Fuente: Elaboración propia

8.2.5.4. Procedimiento

- En el laboratorio antes de efectuar el ensayo se obtuvo las dimensiones reales y el peso de cada una de las probetas.

Imagen 32: Probetas para tensión paralela



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla presenta el peso y medidas de las 24 probetas para tensión paralela a las fibras.

Tabla 34: Peso y medida de las probetas para tensión paralela obtenidas en el laboratorio

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	PESO (gr)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TENSIÓN PARALELO A LAS FIBRAS (NTP 251.085)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN1a	144.01	0.580	0.990	55.00
			1AN1c	139.10	0.494	0.980	55.00
			1AN2d	152.06	0.530	0.986	55.00
		2 (Primer árbol)	2AS2a	169.31	0.535	0.990	55.00
			2AS2c	184.14	0.513	0.990	55.00
			2AS3h	184.32	0.506	1.030	55.00
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN2a	209.11	0.510	0.950	55.00
			1BN2d	209.31	0.620	1.004	55.00
			1BS2g	209.42	0.460	0.950	55.00
		2 (Primer árbol)	2BS2a	199.01	0.510	1.033	55.00
			2BS2d	202.12	0.505	0.960	55.00
			2BN2g	199.06	0.480	1.015	55.00
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	205.31	0.490	1.002	55.00
			1CN2g	220.02	0.460	0.980	55.00
			1CN1n	201.12	0.535	0.910	55.00
		2 (Primer árbol)	2CN2a	217.51	0.470	0.990	55.00
			2CN1g	217.41	0.473	0.940	55.00
			2CN1m	198.24	0.485	0.996	55.00
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN2a	212.12	0.420	0.975	55.00
			1DN2g	176.45	0.534	1.030	55.00
			1DS1m	211.22	0.482	0.960	55.00
		2 (Primer árbol)	2DN1a	193.32	0.496	0.910	55.00
			2DN1g	187.21	0.385	0.950	55.00
			2DN1m	192.32	0.590	0.935	55.00

Fuente: Elaboración propia

- En la máquina de ensayo universal se coloca los accesorios para tracción.

- Se coloca la probeta de eucalipto globulus en la máquina de ensayo universal, se ingresan los datos en el software que controla a la misma y se inicia aplicar la carga de tracción con una velocidad constante de 1mm/min, hasta la falla de la misma.
- La muestra ensayada se evalúa el tipo de falla.

Imagen 33: Probetas de tensión paralela ensayadas



Fuente: Elaboración propia

8.2.5.5. *Calculo de resultados*

El (MOE) y el (MOR), se expresan en Kg usando las siguientes formulas.

$$MOE = \frac{P'L}{a.b.\Delta} \text{ -----(12)}$$

$$MOR = \frac{P}{a.b} \text{ -----(13)}$$

Donde:

MOE = Módulo de elasticidad, en kg/cm²

P' = Carga en el límite proporcional, en Kg

Δ = Incremento constante de la deformación de la probeta en cm

a = Espesor de la probeta en centímetros

b = Ancho de la probeta en la sección reducida, en centímetros

P = Carga de rotura de la probeta en Kg

L = Distancia entre abrazadera en cm

MOR = Modulo de ruptura, en Kg

8.2.5.6. Tablas

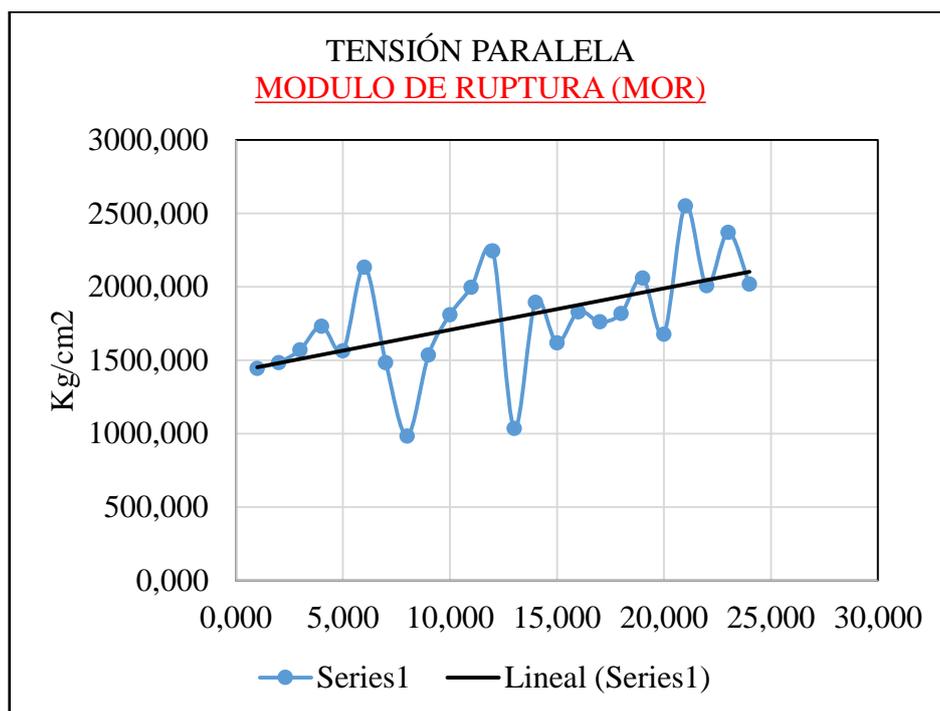
A continuación, se muestra la tabla módulo de elasticidad (MOE), Modulo de rotura (MOR)

Tabla 35: Resultados MOE, MOR

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	MOE Kg/cm2	MOR Kg/cm2
TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS (NTP 251.085)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN1a	177709.537	1446.556
			1AN1c	281034.499	1485.970
			1AN2d	183059.561	1571.871
		2 (Primer árbol)	2AS2a	262714.184	1733.914
			2AS2c	200919.165	1565.160
			2AS3h	293682.076	2136.048
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN2a	368568.480	1484.804
			1BN2d	87427.337	985.197
			1BS2g	149182.480	1536.450
		2 (Primer árbol)	2BS2a	242110.397	1810.986
			2BS2d	263100.290	1997.457
			2BN2g	196353.172	2245.233
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN1a	162367.892	1037.076
			1CN2g	339532.441	1896.855
			1CN1n	314390.930	1620.161
		2 (Primer árbol)	2CN2a	73100.377	1831.164
			2CN1g	286876.480	1762.569
			2CN1m	264047.987	1818.763
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN2a	222485.645	2060.751
			1DN2g	139141.508	1678.974
			1DS1m	275654.868	2553.667
2 (Primer árbol)		2DN1a	141296.327	2009.799	
		2DN1g	94159.332	2371.420	
		2DN1m	158549.002	2019.914	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Tendencia lineal (MOR)



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico se observa que en el ensayo de tensión paralela a las fibras el módulo de ruptura MOR presenta una tendencia lineal creciente iniciando con 1229.788 kg/cm² hasta 2415.863 Kg/cm² en los 40 años siendo está de 29.65 kg/cm² al año.

8.2.6. Tensión perpendicular a las fibras

Se realiza el ensayo de tensión perpendicular a las fibras de acuerdo a la NTP 251.086, en donde se especifica las dimensiones de las probetas y el procedimiento.

8.2.6.1. Objetivo

Determinar el esfuerzo de tensión perpendicular a la fibra que soporta el Eucalipto Globulus por la aplicación gradual de carga a la probeta.

8.2.6.2. Equipos

- Máquina de ensayo universal TECNOTEST (Modena – Italy) con dispositivos para ensayos de tensión o tracción perpendicular.
- Probetas de madera de eucalipto Globulus
- Vernier o pie de rey
- Balanza digital

Imagen 34: Máquina de ensayo universal con dispositivo para tensión perpendicular

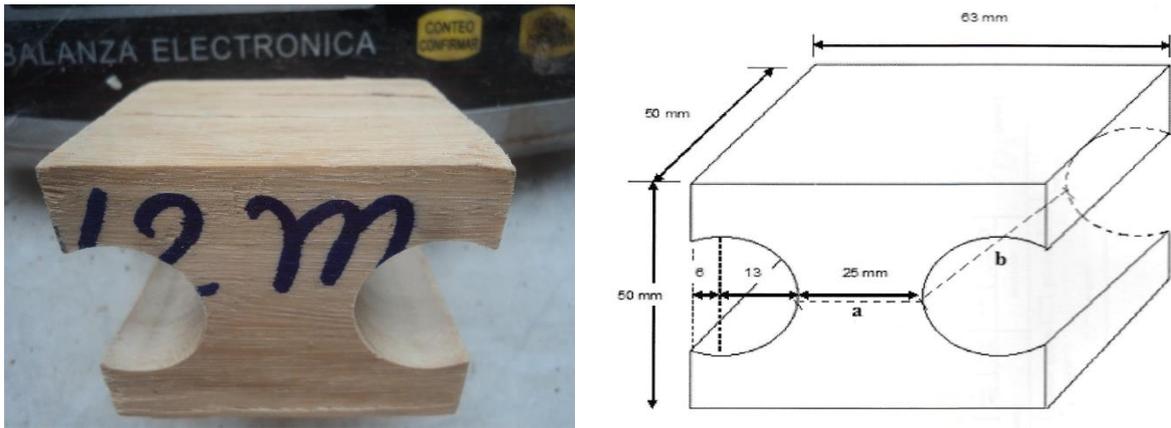


Fuente: Elaboración propia

8.2.6.3. Preparación

- Las dimensiones que indica la NTP 251.086 para ensayos de tracción perpendicular a la fibra son de 5 x 5 x 6.3 centímetros.

Imagen 35: Probetas para tensión perpendicular



Fuente: Elaboración propia

8.2.6.4. Procedimiento

- En el laboratorio antes de efectuar el ensayo se obtuvo las dimensiones reales y el peso de cada una de las probetas.

Imagen 36: Medidas y peso de las probetas para tensión perpendicular



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta el peso y medida de las 24 probetas para tensión perpendicular a las fibras.

Tabla 36: Peso y medida de probetas para tensión perpendicular obtenidas en el laboratorio

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	PESO (gr)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TENSIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (NTP 251.086)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN1a	86.70	2.640	5.198	6.30
			1AN2c	85.84	2.570	5.210	6.30
			1AN2d	86.35	2.520	5.201	6.30
		2 (Primer árbol)	2AS3a	108.33	2.067	5.174	6.30
			2AS3c	112.40	2.540	5.277	6.30
			2AS3h	105.29	2.600	5.210	6.30
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN1a	119.68	2.532	5.012	6.30
			1BN1d	125.09	2.604	5.067	6.30
			1BS2g	141.82	2.601	5.160	6.30
		2 (Primer árbol)	2BS3a	124.12	2.640	5.095	6.30
			2BS3d	120.08	2.670	5.110	6.30
			2BN2g	123.93	2.581	5.170	6.30
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN2a	128.89	2.567	5.152	6.30
			1CN1g	121.12	2.514	5.077	6.30
			1CN1n	123.13	2.570	5.084	6.30
		2 (Primer árbol)	2CN2a	131.29	2.590	5.000	6.30
			2CN2g	124.99	2.580	5.118	6.30
			2CN1m	126.22	2.675	5.080	6.30
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	118.29	2.552	5.002	6.30
			1DN2g	124.81	2.570	5.198	6.30
			1DN1m	135.90	2.686	5.120	6.30
		2 (Primer árbol)	2DN1a	126.17	2.545	5.006	6.30
			2DN2g	133.09	2.532	5.115	6.30
			2DN2m	128.64	2.540	5.075	6.30

Fuente: Elaboración propia

- Primeramente, debe probarse que la probeta ingrese en las mordazas que se mostraron anteriormente, se debe medir el área en la cual se repetirá la carga a

tracción, la misma que debe ser aproximadamente de 50 x 25 mm. La probeta debe ser colocada con las mordazas en la máquina de ensayo universal.

- Se ingresan los datos en el software que controla la máquina y se inicia aplicar la carga con una velocidad constante de 2.5mm/minuto hasta la rotura de la misma.
- Inmediatamente después del ensayo de cada probeta se determina el contenido de humedad de la fracción más pequeña de la misma.

Imagen 37: Probetas de tensión perpendicular ensayadas



Fuente: Elaboración propia

8.2.6.5. *Calculo de resultados*

El esfuerzo de tensión o tracción (ET) se debe expresar en kg/cm² y se calcula con la formula siguiente.

$$ET = \frac{P}{A} \text{ -----(14)}$$

Donde:

ET = esfuerzo de tracción

P = Carga a la que se produjo la falla de la probeta en kg

A = Área de la sección mínima (cm²)

8.2.6.6. Tablas

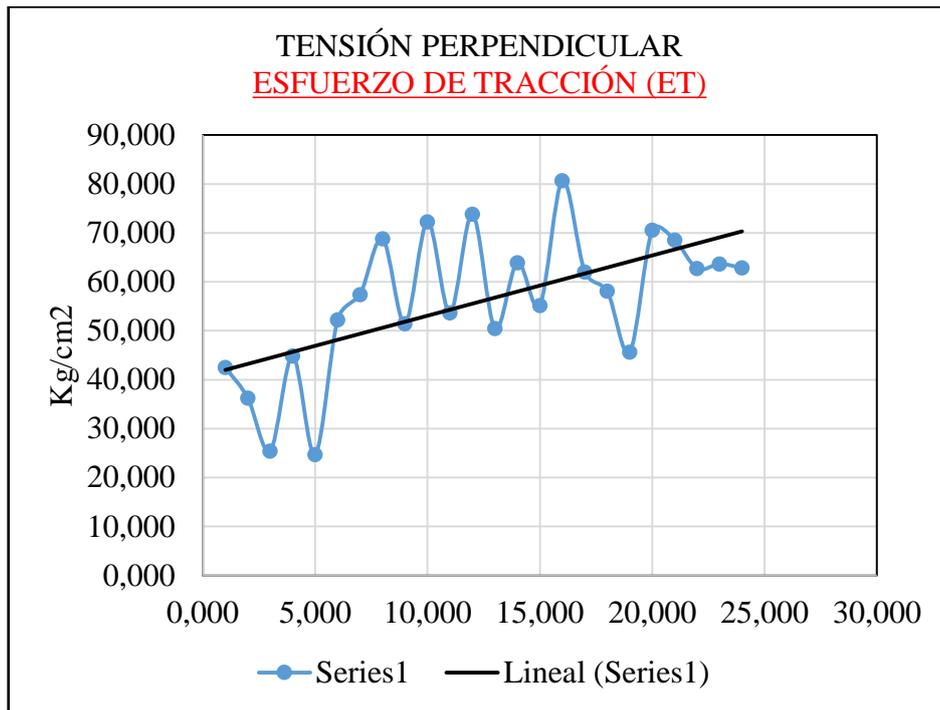
A continuación, se muestra la tabla de esfuerzo a tensión perpendicular ET.

Tabla 37: Resultados de resistencia ET

ENSAYO	AÑOS	NÚMERO	CODIGO	ET Kg/cm2
TENSIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (NTP 251.086)	A (Árbol de 10 años)	1 (Primer árbol)	1AN1a	42.533
			1AN2c	36.275
			1AN2d	25.459
		2 (Primer árbol)	2AS3a	44.844
			2AS3c	24.742
			2AS3h	52.278
	B (Árbol de 25 años)	1 (Primer árbol)	1BN1a	57.411
			1BN1d	68.829
			1BS2g	51.472
		2 (Primer árbol)	2BS3a	72.297
			2BS3d	53.699
			2BN2g	73.871
	C (Árbol de 40 años)	1 (Primer árbol)	1CN2a	50.460
			1CN1g	63.957
			1CN1n	55.215
		2 (Primer árbol)	2CN2a	80.687
			2CN2g	62.054
			2CN1m	58.120
	D (Árbol de 55 años)	1 (Primer árbol)	1DN1a	45.644
			1DN2g	70.579
			1DN1m	68.560
2 (Primer árbol)		2DN1a	62.723	
		2DN2g	63.661	
		2DN2m	62.853	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Tendencia lineal (ET)



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico se observa que en el ensayo de tensión perpendicular a las fibras el esfuerzo de tracción ET presenta una tendencia lineal creciente iniciando con 42.02 kg/cm² hasta 70.32 Kg/cm² en los 40 años siendo está de 0.71 kg/cm² al año.

8.2.7. Esfuerzos admisibles

Después de realizar todos los ensayos para madera y obtener resultados estos deben ser afectados por coeficientes de seguridad el cual hace que reduzca su capacidad.

Estos deben ser afectados dependiendo al tipo de ensayo

Esfuerzos admisibles

$$\sigma_{adm} = \frac{F.C \times F.T}{F.S \times F.D.C} * \sigma_{ult.min}$$

Donde:

F.C = Factor de reducción por calidad

F.T = Factor de reducción por tamaño

F.S = Factor de servicio y seguridad

F.D.C. = Factor de reducción de carga

Los esfuerzos admisibles se calculan con la siguiente fórmula

- a. Coeficiente de reducción por calidad: se muestra afectado por defectos y por tamaño de una viga a escala natural, se recomienda un factor 0.8 para todos los grupos de madera.
- b. Factor de servicio y seguridad: Factor que condiciona para que trabaje en el rango elástico.
- c. Factor de reducción por tamaño: En los elementos de madera existe una reducción debido al tamaños en comparación a las muestras ensayadas que en secciones mayores a escala natural ya que se reduce el esfuerzo de rotura en flexión.
- d. Factor de duración de carga: El esfuerzo de rotura disminuye de acuerdo como va durar la aplicación de la carga.

Tabla 38: Factor de reducción

Factor	Flexión	Compresión paralela	Corte paralelo	Compresión perpendicular	Tracción paralela	Tracción perpendicular
Reducción por calidad	0.80	---	---	---	---	---
Servicio y seguridad	0.90	---	---	---	---	---
Reducción por tamaño	2.00	1.60	4.00	1.60	1.20	1.20
Duración de carga	1.15	1.25	---	---	1.15	1.15

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino

Los valores utilizados para el cálculo de los esfuerzos admisibles fueron el promedio de cada edad.

Tabla 39: Valores promedios

ENSAYO	10 AÑOS	25 AÑOS	40 AÑOS	55 AÑOS
CIZALLAMIENTO	44.50 Kg/cm2	50.67 Kg/cm2	32.14 Kg/cm2	45.08 Kg/cm2
COMPRESIÓN PARALELA	403.46 Kg/cm2	425.19 Kg/cm2	517.18 Kg/cm2	350.19 Kg/cm2
COMPRESIÓN PERPENDICULAR	49.11 Kg/cm2	78.19 Kg/cm2	98.77 Kg/cm2	97.76 Kg/cm2
FLEXIÓN ESTÁTICA	291.73 Kg/cm2	400.13 Kg/cm2	343.95 Kg/cm2	278.36 Kg/cm2
TENSIÓN PARALELA	1656.59 Kg/cm2	1676.69 Kg/cm2	1661.10 Kg/cm2	2115.75 Kg/cm2
TENSIÓN PERPENDICULAR	37.69 Kg/cm2	62.93 Kg/cm2	61.75 Kg/cm2	62.34 Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

Los valores considerados, así como lo indica la norma son los mínimos, pero para nuestro caso no se consideran los valores obtenidos del árbol de 10 años por razones que se encuentran todos los valores muy por debajo de las demás edades.

Tabla 40: Esfuerzos admisibles

ENSAYO	10 AÑOS	25 AÑOS	40 AÑOS	55 AÑOS
CIZALLAMIENTO	11.13 Kg/cm2	12.67 Kg/cm2	8.03 Kg/cm2	11.27 Kg/cm2
COMPRESION PARALELA	201.73 Kg/cm2	212.59 Kg/cm2	258.59 Kg/cm2	175.09 Kg/cm2
COMPRESION PERPENDICULAR	30.69 Kg/cm2	48.87 Kg/cm2	61.73 Kg/cm2	61.10 Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA	91.33 Kg/cm2	125.26 Kg/cm2	107.67 Kg/cm2	87.14 Kg/cm2
TENSION PARALELA	1200.42 Kg/cm2	1214.99 Kg/cm2	1203.69 Kg/cm2	1533.16 Kg/cm2
TENSION PERPENDICULAR	27.31 Kg/cm2	45.60 Kg/cm2	44.75 Kg/cm2	45.17 Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

8.3. RESULTADOS DE LABORATORIO

A continuación, se presenta el reporte oficial del laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo donde se realizó los siguientes ensayos a la madera Eucalipto Globulus.

- Corte o cizallamiento paralelo al grano (24 Probetas).
- Compresión axial o paralela al grano (24 Probetas).
- Compresión perpendicular al grano (Probetas).
- Flexión estática (24 Probetas).
- Tensión paralela a las fibras (Probetas).
- Tensión perpendicular a las fibras (24 Probetas).

Siendo un total de 144 probetas ensayadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELO

NORMA NTP 251.013

Solicitante: Espinoza Tarrillo, Geiner Gustavo

DNI: 72458147

Investigación: "Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito de Bambamarca, Cajamarca - 2018"

Muestras: Puestos en laboratorio (24 muestras de madera de eucalipto)

Fecha: 16 de julio del 2018.

Ensayo	Años	Código	Peso (gr)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Contenido de humedad (%)	Deformación (max) mm/1000	Resistencia (max) MPa	Carga (max) kN
Corte o cizallamiento paralelo al grano (ntp 251.013)	A (árbol de 10 años)	1an1a	113.84	2.004	5.250	5.00	14.51%	8531.28	9.961	10.48
		1an2c	110.60	2.000	5.208	5.00	7.64%	3623.97	9.178	9.56
		1an1d	108.11	2.001	5.170	5.00	8.90%	1871.95	10.614	10.98
		2as3a	136.46	2.002	5.250	5.00	27.60%	2107.31	1.351	1.42
		2as3c	144.14	2.006	5.188	5.00	19.15%	4725.01	10.500	10.98
		2as3h	135.27	2.007	5.211	5.00	18.23%	3276.09	14.132	14.78
	B (árbol de 25 años)	1bn1a	162.36	2.014	5.013	5.00	33.18%	4596.84	11.847	12.24
		1bn1d	165.96	2.004	5.130	5.00	26.70%	6902.84	12.567	12.92
		1bs2g	164.38	2.015	5.130	5.00	19.27%	5620.45	7.398	7.68
		2bs3a	166.91	2.002	5.193	5.00	29.88%	5271.39	8.734	9.08
		2bs3d	154.93	2.002	5.154	5.00	21.20%	6597.35	17.968	18.54
		2bn2g	164.06	2.004	5.180	5.00	24.56%	2912.12	15.498	16.02
	C (árbol de 40 años)	1cn1a	153.15	2.001	5.095	5.00	32.40%	5591.45	7.533	7.68
		1cn2g	159.97	2.007	5.154	5.00	25.34%	2354.22	5.166	5.34
		1cn1n	154.13	2.005	5.107	5.00	24.39%	5952.00	8.550	8.76
		2cn2a	156.81	2.003	5.050	5.00	30.96%	6920.09	8.030	8.10

ALEXANDER Y. VEGA ANTICORNA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348

Av. Juan Pablo II s/n - Teléfono: (044) - 203510
2do. Piso Pabellón de Ingeniería M.M.M.

www.unitru.edu.pe
dptingmat@hotmail.com





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

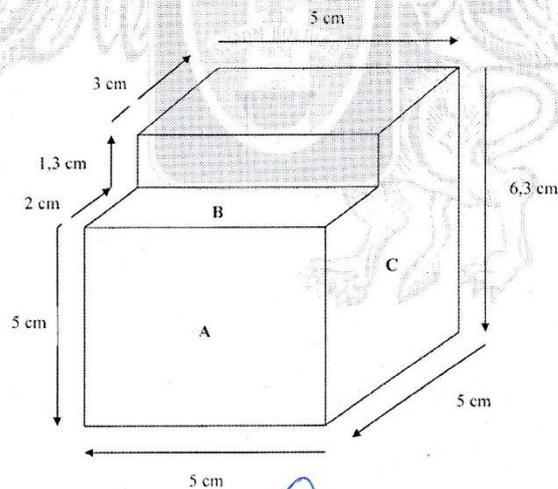
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

		2cn2g	165.67	2.004	5.137	5.00	27.55%	8920.16	6.960	7.16
		2cn2m	162.22	2.008	5.170	5.00	14.63%	3763.21	7.051	7.32
D (árbol de 55 años)		1dn1a	158.81	2.005	5.003	5.00	36.99%	4523.84	11.860	11.90
		1dn2g	161.04	2.002	5.010	5.00	48.88%	9551.10	11.810	11.84
		1dn1m	171.44	2.001	5.024	5.00	28.39%	5001.52	9.724	9.82
		2dn1a	163.70	2.000	5.014	5.00	33.69%	10194.23	9.992	10.02
		2dn2g	159.77	2.007	5.108	5.00	23.89%	11804.26	11.927	12.40
		2dn2m	167.68	2.007	5.150	5.00	27.80%	3344.27	10.623	10.98

NI, N2 y S3 Posición, Troza a, b y c

LEYENDA

Los ensayos de cizallamiento paralelo al grano, se realizan sobre probetas de 5 cm x 5 cm x 6,5 cm, recortadas en una de sus caras.



Medidas de las muestras de madera

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona

ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN PARALELA NORMA

NTP 251.014

Solicitante: Espinoza Tarrillo, Geiner Gustavo

DNI: 72458147

Investigación: "Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito de Bambamarca, Cajamarca - 2018"

Muestras: Puestos en laboratorio (24 muestras de madera de eucalipto)

Fecha: 16 de julio del 2018.

Ensayo	Años	Código	Peso (gr)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Contenido de humedad (%)	Deformación (max) mm/1000	Resistencia (max) MPa	Carga (max) kN
COMPRESIÓN PARALELO AL GRANO (NTP 251.014)	A (Árbol de 10 años)	1AN2a	389.66	5.230	5.230	20.00	16.00%	8148.80	9.326	95.40
		1AN1c	368.34	5.240	5.240	20.00	12.89%	14077.69	9.307	97.54
		1AN1d	365.70	5.200	5.220	20.00	9.42%	4474.39	9.663	100.88
		2AS3a	499.44	5.000	5.260	20.00	35.38%	5169.59	9.907	109.22
		2AS2c	491.99	5.170	5.160	20.00	36.08%	6140.28	10.572	109.10
		2AS3h	467.96	5.240	5.260	20.00	18.92%	4872.06	12.378	130.22
	B (Árbol de 25 años)	1BN2a	600.77	5.160	5.170	20.00	30.58%	3369.37	2.857	29.54
		1BN1d	582.71	5.250	5.270	20.00	35.75%	3334.92	1.835	19.34
		1BS2g	591.11	5.250	5.160	20.00	26.58%	5230.80	2.913	30.06
		2BS3a	581.88	5.270	5.220	20.00	35.26%	6698.21	11.080	115.68
		2BS2d	578.82	5.160	5.250	20.00	36.11%	4171.60	8.173	85.82
		2BN1g	576.93	5.220	5.120	20.00	23.53%	3823.78	9.547	97.76
	C (Árbol de 40 años)	1CN1a	577.06	5.170	5.250	20.00	46.21%	4394.78	5.549	58.26
		1CN2g	567.00	5.230	5.160	20.00	34.44%	7236.06	13.340	137.66
		1CN1n	540.36	5.150	5.110	20.00	29.83%	5536.40	14.318	197.98
		2CN2a	609.06	5.200	5.160	20.00	34.47%	5127.47	12.882	132.94
		2CN1g	569.70	5.130	5.100	20.00	28.45%	4957.47	13.514	137.84

ALEXANDER Y. YEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348



Av. Juan Pablo II s/n - Teléfono: (044) - 203510
2do. Piso Pabellón de Ingeniería M.M.M.

www.unitru.edu.pe
dptoingmat@hotmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

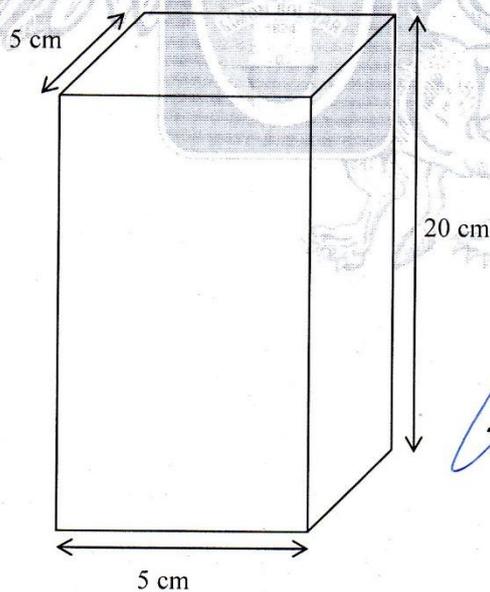
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

		2CN2m	563.19	5.260	5.260	20.00	22.67%	6194.22	14.295	149.86
D (Árbol de 55 años)		1DN2a	575.53	5.020	5.150	20.00	37.88%	5113.73	8.831	90.96
		1DN2g	602.98	5.290	5.260	20.00	37.44%	6202.36	9.089	95.62
		1DS1m	584.14	5.160	5.220	20.00	27.17%	5921.14	8.749	91.34
		2DN2a	578.16	5.120	5.230	20.00	30.09%	10288.36	7.719	80.74
		2DN1g	582.12	5.120	5.200	20.00	32.72%	10288.36	7.719	80.74
		2DN1m	572.11	5.130	5.180	20.00	24.14%	5309.71	10.766	111.54

N1,N2 y S3 Posición, Troza a, b y c

LEYENDA

El ensayo de compresión paralela al grano se realiza con probetas de 5 cm x 5 cm de sección transversal y 20 cm de longitud (luz 15 cm) bajo el método primario, y de 2,5 cm x 2,5 cm y 10 cm de longitud (luz 7,5 cm) bajo el método secundario.



Medida de las muestras para compresión paralela

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS DE COMPRESION PERPENDICULAR

NTP 251.016

Solicitante: Espinoza Tarrillo, Geiner Gustavo

DNI: 72458147

Investigación: "Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito de Bambamarca, Cajamarca - 2018"

Muestras: Puestos en laboratorio (24 muestras de madera de eucalipto)

Fecha: 16 de julio del 2018.

Ensayo	Años	Codigo	Peso (gr)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Contenido de humedad (%)	Deformación (max) mm/1000	Resistencia (max) mpa	Carga (max) kn
COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)	A (Árbol de 10 años)	1AN2a	284.95	5.230	5.200	15.00	21.11%	13084.80	3.710	38.58
		1AN2c	284.30	5.280	5.240	15.00	11.17%	19054.84	8.270	86.64
		1AN2d	279.10	5.240	5.200	15.00	15.28%	9141.58	5.370	41.86
		2AS2a	382.06	5.220	5.210	15.00	34.52%	17938.91	10.431	81.52
		2AS3c	380.73	5.200	5.160	15.00	28.18%	10312.66	7.970	61.68
		2AS3h	343.85	5.200	5.140	15.00	18.31%	9038.63	6.760	52.08
	B (Árbol de 25 años)	1BN2a	449.22	5.260	5.140	15.00	29.95%	7896.21	9.390	72.40
		1BN2d	412.76	5.220	5.150	15.00	27.40%	11401.98	9.605	74.20
		1BS2g	455.55	5.220	5.220	15.00	23.72%	8570.03	10.031	75.84
		2BS2a	396.41	5.270	5.120	15.00	39.47%	9589.02	7.460	57.30
		2BS2d	405.55	5.180	5.110	15.00	34.67%	11452.63	9.988	76.56
		2BN2g	431.76	5.160	5.000	15.00	26.88%	9798.82	13.427	100.70
	C (Árbol de 40 años)	1CN1a	525.64	5.120	5.120	15.00	36.61%	5153.19	8.344	64.08
		1CN1g	422.58	5.250	5.160	15.00	33.07%	10222.77	7.623	59.00
		1CN1n	431.71	5.250	5.180	15.00	34.66%	7537.07	7.649	59.32
		2CN2a	426.65	5.170	5.060	15.00	42.94%	10112.30	10.708	83.20
		2CN2g	444.19	5.200	5.240	15.00	28.74%	15197.48	13.384	105.20

ALEXANDER Y. VEGA ANTICOMA
ING. DE MATERIALES
R/ CIP. 83348



Av. Juan Pablo II s/n - Teléfono: (044) - 203510
2do. Piso Pabellón de Ingeniería M.M.M.

www.unitru.edu.pe
dptoingmat@hotmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

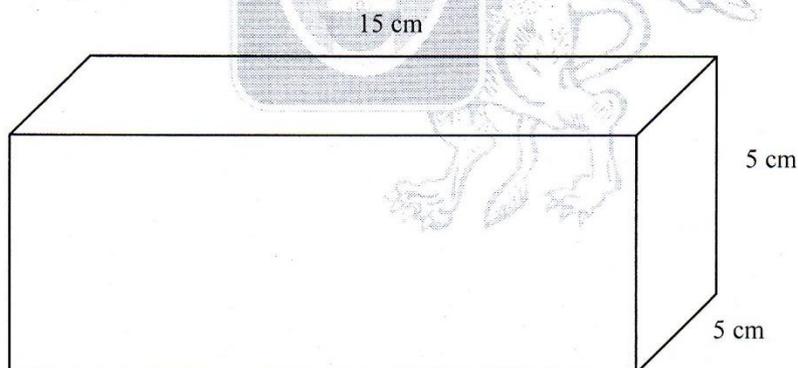
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

	2CN1m	437.78	5.250	5.220	15.00	29.02%	7710.84	6.608	51.74
D (Árbol de 55 años)	1DN1a	417.39	5.180	5.170	15.00	24.62%	9113.17	9.790	75.92
	1DN1g	409.50	5.110	5.000	15.00	26.21%	9100.92	9.886	74.28
	1DS1m	430.91	5.140	5.170	15.00	25.35%	6036.67	7.964	61.76
	2DN2a	416.36	5.180	5.090	15.00	37.56%	19076.29	11.987	91.52
	2DN2g	434.88	5.000	5.160	15.00	36.48%	14595.73	12.191	94.36
	2DN2m	441.33	5.020	5.120	15.00	30.30%	22016.31	21.120	162.16

N1, N2, S2 y S3 Posición, Troza a, b, c, h, n, m

LEYENDA

Los ensayos de compresión perpendicular al grano se realizan en probetas en forma de prismas rectos de 5 cm x 5 cm de sección transversal y de 15 cm de longitud, contruidos de tal manera que las caras sean paralelas al grano y una de las caras paralelas también a los anillos de crecimiento.



Medidas de las muestras de madera

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona

ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS DE FLEXIÓN ESTÁTICA NTP 251.017

Solicitante: Espinoza Tarrillo, Geiner Gustavo

DNI: 72458147

Investigación: "Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito de Bambamarca, Cajamarca - 2018"

Muestras: Puestos en laboratorio (24 muestras de madera de eucalipto)

Fecha: 16 de julio del 2018.

Ensayo	Años	Código	Peso (gr)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Contenido de humedad (%)	Deformación (max) mm/1000	Resistencia (max) MPa	Carga (max) kN
FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)	A (Árbol de 10 años)	1AN2a	1587.10	5.230	5.200	76.00	20.01%	55373.70	521.500	6.64
		1AN2c	1524.02	5.140	5.100	76.00	20.05%	47750.13	877.040	10.56
		1AN2d	1460.12	5.017	5.020	76.00	13.55%	47425.28	475.183	6.40
		2AS3a	1962.32	5.210	5.170	76.00	35.81%	48030.16	645.423	8.56
		2AS2c	1910.12	5.044	5.020	76.00	38.56%	39601.37	512.152	6.20
		2AS2g	1992.41	5.012	5.104	76.00	36.49%	46701.10	508.246	5.32
	B (Árbol de 25 años)	1BN1a	2045.21	5.021	5.110	76.00	37.44%	61695.02	794.454	9.92
		1BN1d	2189.33	5.011	5.104	76.00	33.43%	58958.89	839.740	10.44
		1BS3g	2225.22	5.022	5.104	76.00	26.22%	46711.55	998.416	12.44
		2BS3a	2251.21	5.015	5.110	76.00	20.26%	54478.80	764.936	9.54
		2BS3d	2212.31	5.032	5.075	76.00	32.35%	60444.41	662.720	8.18
		2BN1g	2181.56	5.120	5.111	76.00	20.91%	50384.32	576.240	7.39
	C (Árbol de 40 años)	1CN2a	2268.43	5.031	5.111	76.00	38.89%	21432.47	457.003	5.72
		1CN2g	2159.31	5.106	5.041	76.00	29.83%	7669.79	335.024	4.14
		1CN2n	2246.62	5.035	5.023	76.00	21.82%	39978.36	985.235	11.92
		2CN1a	2018.24	5.014	5.008	76.00	40.17%	7791.15	300.59	3.60
		2CN2g	2184.61	5.005	5.122	76.00	30.36%	4519.82	957.94	11.98
		2CN2m	2099.31	5.124	5.117	76.00	24.28%	38540.64	987.663	12.62

ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

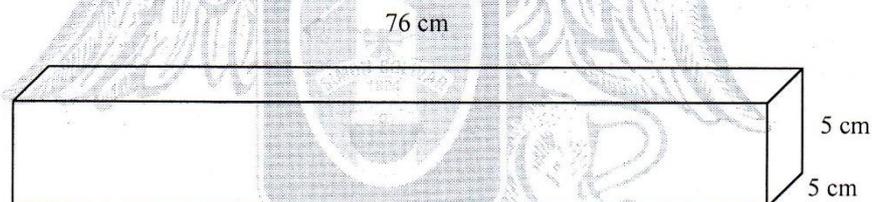
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

D (Árbol de 55 años)	1DN1a	2085.12	5.052	5.060	76.00	30.29%	13869.42	475.688	5.86
	1DN1g	2092.31	5.111	5.120	76.00	12.56%	47690.60	658.298	8.40
	1DN1m	2150.42	5.107	5.022	76.00	25.42%	32937.04	461.409	5.66
	2DN2a	2088.24	5.107	5.022	76.00	41.31%	45916.32	544.561	6.68
	2DN2g	2161.62	5.120	5.134	76.00	29.80%	48137.62	810.728	10.42
	2DN2m	2245.45	5.120	5.134	76.00	27.22%	16014.81	356.831	4.30

NI, N2 S2 y S3 Posición, Troza a, b, c, d, g, m y h

LEYENDA

El ensayo de flexión estática se realiza con probetas 5 cm x 5 cm x 76 cm de longitud (luz 70 cm) bajo el método primario.



Medidas de las muestras de madera

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona


ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS DE TENSIÓN PARALELO A LAS FIBRAS NTP 251.085

Solicitante: Espinoza Tarrillo, Geiner Gustavo

DNI: 72458147

Investigación: "Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito de Bambamarca, Cajamarca - 2018"

Muestras: Puestos en laboratorio (24 muestras de madera de eucalipto)

Fecha: 16 de julio del 2018.

Ensayo	Años	Código	Peso (gr)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Contenido de humedad (%)	Deformación (max) mm/1000	Resistencia (max) MPa	Carga (max) kN
TENSIÓN PARALELO A LAS FIBRAS (NTP 251.085)	A (Árbol de 10 años)	1AN1a	144.01	0.580	0.990	55.00	21.80%	141.72	5824.07	8.14
		1AN1c	139.10	0.494	0.980	55.00	21.87%	150.81	4235.12	7.05
		1AN2d	152.06	0.530	0.986	55.00	21.55%	154.04	5135.65	8.05
		2AS2a	169.31	0.535	0.990	55.00	28.05%	169.87	8061.80	9.00
		2AS2c	184.14	0.513	0.990	55.00	24.09%	156.97	4249.46	7.79
		2AS3h	184.32	0.506	1.030	55.00	22.66%	209.38	5931.92	10.91
	B (Árbol de 25 años)	1BN2a	209.11	0.510	0.950	55.00	26.57%	145.61	4060.74	7.05
		1BN2d	209.31	0.620	1.004	55.00	27.36%	96.54	4504.62	6.01
		1BS2g	209.42	0.460	0.950	55.00	16.73%	156.51	5540.37	6.58
		2BS2a	199.01	0.510	1.033	55.00	24.20%	177.42	7245.85	9.35
		2BS2d	202.12	0.505	0.960	55.00	25.31%	195.85	5519.72	9.49
		2BN2g	199.06	0.480	1.015	55.00	21.05%	219.98	6589.90	10.72
C (Árbol de 40 años)	1CN1a	205.31	0.490	1.002	55.00	38.52%	101.60	5418.87	8.38	
	1CN2g	220.02	0.460	0.980	55.00	22.62%	185.85	3945.87	8.38	
	1CN1n	201.12	0.535	0.910	55.00	23.94%	158.77	3932.66	7.73	

ALEXANDER Y. VEGA ANTICORNA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

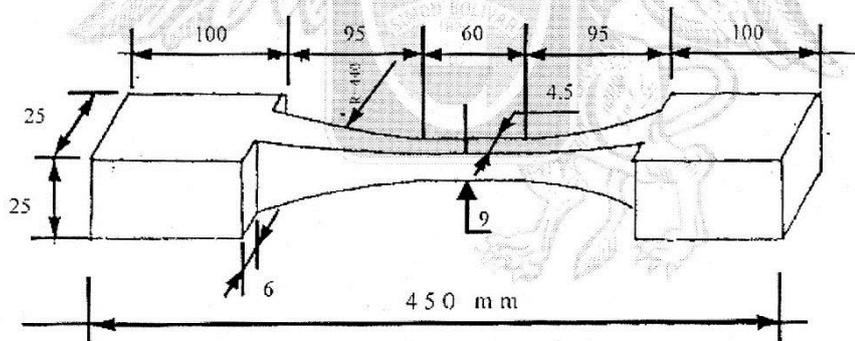
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

D (Árbol de 55 años)	2CN2a	217.51	0.470	0.990	55.00	23.29%	179.50	6498.36	8.35
	2CN1g	217.41	0.473	0.940	55.00	17.91%	172.63	4429.74	7.68
	2CN1m	198.24	0.485	0.996	55.00	23.79%	178.24	61570.19	8.61
	1DN2a	212.12	0.420	0.975	55.00	26.85%	202.08	4820.98	8.27
	1DN2g	176.45	0.534	1.030	55.00	23.97%	164.60	6276.48	9.05
	1DS1m	211.22	0.482	0.960	55.00	17.19%	250.26	5108.90	11.58
	2DN1a	193.32	0.496	0.910	55.00	18.53%	195.86	8812.05	8.89
	2DN1g	187.21	0.385	0.950	55.00	23.78%	232.52	5371.13	8.50
	2DN1m	192.32	0.590	0.935	55.00	24.79%	197.91	7094.79	10.92

N1, N2 y S2 Posición, Troza a, b, c, d, h g, m

LEYENDA

Los ensayos se realizaron con probetas cuyas dimensiones se indican en la siguiente figura



Medidas de las muestras de madera (mm)

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona

ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 63348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS DE TENSIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS NTP

251.086

Solicitante: Espinoza Tarrillo, Geiner Gustavo

DNI: 72458147

Investigación: "Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito de Bambamarca, Cajamarca - 2018"

Muestras: Puestos en laboratorio (24 muestras de madera de eucalipto)

Fecha: 16 de julio del 2018.

Ensayo	Años	Código	Peso (gr)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Contenido de humedad (%)	Deformación (max) mm/1000	Resistencia (max) MPa	Carga (max) kN
TENSIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (NTP 251.086)	A (Árbol de 10 años)	1AN1a	86.70	2.640	5.198	6.30	21.10%	9546.29	4.170	5.72
		1AN2c	85.84	2.570	5.210	6.30	20.67%	8550.15	3.550	4.76
		1AN2d	86.35	2.520	5.201	6.30	17.82%	88400.91	2.500	3.27
		2AS3a	108.33	2.067	5.174	6.30	27.46%	26653.58	3.480	4.70
		2AS3c	112.40	2.540	5.277	6.30	24.78%	7158.60	2.420	3.25
		2AS3h	105.29	2.600	5.210	6.30	23.39%	10299.58	5.130	6.94
	B (Árbol de 25 años)	1BN1a	119.68	2.532	5.012	6.30	26.92%	9560.00	7.020	7.14
		1BN1d	125.09	2.604	5.067	6.30	32.55%	10905.29	6.750	8.90
		1BS2g	141.82	2.601	5.160	6.30	27.43%	11965.73	5.190	6.77
		2BS3a	124.12	2.640	5.095	6.30	25.26%	16220.30	7.080	9.53
		2BS3d	120.08	2.670	5.110	6.30	32.89%	16076.88	5.260	7.18
		2BN2g	123.93	2.581	5.170	6.30	31.20%	15922.66	7.240	9.66
	C (Árbol de 40 años)	1CN2a	128.89	2.567	5.152	6.30	35.04%	15598.51	4.940	6.54
		1CN1g	121.12	2.514	5.077	6.30	26.27%	8427.44	4.260	5.44
		1CN1n	123.13	2.570	5.084	6.30	26.83%	7889.70	7.900	10.24
		2CN2a	131.29	2.590	5.000	6.30	29.82%	20002.59	7.900	10.24

ALEXANDER Y. VEGA ANTICOMA
ING. DE MATERIALES
R. C.I.P. 83348





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

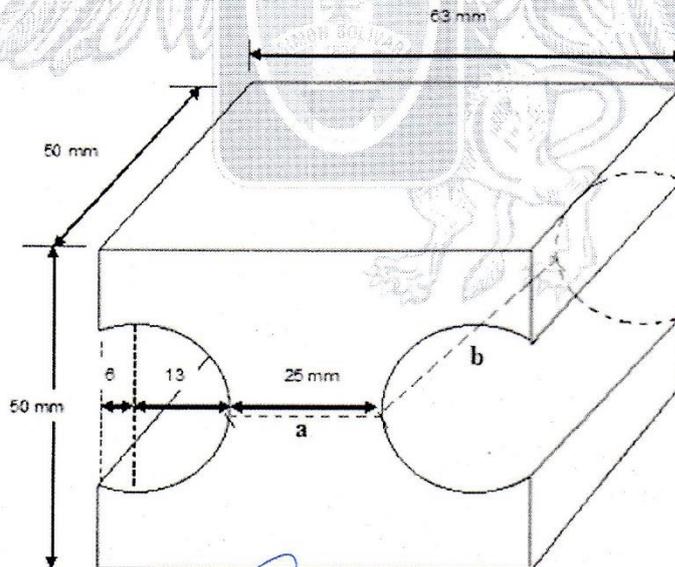
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

D (Árbol de 55 años)	2CN2g	124.99	2.580	5.118	6.30	28.01%	16082.70	6.080	8.03
	2CN1m	126.22	2.675	5.080	6.30	30.04%	18289.50	5.690	7.74
	1DN1a	118.29	2.552	5.002	6.30	35.31%	15874.92	4.480	5.71
	1DN2g	124.81	2.570	5.198	6.30	17.82%	38226.85	6.720	9.24
	1DN1m	135.90	2.686	5.120	6.30	31.53%	16285.68	6.720	9.24
	2DN1a	126.17	2.545	5.006	6.30	39.22%	19835.19	6.140	7.83
	2DN2g	133.09	2.532	5.115	6.30	33.46%	10076.78	6.240	8.08
	2DN2m	128.64	2.540	5.075	6.30	23.43%	15994.82	6.160	7.94

N1, N2 y S3 Posición, Troza a, b, c, d, g, m, h

LEYENDA

Para la realización de este ensayo se utilizó probetas con las siguientes medidas, según la figura.



Medidas de las muestras de madera (mm)

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona

ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348



8.4. DATOS DE CAMPO

A continuación, se presenta los datos obtenidos en campo para cada uno de los árboles donde se identifica la edad 10, 25, 40 y 55 años, la altura de donde proviene la troza basándose en la figura N° 7.

Su descripción anatómica y medidas detallada de las diferentes medidas de cada árbol, así como también el lugar de procedencia.

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

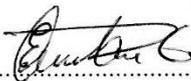
3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P.: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilindrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 1 (10 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	21.00	cm.
		d.2	20.50	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	20.00	cm.
		d.2	19.50	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 15 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 1 (10 Años)
 N° de la troza c

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	16.00	cm.
		d.2	15.50	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	15.00	cm.
		d.2	15.00	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 10 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 0.75 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 1 (10 Años)
 N° de la troza d

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 15.00 cm.
 d.2 14.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 14.50 cm.
 d.2 14.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 4 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 7 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 0.75 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilindrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 2 (10 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 21.00 cm.
 d.2 20.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 20.50 cm.
 d.2 20.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 15 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados Ninguno
 Condición dela corteza: Intgra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 2 (10 Años)
 N° de la troza c

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	18.50	cm.
		d.2	17.50	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	17.50	cm.
		d.2	17.00	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3.5 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 11.5 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 2 (10 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 15.50 cm.
 d.2 15.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 15.00 cm.
 d.2 15.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros

Grieta en forma de cruz

ALBURA: Se distingue del duramen

SI No
 Color Rosa pálido Espesor 4 cm.

¿Hay cambio de color despues del corte?

SI No

¿Qué cambio?

DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 7.5 cm.

Estado fitosanitario

CORTEZA: Color Espesor 0.75 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados

Ninguno

Condición dela corteza: Integra Dañada

Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 30/05/2018 N° del árbol 2 (10 Años)
 N° de la troza h

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 14.50 cm.
 d.2 14.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 15.50 cm.
 d.2 15.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición

Grietas después del tumbado

SI No

Otros

Grieta en forma de cruz

ALBURA: Se distingue del duramen

SI No

Color Rosa pálido Espesor 4 cm.

¿Hay cambio de color después del corte?

SI No

¿Qué cambio?

DURAMEN: Forma regular Irregular

Color Diametro 6.5 cm.

Estado fitosanitario

CORTEZA: Color Espesor 0.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida

Fungicida

Extremos pintados

Ninguno

Condición de la corteza: Integra Dañada

Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018

Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P.: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 31/05/2018 N° del árbol 1 (25 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	33.50	cm.
		d.2	35.50	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	32.00	cm.
		d.2	31.50	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 27.5 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 31/05/2018 N° del árbol 1 (25 Años)
 N° de la troza d

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 31.00 cm.
 d.2 31.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 30.00 cm.
 d.2 29.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 25 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 31/05/2018 N° del árbol 1 (25 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	24.00	cm.
		d.2	23.50	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	23.00	cm.
		d.2	23.00	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 18 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje

Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

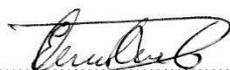
Forma del tronco

Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza

Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable:



DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 31/05/2018 N° del árbol 2 (25 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 36.50 cm.
 d.2 35.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 35.00 cm.
 d.2 34.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 30.5 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 31/05/2018 N° del árbol 2 (25 Años)
 N° de la troza d

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 33.00 cm.
 d.2 32.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 32.00 cm.
 d.2 32.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 27 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 31/05/2018 N° del árbol 2 (25 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 27.00 cm.
 d.2 26.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 25.00 cm.
 d.2 25.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros

Grieta en forma de cruz

ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?

DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 21 cm.
 Estado fitosanitario

CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 1 (40 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 51.00 cm.
 d.2 50.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 47.00 cm.
 d.2 48.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.54 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 45.92 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 2 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 1 (40 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	37.50	cm.
		d.2	36.00	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	35.00	cm.
		d.2	34.50	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.54 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 32.42 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 1 (40 Años)
 N° de la troza n

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 25.00 cm.
 d.2 25.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 23.00 cm.
 d.2 22.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.54 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 19.92 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

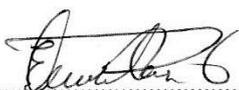
3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P.: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 2 (40 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 35.00 cm.
 d.2 35.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 30.00 cm.
 d.2 32.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 31 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 2.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 2 (40 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 35.00 cm.
 d.2 35.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 30.00 cm.
 d.2 32.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 31 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 2.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 2 (40 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	26.00	cm.
		d.2	26.00	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	24.50	cm.
		d.2	24.00	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.5 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 21 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 01/06/2018 N° del árbol 2 (40 Años)
 N° de la troza m

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	21.00	cm.
		d.2	20.50	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	20.00	cm.
		d.2	20.00	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 17 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 02/06/2018 N° del árbol 1 (55 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	70.00	cm.
		d.2	65.00	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	63.00	cm.
		d.2	61.00	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3.5 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 63 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 3.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 02/06/2018 N° del árbol 1 (55 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 43.00 cm.
 d.2 42.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 42.00 cm.
 d.2 42.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros

Grieta en forma de cruz

ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 3 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?

DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 37 cm.
 Estado fitosanitario

CORTEZA: Color Espesor 2 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 02/06/2018 N° del árbol 1 (55 Años)
 N° de la troza m

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 34.00 cm.
 d.2 34.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 33.00 cm.
 d.2 32.50 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.5 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 29 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - EL ÁRBOL

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección: N° del árbol:
 Nombre Común:
 Identificado por:

Fecha de la toma de muestras botánicas

Hojas:
 Ramitas:
 Corteza:
 Flores:
 Frutas:
 Otros detalles:

2. UBICACIÓN

Provincia: Distrito:
 Zona o Región:
 Referencia del mapa: Carretera:
 Registrada en croquis: Pueblo cercano:
 Otros detalles:

3. DESCRIPCIÓN

Clase dominante: Intermedia:
 D.A.P.: Altura total: Altura comercial:

Copa y follaje
 Grande: Mediana: Pequeña:
 Tipo del bosque:

Forma del tronco
 Aletones: Recto: Torcido:
 Cilíndrico: Excéntrico:

Tipo de corteza
 Color: Superficie:
 Espesor: Espinoza:
 Látex: Resina:
 Goma: Colorante:
 Otros:

Firma de la persona responsable: 

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 02/06/2018 N° del árbol 2 (55 Años)
 N° de la troza a

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 51.50 cm.
 d.2 51.00 cm.
 Diámetro menor: A d.1 50.00 cm.
 d.2 4.90 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.5 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 46.5 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 2.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 02/06/2018 N° del árbol 2 (55 Años)
 N° de la troza g

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor: A d.1 38.00 cm.
 d.2 37.50 cm.
 Diámetro menor: A d.1 35.00 cm.
 d.2 35.00 cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición

Grietas despues del tumbado

SI No

Otros

Grieta en forma de cruz

ALBURA: Se distingue del duramen

SI No

Color Rosa pálido Espesor 2.5 cm.

¿Hay cambio de color despues del corte?

SI No

¿Qué cambio?

DURAMEN: Forma regular Irregular

Color Diametro 33 cm.

Estado fitosanitario

CORTEZA: Color Espesor 1.5 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida

Fungicida

Extremos pintados

Ninguno

Condición dela corteza: Integra Dañada

Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018

Al laboratorio 26/06/2018

DATOS DE CAMPO - TROZA

1. IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: 02/06/2018 N° del árbol 2 (55 Años)
 N° de la troza m

2. MEDICIÓN

Diámetro mayor:	A	d.1	27.00	cm.
		d.2	27.00	cm.
Diámetro menor:	A	d.1	26.00	cm.
		d.2	26.50	cm.

Nota: d.1=diámetro mayor
 d.2=diámetro menor

3. IDENTIFICACIÓN

MÉDULA: Céntrica Excéntrica
 SANIDAD: Sana Hueca Pudrición
 Grietas despues del tumbado
 SI No
 Otros
 Grieta en forma de cruz
 ALBURA: Se distingue del duramen
 SI No
 Color Rosa pálido Espesor 2.5 cm.
 ¿Hay cambio de color despues del corte?
 SI No
 ¿Qué cambio?
 DURAMEN: Forma regular Irregular
 Color Diametro 22 cm.
 Estado fitosanitario
 CORTEZA: Color Espesor 1 cm.

4. MANEJO

Tratamiento profiláctico: Insecticida
 Fungicida
 Extremos pintados
 Ninguno
 Condición dela corteza: Integra Dañada
 Fecha de transporte: Al aserradero 04/06/2018
 Al laboratorio 26/06/2018

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	--	---

Yo Geiner Gustavo, Espinoza Tarrillo, identificado con DNI N° 72458147, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de la carrera de Ing. Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera eucalipto en el distrito Bambamarca, Cajamarca – 2018”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: N° 72458147

FECHA: 22 de diciembre del 2018

ACTA DE ORIGINALIDAD



AOT-069-18/UCV-DI-CH

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Dr. Herry Lloclla Gonzales, Director de Investigación, y revisor del trabajo académico titulado: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DEL ÁRBOL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA EUCALIPTO EN EL DISTRITO BAMBAMARCA, CAJAMARCA – 2018".

Del bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

ESPINOZA TARRILLO, GEINER GUSTAVO

Constato que, el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del **16%**, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio; en tanto, cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Pimentel, 18 de Diciembre de 2018.



Herry Lloclla

Dr. Herry Lloclla Gonzales
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS CHICLAYO



REPORTE TURNITIN

REPORTE - ESPINOZA TARRILLO

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	15%	1%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada de Tacna Trabajo del estudiante	1%
7	www.itcomitan.edu.mx Fuente de Internet	1%
8	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	docplayer.es Fuente de Internet	<1%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ESPINOZA TARRILLO GEINER GUSTAVO

INFORME TITULADO:

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DEL ARBOL EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA EUCALIPTO EN EL
DISTRITO DE BAMBAMARCA, CAJAMARCA- 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 20/12/2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE (17)



[Handwritten signature]

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN