

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

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



**CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS
ESPECIES MADERABLES *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
PARA ARMADURAS EN EL DEPARTAMENTO DE
AMAZONAS-2016**

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

AUTORES

Br. James BACALLA CHAVEZ

Br. Mario Yeferson DÍAZ VELA

ASESOR : Ms.C. Elías Alberto TORRES ARMAS

CO-ASESOR : Ing. John Hilmer SALDAÑA NÚÑEZ

CHACHAPOYAS

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

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



**CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS
ESPECIES MADERABLES *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
PARA ARMADURAS EN EL DEPARTAMENTO DE
AMAZONAS-2016**

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

AUTORES

Br. James BACALLA CHAVEZ

Br. Mario Yeferson DÍAZ VELA

ASESOR : Ms.C. Elías Alberto TORRES ARMAS

CO-ASESOR : Ing. John Hilmer SALDAÑA NÚÑEZ

CHACHAPOYAS

2017

DEDICATORIA

A Dios, a toda nuestra familia, que han sido un apoyo incondicional durante toda nuestra formación académica, han sido nuestra motivación en todo momento y nos han dado la fuerza necesaria en la realización de este trabajo y a todas aquellas personas que ayudaron en nuestra formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres quienes nos dieron la vida, la educación y la fortaleza para cumplir nuestras metas. A nuestros hermanos y hermanas que nos acompañaron en muchos momentos y nos dieron su apoyo y su confianza.

Un agradecimiento en especial a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (Untrm-A) y a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil quienes con su exigencia impartieron sus conocimientos en nuestra formación como Ingenieros Civiles.

A Laboratorio de Tecnología de la Madera – Departamento Académico de Industrias Forestales - Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Al Ing. Moisés Acevedo Mallque jefe de laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), por su apoyo desinteresado en la realización de los ensayos físico-mecánicos en laboratorio.

Al Ms.C. Elías Alberto Torres Armas, nuestro asesor de tesis, por todo el apoyo, consejos y conocimientos brindados para la realización de esta tesis.

Al Ing. John H. Saldaña Núñez, nuestro co-asesor de tesis, por todo el apoyo, consejos y conocimientos brindados para la realización de esta tesis.

Al Ing. Elí Pariente Mondragón por todo el apoyo, consejos y compartir desinteresadamente sus conocimientos y experiencia profesional para la realización de esta tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

P.h.D JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARIA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrector de Investigación

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Ms.C. Elías Alberto Torres Armas identificado con el DNI: 18033004, con domicilio legal en el Jr. Chincha Alta 973 , Ms. C en Ciencias con Mención en Estadística, actualmente adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista, Facultad de Ingeniería Zootecnista Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DOY VISTO BUENO, a la tesis titulada, “**CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS ESPECIES MADERABLES *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp* PARA ARMADURAS EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS-2016**”, que estuvo conducido por los tesisistas James Bacalla Chavez y Mario Yeferson Díaz Vela, bachilleres egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

POR LO TANTO

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, 20 de julio del 2017

Ms.C. Elías Alberto Torres Armas

DNI: 18033004

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

Yo, Ing. John H. Saldaña Núñez identificado con el DNI: 40368714, con domicilio legal en Prolg. Santo Domingo C-3, actualmente adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DOY VISTO BUENO, a la tesis titulada, “**CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS ESPECIES MADERABLES *Cedrelinga cateniformis e Inga sp* PARA ARMADURAS EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS-2016**”, que estuvo conducido por los tesisistas James Bacalla Chavez y Mario Yeferson Díaz Vela, bachilleres egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

POR LO TANTO

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, 20 de julio del 2017

Ing. John H. Saldaña Núñez

DNI: 40368714

JURADO EVALUADOR

Ing. Jorge Chávez Guivin

Presidente

Ing. Percy Ramos Torres

Secretario

Arq. Arturo Díaz Jáuregui

Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Nosotros, James Bacalla Chavez y Mario Yeferson Díaz Vela, bachilleres de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificados(a) con DNI N° 76659588 y 46851683.

Declaramos bajo juramento que:

- Somos los autores de la tesis titulada “**CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS ESPECIES MADERABLES *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* PARA ARMADURAS EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS-2016**”, la misma que presentamos para optar el título profesional de Ingeniero civil.
- La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas 20 de julio del 2017.

James Bacalla Chavez

DNI N° 76659588

Mario Yeferson Díaz Vela

DNI N° 46851683

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS:	xviii
INDICE DE FIGURAS:	xxxii
INDICE DE FÓRMULAS:	xlii
INDICE DE ANEXOS:	xliv
RESUMEN	xlvi
ABSTRACT	xlvii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General:	3
2.2. Objetivos específicos:.....	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1. Antecedentes de la investigación.....	4
3.2. Base teórica.....	5
3.2.1. Estructura y características de la madera	5
3.2.1.1. La madera	5
3.2.1.2. Estructura de la madera	6
3.2.2. Naturaleza anisotrópica de la madera	11
3.2.3. Características de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	11
3.2.3.1. Las coníferas.....	11
3.2.3.2. <i>Cedrelinga cateniformis</i>	12
3.2.3.3. <i>Inga sp.</i>	12

3.2.4. La madera y sus propiedades	13
3.2.4.1. Propiedades Básicas	13
3.2.4.2. Propiedades Físicas.....	16
3.2.4.2.1. Contenido De Humedad	16
3.2.4.2.2. Densidad de la madera.	19
3.2.4.2.2.1. Densidad Verde (DV).....	19
3.2.4.2.2.2. Densidad Anhidra (DA).....	20
3.2.4.2.2.3. La Densidad Básica (DB).....	20
3.2.4.2.3. Contracción y Expansión de la madera.	21
3.2.4.2.3.1. Contracción Total	24
3.2.5. Propiedades Mecánicas Y Elásticas	25
3.2.6. Propiedades mecánicas y elásticas de la madera.....	26
3.2.6.1. Compresión paralela a la fibra.....	29
□ Fórmulas de cálculo:.....	29
1. Esfuerzo.	30
2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.	30
3. Esfuerzo de rotura.	30
4. Deformación Unitaria.	31
5. Módulo de elasticidad.....	31
6. Esfuerzo Admisible.....	31
3.2.6.2. Compresión perpendicular a la fibra	32
□ Fórmulas de cálculo:.....	32
1. Esfuerzo.	33
2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.	33
3. Esfuerzo de rotura.....	33
4. Deformación Unitaria.	34

5. Módulo de elasticidad.....	34
6. Esfuerzo Admisible.	34
3.2.6.3. Tracción paralela a la fibra	35
□ Fórmulas de cálculo:.....	35
1. Esfuerzo	35
2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.	36
3. Esfuerzo de rotura.....	36
4. Deformación Unitaria.	36
5. Módulo de elasticidad.....	37
6. Esfuerzo Admisible.	37
3.2.6.4. Flexión estática.....	38
□ Fórmulas de cálculo:.....	39
1. Esfuerzo.	39
2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.	39
3. Esfuerzo de rotura.....	40
4. Deformación Unitaria.	40
5. Módulo de elasticidad.....	41
6. Esfuerzo Admisible.....	41
3.2.6.5. Corte o cizallamiento.....	42
□ Fórmulas de cálculo:.....	42
1. Esfuerzo de rotura.	43
2. Esfuerzo Admisible.....	43
3.2.6.6. Dureza.....	44
□ Fórmulas de cálculo	44
1. Esfuerzo.	44
3.2.7. Acondicionamiento De La Madera	45

3.2.7.1. Procesos De La Madera	45
3.2.7.1.1. Talado	45
3.2.7.1.2. Aserrado.....	45
3.2.7.1.3. Cortes Del Tronco	45
3.2.8. Factores Que Afectan El Comportamiento Estructural De La Madera	48
3.2.8.1. Densidad	48
3.2.8.2. Contenido De Humedad	48
3.2.8.3. Temperatura	48
3.2.8.4. Albura Y Duramen	48
3.2.8.5. Temporada De Corte	49
3.2.8.6. Duración De Carga	49
3.2.8.7. Degradación.....	49
3.2.8.8. Ataque De Insectos	49
3.2.8.9. Defectos de la madera.....	49
3.2.8.9.1. Clasificación Visual de defectos.....	50
3.2.8.9.1.1. Clasificación visual de defectos para madera estructural por el PADT REFORT.....	51
3.2.8.9.1.2. Clasificación de defectos por el manual: “La Construcción de Viviendas de Madera” de la Corporación Chilena de la Madera CORMA.....	54
3.2.8.9.2. Control de defectos.....	64
3.2.8.10. Cuidados y consideraciones de piezas de madera para el almacenamiento y protección a pie de obra	68
3.2.9. Estructuras de Madera.....	69
3.2.9.1. Elementos estructurales	69
3.2.9.1.1. Vigas.....	69

3.2.9.1.2. Columnas.....	69
3.2.9.2. Configuración de miembros estructurales	69
3.2.9.2.1. Tipos de configuración	70
3.2.9.3. Tipos de Cargar actuantes en las Estructuras	71
3.2.9.3.1. Cargas de Gravedad.....	71
3.2.9.3.1.1. Cargas	71
3.2.9.3.1.2. Carga muerta o “Peso estimado de armaduras”.....	72
3.2.9.3.1.3. Cargas vivas.....	72
3.2.9.3.1.3.1. Cargas por hielo y nieve	72
3.2.9.3.1.3.2. Lluvia.....	72
3.2.9.3.1.3.3. Cargas de impacto	73
3.2.9.3.1.3.4. Cargas laterales.....	73
3.2.9.4. Armaduras	73
3.2.9.4.1. Partes de una armadura.....	74
3.2.9.4.1.1. Nave ó Entreeje.....	74
3.2.9.4.1.2. Panel.	75
3.2.9.4.1.3. Larguero de techo.	75
3.2.9.4.2. Inclinación de las armaduras	76
3.2.9.4.2.1. Claro.	76
3.2.9.4.2.2. Peralte.	76
3.2.9.4.2.3. La inclinación.	76
3.2.9.4.3. Tipos de Armaduras para techo	76
3.2.9.4.4. Selección del tipo de armadura.....	78
3.2.9.4.4.1. Factores que pueden afectar la elección	79
3.2.9.4.4.1.1. Declive o inclinación.....	79
3.2.9.4.4.1.2. Material de la cubierta	79

3.2.9.4.4.1.3. Efecto Arquitectónico.....	79
3.2.9.4.4.1.4. Clima	79
3.2.9.4.4.1.5. Proporción de una Armadura.....	79
3.2.9.5. Uniones.....	79
3.2.9.5.1. Uniones empernadas.....	79
3.2.9.5.1.1. Cargas Admisibles	79
3.2.9.5.1.2. Uniones sometidas a Doble Cizallamiento	80
3.2.9.5.1.2.1. Influencia de la Orientación de las Fuerzas con Relación al Grano	80
3.2.9.5.1.2.2. Uniones con Pletinas Metálicas	81
3.2.9.5.1.3. Uniones Sometidas a Simple Cizallamiento.....	82
3.2.9.5.1.4. Efectos combinados: corte y fuerza axial	82
3.2.9.5.1.5. Reducción de la carga Admisible por Efecto de Grupo	82
3.2.9.5.1.6. Espaciamientos mínimos	83
3.2.9.5.1.6.1. Cargas Paralelas a la Dirección del Grano	84
3.2.9.5.1.6.2. Cargas Perpendiculares a la Dirección del Grano	84
3.3. Definición de términos básicos.....	85
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	88
4.1. Materiales, herramientas y/o equipos.	88
4.1.1. Recursos Materiales	88
4.1.1.1. En la etapa de campo (extracción de árboles y habilitación de trozas):	88
4.1.1.2. En la preparación de trozas y probetas:	88
4.1.1.3. En la etapa de laboratorio (determinación de densidad básica, contenidos de humedad, contracción y propiedades mecánicas):.....	89
4.1.1.4. Para el procesamiento y análisis de los datos:	89
4.2. Diseño de la investigación.....	89

4.2.1. Metodología	90
4.2.2. Normas del muestreo	91
4.2.3. Principio del método de muestreo.....	91
4.2.4. Descripción del método.....	91
4.2.5. Procedimiento	91
4.2.6. Elaboración y acondicionamiento de probetas.....	92
4.2.6.1. Selección del bosque.	93
4.2.6.2. Delimitación del espacio muestral.....	95
4.2.6.3. Determinación del número de muestras a ensayar:	95
4.2.6.4. Cálculo del volumen total de muestras a ensayar:.....	96
4.2.6.5. Determinación de la cantidad de árboles a seleccionar.	99
4.2.6.6. Determinación del lugar de extracción dentro del bosque.	99
4.2.6.7. Selección de las piezas arbóreas.....	99
4.2.6.8. Características de las piezas arbóreas.....	100
4.2.6.9. Talado, Trozado de las Piezas Arbóreas.....	100
4.2.6.10. Características de las Trozas.....	100
4.2.6.11. Aserrado de las Trozas.....	101
4.2.6.12. Transporte de las Viguetas.....	102
4.2.6.13. Obtención de las Probetas.....	102
4.2.6.14. Trazado de las Probetas.	103
4.2.6.15. Acondicionamiento de las Probetas.....	108

4.2.6.16. Transporte de las Probetas.....	112
4.3. Ensayos (Físicos y Mecánicos).....	112
4.3.1. Normas de Ensayo.....	112
4.3.1.1. Normas:	112
4.3.2. Bases para el tratamiento de datos.	113
4.3.3. Procesos realizados en el tratamiento de datos.	115
4.3.4. Ensayos Realizados.....	123
4.3.4.1. Ensayos de las propiedades físicas	123
4.3.4.1.1. Contenido de humedad	123
4.3.4.1.2. Densidad	133
4.3.4.1.3. Contracción.....	149
4.3.4.2. Ensayos de las propiedades mecánicas.....	158
4.3.4.2.1. Compresión paralela a la fibra.....	158
4.3.4.2.2. Compresión perpendicular a la fibra	171
4.3.4.2.3. Tracción paralela a la fibra	188
4.3.4.2.4. Flexión estática	201
4.3.4.2.5. Corte paralelo a la fibra	214
4.3.4.2.6. Dureza.....	223
4.3.5. Procesamiento de datos	230
4.3.5.1. Procesos realizados en el tratamiento estadístico de datos.....	230
4.3.5.2. Procesamiento por tipo de ensayo realizado.....	233
4.3.5.2.1. Procesamiento para ensayos de carácter físico.....	233
4.3.5.2.1.1. Procesamiento de datos: contenido de humedad	233
4.3.5.2.1.1.1. Tratamiento estadístico: contenido de humedad	233
4.3.5.2.1.2. Procesamiento de datos: Densidad	234

4.3.5.2.1.2.1. Tratamiento estadístico: Densidad.....	234
4.3.5.2.1.2.2. Construcción de curvas: densidad	236
4.3.5.2.1.3. Procesamiento de datos: contracción.....	237
4.3.5.2.1.3.1. Tratamiento estadístico: contracción	237
4.3.5.2.1.3.2. Construcción de curvas:.....	245
4.3.5.2.2. Procesamiento para ensayos de carácter mecánico.	249
4.3.5.2.2.1. Procesamiento de datos: compresión paralela a la fibra	253
4.3.5.2.2.1.1. Tratamiento estadístico: compresión paralela a la fibra	253
4.3.5.2.2.1.2. Construcción de curvas: compresión paralela a la fibra	255
4.3.5.2.2.2. Procesamiento de datos: compresión perpendicular a la fibra.....	275
4.3.5.2.2.2.1. Tratamiento estadístico: compresión perpendicular a la fibra.....	275
4.3.5.2.2.2.2. Construcción de curvas: compresión perpendicular a la fibra	277
4.3.5.2.2.3. Procesamiento de datos: Tracción Paralela a la fibra	297
4.3.5.2.2.3.1. Tratamiento estadístico: Tracción Paralela a la fibra	297
4.3.5.2.2.3.2. Construcción de curvas: Tracción Paralela a la Fibra	299
4.3.5.2.2.4. Procesamiento de datos: flexión estática	319
4.3.5.2.2.4.1. Tratamiento estadístico: flexión estática	319
4.3.5.2.2.4.2. Construcción de curvas: flexión estática	321
4.3.5.2.2.5. Procesamiento de datos: corte paralelo a la fibra	341
4.3.5.2.2.5.1. Tratamiento estadístico: corte paralelo a la fibra.....	341
4.3.5.2.2.6. Procesamiento de datos: Dureza	343
4.3.5.2.2.6.1. Tratamiento estadístico: Dureza	343
4.3.6. Diseño de la armadura.....	345
4.3.6.1. Esquema de la estructura:	345
4.3.6.2. Propiedades de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> :	345

4.3.6.3. Propiedades de la madera <i>Inga sp.</i> :.....	346
4.3.6.4. Diseño de elementos de la armadura de cubierta	346
4.3.6.4.1. Geometría:	346
4.3.6.4.2. Cargas actuantes en la armadura:	347
4.3.6.4.2.1. Normas empleadas:.....	347
4.3.6.4.2.2. Metrado de cargas.....	347
4.3.6.5. Diseño de elementos estructurales para la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> :	351
4.3.6.5.1. Diseño de correas (viguetas).....	351
4.3.6.5.2. Procedimiento para el diseño de elementos en flexocompresión:	358
4.3.6.5.3. Procedimiento para el diseño de elementos en flexotracción:.....	361
4.3.6.5.4. Verificación de los elementos de la armadura.....	363
4.3.6.5.5. Secciones finales de los elementos de la armadura	364
4.3.6.5.6. Diseño de Uniones Mecánicas.....	365
4.3.6.6. Diseño de elementos estructurales para la madera <i>Inga sp.</i>	370
4.3.6.6.1. Diseño de correas (viguetas).....	370
4.3.6.6.2. Procedimiento para el diseño de elementos en flexocompresión:	376
4.3.6.6.3. Procedimiento para el diseño de elementos en flexotracción:.....	378
4.3.6.6.4. Verificación de los elementos de la armadura.....	380
4.3.6.6.5. Secciones finales de los elementos de la armadura	382
4.3.6.6.6. Diseño de Uniones mecánicas.	382
V. RESULTADOS	386
VI. DISCUSIÓN	398
VII. CONCLUSIONES	408
VIII. RECOMENDACIONES	409
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	410
X. ANEXOS	412

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Valores establecidos para los Factores de la Formula de Esfuerzo admisible, de trabajo o de diseño.	28
Tabla 2: Factor de reducción de la carga admisible en función del número de pernos por línea paralela a la dirección de la carga aplicada.....	83
Tabla 3: Número de probetas a utilizar en la investigación.....	96
Tabla 4: Dimensiones de las probetas a utilizar en la investigación.	97
Tabla 5: Dimensiones incrementada de las probetas por efectos de corte de sierra.....	98
Tabla 6: Determinación del volumen mínimo de madera a utilizar en la presente investigación.....	98
Tabla 7: Determinación del N° de trozas necesarias para la investigación.	99
Tabla 8: Clave de codificación de probetas.	103
Tabla 9: Codificación de probetas.	104
Tabla 10: Normas para la investigación.....	113
Tabla 11: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1al 10 -Contenido de Humedad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	124
Tabla 12: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15 -Contenido de Humedad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	125
Tabla 13: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25-Contenido de Humedad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	126
Tabla 14: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30 -Contenido de Humedad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	127
Tabla 15: Datos procesados- Contenido de Humedad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	128

Tabla 16: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1 al 10 -Contenido de Humedad (<i>Inga sp.</i>).....	129
Tabla 17: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15-Contenido de Humedad (<i>Inga sp.</i>).....	130
Tabla 18: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25-Contenido de Humedad (<i>Inga sp.</i>).....	131
Tabla 19: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30-Contenido de Humedad (<i>Inga sp.</i>).....	132
Tabla 20: Datos procesados- Contenido de Humedad (<i>Inga sp.</i>).....	133
Tabla 21: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1 al 10- Densidad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	134
Tabla 22: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15- Densidad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	135
Tabla 23: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25- Densidad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	136
Tabla 24: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30- Densidad (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	137
Tabla 25: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1 al 10- Densidad (<i>Inga sp.</i>).....	138
Tabla 26: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15- Densidad (<i>Inga sp.</i>).....	139
Tabla 27: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25- Densidad (<i>Inga sp.</i>).....	140
Tabla 28: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30- Densidad (<i>Inga sp.</i>).....	141
Tabla 29: Datos procesados- Densidad Saturada (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	142
Tabla 30: Datos procesados- Densidad Saturada (<i>Inga sp.</i>).....	143
Tabla 31: Datos procesados- Densidad Verde (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	144

Tabla 32: Datos procesados- Densidad Verde (<i>Inga sp</i>).....	145
Tabla 33: Datos procesados- Densidad Anhidra (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	146
Tabla 34: Datos procesados- Densidad Anhidra (<i>Inga sp</i>).	147
Tabla 35: Datos procesados- Densidad Básica (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	148
Tabla 36: Datos procesados- Densidad Básica (<i>Inga sp</i>).....	149
Tabla 37: Datos obtenidos de contracción Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	150
Tabla 38: Control dimensional de contracción Probetas 1 al 10 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	151
Tabla 39: Control dimensional de contracción Probetas 11 al 20 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	152
Tabla 40: Control dimensional de contracción Probetas 21 al 30 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	153
Tabla 41: Datos obtenidos de contracción Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	154
Tabla 42: Control dimensional de contracción Probetas 1 al 10 (<i>Inga sp</i>).	155
Tabla 43: Control dimensional de contracción Probetas 11 al 20 (<i>Inga sp</i>).	156
Tabla 44: Control dimensional de contracción Probetas 21 al 30 (<i>Inga sp</i>).	157
Tabla 45: Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	159
Tabla 46: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	160
Tabla 47: Datos procesados, Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	161
Tabla 48: Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	165

Tabla 49: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	166
Tabla 50: Datos procesados, Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	167
Tabla 51: Datos obtenidos de laboratorio.. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	172
Tabla 52: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	173
Tabla 53: Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	174
Tabla 54: Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	179
Tabla 55: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	181
Tabla 56: Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	182
Tabla 57: Datos obtenidos de laboratorio. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1(<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	189
Tabla 58: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1(<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	190
Tabla 59: Datos procesados, Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	191
Tabla 60: Datos obtenidos de laboratorio. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	195
Tabla 61: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	196
Tabla 62: Datos procesados, Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	197

Tabla 63: Datos obtenidos de laboratorio. Flexión Estática- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	202
Tabla 64: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Flexión Estática- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	203
Tabla 65: Datos procesados, Flexión Estática- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	204
Tabla 66: Datos obtenidos de laboratorio. Flexión Estática- Probeta 1 (<i>Inga sp.</i>).....	208
Tabla 67: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Flexión Estática- Probeta 1 (<i>Inga sp.</i>).....	209
Tabla 68: Datos procesados, Flexión Estática- Probeta 1 (<i>Inga sp.</i>).....	210
Tabla 69: Datos obtenidos de laboratorio, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	215
Tabla 70: Área de corte, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	216
Tabla 71: Densidad Básica, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	217
Tabla 72: Datos procesados, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	218
Tabla 73: Datos obtenidos en laboratorio, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Inga sp.</i>).....	219
Tabla 74: Área de corte, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Inga sp.</i>).....	220
Tabla 75: Densidad Básica, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Inga sp.</i>).....	221
Tabla 76: Datos procesados, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (<i>Inga sp.</i>).....	222
Tabla 77: Datos obtenidos de laboratorio, Dureza, Probeta 1(<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	224

Tabla 78: Contenido de humedad y densidad básica, Dureza, Probetas (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	225
Tabla 79: Datos procesados, Dureza, Probetas (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	226
Tabla 80: Datos obtenidos de laboratorio, Dureza, Probeta 1 (<i>Inga sp.</i>).....	227
Tabla 81: Contenido de humedad y densidad básica, Dureza, Probetas (<i>Inga sp.</i>).....	228
Tabla 82: Datos procesados, Dureza, Probetas (<i>Inga sp.</i>).....	229
Tabla 83: Tratamiento estadístico: Contenido de Humedad probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	233
Tabla 84: Procesamiento estadístico: Densidad probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	234
Tabla 85: Tratamiento estadístico: Densidad probetas de <i>Inga sp.</i>	235
Tabla 86: Tabla para construir curvas: Densidad VS. Contenido de humedad.....	236
Tabla 87: Tratamiento estadístico: Contracción Tangencial probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	237
Tabla 88: Tratamiento estadístico: Contracción Tangencial Total probetas de <i>Inga sp.</i> ..	238
Tabla 89: Tratamiento estadístico: Contracción Radial Total probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	239
Tabla 90: Tratamiento estadístico: Contracción Radial Total probetas de <i>Inga sp.</i>	240
Tabla 91: Tratamiento estadístico: Contracción Longitudinal Total probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	241
Tabla 92: Tratamiento estadístico: Contracción Longitudinal Total probetas de <i>Inga sp.</i>	242
Tabla 93: Tratamiento estadístico: Contracción Volumétrica Total probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	243

Tabla 94: Tratamiento estadístico: Contracción Volumétrica Total probetas de <i>Inga sp.</i>	244
Tabla 95: Tabla para construir curvas Contracción Vs. Contenido de humedad.	245
Tabla 96: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	253
Tabla 97: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	254
Tabla 98: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	255
Tabla 99: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	256
Tabla 100: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	257
Tabla 101: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	258
Tabla 102: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	259
Tabla 103: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	260
Tabla 104: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	262
Tabla 105: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	265
Tabla 106: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	266

Tabla 107: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	267
Tabla 108: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	268
Tabla 109: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	269
Tabla 110: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	270
Tabla 111: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	272
Tabla 112: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis.</i>	275
Tabla 113: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	276
Tabla 114: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis.</i>	277
Tabla 115: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis.</i>	278
Tabla 116: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis.</i>	279
Tabla 117: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis.</i>	280
Tabla 118: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis.</i>	281

Tabla 119: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> .	282
Tabla 120: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> .	284
Tabla 121: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	287
Tabla 122: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	288
Tabla 123: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	289
Tabla 124: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	290
Tabla 125: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	291
Tabla 126: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	292
Tabla 127: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	294
Tabla 128: Procesamiento Estadístico, TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> .	297
Tabla 129: Procesamiento Estadístico, TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	298
Tabla 130: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	299

Tabla 131: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> .	300
Tabla 132: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	301
Tabla 133: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> .	302
Tabla 134: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	303
Tabla 135: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> .	304
Tabla 136: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	306
Tabla 137: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	309
Tabla 138: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	310
Tabla 139: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	311
Tabla 140: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	312
Tabla 141: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	313
Tabla 142: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	314

Tabla 143: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de <i>Inga sp.</i>	316
Tabla 144: Procesamiento Estadístico, FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	319
Tabla 145: Procesamiento Estadístico, FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	320
Tabla 146: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	321
Tabla 147: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	322
Tabla 148: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	323
Tabla 149: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	324
Tabla 150: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	325
Tabla 151: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	326
Tabla 152: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	328
Tabla 153: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	331
Tabla 154: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	332

Tabla 155: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	333
Tabla 156: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	334
Tabla 157: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	335
Tabla 158: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	336
Tabla 159: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de <i>Inga sp.</i>	338
Tabla 160: Tratamiento estadístico: Corte Paralelo a la Fibra, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	341
Tabla 161: Tratamiento estadístico: Corte Paralelo a la Fibra, probetas de <i>Inga sp.</i>	342
Tabla 162: Tratamiento estadístico: Dureza, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	343
Tabla 163: Tratamiento estadístico: Dureza, probetas de <i>Inga sp.</i>	344
Tabla 164: Factores de forma (C)*.....	349
Tabla 165: Deflexiones máximas permisibles.....	354
Tabla 166: Estabilidad lateral.....	356
Tabla 167: Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000(<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	357
Tabla 168: Valores de K de acuerdo al tipo de restricción.....	358
Tabla 169: Valores de C_k	359
Tabla 170: Clasificación de columnas.....	359

Tabla 171: Diseño de elemento superior e inferior de la armadura. (Madera <i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	363
Tabla 172: Diseño de elementos montantes de la armadura. (Madera <i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	364
Tabla 173: Diseño de elementos diagonales de la armadura. (Madera <i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	364
Tabla 174: Secciones finales de los elementos de la armadura (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	365
Tabla 175: Resumen del número de pernos a utilizar en cada nudo de la armadura (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	369
Tabla 176: Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000 (<i>Inga sp.</i>).....	375
Tabla 177: Diseño de elemento superior e inferior de la armadura (<i>Inga sp.</i>).....	380
Tabla 178: Diseño de elementos montantes de la armadura (<i>Inga sp.</i>).....	381
Tabla 179: Diseño de elementos diagonales de la armadura (<i>Inga sp.</i>).....	381
Tabla 180: Secciones finales de los elementos de la armadura (<i>Inga sp.</i>).....	382
Tabla 181: Resumen del número de pernos a utilizar en cada nudo de la armadura (<i>Inga sp.</i>).....	385
Tabla 182: Resultados finales COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	388
Tabla 183: Resultados finales COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	391
Tabla 184: Resultados finales TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	393

Tabla 185: Resultados finales FLEXIÓN ESTÁTICA (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	395
Tabla 186: Resultados finales CORTE PARALELO A LA FIBRA (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	396
Tabla 187: Resultados finales DUREZA (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	397
Tabla 188: Valores promedio según el tipo de densidad.....	399
Tabla 189: Relación CT/ CR, para probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	399
Tabla 190: Porcentaje de límite proporcional con respecto al límite de rotura para compresión paralela a la fibra (probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	400
Tabla 191: Relación: Esfuerzo en el límite proporcional Compresión Paralela a la fibra- esfuerzo en el límite proporcional compresión perpendicular a la fibra (<i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	402
Tabla 192: Relación: Esfuerzo Tracción Paralela a la Fibra - Esfuerzo de Compresión Paralela a la Fibra (probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	403
Tabla 193: Relaciones esfuerzos: Compresión Paralela a la Fibra- Flexión Estática- Tracción Paralela a la Fibra (probetas <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>).....	405

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Secciones de un árbol: copa, tronco, raíces.....	6
Figura 2: Sección transversal de un tronco en que se muestra la corteza exterior y la corteza interior o floema.....	7
Figura 3: En la sección transversal del tronco se muestra el cambium o cambio, que se encuentra adyacente al xilema y hacia la corteza.....	7
Figura 4: La zona al interior del cambium es la albura.....	8
Figura 5: Al interior de la albura se encuentra el duramen.....	9
Figura 6: En el centro se ubica la médula.....	9
Figura 7: Anillo de crecimiento anual.....	10
Figura 8: Madera de primavera o temprana y madera de verano o tardía.....	10
Figura 9: Estructura anatómica de una conífera.....	12
Figura 10: Eje tangencial en una pieza de madera.....	14
Figura 11: Eje radial en una pieza de madera.....	15
Figura 12: Eje longitudinal en una pieza de madera.....	15
Figura 13: Curvas de humedad de equilibrio de la madera.....	17
Figura 14: Punto de saturación de la fibra, PSF.....	18
Figura 15: Madera sobre el PSF. Presencia de agua libre y agua ligada.....	18
Figura 16: Madera seca. La contracción se inicia.....	19
Figura 17: Madera verde y madera seca.....	21
Figura 18: Magnitud de la contracción tangencial y el sentido en el tronco.....	21
Figura 19: Magnitud de la contracción radial y el sentido en el tronco.....	22

Figura 20: Proporción de la contracción de la madera en su eje longitudinal.	22
Figura 21: Efectos de la contracción en la madera.	23
Figura 22: Esfuerzo Vs. Deformación Unitaria.	26
Figura 23: Esquema de ensayo de compresión paralela a las fibras.	29
Figura 24: Esquema de ensayo de compresión perpendicular a las fibras.	32
Figura 25: Esquema de ensayo de tracción paralela a las fibras.	35
Figura 26: Esquema de ensayo de flexión estática.	38
Figura 27: Esquema de ensayo de cizalla paralelo tangencia.	42
Figura 28: Esquema del ensayo de dureza.	44
Figura 29: Denominación de los tipos de corte según su orientación en el tronco.	47
Figura 30: Términos relativos a la geometría de una pieza.	50
Figura 31: Medición de agujero y/o nudo suelto en el borde de la cara.	55
Figura 32: Medición de agujero y/o nudo suelto en la arista.	55
Figura 33: Medición de la longitud de la zona afectada por la rajadura.	56
Figura 34: Medición de grietas.	56
Figura 35: Medición de la desviación de la fibra.	57
Figura 36: Medición de bolsillo de corteza y/o resina en la zona central de la pieza.	58
Figura 37: Forma y medición de una acebolladura.	58
Figura 38: Acanaladura, alabeo de las caras en la dirección transversal. Se conoce también como “abarquillado” (se muestra la medición de la acanaladura).	59
Figura 39: Medición de médula.	59

Figura 40: Medición de la arista faltante o canto muerto.	60
Figura 41: Escuadría irregular.	60
Figura 42: Medición de una grieta.....	61
Figura 43: Medición de la longitud de la zona afectada por rajadura.	61
Figura 44: Depresión por cepillado.	62
Figura 45: Alabeo o deformación de la madera llamado arqueadura.	62
Figura 46: Alabeo o deformación de la madera llamado acanaladura.	63
Figura 47: Alabeo o deformación de la madera llamado encorvadura.	63
Figura 48: Alabeo o deformación de la madera llamado torcedura.	64
Figura 49: Términos usados en la definición de defectos y presentación de la norma de clasificación visual.	64
Figura 50: Tolerancias en el alabeo de la madera.	65
Figura 51: Tolerancias en los defectos de la madera.	66
Figura 52: Tolerancias en el nudo, perforaciones y rajaduras de la madera.	67
Figura 53: Configuración completa.....	70
Figura 54: Configuración incompleta.	70
Figura 55: Falla por cargas asimétricas.....	70
Figura 56: Configuración redundante.	71
Figura 57: Partes de una armadura (Armadura tipo Howe).	74
Figura 58: Techo formado por largueros y cubierta.....	75
Figura 59: Armadura tipo “A”.	76

Figura 60: Armadura de montante maestro.....	77
Figura 61: Armadura tipo Pratt.	77
Figura 62: Armadura tipo Howe triangular.....	77
Figura 63: Unión empernada a doble cizallamiento. Cargas paralelas al grano en todos los elementos (carga P).	80
Figura 64: Unión empernada a doble cizallamiento.....	80
Figura 65: Uniones empernadas, cargas inclinadas con relación al grano.....	81
Figura 66: Unión empernada con pletinas metálicas.	81
Figura 67: Unión empernada sometida a cizallamiento simple.	82
Figura 68: Unión empernada sometida a cizallamiento y fuerza axial.	82
Figura 69: Definición de línea de pernos.	83
Figura 70: Espaciamientos mínimos entre pernos, cargas paralelas al grano.	84
Figura 71: Espaciamiento mínimo entre pernos, cargas perpendiculares al grano.	84
Figura 72: Fuerzas en Tensión	85
Figura 73: Fuerzas en Compresión.....	85
Figura 74: Fuerza en cortante	85
Figura 75: Fuerzas en torsión.....	85
Figura 76: Esfuerzo	86
Figura 77: Dispersograma, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>). ...	162
Figura 78: Ajuste, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	163
Figura 79: Comportamiento, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)..	164

Figura 80: Dispersograma, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).....	168
Figura 81: Ajuste, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).....	169
Figura 82: Comportamiento, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	170
Figura 83: Dispersograma, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>). .	176
Figura 84: Ajuste, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	177
Figura 85: Comportamiento, Comp. Perp. Fibra- Probeta (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)...	178
Figura 86: Dispersograma, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).....	185
Figura 87: Ajuste, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).....	186
Figura 88: Comportamiento, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (<i>Inga sp</i>).	187
Figura 89: Dispersograma, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	192
Figura 90: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	193
Figura 91: Comportamiento, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	194
Figura 92: Dispersograma, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (<i>Inga sp</i>).....	198
Figura 93: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (<i>Inga sp</i>).	199
Figura 94: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (<i>Inga sp</i>).	200
Figura 95: Dispersograma, Flexión Estática- probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).....	205
Figura 96: Ajuste, Flexión Estática- probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	206
Figura 97: Ajuste, Flexión Estática- probeta 1 (<i>Cedrelinga cateniformis</i>).	207
Figura 98: Dispersograma, Flexión Estática- probeta 1 (<i>Inga sp</i>).....	211
Figura 99: Dispersograma, Flexión Estática- probeta 1 (<i>Inga sp</i>).....	212

Figura 100: Comportamiento, Flexión Estática- probeta 1 (<i>Inga sp.</i>).....	213
Figura 101: Explicación y deducción Gráfica del límite de exclusión.	231
Figura 102: Curvas, Densidad VS. C.H, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	236
Figura 103: Valor promedio Contracción: probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	246
Figura 104: Valor promedio Contracción: probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	246
Figura 105: Curvas, Contrac.Tangencial VS C.H, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	247
Figura 106: Curvas, Contrac. Radial VS C.H, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	247
Figura 107: Curvas, Contrac. Longitudinal VS C.H, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	248
Figura 108: Curvas, Contrac. Volumétrica VS C.H, probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	248
Figura 109: Ajuste, Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	261
Figura 110: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	263
Figura 111: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Paralela a la Fibra (Probetas de <i>Cedrelinga</i> <i>cateniformis</i>).	264
Figura 112: Ajuste, Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Inga sp.</i>).	271

Figura 113: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Inga sp.</i>).....	273
Figura 114: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Paralela a la Fibra (Probetas de <i>Inga sp.</i>).	274
Figura 115: Ajuste, Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	283
Figura 116: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	285
Figura 117: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Perpendicular a la Fibra.(Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	286
Figura 118: Ajuste, Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de <i>Inga sp.</i>).	293
Figura 119: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de <i>Inga sp.</i>).....	295
Figura 120: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Perpendicular a la Fibra (Probetas de <i>Inga sp.</i>). ...	296
Figura 121: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	305
Figura 122: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	307
Figura 123: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Tracción Paralela a la Fibra (Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	308
Figura 124: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Inga sp.</i>).....	315
Figura 125: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Inga sp.</i>).....	317

Figura 126: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Tracción Paralela a la Fibra (Probetas de <i>Inga sp.</i>).....	318
Figura 127: Ajuste, Flexión Estática (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	327
Figura 128: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Flexión Estática (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	329
Figura 129: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Flexión Estática (Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i>).	330
Figura 130: Ajuste, Flexión Estática (Probeta de <i>Inga sp.</i>).....	337
Figura 131: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Flexión Estática (Probeta de <i>Inga sp.</i>).....	339
Figura 132: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Flexión Estática (Probetas de <i>Inga sp.</i>).....	340
Figura 133: Sistema de cubierta en elevación.....	345
Figura 134: Elementos de la armadura seleccionada	346
Figura 135: Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie <i>Cedrelinga Cateniformis</i>	357
Figura 136: Momentos obtenidos del Software Sap2000 para la especie <i>Cedrelinga Cateniformis</i>	357
Figura 137: Unión de armadura con cartela.....	365
Figura 138: Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie <i>Inga sp.</i>	375
Figura 139: Momentos obtenidos del Software Sap2000 para la especie <i>Inga sp.</i>	375
Figura 140: Valor promedio contenido de humedad probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	386

Figura 141: Valor promedio, densidad probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	386
Figura 142: Valores promedio, contracción probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	387
Figura 143: MOE, Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	387
Figura 144: ESF. ADM., Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	388
Figura 145: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Inga sp.</i> COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA.....	389
Figura 146: MOE, Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	390
Figura 147: ESF. ADM., Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	390
Figura 148: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Inga sp.</i> COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA.....	391
Figura 149: MOE, Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	392
Figura 150: ESF. ADM., Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	392
Figura 151: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Inga sp.</i> TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA.....	393
Figura 152: MOE, Flexión Estática (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	394

Figura 153: ESF. ADM., Flexión Estática (Probeta de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	394
Figura 154: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de <i>Inga sp.</i> FLEXIÓN ESTÁTICA.	395
Figura 155: Esfuerzo Admisible, corte paralelo a la fibra: probetas de <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	396
Figura 156: Valores promedio. DUREZA (Probetas <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>)	397

INDICE DE FÓRMULAS:

Fórmula 1: Cálculo del contenido de humedad de la madera.....	16
Fórmula 2: Cálculo de la Densidad Verde.	19
Fórmula 3: Cálculo de la Densidad Anhidra.....	20
Fórmula 4: Cálculo de la Densidad Básica.	20
Fórmula 5: Cálculo de la Contracción Radial Total.....	24
Fórmula 6: Cálculo de la Contracción Longitudinal Total.....	25
Fórmula 7: Cálculo de la Contracción Volumétrica Total.	25
Fórmula 8: Esfuerzo admisible ó de Trabajo o de diseño.	28
Fórmula 9. Esfuerzo: Compresión paralela a la fibra.....	30
Fórmula 10: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Compresión paralela a la fibra.	30
Fórmula 11: Esfuerzo de rotura: Compresión paralela a la fibra.	30
Fórmula 12: Deformación Unitaria: Compresión paralela a la fibra.	31
Fórmula 13: Módulo de elasticidad: Compresión paralela a la fibra.	31
Fórmula 14: Esfuerzo Admisible: Compresión paralela a la fibra.....	31
Fórmula 15: Esfuerzo: Compresión perpendicular a la fibra.	33
Fórmula 16: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Compresión perpendicular a la fibra.	33
Fórmula 17: Esfuerzo de rotura: Compresión perpendicular a la fibra.....	33
Fórmula 18: Deformación Unitaria: Compresión perpendicular a la fibra.....	34
Fórmula 19: Módulo de elasticidad: Compresión perpendicular a la fibra.....	34
Fórmula 20: Esfuerzo Admisible: Compresión perpendicular a la fibra.	34

Fórmula 21: Esfuerzo: Tracción paralela a la fibra.....	35
Fórmula 22: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Tracción paralela a la fibra.....	36
Fórmula 23: Esfuerzo de rotura: Tracción paralela a la fibra.	36
Fórmula 24: Deformación Unitaria: Tracción paralela a la fibra.....	36
Fórmula 25: Módulo de elasticidad: Tracción paralela a la fibra.	37
Fórmula 26: Esfuerzo Admisible: Tracción paralela a la fibra.....	37
Fórmula 27: Esfuerzo: Flexión Estática a la fibra.....	39
Fórmula 28: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Flexión Estática a la fibra.....	39
Fórmula 29: Esfuerzo de rotura: Flexión Estática a la fibra.	40
Fórmula 30: Deformación Unitaria: Flexión Estática a la fibra.....	40
Fórmula 31: Módulo de elasticidad: Flexión Estática a la fibra.	41
Fórmula 32: Esfuerzo Admisible: Flexión Estática a la fibra.	41
Fórmula 33: Esfuerzo de rotura: Corte o cizallamiento.	43
Fórmula 34: Esfuerzo Admisible: Corte o cizallamiento.....	43
Fórmula 35: Esfuerzo: Dureza.	44
Fórmula 36: Fórmula de Hankinson.	81
Fórmula 37: Función lineal desplazada horizontalmente.	119
Fórmula 38: Función cuadrática desplazada horizontalmente.....	120
Fórmula 39: Función cuadrática desplazada horizontalmente.....	121
Fórmula 40: Número de pernos por Esfuerzo.	366

INDICE DE ANEXOS:

Anexo 1: Resumen de propiedades Físicas.	412
Anexo 2: Resumen de propiedades Mecánicas.	413
Anexo 3: Valores para diseño estructural de la madera tipo <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	414
Anexo 4: Ficha de campo para la identificación botánica.	415
Anexo 5: Planilla de campo para toma de datos de la troza.....	416
Anexo 6: Constancia de determinación botánica Del Departamento de Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).	417
Anexo 7: Constancia de realización de ensayos experimentales Del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).	418
Anexo 8: Formato para Contenido de Humedad diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.	419
Anexo 9: Formato para Densidad diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.	420
Anexo 10: Formato para Contracción diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.	421
Anexo 11: Formato para Compresión Paralela a la Fibra diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.	422
Anexo 12: Formato para Compresión Perpendicular a la Fibra diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.	423

Anexo 13: Formato para Compresión Tracción Paralela a la Fibra diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.....	424
Anexo 14: Formato para Flexión Estática diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.....	425
Anexo 15: Formato para cizallamiento diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.....	426
Anexo 16: Formato para dureza diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.....	427
Anexo 17: Programa para calculadora “Hp – 50G”.....	428
Anexo 18: Cargas admisibles para las uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento.	431
Anexo 19: Espaciamiento mínimo para pernos.	432
Anexo 20: Propiedades de escuadrillas comerciales de madera.	433
Anexo 21: Panel fotográfico	434
Anexo 22: Plano en planta y detalles de las armaduras de las especies maderables <i>Cedrelinga cateniformis</i> e <i>Inga sp.</i>	451

RESUMEN

La madera es el material cuyo uso en el campo de la industria de la construcción data desde la antigüedad, sin embargo a pesar del avance tecnológico en el campo de la ingeniería, la madera sigue siendo un material vigente aún en los sistemas estructurales más sofisticados actuales; como material estructural, ofrece ciertas ventajas importantes en comparación con otros materiales; como ventaja adicional los sistemas de estructura de madera son más flexibles, ofrece un tipo de diseño, una estética y una calidez que no ofrecen otros materiales. Con la realización del presente trabajo de investigación se plantea determinar el efecto de las características estructurales de las especies maderables *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* en armaduras. La metodología utilizada ha consistido en la elección del bosque maderable, luego la selección de los árboles de los cuales se va a obtener las probetas, preparación, acondicionamiento y ensayo de probetas en laboratorio tanto para madera *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* Obtención y tratamiento de datos, obtención de resultados, conclusiones y recomendaciones, finalmente se ha concluido que la especie maderable *Inga sp.* presenta mejores características estructurales que la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*.

Palabras clave: probetas, especies maderables, Cedrelinga cateniformis e Inga sp.

ABSTRACT

Wood is the material the use of which in the field of the construction industry dates back to antiquity, in spite of the technological progress in the field of engineering, wood is still an existing material even in the most sophisticated current structural systems these days; as a structural material, it offers certain important advantages in comparison with other materials; as an additional advantage of wooden structure systems are more flexible, it offers a type of design, aesthetics and a warmth that do not offer other materials. With the completion of this research work is proposed to determine the effect of structural characteristics of timber species *Cedrelinga cateniformis* and *Inga sp.* in frame. The methodology used has been the choice of timber forest then the selection of the trees which is going to get specimens, preparing, packaging and testing of specimens in laboratory for both wood *Cedrelinga cateniformis* and *Inga sp.* Collection and processing of data, results, conclusions and recommendations, it has finally concluded the species timber *Inga sp.* presents best structural characteristics that the species timber *Cedrelinga cateniformis*.

Keywords: specimens, species timber, Cedrelinga cateniformis e Inga sp.

I. INTRODUCCIÓN

La madera, es el material por excelencia más noble que jamás la especie humana ha utilizado tanto en la industria como en la construcción, es probablemente el único recurso renovable que se utiliza a gran escala y que su aprovechamiento no daña al medio ambiente, no puede circunscribirse a un período más o menos largo de la humanidad, ya que es un material que de forma permanente se ha utilizado en la construcción, estando presente a lo largo de toda la historia de la civilización. Así, en las zonas de abundantes bosques la madera constituía la totalidad de la edificación, desde su estructura, hasta los cerramientos y cubierta. En zonas con menor cantidad de madera, ésta se usaba en la cubierta y en su estructura horizontal. (Robles *et al.* 1983).

Como material estructural, la madera ofrece ciertas ventajas importantes en comparación con otros materiales, así como por ejemplo para resistir a los sismos. La madera es resistente pero ligera, por lo cual los movimientos telúricos no generan tanta energía de respuesta en edificios de madera como lo hacen en otro tipo de construcciones. Como ventaja adicional, los sistemas de estructura de madera son más flexibles que otros materiales, por lo que absorben y disipan mejor la energía de deformación acumulada. (Bazán, 2007).

1.1. Problema

En Chile, la madera aserrada es uno de los materiales de construcción más utilizados a nivel estructural, en la edificación de viviendas y estructuras menores. Por esta razón, es creciente el interés, por tener mayor información sobre el comportamiento de la madera, como elemento estructural. Esto lleva, a investigar y analizar, cada uno de los principales elementos estructurales utilizados, en el diseño y construcción de edificaciones en madera. Existen, múltiples estructuras en madera aserrada utilizadas en edificación, una de ellas es la cercha, siendo, esta una de las estructuras más importantes y menos estudiada, en nuestro país. (Vargas, 2003)

El Perú tiene un potencial maderable muy alto y una variedad de madera que pueden ser aprovechados, actualmente se deforesta miles de hectáreas de bosque con el fin de extraer madera de “especies valiosas” las cuales son una mínima cantidad y dejando madera de otras especies sin ser aprovechadas; esta madera abandonado dentro del bosque se debe entre otras

causas a la falta de estudios tecnológico que puedan sustentar el potencial que tiene cada especie y las utilidades particulares que se le puede dar. (Requelme, 2008).

1.2. Formulación del Problema

Cuál es el efecto de las características estructurales de las especies maderables *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* para armaduras en el Departamento de Amazonas?

1.3. Justificación

En la región se evidencia que en las edificaciones privadas utilizan armaduras de madera para coberturas de techo muchos de ellos son utilizados de manera empírica sin tener los fundamentos teóricos de una madera con características estructurales óptimas para la construcción, además de emplear especies de baja calidad a pesar de que en la Región Amazonas contamos con un 32% y 18% de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* (ARA). Respectivamente, que son especies con características similares y la primera estando estipulada en la norma E.010 del Reglamento nacional de edificaciones para uso estructural; lo cual es un riesgo si se trata de ser usado como elemento estructural en una edificación, más aún que en el Perú existe un gran porcentaje de construcción informal y problemas sobre la autoconstrucción. Es por eso que la presente investigación pretende conocer el efecto de las características estructurales de la especie *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* Para que sirva como un instrumento de referencia sobre las propiedades de las especies y dar alcances científicos respecto a su utilización, por lo que este estudio se considera pionero y de importancia en el departamento de Amazonas.

Resulta entonces de fundamental importancia clasificar por resistencia la madera de nuestra región como primer paso para resolver el problema existente y potenciar su empleo como material estructural y garantizar confiabilidad en su uso; así mismo, la expansión de la utilización de este recurso generaría un aumento de la actividad económica regional y mejoras sustanciales en el medio ambiente, tanto por la escasa energía requerida para su transformación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Determinar las características estructurales de las especies maderables *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* en armaduras.

2.2. Objetivos específicos:

- ✓ Determinar la resistencia para miembros estructurales de sección rectangular sometidos a solicitaciones de flexión, compresión y tracción.
- ✓ Determinar el grupo estructural al cual pertenecen las especies maderables en estudio.
- ✓ Realizar el procedimiento de cálculo, análisis y diseño estructural con las propiedades físico-mecánicas obtenidas de las especies maderables ensayadas para una armadura.
- ✓ Comprobar cual de las especies maderables estudiadas tienen mejor comportamiento estructural para armaduras.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación.

Recalde (2015), en su trabajo de investigación “Diseño de elementos estructurales utilizando madera laminada”, cuyo objetivo fue establecer parámetros de diseño estructural para elementos de madera en base al Reglamento Argentino de Estructuras de Madera y el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en Ecuador, donde obtuvo los siguientes resultados, la relación resistencia/peso, define la calidad estructural del material, en el caso de madera laminada este valor es mayor con respecto a la madera aserrada por la disposición de las fibras que proporcionan un mejoramiento al comportamiento del material.

Vargas (2003). En su trabajo de investigación “Diseño y ensayo de uniones para cerchas de madera”, cuyo objetivo fue Diseñar, ensayar y analizar una cercha en madera aserrada, teniendo como base la unión que tenga las características más favorables, para que la cercha diseñada tenga mayor capacidad de carga y un mejor comportamiento en Chile donde llegó a la siguiente conclusión. La madera fue escogida al azar sin poner objeción sobre los nudos que tiene la madera, si esta venía húmeda o no. Esto reafirma el buen funcionamiento de los modelos matemáticos utilizados para el diseño y cálculo de estas estructuras de madera.

Bazán (2010), en su trabajo de investigación “Alteración de las propiedades Físico mecánicas de la madera tipo Pinus Radiata, luego de ser sometida a tratamiento de preservación” que tiene por objetivo comprobar si las propiedades Físico-mecánicas de la madera Pinus Radiata varían estando en estado preservado y en estado no preservado en cajamarca, los resultados permiten concluir que las propiedades Físico-mecánicas (resistencia mecánica) de la madera preservada es mayor que de la madera no preservada.

El sector construcción es un área de gran actividad e importancia dentro de la política, económica social en nuestro país, este sector es un verdadero motor de desarrollo, que impulsa el progreso de nuestra sociedad. Aun cuando se tiene nuevos materiales la madera es un importante material de construcción muy utilizados en nuestros días, para la construcción de diferentes estructuras como: puentes, armaduras para techos, casas, etc., a pesar de sus bondades mencionadas en nuestro país por razones de influencias externas e idiosincrasia no se le ha dado la importancia que tiene. (Bazán, 2010).

3.2. Base teórica.

3.2.1. Estructura y características de la madera

3.2.1.1. La madera

La madera proviene de los árboles. Esto es lo más importante para tener presente para entender su naturaleza. El origen de las cualidades o defectos que posee pueden determinarse a partir del árbol de donde provienen. La madera tiene una compleja estructura natural, diseñada para servir a las necesidades funcionales de un árbol en vida, más que ser un material diseñado para satisfacer necesidades de constructores.



Foto 1: Rodela de Secuoya de dos mil años. Se encuentra en Forintek, Vancouver, British Columbia, Canadá.

El conocimiento sobre la naturaleza de la madera, características y comportamiento, es necesario para establecer y efectuar un buen uso de este material. En este aspecto radica la importancia de que exista información adecuada a los actuales requerimientos, ya que permite a los profesionales que intervienen en el diseño y ejecución de construcciones en madera, realizar una acertada gestión y correcta utilización del material, con el objeto de cumplir altos estándares de calidad y bienestar, a precios convenientes en el mercado de la vivienda. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.1.2. Estructura de la madera

La madera tiene una estructura distintiva que afecta a su uso como material de construcción. Los ingenieros civiles y de la construcción deben comprender la forma en que crece el árbol y la naturaleza anisotrópica de la madera, con el fin de poder diseñar y construir adecuadas estructuras de madera. (Mamlouk & Zaniewski, 2012, pág. 419).

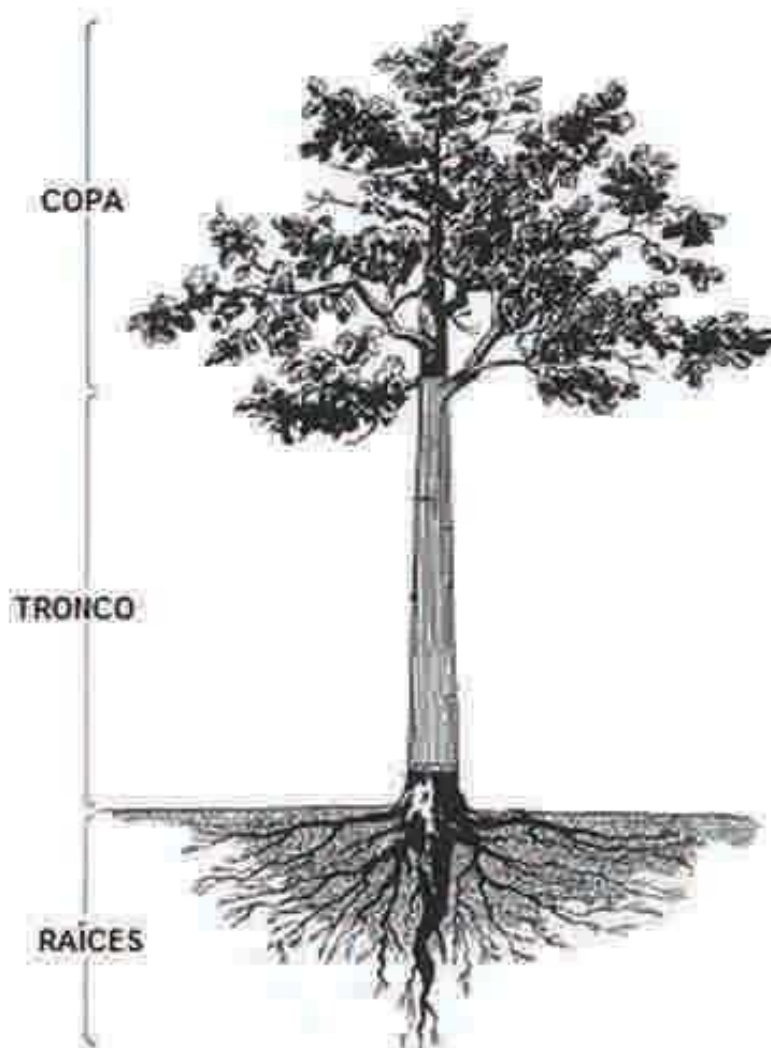


Figura 1: Secciones de un árbol: copa, tronco, raíces.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Al hacer un corte transversal de un árbol y analizar desde el exterior hacia el interior una sección de éste, se pueden apreciar zonas claramente diferenciadas, las cuales cumplen funciones específicas: (Fritz *et al.*, 2004).

La primera zona apreciable es la corteza, formada por materia muerta, de aspecto resquebrajado, que se divide en corteza exterior y corteza interior (floema). La corteza exterior está compuesta por células muertas que cumplen la función de proteger la estructura interior frente a agentes climáticos y biológicos. (Fritz *et al.*, 2004).

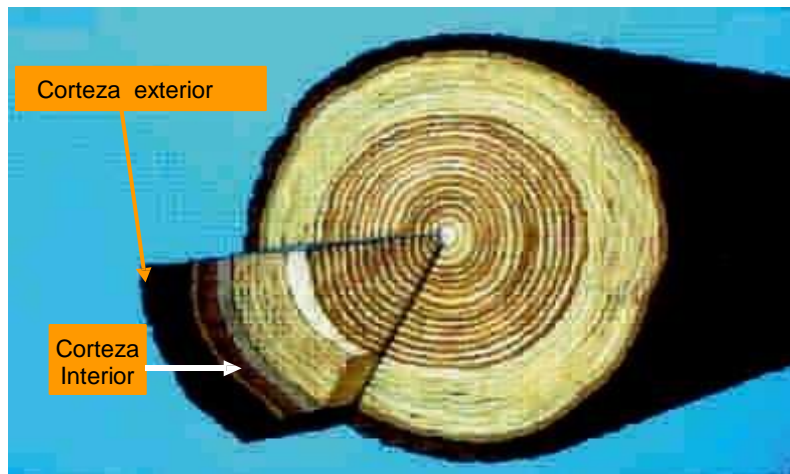


Figura 2: Sección transversal de un tronco en que se muestra la corteza exterior y la corteza interior o floema.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

- Siguiendo hacia dentro se encuentra la corteza interior, compuesta por células que trasladan savia elaborada. (Fritz *et al.*, 2004).

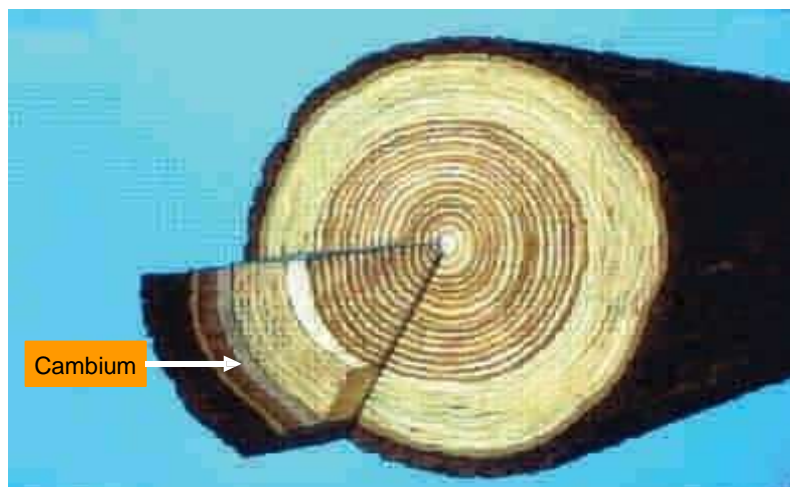


Figura 3: En la sección transversal del tronco se muestra el cambium o cambio, que se encuentra adyacente al xilema y hacia la corteza.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004)..

- Luego se presenta el cambium o cambio, zona que corresponde al tejido generador de células, es decir, donde se produce el crecimiento del árbol. Hacia el interior forma el xilema y hacia el exterior, forma el floema. En el xilema podemos distinguir la albura hacia el exterior, con células que cumplen la función de sostén y traslado de agua y nutrientes. La albura funciona como almacén para los almidones como conducto para el transporte de la savia. Generalmente, las especies con un crecimiento más rápido tienen una albura más gruesa. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 4: La zona al interior del cambium es la albura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

- Hacia el interior del xilema se forma el duramen, compuesto por células inactivas, pero que mantienen la función de sostén. El duramen no es una parte viva del árbol. Está compuesto por células que se han visto alteradas físicamente y químicamente por depósitos minerales. El duramen proporciona la resistencia estructural del árbol. Puesto que el duramen no contiene savia, resiste de manera natural a la descomposición. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 5: Al interior de la albura se encuentra el duramen.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

- En el centro del árbol se encuentra la médula, tejido inactivo sin función específica.

La médula es el núcleo central del árbol. Su tamaño varía en distintas especies, pudiéndose ser prácticamente indistinguible o tener un gran tamaño y ser perfectamente aparente. El color va de negro a blanquecino, dependiendo de la especie de árbol y de la región en la que se halle. La estructura de la médula puede ser sólida, porosa. Con cámaras o hueca (Mamlouk & Zaniewski, 2012).

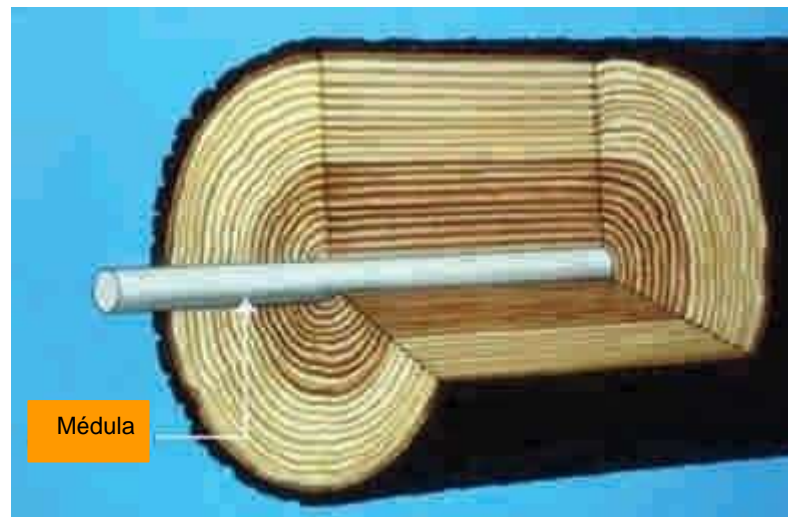


Figura 6: En el centro se ubica la médula.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Otra de las características relevantes del árbol en su sección transversal son los denominados anillos de crecimiento (concéntricos), los cuales son apreciables a simple vista, dependiendo de la especie. Las especies madereras, se clasifican en dos grandes grupos: **coníferas y latifoliadas**: En las coníferas, los anillos de crecimiento son perfectamente diferenciables, mientras que en las segundas, no son tan apreciables. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 7: Anillo de crecimiento anual.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

En las coníferas se pueden apreciar dos bandas concéntricas, diferenciadas en los anillos de crecimiento. La banda más clara es denominada madera de primavera o temprana. La banda más oscura, más densa que la de primavera, es la madera de verano o tardía. En esta última, al llegar el receso invernal puede observarse la reducción de su crecimiento. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 8: Madera de primavera o temprana y madera de verano o tardía.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.2. Naturaleza anisotrópica de la madera

La madera es un material anisotrópico, en el sentido de que tiene propiedades y características diferentes en cada dirección. Las tres orientaciones de eje en la madera son la longitudinal, o paralela a la veta, la radial, o perpendicular a los anillos de crecimiento; y la tangencial o tangente a los anillos de crecimiento. La naturaleza anisotrópica de la madera afecta a sus propiedades físicas y mecánicas, como la contracción, la rigidez y la resistencia. (Mamlouk & Zaniewski, 2012, pág. 420).

El comportamiento anisotrópico de la madera es el resultado de la geometría tubular de las células de la madera. Estas células presentan una sección transversal rectangular. Los centros de los tubos son huecos, mientras que los extremos son ahusados. La relación longitudinal-anchura puede tener un valor alto, hasta de 100. La dimensión más larga de la mayoría de las células es paralela al tronco del árbol. Sin embargo, unas pocas células, en haces localizados, crecen radialmente desde el centro hacia el exterior del árbol, la orientación preponderante de las células en una dirección proporciona a la madera sus características anisotrópicas. La estructura de tubos huecos es muy eficiente a la hora de resistir esfuerzos de compresión paralelos a su longitud, pero se deforma fácilmente cuando la carga se aplica lateralmente. Asimismo, las fluctuaciones en el grado de humedad hacen que se flexionen las paredes el tubo, mientras que tienen muy poca influencia sobre la longitud del mismo (Mamlouk & Zaniewski, 2012, pág. 420).

3.2.3. Características de la madera *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

3.2.3.1. Las coníferas.

La madera de coníferas está constituida esencialmente por células de características homogéneas, del grupo traqueidas, las cuales realizan la doble función de sostén del árbol y conducción de la savia. Las especies pertenecientes a este grupo presentan un tronco recto, cónico hasta su ápice (extremo superior) y revestido de ramas. Son árboles con el tronco generalmente recto, cónico hasta su ápice y revestido por las ramas cuya madera es homogénea constituida por células que se agrupan en bandas concéntricas las cuales conforman los anillos de crecimiento, las hojas son resistentes y generalmente verdes durante todo el año, son de consistencia dura y en forma de aguja, a estos árboles se les conoce como resinosos porque sus hojas y tallo segregan resina, los órganos reproductores de las coníferas están constituidos por pseudo flores, que son elementos

escamosos reunidos en conjuntos a modo de espigas coloreadas, los frutos contienen las semillas y tienen la forma de cono. (PADT REFORT, 1984).

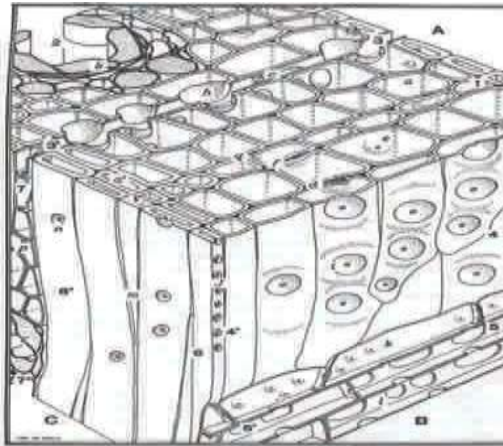


Figura 9: Estructura anatómica de una conífera.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004). *Cedrelinga cateniformis*

3.2.3.2. *Cedrelinga cateniformis*

Es originaria de Colombia, Ecuador, Brasil y Perú, pertenece al reino: Plantae, división: Angiospermae, clase: Dicotyledoneae, orden: Rosales, Familia: Fabaceae, Sub familia: Mimosoideae, Nombre científico: *Cedrelinga cateniformis*, Nombres comunes: Achapo (Colombia), Ceique (Ecuador); Cedroarana (Brasil); Tornillo (Perú).

3.2.3.3. *Inga sp.*

Es originaria de Colombia, Ecuador, Brasil y Perú, pertenece al reino: Plantae, clase: Magnoliopsida, orden: Fabales, familia: Fabaceae, sub familia: Mimosoideae, nombre científico: *Inga sp.*, nombre comunes: Inga – cipó, rabo de mico (Brasil); Guano (Colombia); Guamo bejuco (Venezuela); Guabilla (Perú).

3.2.4. La madera y sus propiedades

La madera elaborada a través de un proceso de aserrío se denomina pieza de madera y posee propiedades definidas.

3.2.4.1. Propiedades Básicas

Independientemente de la especie, la madera puede ser considerada como un material biológico, anisotrópico e higroscópico. (Fritz *et al.*, 2004).



Foto 2: Aserradero automatizado donde la madera es dimensionada.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Es un material biológico, ya que está compuesto principalmente por moléculas de celulosa y lignina. Siendo madera elaborada, puede ser biodegradada por el ataque de hongos e insectos taladradores, como son las termitas. Por ello, a diferencia de otros materiales inorgánicos (ladrillo, acero y hormigón, entre otros), la madera debe tener una serie de consideraciones de orden técnico que garanticen su durabilidad en el tiempo. (Fritz *et al.*, 2004).

La madera es un material anisotrópico. Según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y

diferenciados. Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal. (Fritz *et al.*, 2004).

Debido a este comportamiento estructural tan desigual, se ha hecho necesario establecer: Eje tangencial, Eje radial y Eje axial o longitudinal.

El eje tangencial, como su nombre lo indica, es tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular al eje longitudinal de la pieza.

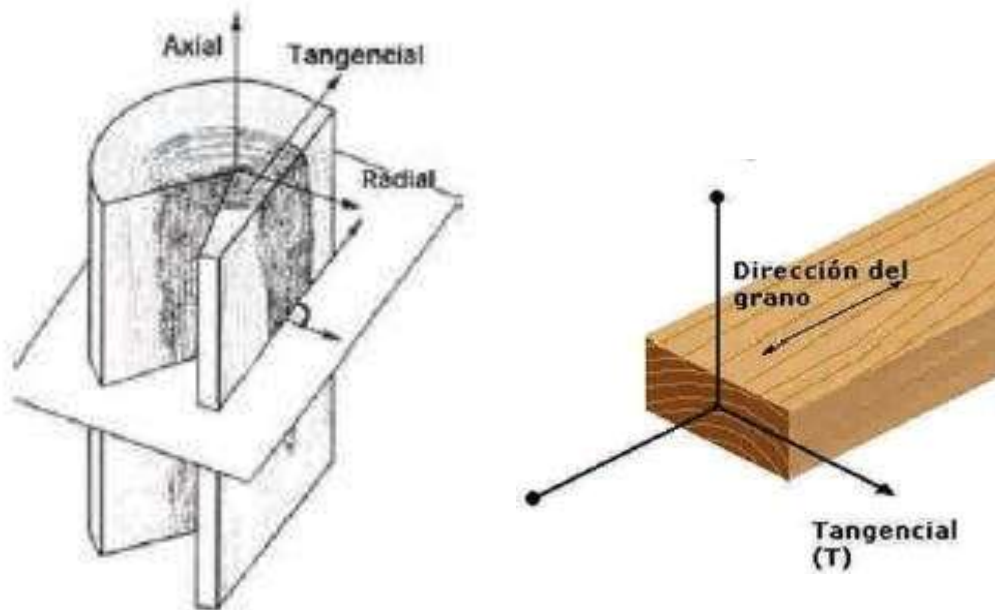


Figura 10: Eje tangencial en una pieza de madera.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

El **eje radial** es perpendicular a los anillos de crecimiento y al eje longitudinal.

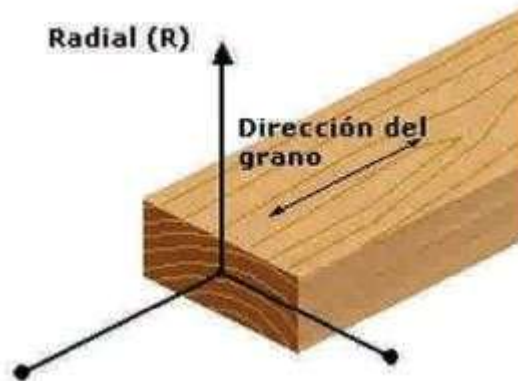


Figura 11: Eje radial en una pieza de madera.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

El **eje longitudinal** es paralelo a la dirección de las fibras y por ende, al eje longitudinal del tronco. Forma una perpendicular respecto al plano formado por los ejes tangencial y radial.

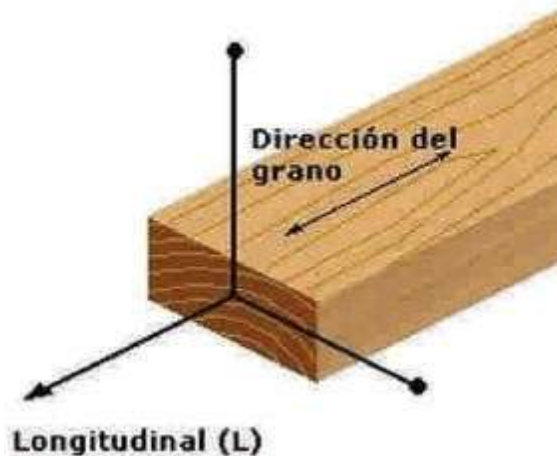


Figura 12: Eje longitudinal en una pieza de madera.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

La madera es un material higroscópico. Tiene la capacidad de captar y ceder humedad en su medio, proceso que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente. Este comportamiento es el que determina y provoca cambios dimensionales y deformaciones en la madera. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.4.2. Propiedades Físicas

3.2.4.2.1. Contenido De Humedad

La estructura de la madera almacena una importante cantidad de humedad. Esta se encuentra como agua ligada (savia embebida) en las paredes celulares y como agua libre, en el interior de las cavidades celulares. (Fritz *et al.*, 2004).

Para determinar la humedad en la madera, se establece una relación entre masa de agua contenida en una pieza y masa de la pieza anhidra, expresada en porcentaje. A este cociente se le conoce como **contenido de humedad**, cuya fórmula se expresa de la siguiente manera: (Fritz *et al.*, 2004).

$$\% \text{ Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso del Agua} \times 100}{\text{Peso de Madera Seca en Horno}}$$

Donde:

$$\text{Peso del Agua} = \text{Peso Madera Húmeda} - \text{Peso Madera Seca en Horno}$$

Fórmula 1: Cálculo del contenido de humedad de la madera.

El agua contenida en el interior de la madera, sea en forma natural o por estar expuesta a condiciones del medio ambiente, puede variar principalmente debido a la humedad y temperatura predominantes en el lugar donde se utiliza. Al cortar un árbol, la madera contiene gran volumen de agua en sus cavidades y paredes celulares, humedad que oscila alrededor del 80%. En algunos casos, puede ser superior al 100%, es decir, el peso del agua contenida en el volumen de madera es superior al peso de ésta anhidra. (Fritz *et al.*, 2004).

Dependiendo de las condiciones ambientales, la madera entrega al medio agua libre contenida en sus cavidades, y luego agua adherida por capilaridad a las paredes celulares. (Fritz *et al.*, 2004).

Cuando el intercambio de humedad que produce el medio ambiente cesa, se dice que la madera ha alcanzado un punto denominado humedad de equilibrio. (Fritz *et al.*, 2004).

Se denomina, entonces, humedad de equilibrio al porcentaje de agua que alcanza una madera sometida durante un lapso determinado a condiciones de temperatura y humedad en su medio ambiente. (Fritz *et al.*, 2004).

Los cambios climáticos del aire que se suceden continuamente, día y noche según las estaciones, hacen que la humedad de la madera también cambie, aunque en valores pequeños. (Fritz *et al.*, 2004).

Kollmann (1959) comprobó que la humedad de equilibrio es casi constante para todas las maderas, y elaboró un ábaco para determinar este valor. O sea, cuando la madera es sometida a un ambiente saturado de humedad (100% de humedad relativa del aire), la humedad de equilibrio es casi constante para todas las maderas, alcanzando un valor máximo de 30%. (Fritz *et al.*, 2004).

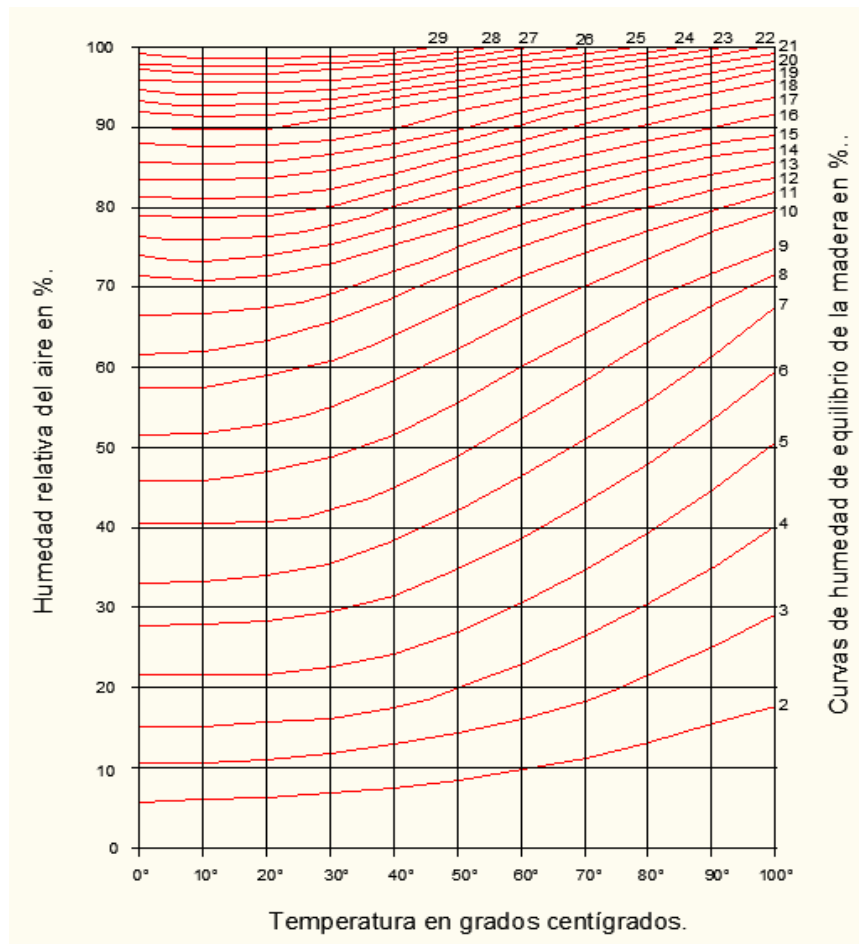


Figura 13: Curvas de humedad de equilibrio de la madera.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Dicha condición se produce en casi todas las especies cuando el agua libre ha sido entregada al ambiente, permaneciendo con agua sólo las paredes celulares.

A este punto de humedad se le denomina punto de saturación de la fibra (PSF).

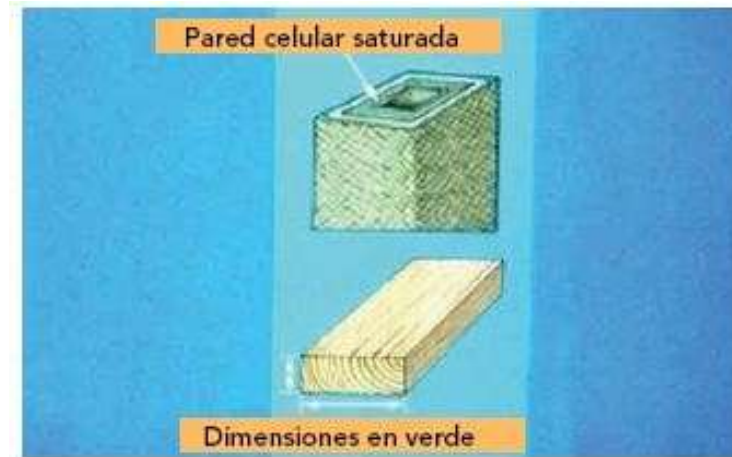


Figura 14: Punto de saturación de la fibra, PSF.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Desde este punto porcentual y sobre él, la madera tiene las dimensiones de la madera verde.

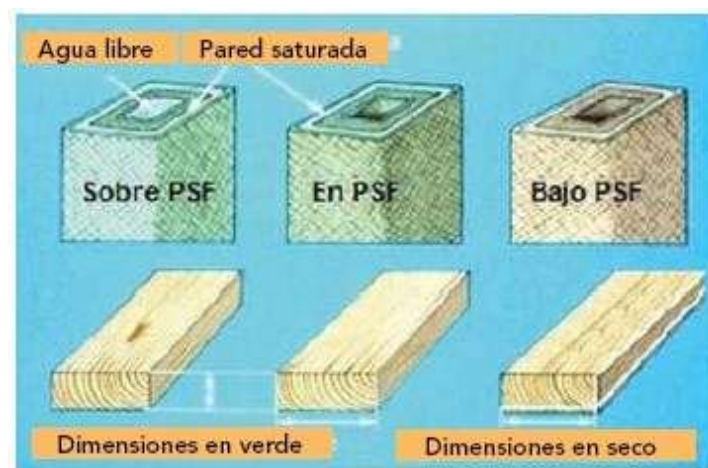


Figura 15: Madera sobre el PSF. Presencia de agua libre y agua ligada.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Cuando la madera tiene un contenido de humedad bajo (el punto de saturación de las fibras es menor al 30%), se habla de madera seca. Sin embargo, para ser utilizada como material de construcción, y específicamente con fines estructurales, el contenido de humedad debe ser inferior al 15%. (Fritz *et al.*, 2004).

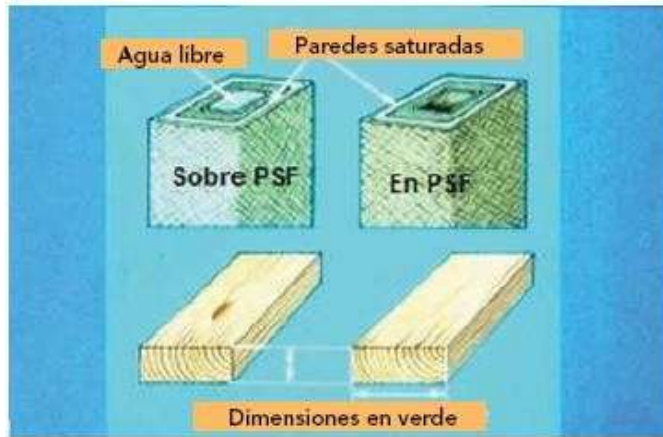


Figura 16: Madera seca. La contracción se inicia.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.4.2.2. Densidad de la madera.

Como se sabe, la densidad de un cuerpo es el cociente entre la masa y el volumen. Sin embargo para la fuente bibliográfica de la presente investigación esta propiedad física se define como el cociente entre el peso y su volumen. En la madera, por ser higroscópica, el peso y el volumen varían con el contenido de humedad; por lo que resulta importante expresar la condición bajo la cual se obtiene la densidad. Esta es una de las características físicas más importantes, ya que está directamente relacionada con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.4.2.2.1. Densidad Verde (DV).

Es la relación que existe entre el peso verde (PV) y el volumen verde (VV), se expresa matemáticamente de la siguiente manera: (Bazán, 2010).

$$DV = \frac{PV}{VV}$$

Donde:

DV: Densidad verde (gr/cm^3).

PV: Peso de la probeta en estado verde (gr).

VV: Volumen de la probeta en estado verde (cm^3).

Fórmula 2: Cálculo de la Densidad Verde.

3.2.4.2.2.2. Densidad Anhidra (DA).

Es la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen seco al horno (VSH, se expresa matemáticamente de la siguiente manera: (Bazán, 2010).

$$DA = \frac{PSH}{VSH}$$

Donde:

DA: Densidad anhidra (gr/cm^3).

PSH: Peso de la probeta seca al horno (gr).

VSH: Volumen de la probeta seca al horno (cm^3).

Fórmula 3: Cálculo de la Densidad Anhidra.

3.2.4.2.2.3. La Densidad Básica (DB).

Es la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen verde (VV). Es la menor de las cuatro, sin embargo es la más importante porque nos permite clasificar estructuralmente a la madera estudiada. Se expresa matemáticamente de la siguiente manera: (Bazán, 2010).

$$DB = \frac{PSH}{VV}$$

Donde:

DB: Densidad básica (gr/cm^3).

PSH: Peso de la probeta seca al horno (gr).

VV: Volumen de la probeta en estado verde (cm^3).

Fórmula 4: Cálculo de la Densidad Básica.

La NTP 251.011; establece que para el caso de densidad, el peso verde y el volumen verde tienen que ser tomados de una probeta que ha alcanzado el máximo contenido de humedad al haber sido previamente sumergida en agua.

3.2.4.2.3. Contracción y Expansión de la madera.

El secado de la madera por debajo del punto de saturación de la fibra, provoca pérdida de agua en las paredes celulares, lo que a su vez produce contracción de la madera. Cuando esto ocurre se dice que la madera “trabaja”. (Fritz *et al.*, 2004).

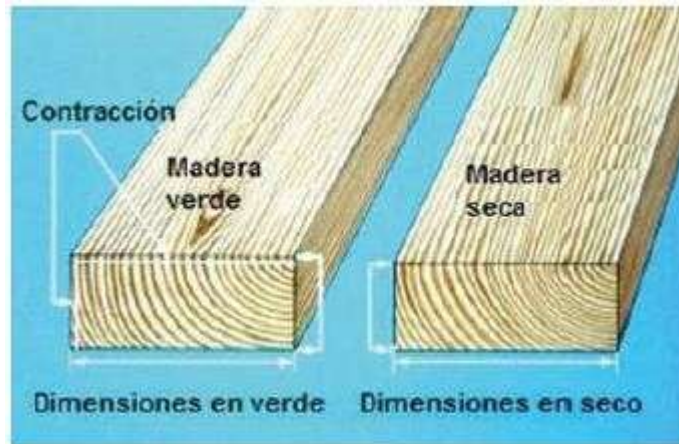


Figura 17: Madera verde y madera seca.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Las dimensiones de la madera comienzan a disminuir en los tres ejes anteriormente descritos: tangencial, radial y longitudinal. Sin embargo, en este proceso la contracción tangencial es mayor a la que se produce en un árbol. (Fritz *et al.*, 2004).

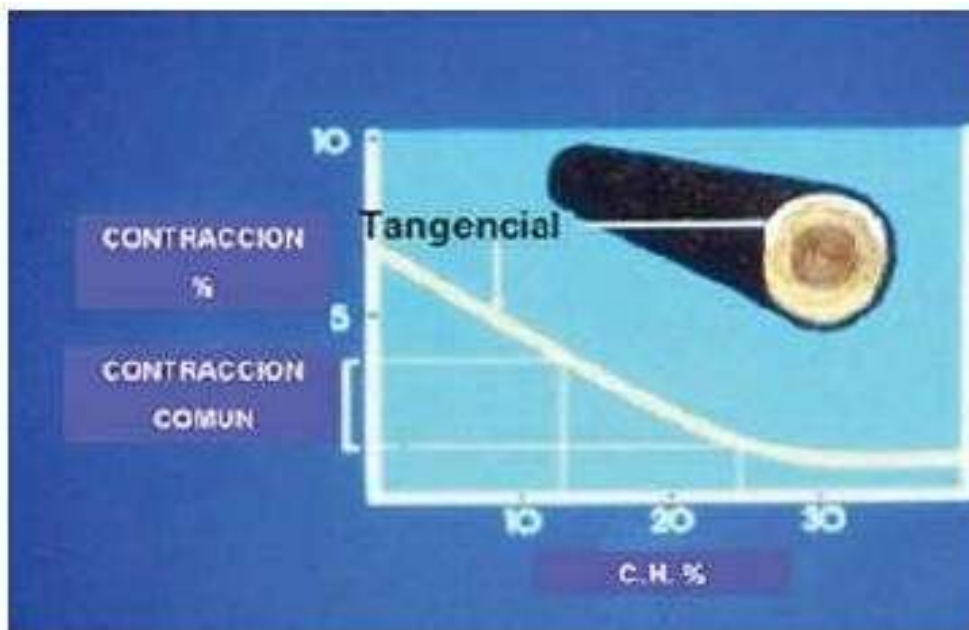


Figura 18: Magnitud de la contracción tangencial y el sentido en el tronco.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

A la contracción tangencial le sigue la radial, con menos efecto, pero significativo en la deformación de la pieza.

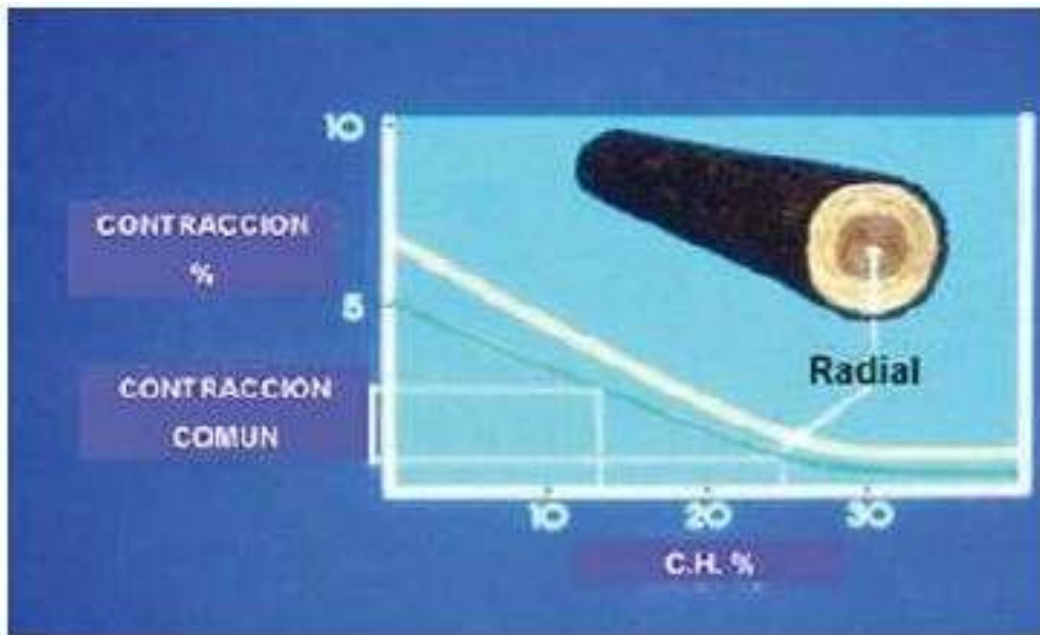


Figura 19: Magnitud de la contracción radial y el sentido en el tronco.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

La contracción longitudinal es prácticamente despreciable en madera utilizada con fines estructurales.

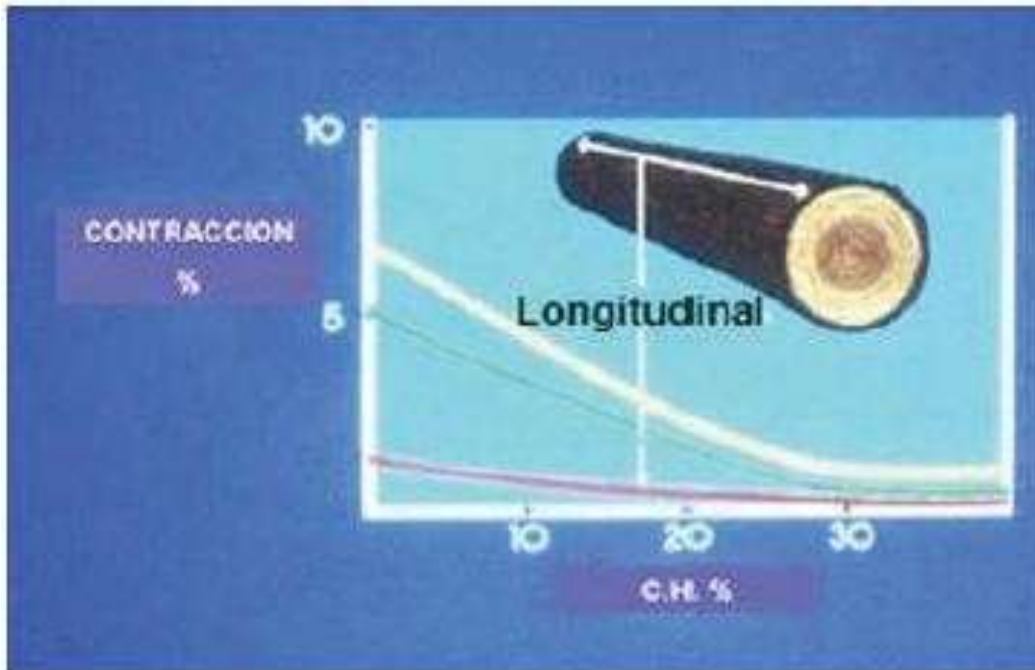


Figura 20: Proporción de la contracción de la madera en su eje longitudinal.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Desde el punto de vista del comportamiento de la madera, el punto de saturación de la fibra es una variable muy importante, puesto que sobre él, la madera no variará sus características ni su comportamiento físico o mecánico. Sin embargo, cuando la madera se encuentra bajo dicho punto, sufre cambios dimensionales y volumétricos que pueden ir de leves a drásticos. (Fritz *et al.*, 2004).

Las consecuencias de dicho proceso en beneficio de las propiedades resistentes de la madera, dependerán de las condiciones y método de secado aplicado. (Fritz *et al.*, 2004).

La contracción por secado provoca deformaciones en la madera. Sin embargo con un adecuado método, los efectos son beneficiosos fundamentalmente sobre sus propiedades mecánicas. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 21: Efectos de la contracción en la madera.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Se estudian a continuación las siguientes clases de contracción:

3.2.4.2.3.1. Contracción Total

Es la contracción que sufre la madera cuando pasa del estado verde al estado anhidro y de acuerdo a los tres ejes de la madera tenemos: (Bazán, 2010).

- **Contracción Tangencial Total.** Que es la que se da en dirección tangencial y se lo calcula utilizando la siguiente fórmula. (Bazán, 2010).

$$C_{tn} = \frac{d_{vt} - d_{sht}}{d_{vt}} \times 100\%$$

Donde:

C_{tn}: Contracción tangencial total.

d_{vt}: Dimensión tangencial de la probeta en estado verde.

d_{sht}: Dimensión tangencial de la probeta anhidra (CH = 0%).

Fórmula 6: Cálculo de la Contracción Tangencial Normal.

- **Contracción Radial Total.** Que es la que se da en dirección radial y se lo calcula utilizando la siguiente fórmula. (Bazán, 2010).

$$C_{rt} = \frac{d_{vr} - d_{shr}}{d_{vr}} \times 100\%$$

Donde:

C_{rt}: Contracción radial total.

d_{vr}: Dimensión radial de la probeta en estado verde .

d_{shr}: Dimensión radial de la probeta anhidra (CH = 0%).

Fórmula 5: Cálculo de la Contracción Radial Total.

- **Contracción Longitudinal Total.** Que es la que se da en dirección longitudinal y se lo calcula utilizando la siguiente fórmula. (Bazán, 2010).

$$Cl_t = \frac{dvl - dshl}{dvl} \times 100\%$$

Donde:

Cl_t: Contracción longitudinal total.

dvl: Dimensión longitudinal de la probeta en estado verde.

dshl: Dimensión longitudinal de la probeta anhidra (CH = 0%).

Fórmula 6: Cálculo de la Contracción Longitudinal Total.

- **Contracción Volumétrica Total.** Que es la determinación de la contracción total en sus tres direcciones simultáneamente (tangencial, radial y longitudinal) y se lo calcula utilizando la siguiente fórmula. (Bazán, 2010).

$$Cl_t = Ctt + Crt + Cl_t(\%)$$

Donde:

Cvt: Contracción volumétrica total.

Ctt: Contracción tangencial total.

Crt: Contracción radial total.

Cl_t: Contracción longitudinal total.

Fórmula 7: Cálculo de la Contracción Volumétrica Total.

3.2.5. Propiedades Mecánicas Y Elásticas

Las propiedades mecánicas describen como se comporta un material cuando se les aplican fuerzas externas. Muchos materiales se comportan elásticamente (linealmente) en las primeras etapas de carga, lo que es de gran importancia en ingeniería, ya que mediante el diseño de estructuras que funcionen en esa región se evita que tengan deformaciones permanentes debido al flujo plástico. (Bazán, 2010).

3.2.6. Propiedades mecánicas y elásticas de la madera.

Las propiedades mecánicas y elásticas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas. (Fritz *et al.*, 2004).

El conocimiento de las propiedades mecánicas y elásticas de la madera se obtiene a través de la experimentación, mediante ensayos que se aplican al material, y que determinan los diferentes valores de esfuerzos a los que puede estar sometida. El esfuerzo que soporta un cuerpo por unidad de superficie es la llamada esfuerzo unitario ó tensión unitaria. Cuando la carga aplicada a un cuerpo aumenta, se produce una deformación que se incrementa paulatinamente. Esta relación entre la carga aplicada y la deformación que sufre un cuerpo se puede representar gráficamente por una recta (Figura 22), hasta el punto donde termina el límite elástico del material ensayado. Si se sigue aumentando la carga, se logra la rotura del material. (Fritz *et al.*, 2004).

El límite elástico se define como el esfuerzo por unidad de superficie, en que la deformación comienza a aumentar en mayor proporción que la carga que se aplica. (Fritz *et al.*, 2004).

El esfuerzo necesario para que un material llegue hasta el límite elástico, determina “*El Esfuerzo al Límite Proporcional Elástico*” o también conocido como tensión en el límite de proporcionalidad, que es la carga máxima a que se puede someter sin que se produzcan deformaciones permanentes. (Fritz *et al.*, 2004).

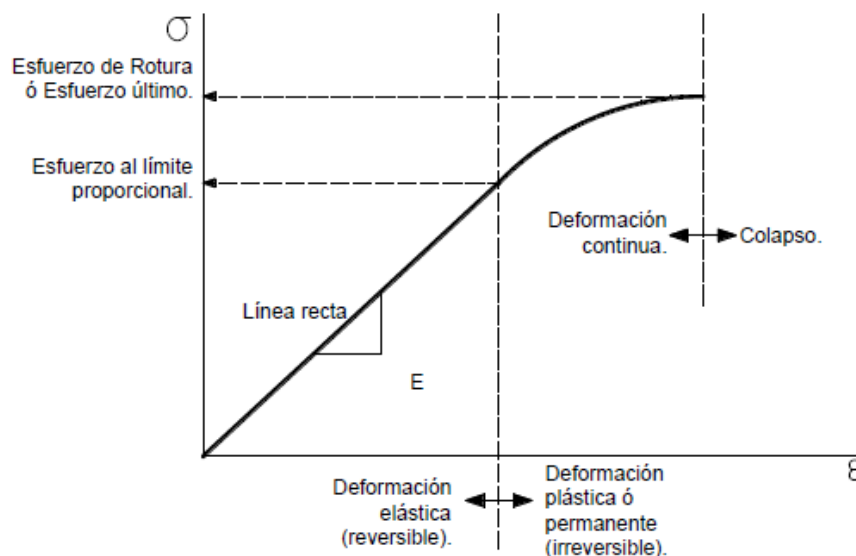


Figura 22: Esfuerzo Vs. Deformación Unitaria.
Fuente: (Bazán, 2010).

La rigidez de un cuerpo se define como la propiedad que tiene para resistir la deformación al ser solicitado por fuerzas externas. La medida de rigidez de la madera se conoce como **“Módulo de Elasticidad”** o coeficiente de elasticidad, calculado por la razón entre esfuerzo por unidad de superficie y deformación por unidad de longitud ó *deformación unitaria* (Fritz *et al.*, 2004). Complementando lo anterior, la Ley de Hooke se define como la relación lineal entre el esfuerzo y la deformación lineal en una barra sometida a tracción o compresión simple. (Gere & Timoshenko, 1986)

$$\sigma = E \varepsilon \dots \dots \dots \rightarrow \text{(Ley de Hooke)}$$

en donde σ es el esfuerzo normal, ε es la deformación lineal y E es una **constante de proporcionalidad llamada módulo de elasticidad del material**. El módulo de elasticidad es la pendiente del diagrama esfuerzo deformación en la región lineal elástica y como la deformación es adimensional, las unidades del módulo de elasticidad son las mismas que las unidades del esfuerzo. (Gere, Timoshenko, 1986).

En consecuencia de lo anterior y despejando tenemos:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots \rightarrow \text{(De la Ley de Hooke)}$$

Cuando la carga resulta mayor a la del límite elástico, la pieza continúa deformándose hasta llegar a colapsar, obteniendo **“El Esfuerzo de Rotura”**, esfuerzo último ó tensión de rotura de la pieza de madera. (Fritz *et al.*, 2004).

Según el PADT- REFORT (1984). En la sección 7.4 (Esfuerzos Admisibles) considera que cuando la madera se encuentra en servicio se ve afectada por una serie de factores los cuales influyen directamente en sus propiedades de resistencia, por lo cual para efectos de diseño y seguridad se modifican las resistencias últimas mínimas de la madera “afectándolas con factores de reducción”, para lograr un comportamiento dentro del rango elástico del material; a ésta resistencia modificada se le denomina **“Esfuerzo Admisible ó de Trabajo ó de Diseño”**, cuya fórmula general es como se muestra a continuación:

$$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C) \times (F.T)}{(F.S) \times (F.D.C)} \sigma_R$$

Donde

σ_R = Esfuerzo último.

F.C= Factor de reducción por calidad.

F.T.=Factor de reducción por tamaño.

F.S.= Factor de servicio y seguridad.

F.D.C.=Factor de duración de carga.

Fórmula 8: Esfuerzo admisible ó de Trabajo o de diseño.

Así mismo el PADT-REFORT de manera experimental ha obtenido los siguientes valores para los diferentes coeficientes de seguridad:

Tabla 1: Valores establecidos para los Factores de la Formula de Esfuerzo admisible, de trabajo o de diseño.

	Tracción	Flexión	Compresión Paralela	Corte Paralelo	Compresión Perpendicular
F.C.	0.80	0.80	—	—	—
F.T.	0.90	0.90	—	—	—
F.S.	2.00	2.00	1.60	4.00*	1.60
F.D.C.	1.15	1.15	1.25	—	—

* Incluye factor por concentración de esfuerzos =2.

Fuente: (PADT-REFORT, 1984).

Los ensayos para determinar las propiedades mecánicas y elásticas de las especies en estudio son:

3.2.6.1. Compresión paralela a la fibra

Es la resistencia de la madera a una carga en dirección paralela a las fibras, la que se realiza en columnas cortas para determinar el esfuerzo de rotura, esfuerzo al límite de proporcionalidad, esfuerzo de trabajo y módulo de elasticidad. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 23: Esquema de ensayo de compresión paralela a las fibras.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

La madera se somete a esfuerzos de compresión paralela cuando se la utiliza como pilotes, columnas, barras internas o cerchas, etc. Su comportamiento ante este tipo de esfuerzos es considerado dentro de su estado elástico; es decir mientras tenga la capacidad de recuperar su dimensión inicial una vez retirada la fuerza. (Bazán, 2010).

La madera presenta gran resistencia a los esfuerzos de compresión paralela a sus fibras. Esta proviene del hecho que las fibras están orientadas con su eje longitudinal en esa dirección y que a su vez coincide, o está muy cerca de la orientación de las microfibrillas que constituyen la capa media de la pared celular. Esta es la capa de mayor espesor de las fibras. (PADT REFORT, 1984).

- **Fórmulas de cálculo:**

Para el cálculo de las diferentes propiedades mecánicas de la madera, cuando ésta resiste fuerzas en compresión en dirección paralela a la fibra; se aplica las siguientes fórmulas: (Bazán, 2010).

1. Esfuerzo.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

σ : Esfuerzo, en Kg./Cm².

P: Carga, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 9. Esfuerzo: Compresión paralela a la fibra

2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.

$$\sigma L = \frac{PL}{A}$$

Donde:

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

PL: Carga al límite proporcional elástico, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 10: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Compresión paralela a la fibra.

3. Esfuerzo de rotura.

$$\sigma R = \frac{PR}{A}$$

Donde:

σR : Esfuerzo de rotura, en Kg./Cm².

PR: Carga de rotura, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 11: Esfuerzo de rotura: Compresión paralela a la fibra.

4. Deformación Unitaria.

$$DU = \frac{DT}{H}$$

Donde:

DU: Deformación Unitaria.

DT: Deformación total, en (mm).

H: Distancia entre las abrazaderas del deflectómetro, en (mm).

Fórmula 12: Deformación Unitaria: Compresión paralela a la fibra.

5. Módulo de elasticidad.

$$MOE = \frac{\sigma L}{DU}$$

Donde:

MOE: Módulo de elasticidad, en Kg./Cm².

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

DU: Deformación Unitaria (correspondiente al límite proporcional elástico).

Fórmula 13: Módulo de elasticidad: Compresión paralela a la fibra.

6. Esfuerzo Admisible.

$$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.) \times (F.T.)}{(F.S.) \times (F.D.C.)} \times \sigma R$$

Donde:

σR : Esfuerzo último.

F.C.: Factor de reducción por calidad (Ver tabla N°: 1).

F.T.: Factor de reducción por tamaño (Ver tabla N°: 1).

F.S.: Factor de servicio y seguridad (Ver tabla N°: 1).

F.D.C.: Factor de duración de carga (Ver tabla N°: 1).

Fórmula 14: Esfuerzo Admisible: Compresión paralela a la fibra.

3.2.6.2. Compresión perpendicular a la fibra

Es la resistencia de la madera a una carga en dirección normal a las fibras, aplicada en una cara radial, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad y tensión máxima. (Fritz *et al.*, 2004).

Bajo este tipo de carga las fibras están sometidas a un esfuerzo perpendicular a su eje y que tiende a comprimir las pequeñas cavidades contenidas en ellas. Esto permite que se pueda cargar la madera sin que ocurra una falla claramente distinguible. Al incrementarse la magnitud de la carga la pieza se va comprimiendo (aplastando los pequeños cilindros que semejan las fibras), aumentando su densidad y también su misma capacidad para resistir la mayor carga. (PADT REFORT, 1984).

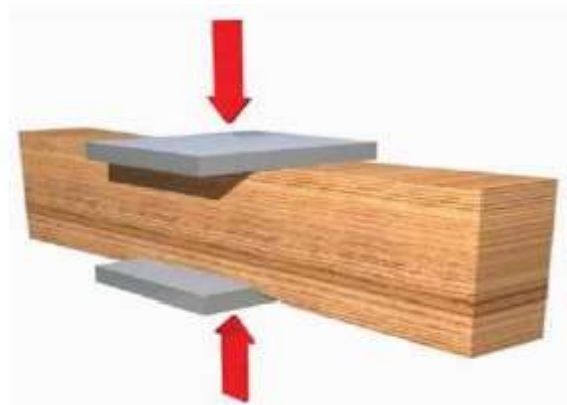


Figura 24: Esquema de ensayo de compresión perpendicular a las fibras.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

La madera se somete a esfuerzos de compresión perpendicular cuándo se la utiliza en forma de soleras, durmientes, cubrejuntas de cerchas, etc. Bajo este tipo de carga las fibras están sometidas a un esfuerzo perpendicular a su eje. Esto permite que se pueda cargar la madera sin que ocurra una falla claramente distinguible. (Bazán, 2010).

- **Fórmulas de cálculo:**

Para el cálculo de las diferentes propiedades mecánicas de la madera, cuando ésta resiste fuerzas en compresión en dirección perpendicular a la fibra; se aplica las siguientes fórmulas: (Bazán, 2010).

1. Esfuerzo.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

σ : Esfuerzo, en Kg./Cm².

P: Carga, en Kg.

A: Superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión medida en Cm².

Fórmula 15: Esfuerzo: Compresión perpendicular a la fibra.

2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.

$$\sigma L = \frac{PL}{A}$$

Donde:

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

PL: Carga al límite proporcional elástico, en Kg.

A: Superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión medida en Cm².

Fórmula 16: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Compresión perpendicular a la fibra.

3. Esfuerzo de rotura.

$$\sigma R = \frac{PR}{A}$$

Donde:

σR : Esfuerzo de rotura, en Kg./Cm².

PR: Carga de rotura, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 17: Esfuerzo de rotura: Compresión perpendicular a la fibra.

4. Deformación Unitaria.

$$DU = \frac{DT}{H}$$

Donde:

DU: Deformación Unitaria.

DT: Deformación total, en (mm).

H: Altura de la probeta en dirección de la carga, en (mm).

Fórmula 18: Deformación Unitaria: Compresión perpendicular a la fibra.

5. Módulo de elasticidad.

$$MOE = \frac{\sigma L}{DU}$$

Donde:

MOE: Módulo de elasticidad, en Kg./Cm².

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

DU: Deformación Unitaria (correspondiente al límite proporcional elástico).

Fórmula 19: Módulo de elasticidad: Compresión perpendicular a la fibra.

6. Esfuerzo Admisible.

$$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.) \times (F.T.)}{(F.S.) \times (F.D.C.)} \times \sigma R$$

Donde:

σL : Esfuerzo en límite proporcional.

F.C.: Factor de reducción por calidad (Ver tabla N°: 1).

F.T.: Factor de reducción por tamaño (Ver tabla N°: 1).

F.S.: Factor de servicio y seguridad (Ver tabla N°: 1).

F.D.C.: Factor de duración de carga (Ver tabla N°: 1).

Fórmula 20: Esfuerzo Admisible: Compresión perpendicular a la fibra.

3.2.6.3. Tracción paralela a la fibra

Es la resistencia a una carga de tracción en dirección paralela a las fibras.

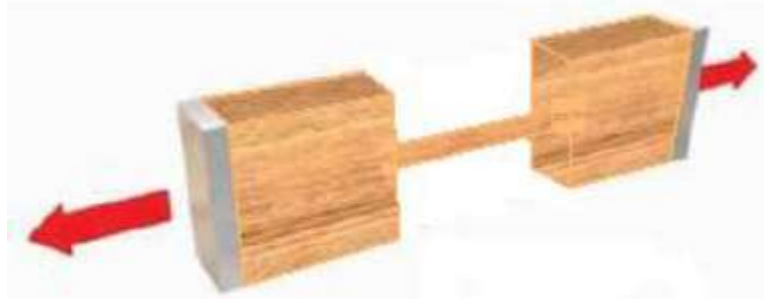


Figura 25: Esquema de ensayo de tracción paralela a las fibras.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

La resistencia a la tracción paralela es afectada significativamente por la dirección del grano, debido a que las uniones longitudinales entre fibras son de 30 a 40 veces más resistentes que las uniones transversales. (Bazán, 2010).

- **Fórmulas de cálculo:**

Para el cálculo de las diferentes propiedades mecánicas de la madera, cuando ésta resiste fuerzas de tracción en dirección paralela a la fibra; se aplica las siguientes fórmulas: (Bazán, 2010).

1. Esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

σ : Esfuerzo, en Kg. /Cm².

P: Carga, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 21: Esfuerzo: Tracción paralela a la fibra.

2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.

$$\sigma L = \frac{PL}{A}$$

Donde:

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

PL: Carga al límite proporcional elástico, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 22: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Tracción paralela a la fibra.

3. Esfuerzo de rotura.

$$\sigma R = \frac{PR}{A}$$

Donde:

σR : Esfuerzo de rotura, en Kg./Cm².

PR: Carga de rotura, en Kg.

A: Área de la sección de la probeta, en Cm².

Fórmula 23: Esfuerzo de rotura: Tracción paralela a la fibra.

4. Deformación Unitaria.

$$DU = \frac{DT}{H}$$

Donde:

DU: Deformación Unitaria.

DT: Deformación total, en (mm).

H: Distancia entre las abrazaderas del deflectómetro, en (mm).

Fórmula 24: Deformación Unitaria: Tracción paralela a la fibra.

5. Módulo de elasticidad.

$$MOE = \frac{\sigma L}{DU}$$

Donde:

MOE: Módulo de elasticidad, en Kg./Cm².

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

DU: Deformación Unitaria (correspondiente al límite proporcional elástico).

Fórmula 25: Módulo de elasticidad: Tracción paralela a la fibra.

6. Esfuerzo Admisible.

$$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.) \times (F.T.)}{(F.S.) \times (F.D.C.)} \times \sigma R$$

Donde:

σR : Esfuerzo último.

F.C.: Factor de reducción por calidad (Ver tabla N°: 1).

F.T.: Factor de reducción por tamaño (Ver tabla N°: 1).

F.S.: Factor de servicio y seguridad (Ver tabla N°: 1).

F.D.C.: Factor de duración de carga (Ver tabla N°: 1).

Fórmula 26: Esfuerzo Admisible: Tracción paralela a la fibra

3.2.6.4. Flexión estática

Es la resistencia de la viga a una carga puntual, aplicada en el centro de la luz, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad, tensión de rotura y el módulo de elasticidad. (Fritz *et al.*, 2004).



Esquema de fuerzas externas

Figura 26: Esquema de ensayo de flexión estática.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Para un elemento de madera de sección rectangular sometido a flexión estática: la zona de la pieza correspondiente al lado cóncavo, se encuentra en compresión y la zona convexa en tracción, mientras que la zona central de la pieza se encuentra sometida a un esfuerzo de corte. En la práctica, la madera es solicitada a flexión cuándo se la utiliza en forma de vigas, viguetas, soleras, entablado, dinteles, encofrados, etc. (Bazán, 2010).

- **Fórmulas de cálculo:** Ante éste tipo de sollicitación, se combinan simultáneamente comportamientos debidos a la tracción, compresión y corte, para el cálculo de las diferentes propiedades mecánicas de la madera, se aplica las siguientes fórmulas (Bazán, 2010).

1. Esfuerzo.

$$\sigma = \frac{3PL}{2ab^2}$$

Donde:

σ : Esfuerzo, en Kg./Cm².

P: Carga, en Kg.

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

a: Ancho de la probeta, en cm.

b: Espesor de la probeta, en cm.

Fórmula 27: Esfuerzo: Flexión Estática a la fibra.

2. Esfuerzo al límite proporcional elástico.

$$\sigma L = \frac{3P'L}{2ab^2}$$

Donde:

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

P': Carga al límite proporcional elástico, en Kg.

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

a: Ancho de la probeta, en cm.

b: Espesor de la probeta, en cm.

Fórmula 28: Esfuerzo al límite proporcional elástico: Flexión Estática a la fibra.

3. Esfuerzo de rotura.

$$\sigma_R = \frac{3PRL}{2ab^2}$$

Donde:

σ_R : Esfuerzo de rotura, en Kg./Cm².

PR: Carga de rotura, en Kg.

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

a: Ancho de la probeta, en cm.

b: Espesor de la probeta, en cm.

Fórmula 29: Esfuerzo de rotura: Flexión Estática a la fibra.

4. Deformación Unitaria.

$$DU = 6 f b L^{-2}$$

Donde:

DU: Deformación Unitaria.

f: Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional, en (cm).

b: Espesor de la probeta, en cm.

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

Fórmula 30: Deformación Unitaria: Flexión Estática a la fibra.

5. Módulo de elasticidad.

$$MOE = \frac{\sigma L}{DU}$$

Donde:

MOE: Módulo de elasticidad, en Kg./Cm².

σL : Esfuerzo al límite proporcional elástico, en Kg./Cm².

DU: Deformación Unitaria (correspondiente al límite proporcional elástico).

Fórmula 31: Módulo de elasticidad: Flexión Estática a la fibra.

6. Esfuerzo Admisible.

$$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.) \times (F.T.)}{(F.S.) \times (F.D.C.)} \times \sigma R$$

Donde:

σR : Esfuerzo último.

F.C.: Factor de reducción por calidad (Ver tabla N°: 1).

F.T.: Factor de reducción por tamaño (Ver tabla N°: 1).

F.S.: Factor de servicio y seguridad (Ver tabla N°: 1).

F.D.C.: Factor de duración de carga (Ver tabla N°: 1).

Fórmula 32: Esfuerzo Admisible: Flexión Estática a la fibra.

3.2.6.5. Corte o cizallamiento

Es la medida de la capacidad de la pieza para resistir fuerzas que tienden a causar deslizamiento de una parte de la pieza sobre otra. (Bazán, 2010).

Corte paralelo tangencial

La sollicitación es paralela a las fibras y produce un plano de falla, tangente a los anillos de crecimiento. (Fritz *et al.*, 2004).

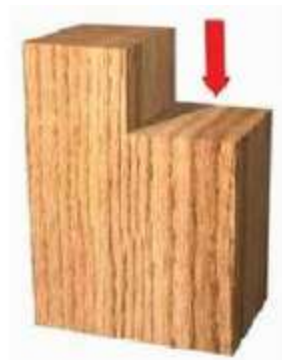


Figura 27: Esquema de ensayo de cizalla paralelo tangencia.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

En elementos constructivos por corte o cizallamiento se presenta cuando las piezas están sometidas a flexión (corte por flexión). Los análisis teóricos indican que en un punto dado los esfuerzos de corte son iguales tanto a lo largo como perpendicularmente al eje del elemento. Como la madera no es homogénea, sino que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza presenta distintas resistencias al corte en esas dos direcciones. (PADT REFORT, 1984).

- **Fórmulas de cálculo:**

Para el cálculo de las diferentes propiedades mecánicas de la madera, cuando ésta resiste fuerzas cortantes en dirección paralela a la fibra; se aplica las siguientes fórmulas: (Bazán, 2010).

1. Esfuerzo de rotura.

$$\sigma R = \frac{P}{A}$$

Donde:

σR : Esfuerzo de rotura, en Kg./Cm².

P: Carga máxima soportada por la probeta, en Kg.

A: Superficie del plano en que se produce el cizallamiento, en cm².

Fórmula 33: Esfuerzo de rotura: Corte o cizallamiento.

2. Esfuerzo Admisible.

$$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.) \times (F.T.)}{(F.S.) \times (F.D.C.)} \times \sigma R$$

Donde:

σL : Esfuerzo en limite proporcional.

F.C.: Factor de reducción por calidad (Ver tabla N°: 1).

F.T.: Factor de reducción por tamaño (Ver tabla N°: 1).

F.S.: Factor de servicio y seguridad (Ver tabla N°: 1).

Fórmula 34: Esfuerzo Admisible: Corte o cizallamiento.

3.2.6.6. Dureza

Es la resistencia que presenta la madera a la penetración.



Figura 28: Esquema del ensayo de dureza.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

En el caso de la madera; los ensayos de dureza están basados en la resistencia que opone la madera para dejarse deformar por otro material más duro (acero), que ejerce una presión de tal magnitud que produce una deformación en la madera.

- **Fórmulas de cálculo**

El ensayo de dureza (JANKA), está expresado en Kg de carga necesaria para hacer penetrar completamente en la madera una semiesfera de acero cuya sección diametral tiene una superficie de 1cm². (N.T.P. 251.015, 2014).

1. **Esfuerzo.**

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

σ : Esfuerzo, en Kg./Cm².

P: Carga máxima soportada por la probeta, en Kg.

A: Superficie del plano en que se produce el cizallamiento, en cm².

Fórmula 35: Esfuerzo: Dureza.

3.2.7. Acondicionamiento De La Madera

Es necesario utilizar la madera en las mejores condiciones, por lo que se tienen que cumplir con ciertos requisitos, tales como: La edad del árbol, diámetro del tronco, tamaño de los defectos: alabeos, encorvaduras, rajaduras, nudos, etc. (Bazán, 2010).

Las normas exigen que la madera a emplearse, en especial para uso estructural satisfaga las normas de clasificación visual recomendada por el PADT REFORT, y de ésta manera garantizar un comportamiento adecuado en el diseño. (Bazán, 2010).

3.2.7.1. Procesos De La Madera

3.2.7.1.1. Talado

Se entiende por talado a la acción que consiste en cortar los arboles por su base con fines de aprovechamiento forestal. En el talado de árboles se debe tener presente la tala con el mayor provecho para la economía forestal y maderera.

Cuando en un árbol su centro de gravedad no cae perpendicular a su superficie de apoyo, este se halla sometido a tensión, para la tala de estos árboles se debe empezar por la parte sometida a compresión ya que si se corta por la parte sometida a tensión, el tronco se raja en sentido longitudinal. (Bazán, 2010).

3.2.7.1.2. Aserrado

El primer procesamiento al que se somete un tronco luego de su extracción del bosque es el aserrado. Este se realiza mediante sierras de cinta o con sierras circulares de grandes dimensiones. La práctica imperante se concentra en la obtención de piezas de dimensiones grandes, dejando para una etapa posterior la obtención de secciones más pequeñas. Esta última operación se denomina reaserrado, y por lo general se realiza con sierras de menor dimensión. (PADT REFORT, 1984).

3.2.7.1.3. Cortes Del Tronco

La madera puede cortarse del tronco de tres maneras distintas: tangente a los anillos de crecimiento, obteniéndose o que se llama madera de corte tangencial, perpendicularmente a los anillos, es decir siguiendo la dirección de los radios o de los radios de las circunferencias

definidas por los anillos, obteniéndose madera de corte radial y siguiendo una dirección arbitraria obteniéndose en general madera de corte oblicuo. (PADT REFORT, 1984).

Para producir madera de calidad estructural es conveniente aserrar las piezas en corte radial, para reducir las distorsiones y defectos debidos al secado. Por ser el tronco cilíndrico, esto no es siempre posible, por lo que debe de decidirse el tipo de elemento que se quiere obtener con este corte y aserrar el resto para otro tipo de elementos menos exigente en estabilidad dimensional. Normalmente la madera radial o tangencial no es exactamente cortada perpendicular o paralelamente a los anillos de crecimiento, se considera sin embargo madera radial a aquella cuyos anillos hacen un ángulo entre 60° y 90° con la cara mayor. Se acepta como madera tangencial a aquella cuyos anillos son tangentes al corte, y los que hacen un ángulo entre 30° y 60° se le denomina madera oblicua. (Figura N°: 29). (PADT REFORT, 1984).

PARTES DE UNA TROZA

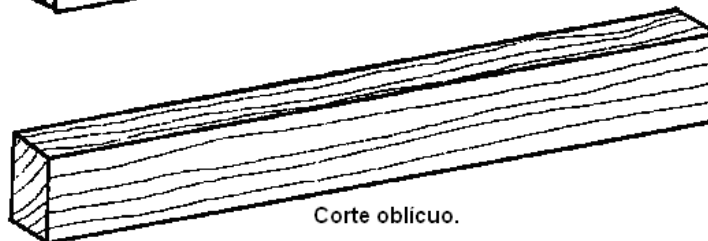
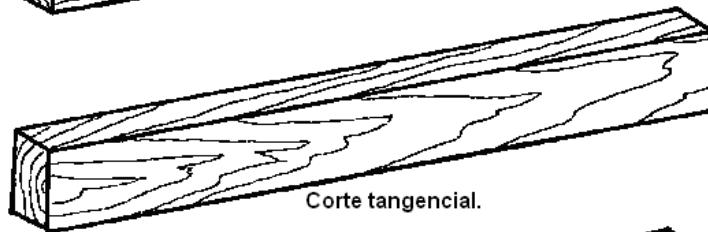
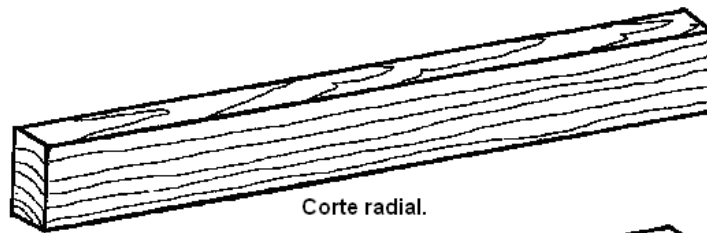
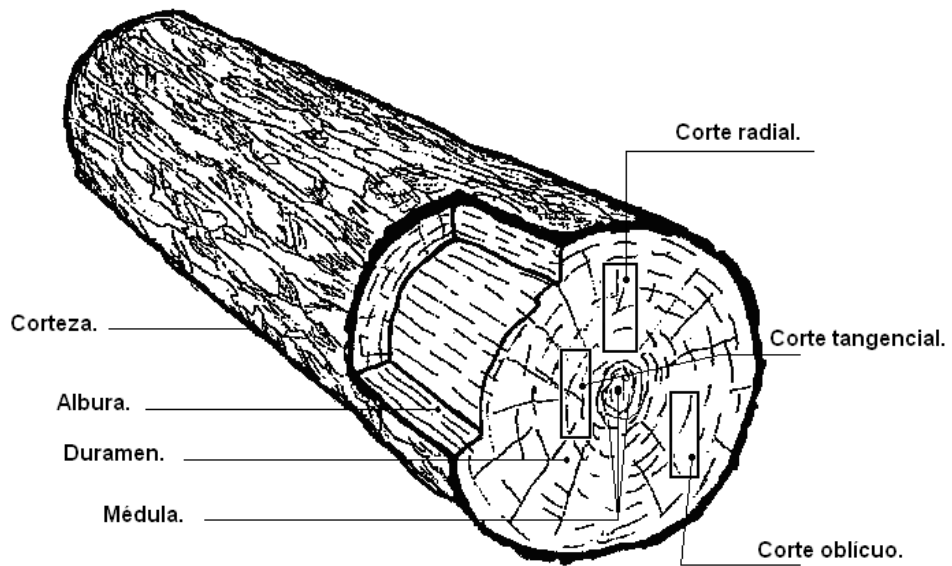


Figura 29: Denominación de los tipos de corte según su orientación en el tronco.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.8. Factores Que Afectan El Comportamiento Estructural De La Madera

Existe una serie de variables relacionadas con la estructura natural de la madera que pueden afectar sus propiedades mecánicas. (Fritz *et al.*, 2004):

3.2.8.1. Densidad

La densidad es una variable importante para determinar la resistencia de la madera. Esta depende de varios factores, entre los cuales se puede mencionar. (Fritz *et al.*, 2004):

- Composición de las paredes celulares.
- Grosor de las paredes celulares.
- Tamaño de los poros.
- Composición de la celulosa.

3.2.8.2. Contenido De Humedad

Cuando la madera pierde agua por debajo del punto de saturación de las fibras, cada célula se compacta, lo que provoca mayor rigidez y resistencia de las fibras, y por ende, un incremento de su resistencia. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.8.3. Temperatura

En general, las propiedades mecánicas de la madera decrecen al aumentar la temperatura interna, produciendo el efecto inverso cuando se enfría. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.8.4. Albura Y Duramen

Por los tejidos de la albura se conduce la savia desde la tierra a las hojas, siendo de vital importancia en el crecimiento del árbol, además de ser su soporte. En la primera etapa del árbol, su sección transversal corresponde a la albura, luego, parte de ésta se transforma en duramen, cuya única función es el soporte mecánico del tronco. (Fritz *et al.*, 2004).

No existen diferencias significativas entre las propiedades mecánicas de albura y duramen. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.8.5. Temporada De Corte

En general el árbol se puede talar en cualquiera estación del año, no habiendo ninguna diferencia en sus propiedades, lo importante es que una vez talado, se procede de inmediato a su procesamiento y secado en cámara. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.8.6. Duración De Carga

Cuando a un elemento de madera se le carga por primera vez se deforma elásticamente, y si la carga se mantiene, se presenta una deformación adicional dependiente del tiempo. Este fenómeno se denomina flujo plástico ó “Creep”. (PADT REFORT, 1984).

3.2.8.7. Degradación

La madera por ser un material orgánico y natural, constituido por celulosa y lignina, si es sometida a ciertas condiciones de humedad, temperatura y oxígeno puede ser degradada. La degradación de la madera se debe al ataque de organismos biológicos destructores como son; los hongos y los insectos xilófagos que ha dichas condiciones ambientales pueden invadir ciertos sectores de la madera y si no son detectados a tiempo, destruyen las células que la componen, afectando sus propiedades físicas y mecánicas, reduciendo severamente su resistencia estructural. (PADT REFORT, 1984).

3.2.8.8. Ataque De Insectos

Por lo general se consideran dos tipos de insectos que atacan a la madera: los que atacan a la madera antes de su puesta en servicio y los que atacan después de su puesta en servicio. Dentro de estos figuran: Los Termites Subterráneos y los de madera seca, que son los más dañinos, estos son los escarabajos tipo *lyctus* o *bostrichidos* y las hormigas carpinteras o comejenes. (PADT REFORT, 1984).

3.2.8.9. Defectos de la madera

Recibe este nombre cualquier irregularidad física, química o físico- química de la madera, que afecte los aspectos de resistencia o durabilidad, determinando generalmente una limitante en su uso o aplicación. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.8.9.1. Clasificación Visual de defectos

El identificar los defectos de la madera permite clasificarla por aspecto o resistencia.

En una clasificación por resistencia, cada nivel está vinculado a una razón de resistencia y se clasifica según el grado estructural. Se distinguen, además, defectos por manipulación de la madera (secado y elaboración) y los inherentes a ella, los cuales influyen al momento de clasificarla por aspecto y por resistencia. (Bazán, 2010).

Es importante conocer los términos relacionados con la geometría de una pieza, indispensable para comprender las definiciones y métodos de medición de los defectos de la madera. (Fritz *et al.*, 2004).

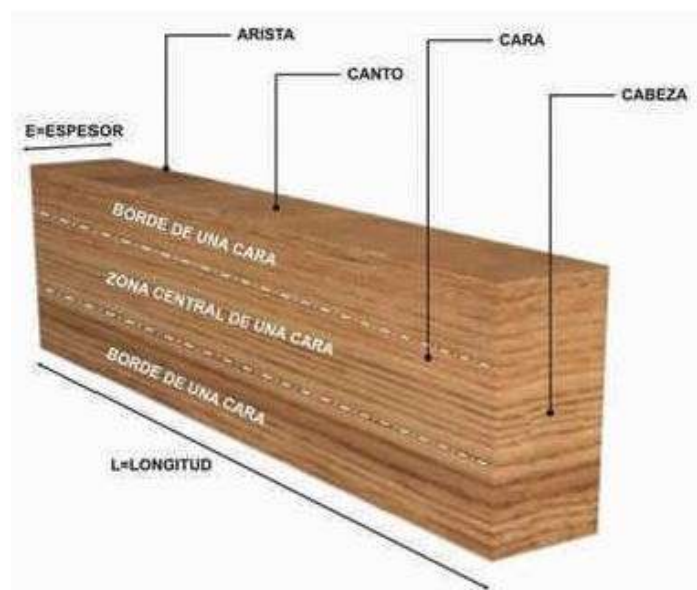


Figura 30: Términos relativos a la geometría de una pieza.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Arista es la línea recta de intersección de las superficies que forman dos lados adyacentes. *Cabeza* es la sección transversal de cada extremo de una pieza. *Cantos* son superficies planas, menores y normales a las caras paralelas entre sí y al eje. *Caras* son las superficies planas mayores, paralelas entre sí y al eje longitudinal de una pieza o cada una de las superficies planas de una pieza de sección cuadrada. *Borde de una cara* es la zona de la superficie de una cara que abarca todo el largo de una pieza y que queda limitada en el ancho, por una arista y por una línea imaginaria paralela a la arista y a una distancia de ésta igual a la cuarta

parte del ancho de la pieza. *Zona central de una cara* se define como la zona de la superficie de una cara que abarca todo el largo de una pieza que queda comprendida entre los bordes de la cara. El ancho de esta zona es igual a la mitad del ancho de la pieza. *Escuadría* es la expresión numérica de las dimensiones de la sección transversal de una pieza. Se debe especificar en milímetros (mm) de acuerdo a la norma vigente. Como en nuestro país está arraigado el uso de las pulgadas, se ha considerado conveniente especificar las escuadrías de las piezas indistintamente en ambos sistemas, como por ejemplo: 2" x 4" ó 2x4 ó 41 x 90 mm. (Fritz *et al.*, 2004).

Ancho: Dimensión mayor de la escuadría.

Espesor: Dimensión menor de la escuadría.

3.2.8.9.1.1. Clasificación visual de defectos para madera estructural por el PADT REFORT.

Cualquier irregularidad que afecta las propiedades físicas, químicas y mecánicas de una pieza de madera puede considerarse como un defecto. La finalidad de la clasificación por defecto es evitar la presencia, tipo, forma, tamaño y ubicación de los mismos con la finalidad de obtener piezas de madera con características mínimas garantizadas. La clasificación mencionada es de tipo visual lo que implica una selección o verificación de las tolerancias por personal humano entrenado y eventualmente certificado oficialmente siguiendo una comprobación visual. La aplicación de la norma se limita a madera aserrada y escuadrada. A continuación se presentan definiciones para los diferentes tipos de defectos agrupados según su origen. (PADT REFORT, 1984).

A). Defectos relativos a la constitución anatómica.

Albura. Por lo general la albura en casi todas las especies es atacable, y se considera como defecto cuando ha sido atacada y presenta pudrición. (PADT REFORT, 1984).

Bolsa. Es la presencia de una cavidad, que contiene resina, goma o tanino. (PADT REFORT, 1984).

Corteza incluida.: Es la presencia de una masa de corteza total o parcialmente comprendida en el leño. (PADT REFORT, 1984).

Grano inclinado. Es la desviación angular que presentan los elementos longitudinales del fuste o canto de una pieza. (PADT REFORT, 1984).

Madera de compresión. Es la madera de reacción que se forma típicamente en las

confieras. Generalmente es más dura y oscura que la madera normal. (PADT REFORT, 1984).

Madera de tensión. Es la madera de reacción que se forma típicamente en las latifoliadas, generalmente es más clara que la madera normal. (PADT REFORT, 1984).

Médula: Es la parte central del duramen. Es susceptible al ataque de hongos e insectos. (PADT REFORT, 1984).

Nudo. Es el área de tejido leñoso resultante del rastro dejado por el desarrollo de una rama, cuyas características son diferentes a las de la madera circundante. (PADT REFORT, 1984).

B). Defectos relativos al ataque de agentes biológicos

Acañonado. Es el orificio aproximadamente cilíndrico en el interior de una troza como consecuencia del atabacado. (PADT REFORT, 1984).

Atabacado. Es el proceso de pudrición castaña de la madera que se caracteriza, en la etapa avanzada, por la desintegración del leño en un polvo de color pardusco. (PADT REFORT, 1984).

Mancha. Es el cambio de color de la madera producido por hongos que descomponen la estructura leñosa. (PADT REFORT, 1984).

Perforaciones grandes. Son agujeros con diámetros mayores a 3 mm. producidos por insectos y larvas perforadoras. (PADT REFORT, 1984).

Perforaciones pequeñas. Son agujeros con diámetros iguales o menores a 3 mm. producidos por insectos o larvas perforadoras. (PADT REFORT, 1984).

Pudrición avanzada. Es la etapa de descomposición en que la madera presenta cambios evidentes en su apariencia, peso específico, composición, dureza y otras características mecánicas. (PADT REFORT, 1984).

Pudrición castaña. Es aquella que se caracteriza por una coloración castaña de la madera como consecuencia de la descomposición de la celulosa. (PADT REFORT, 1984).

Pudrición clara. Es aquella que se caracteriza por la coloración clara de la madera como consecuencia de la descomposición preponderante de la lignina además de las hemicelulosas. (PADT REFORT, 1984).

Pudrición incipiente. Es la etapa inicial de la descomposición en la cual la madera pierde parte de sus propiedades mecánicas y puede sufrir cambios de color debido al ataque de hongos. (PADT REFORT, 1984).

C). Defectos originados durante el apeo, transporte y almacenamiento

Desgarramiento. Es el rompimiento que se produce en la base del tronco al ser cortado o talado el árbol. (PADT REFORT, 1984).

Fractura o falla de compresión. Es la deformación o rompimiento de las fibras de la madera como resultado de compresión o flexión excesivas ocasionada en árboles en pie por la acción del viento, nieve o proceso de crecimiento, y en árboles apeados como resultado de esfuerzos durante las operaciones de explotación y aprovechamiento. (PADT REFORT, 1984).

Rajadura. Es la separación de los elementos constitutivos de la madera que se extiende en la dirección del eje de la pieza afectando totalmente el espesor de la mima o dos puntos opuestos de una madera rolliza. (PADT REFORT, 1984).

D). Defectos originados durante el secado.

Alabeo. Es la deformación que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudinal o transversal o de ambos. (PADT REFORT, 1984).

Abarquillado. Es el alabeo de las caras en la dirección transversal. (PADT REFORT, 1984).

Arqueadura o combado. Es el alabeo de las caras en la dirección longitudinal. (PADT REFORT, 1984).

Colapso. Es la reducción de dimensiones de la madera que ocurre durante un proceso de secado por encima del punto de saturación de la fibra y que se debe a un aplastamiento de sus cavidades celulares. A menudo se observa como un corrugado de la superficie. (PADT REFORT, 1984).

Encorvadura. Es el alabeo de los cantos en sentido longitudinal. (PADT REFORT, 1984).

Endurecimiento superficial. Es el estado de tensiones de una pieza caracterizado por compresión en las capas externas y tensión en la parte interna, como resultado de inadecuadas condiciones de secado. (PADT REFORT, 1984).

Grieta. Es la separación de los elementos constitutivos de la madera cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos caras de una pieza aserrada o dos puntos opuestos de la periferia de una madera rolliza. (PADT REFORT, 1984).

Rajadura. Es la separación de los elementos constitutivos de la madera que se

extiende en la dirección del eje longitudinal de la pieza y afecta totalmente el espesor de la misma a dos puntos opuestos de una madera rolliza. (PADT REFORT, 1984).

Torcedura. Es el alabeo simultáneo en las direcciones longitudinal y transversal. (PADT REFORT, 1984).

E). Defectos originados durante el aserrío

Arista faltante. Es la falta de madera en una o más aristas de una pieza. (PADT REFORT, 1984).

Mala escuadría. Se denomina así a la sección transversal de una pieza de madera que está mal labrada a escuadra. (PADT REFORT, 1984).

Picada. Es la depresión en la superficie, de una pieza producida por un corte anormal. (PADT REFORT, 1984).

3.2.8.9.1.2. Clasificación de defectos por el manual: “La Construcción de Viviendas de Madera” de la Corporación Chilena de la Madera CORMA.

A). Defectos propios

Los defectos propios que más inciden sobre las propiedades de resistencia y durabilidad son:

Nudos sueltos: Abertura de sección relativamente circular, originada por el desprendimiento de un nudo. Si no interesa su posición en la pieza, la norma establece que se debe calcular el diámetro medio, midiendo su diámetro mayor y menor, en milímetros, y calculando el promedio. Los agujeros y/o nudos sueltos se pueden ubicar en la arista, en el borde de la cara, en el canto o en la zona central de la cara. La posición de este defecto es determinante en la magnitud de la alteración que causará en las propiedades resistentes. Así, un agujero, dentro o cerca de un canto, afecta fuertemente la resistencia de tracción o compresión de una pieza solicitada por flexión. En cambio, un agujero en el centro de la cara alterará más su resistencia de cizallamiento, cuando se aplica a ella el mismo esfuerzo de flexión. (Fritz *et al.*, 2004).

Ejemplos:



Figura 31: Medición de agujero y/o nudo suelto en el borde de la cara.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 32: Medición de agujero y/o nudo suelto en la arista.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Rajaduras: Separación de fibras en la madera que afecta dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza. (Fritz *et al.*, 2004).

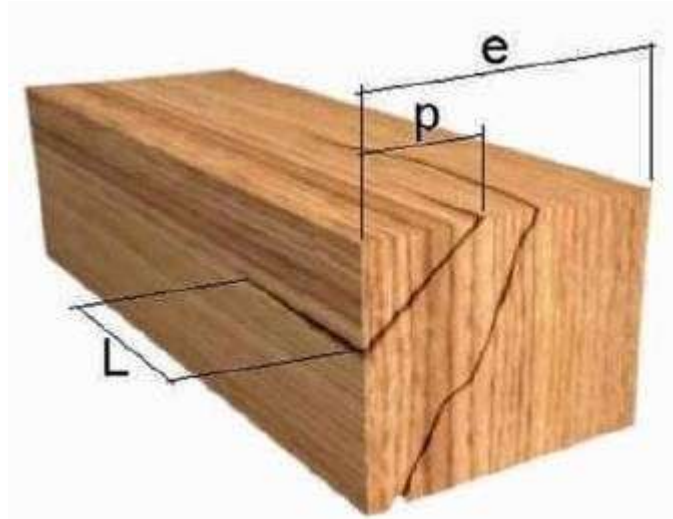


Figura 33: Medición de la longitud de la zona afectada por la rajadura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Grietas: Separación de elementos constitutivos de la madera cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza. (Fritz *et al.*, 2004).

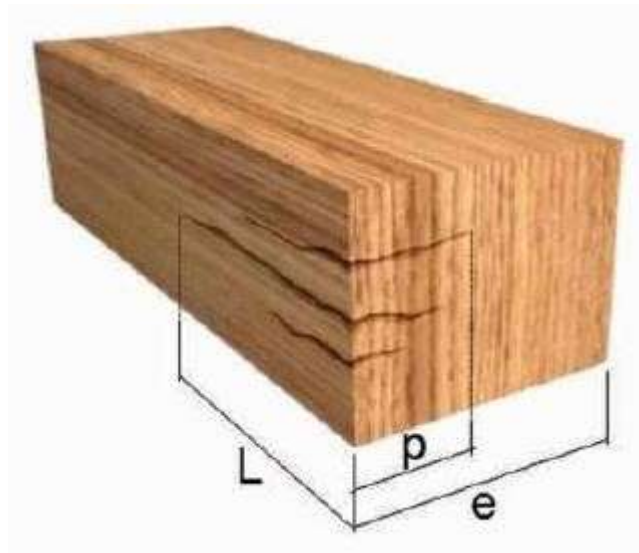


Figura 34: Medición de grietas.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Fibra inclinada: Desviación angular que presentan los elementos longitudinales de la madera, con respecto al eje longitudinal de la pieza. (Fritz *et al.*, 2004).

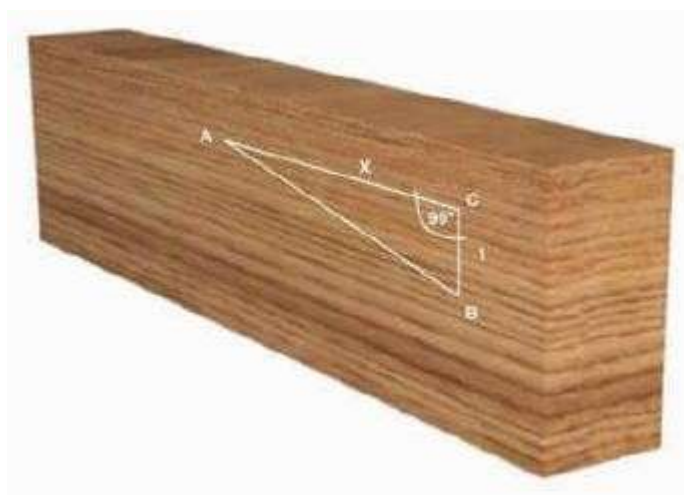


Figura 35: Medición de la desviación de la fibra.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Perforación: Galería u otro tipo de orificio producido por la presencia de insectos taladradores. En cualquier caso, la madera con este defecto debe ser desechada. (Fritz *et al.*, 2004).

Pudrición: Degradación, descomposición y destrucción de madera por presencia de hongos xilófagos y ambiente húmedo. La presencia parcial de putrefacción implica una creciente reducción de la resistencia. No se debe utilizar como material de construcción. (Fritz *et al.*, 2004).

Otros defectos que inciden en la resistencia, pero en menor grado, son:

Bolsillo de corteza: Presencia de masa de corteza total o parcial comprendida en la pieza. Se conoce también como “corteza incluida”. (Fritz *et al.*, 2004).

Bolsillo de resina: Presencia de una cavidad bien delimitada que contiene resina o tanino. Se conoce también como “bolsa o lacra”. Los efectos que tiene el bolsillo de corteza y/o resina sobre la resistencia son los mismos descritos para el agujero y/o nudo suelto. La medición dependerá de la ubicación que tiene el bolsillo en la pieza, el cual se puede ubicar en la arista, borde de la cara, en el canto o en la zona central. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 36: Medición de bolsillo de corteza y/o resina en la zona central de la pieza.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Acebolladuras: Separación de la pieza entre dos anillos consecutivos. Cuando aparece en las caras o cantos, se mide su longitud y separación máxima (mm). (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 37: Forma y medición de una acebolladura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Alabeos: Deformación que puede experimentar una pieza de madera en la dirección de sus ejes, longitudinal y transversal o ambos a la vez, pudiendo tener diferentes formas: acanaladura, arqueadura, encorvadura y torcedura. Estos son defectos típicos por secado inadecuado, tema que se trata más adelante. (Fritz *et al.*, 2004).

Ejemplo:

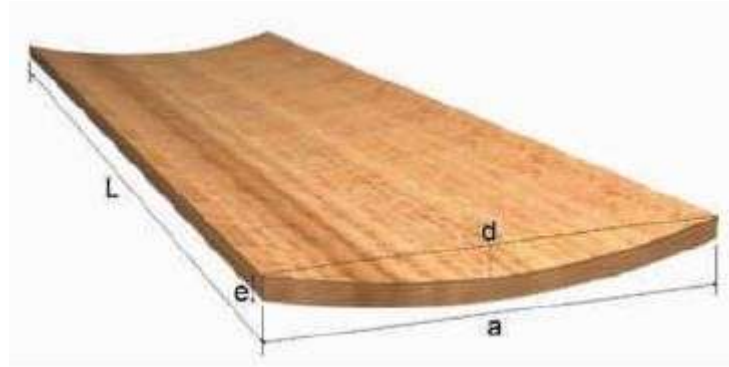


Figura 38: Acanaladura, alabeo de las caras en la dirección transversal. Se conoce también como “abarquillado” (se muestra la medición de la acanaladura).
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Colapso: Reducción de las dimensiones de la madera durante el proceso de secado, sobre el punto de saturación de las fibras, y se debe al aplastamiento de sus cavidades celulares. Este defecto no es admisible en la madera, puede afectar la resistencia y además su presencia. (Fritz *et al.*, 2004).

Médula: Corresponde al tejido parenquimático y blando de la zona central del tronco. Afecta la clasificación por aspecto de superficies que quedan a la vista. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 39: Medición de médula.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Canto muerto: Se conoce por canto muerto o arista faltante a la falta de madera en una o más aristas de una pieza. (Fritz *et al.*, 2004).

Se mide en la arista, su largo o suma de largos en mm, mayor dimensión en el canto (x) y mayor dimensión en la cara (y).

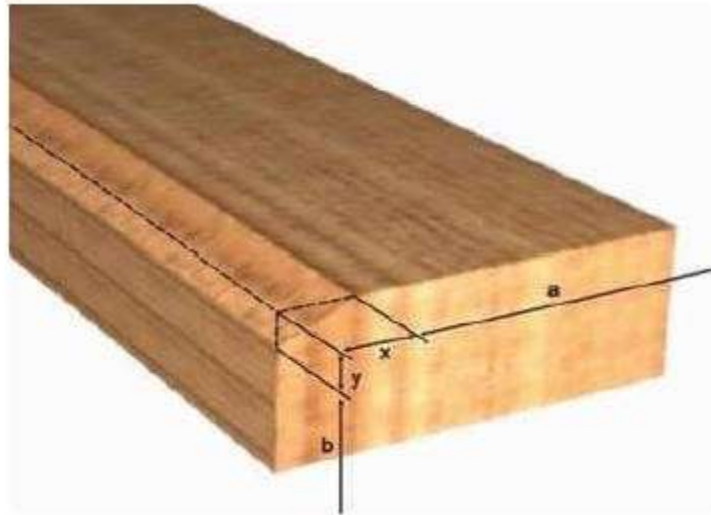


Figura 40: Medición de la arista faltante o canto muerto.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

B). Defectos por elaboración

Escuadría irregular: Variación de la escuadría nominal de una pieza producida por la desviación del plano de corte durante el aserrío, por ejemplo, sobredimensión. (Fritz *et al.*, 2004).

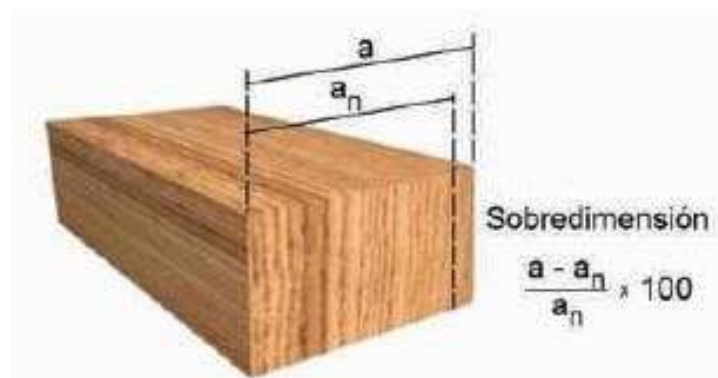


Figura 41: Escuadría irregular.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Grieta: Separación de los elementos constitutivos de la madera, cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza. (Fritz *et al.*, 2004).

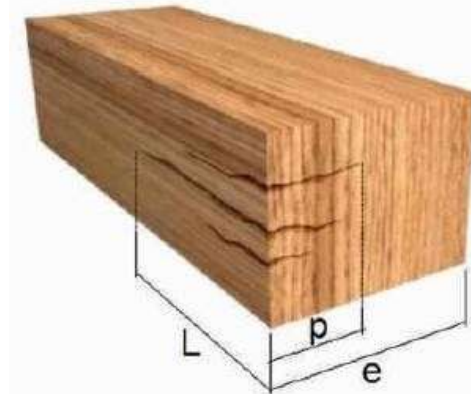


Figura 42: Medición de una grieta.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Marca de sierra: Depresión en la superficie de una pieza por un corte anormal. (Fritz *et al.*, 2004).

Rajadura: Separación de fibras de la madera que afecta dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza. (Fritz *et al.*, 2004).

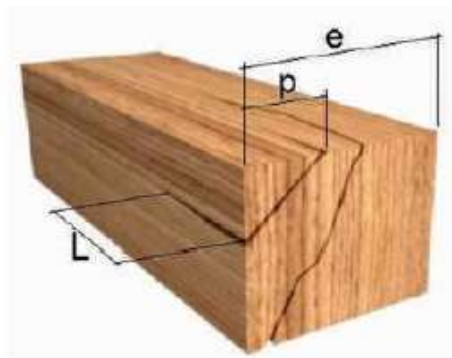


Figura 43: Medición de la longitud de la zona afectada por rajadura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Cepillo desgarrado: Levantamiento de fibras en las superficies cepilladas causada por trabajo defectuoso. Ocurre con mayor frecuencia al procesar madera verde. (Fritz *et al.*, 2004).

Cepillo ondulado: Depresiones sucesivas dejadas por cuchillos sobre la superficie de una pieza cepillada. (Fritz *et al.*, 2004).

Cepillo incompleto: Áreas de la superficie de una pieza que quedan sin cepillar. (Fritz *et al.*, 2004).

Depresión por cepillado: Concavidad producida durante el cepillado. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 44: Depresión por cepillado.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Marca de astillamiento: Depresión en las caras cepilladas, causada por desprendimiento de fibras. (Fritz *et al.*, 2004).

Mancha de procesamiento: Cambio de color que puede ocurrir en la madera durante los procesos de aserrío, cepillado y/o almacenamiento. (Fritz *et al.*, 2004).

Quemado: Carbonización de la madera durante su procesamiento, producida por fricción de la herramienta. (Fritz *et al.*, 2004).

C). Defectos por secado:

Los defectos por secado se producen cuando se realiza un proceso que genera tensiones internas a nivel de estructura de la madera, siendo los más frecuentes: (Fritz *et al.*, 2004).

Arqueadura: La arqueadura o combado es el alabeo de las caras en dirección de las fibras de la madera. La flecha que se forma por una de sus caras indica el grado de deformación, el cual se debe analizar para determinar el nivel de aceptación que se permite en la madera para un determinado uso. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 45: Alabeo o deformación de la madera llamado arqueadura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Acanaladura: La acanaladura o abarquillado es un alabeo en dirección transversal a las fibras. (Fritz *et al.*, 2004).



Figura 46: Alabeo o deformación de la madera llamado acanaladura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Encorvadura: La encorvadura o curvatura lateral corresponde al alabeo de los cantos en el sentido de las fibras. (Fritz *et al.*, 2004).

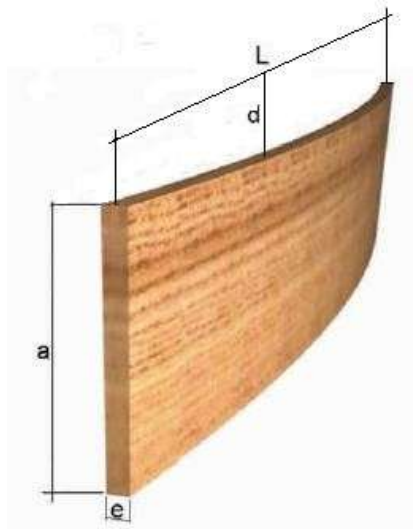


Figura 47: Alabeo o deformación de la madera llamado encorvadura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Torcedura: La torcedura o revirado es el alabeo helicoidal en dirección longitudinal y transversal de las fibras. (Fritz *et al.*, 2004).

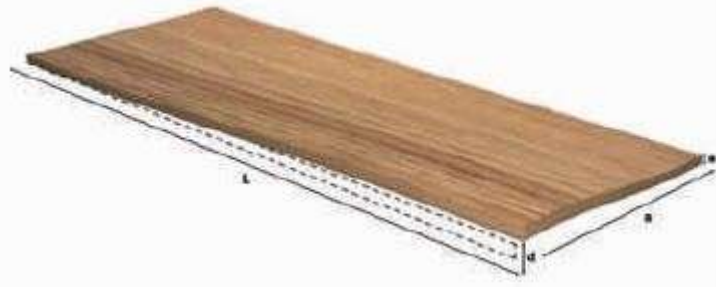


Figura 48: Alabeo o deformación de la madera llamado torcedura.
Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

Colapso: Reducción de las dimensiones de la madera durante el proceso de secado sobre el punto de saturación de las fibras. Se debe a un aplastamiento de las cavidades celulares. (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.8.9.2. Control de defectos

El PADT-REFORT, en el marco del desarrollo de la Norma de Clasificación Visual a establecido tolerancias para controlar los defectos propios de la madera y así garantizar una respuesta adecuada del elemento estructural ante una determinada sollicitación de cargas, las cuales son las siguientes:

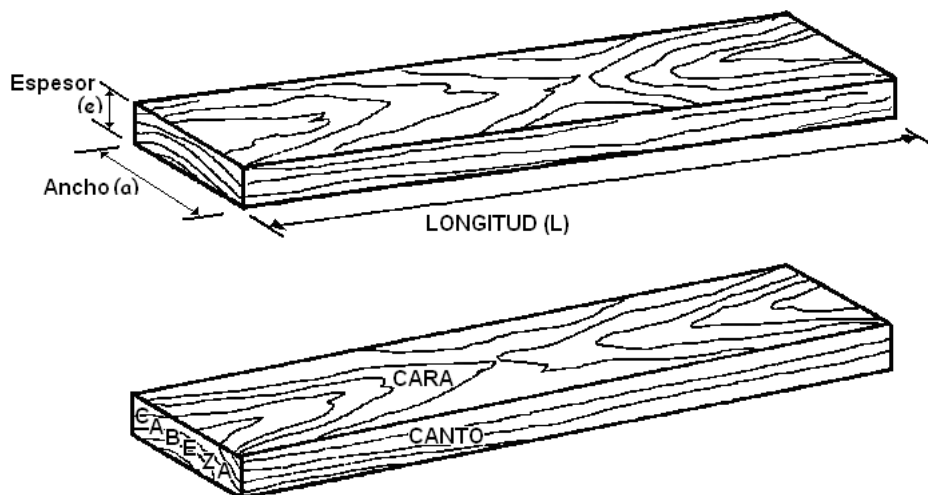


Figura 49: Términos usados en la definición de defectos y presentación de la norma de clasificación visual.

Fuente: (PADT REFORT, 1984).

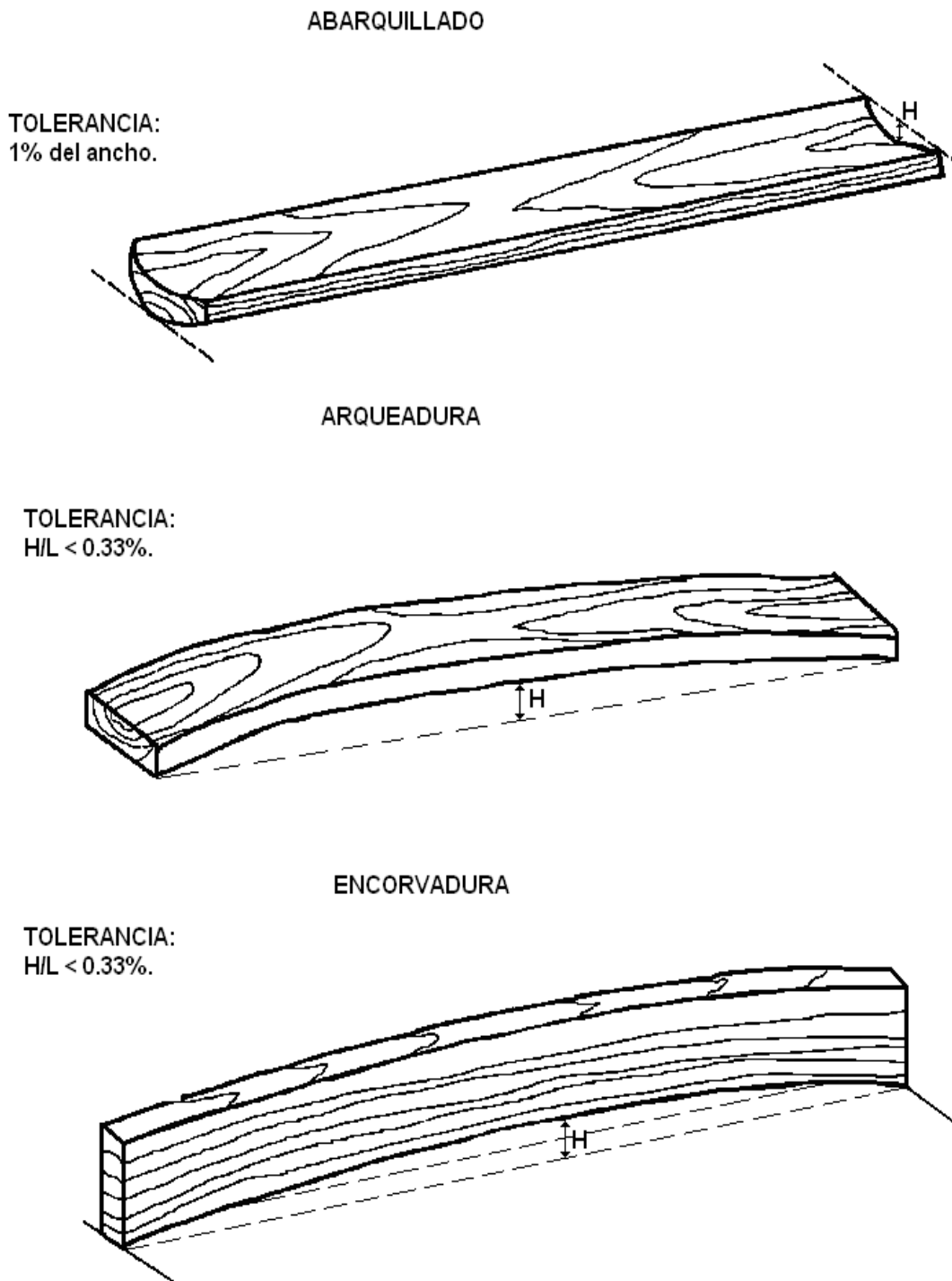
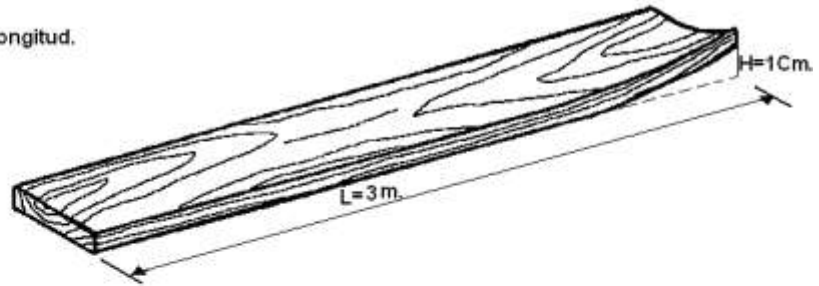


Figura 50: Tolerancias en el alabeo de la madera.
Fuente: (Bazán, 2010).

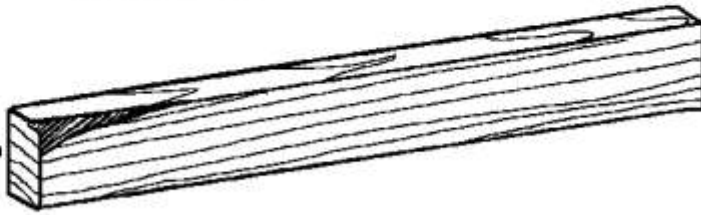
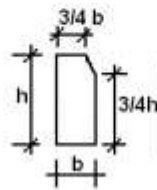
TORCEDURA

TOLERANCIA:
1 Cm./ 3 m. de longitud.



ARISTA FALTANTE

TOLERANCIA:



DURAMEN QUEBRADIZO

TOLERANCIA:
No se permite.



ESCAMADURA

TOLERANCIA:
No se permite en aristas, si en caras paralelas
al eje con una profundidad de
 $1/10 e$.



FALLAS DE COMPRESION

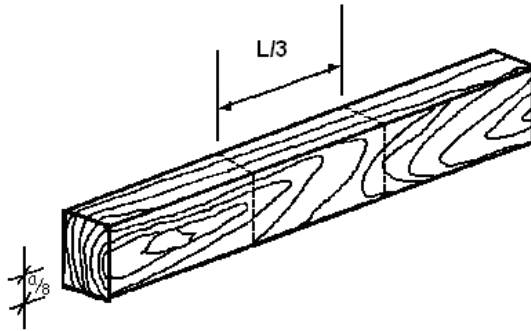
TOLERANCIA:
No se permite.



Figura 51: Tolerancias en los defectos de la madera.
Fuente: (Bazán, 2010).

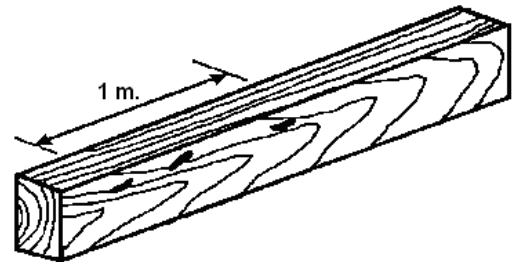
NUDO HUECO

TOLERANCIA:
Evitar el tramo central.



PERFORACIONES GRANDES

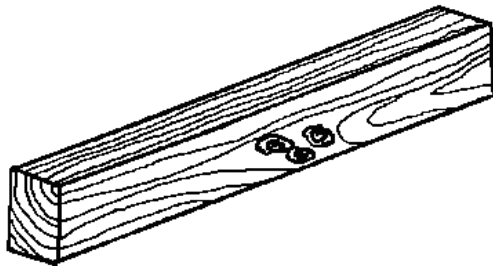
TOLERANCIA:
Se permiten cuando su distribución es moderada.



Máx. 3 agujeros por metro lineal. No alineados ni pasantes.

NUDOS ARRACIMADOS

TOLERANCIA:
No se permite.



RAJADURAS

TOLERANCIA:
Se permite en uno de sus extremos y con una longitud no mayor que "a".

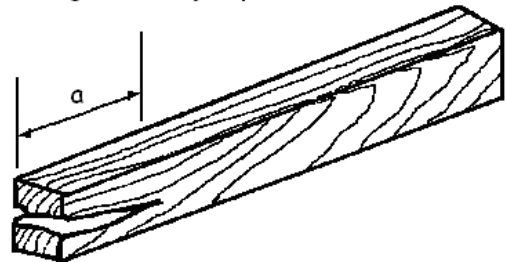


Figura 52: Tolerancias en el nudo, perforaciones y rajaduras de la madera.
Fuente: (Bazán, 2010).

3.2.8.10. Cuidados y consideraciones de piezas de madera para el almacenamiento y protección a pie de obra

Si bien la madera recibida en obra puede llegar en óptimas condiciones, también puede sufrir severas deformaciones que afectan su resistencia o su desempeño en servicio, producto de una deficiente manipulación y/o mal almacenamiento en obra. (Fritz *et al.*, 2004).

Debido a esto, es de suma importancia tomar las siguientes precauciones y consideraciones:

- Almacenar la madera en forma encastillada y protegida de la exposición directa al sol.
- Evitar almacenar la madera en ambientes húmedos.
- Evitar contacto directo de la madera con el suelo.
- Mantener encastillado en orden, evitando piezas separadas.



Foto 8: Almacenamiento de la madera en paquetes con uso de separadores.

Fuente: (Fritz *et al.*, 2004).

3.2.9. Estructuras de Madera

Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir, como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada.

La función puede ser: salvar un claro, como en los puentes; encerrar un espacio, como sucede en los distintos tipos de edificios, o contener un empuje, como en los muros de contención, tanques o silos. La estructura debe cumplir con la función a la que está destinada con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio. (Santiago; 2005).

3.2.9.1. Elementos estructurales

Algunos de los elementos más comunes que constan las estructuras son los siguientes:

3.2.9.1.1. Vigas.

Una viga es un elemento estructural que resiste cargas transversales. Generalmente, las cargas actúan en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la viga. Las cargas aplicadas sobre una viga tienden a flexionarla y se dice que el elemento se encuentra a **flexión**. Por lo común, los apoyos de las vigas se encuentran en los extremos o cerca de ellos y las fuerzas de apoyo hacia arriba se denominan reacciones. (Robles *et al.*, 1983).

3.2.9.1.2. Columnas.

Son elementos donde las cargas principales actúan paralelas al eje del elemento, y por lo tanto trabaja principalmente a compresión; cuya longitud es varias veces mayor que su dimensión lateral más pequeña. El esfuerzo de compresión es muy peligroso en este tipo de elemento estructural, por la presencia de *pandeo*, que es una falla por inestabilidad. (Robles *et al.*, 1983).

3.2.9.2. Configuración de miembros estructurales

Una armadura es una configuración estructural de elementos, generalmente soportada solo en sus extremos y formada por una serie de miembros rectos arreglados y conectados uno a otro, de tal manera que los esfuerzos transmitidos de un miembro a otro sean axiales o longitudinales a ellos únicamente; esto es, de tensión o compresión. (Parker, 1972).

3.2.9.2.1. Tipos de configuración

Configuración completa. Es aquella que se compone del número mínimo de miembros necesarios para formar una estructura hecha completamente de triángulos.

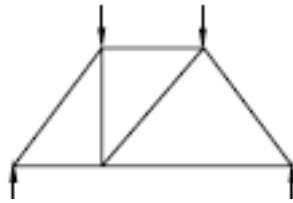


Figura 53: Configuración completa
Fuente: (Parker, 1972).

Configuración incompleta. Es un entramado no compuesto totalmente de triángulos (figura 54). Para cargas simétricas esta configuración puede ser estable, pero si la carga es asimétrica, ocurrirá una distorsión que puede provocar falla. Una configuración incompleta se considera que es inestable y siempre debe eludirse. (Parker, 1972).

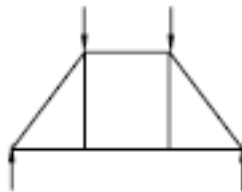


Figura 54: Configuración incompleta.
Fuente: (Parker, 1972).

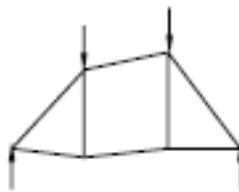


Figura 55: Falla por cargas asimétricas.
Fuente: (Parker, 1972).

Configuración redundante. Es un entramado que contiene un número de miembros mayor que el requerido para formar el número mínimo de triángulos. En la armadura (figura 56), se muestran dos diagonales en el tablero central; una de las diagonales se llama miembro redundante. Sin embargo en la práctica estas dos diagonales, formadas de varillas, se usan frecuentemente; como las varillas son capaces de resistir únicamente fuerzas de tensión, de las dos varillas diagonales en el tablero, solamente una de ellas actuara a la vez. (Parker, 1972).

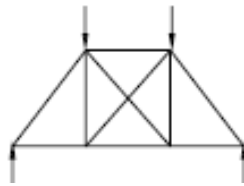


Figura 56: Configuración redundante.
Fuente: (Parker, 1972).

Para el caso de cargas asimétricas, el miembro que resiste una fuerza de tensión trabajara, mientras que la otra diagonal, no estará trabajando. Si se emplea solamente una diagonal, esta deberá ser capaz de resistir tanto compresión como tensión, dependiendo de las magnitudes relativas de las cargas aplicadas. (Parker, 1972).

3.2.9.3. Tipos de Cargar actuantes en las Estructuras

3.2.9.3.1. Cargas de Gravedad

Las cargas de gravedad incluyen todo tipo de carga, en virtud del peso, inducen esfuerzos en la estructura. Las principales son: el peso, el peso muerto, las cargas vivas y las cargas de nieve. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.1. Cargas

Es quizás la tarea más importante y difícil que se debe estimar de manera precisa de las cargas que recibirá una estructura durante su vida útil. Después que se han estimado las cargas es necesario investigar las posibles combinaciones más desfavorables que pueden ocurrir en un momento dado. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.2. Carga muerta o “Peso estimado de armaduras”

Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen fijas en un mismo lugar. Estas son el peso propio de la estructura y otras cargas permanentemente unidas a esta. Para diseñar una estructura es necesario estimar los pesos o cargas muertas de sus partes. Los tamaños y pesos exactos de las partes no se conocen hasta que se hace el análisis estructural y se seleccionan los miembros de la estructura, determinados de acuerdo con el diseño, deben compararse con los pesos estimados. Si se tiene grandes discrepancias, será necesario repetir el análisis y efectuar el diseño con una estimación más precisa de las cargas. Una carga muerta estructural puede estimarse satisfactoriamente por medio de fórmulas basadas en los pesos y tamaños de estructuras similares. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.3. Cargas vivas

Las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud. Dicho simplemente, todas las cargas que no son muertas, son vivas. Las cargas que se mueven bajo su propio impulso como camiones, gente, grúas, etc., se denominan cargas móviles y aquellas que pueden ser desplazadas, como muebles, materiales en un almacén, nieve, etc., se denominan cargas movibles. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.3.1. Cargas por hielo y nieve

Las precipitaciones de hielo y nieve varían con el clima y cantidad retenida por una cubierta depende de su proporción y el tipo de superficie. Las cubiertas de madera, asbesto o similares retendrán mayor cantidad que las tejas planas o las metálicas. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.3.2. Lluvia

El agua en un techo sin pendiente se acumula más rápidamente que lo que tarda en escurrir, el resultado se denomina encharcamiento; la carga aumentada ocasiona que el techo se reflexione en forma de plato, que entonces puede contener más agua, lo que a su vez causa mayores deflexiones. Este proceso continua hasta que se alcanza el equilibrio o el colapso de la estructura. El encharcamiento es un problema ya que puede llegar a causar fallas en el techo. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.3.3. Cargas de impacto

Las cargas de impacto las causan la vibración de las cargas móviles. Las cargas de impacto son iguales a la diferencia entre la magnitud de las cargas realmente generadas y la magnitud de las cargas consideradas como muertas. (Santiago; 2005).

3.2.9.3.1.3.4. Cargas laterales

Las cargas laterales son de dos tipos principales: de viento y de sismo.

Las cargas de viento varían con la localidad geográfica, las alturas sobre el nivel del terreno, los tipos de terreno que rodean a los edificios, incluyendo otras estructuras y algunos otros factores. Las fuerzas de viento actúan como presiones sobre las superficies verticales a barlovento, como presiones o succiones sobre superficies inclinadas a barlovento (dependiendo de la pendiente) y como succiones sobre superficies planas y superficies verticales o inclinadas a sotavento (debido a la creación de presiones negativas o vacíos). (Santiago; 2005).

En muchas áreas del mundo son sísmicas y es necesario considerar en ellas las fuerzas sísmicas en el diseño de edificios tanto altos como bajos. Durante un sismo se presenta una aceleración en el terreno, la cual puede descomponerse en sus componentes horizontal y vertical. Generalmente, la componente vertical de la aceleración es insignificante, pero no así la horizontal que puede ser muy intensa. (Santiago; 2005).

3.2.9.4. Armaduras

Una armadura es una configuración estructural de elementos, generalmente soportada sólo en sus extremos y formada por una serie de miembros rectos arreglados y conectados uno a otro, de tal manera que los esfuerzos transmitidos de un miembro a otro sean axiales o longitudinales a ellos únicamente; esto es, de tensión o compresión. Un triángulo es el único polígono cuya forma es incapaz de modificarse geoméricamente sin cambiar la longitud de uno o más de sus lados; en consecuencia, una armadura está compuesta esencialmente de un sistema de triángulos. (Parker, 1972).

3.2.9.4.1. Partes de una armadura

Una armadura está compuesta por las cuerdas superiores e inferiores y por los miembros del alma. *La Cuerda Superior* consta de la línea de miembros más alta que se extiende de un apoyo a otro pasando por la cumbre. Para armaduras triangulares, el esfuerzo máximo en la cuerda superior ocurre generalmente en el miembro contiguo al apoyo. *La Cuerda Inferior* de una armadura está compuesta por la línea de miembros más baja que va de un apoyo a otro. Como en la cuerda superior, el esfuerzo máximo en la cuerda inferior de armaduras triangulares, se establece en el miembro adyacente al apoyo. Son los miembros que unen las juntas de las cuerdas superior e inferior son los *Miembros del Alma*, y dependiendo de sus posiciones se llaman *verticales o diagonales*. En base al tipo de los esfuerzos, los miembros a compresión de una armadura se llaman *Puntales* mientras que aquellos miembros que están sometidos a esfuerzos de tensión se llaman *Tirantes*. La junta en el apoyo de una armadura triangular se llama *junta de talón*, y la junta en el pico más alto se llama *cumbre*. Los puntos en donde se unen los miembros del alma con la cuerda superior e inferior reciben el nombre de *Nudos*. (Parker, 1972).

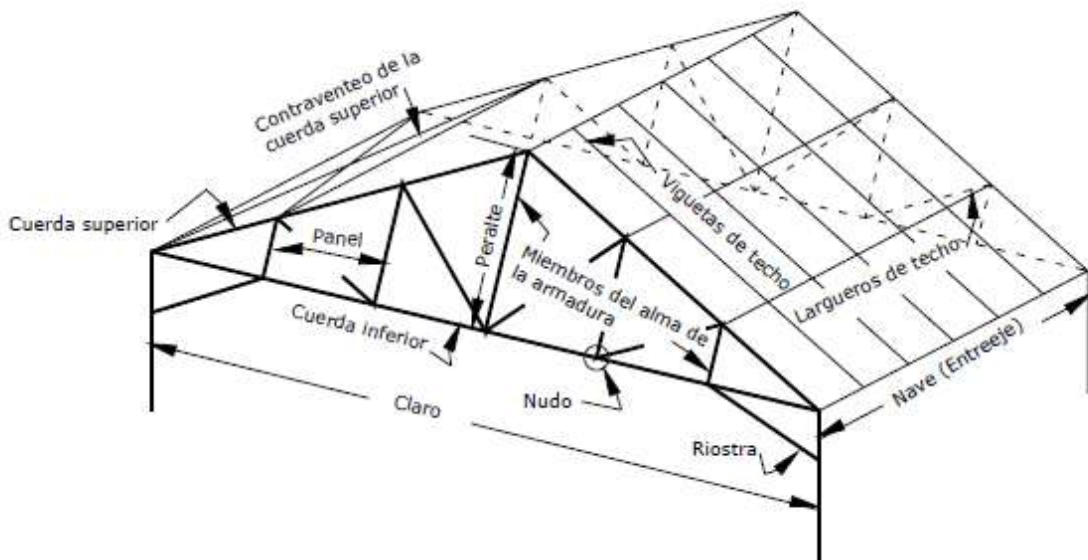


Figura 57: Partes de una armadura (Armadura tipo Howe).

Fuente: (Parker, 1972).

3.2.9.4.1.1. Nave ó Entreeje.

Es la porción de un techo comprendida entre dos armaduras. Puesto que los largueros de techo se extienden de armadura a armadura, la longitud de la nave corresponde a la longitud de un larguero de techo. (Parker, 1972).

Independientemente de la configuración que se emplea, la carga del techo se transfiere a los nudos de la armadura, generalmente por medio de los largueros. (Parker, 1972).

3.2.9.4.1.2. Panel.

Es aquella porción de una armadura que se encuentra comprendida entre dos juntas consecutivas de la cuerda superior. (Parker, 1972).

3.2.9.4.1.3. Larguero de techo.

Es la viga que va de una armadura a otra descansando en la cuerda superior. Uno de los tipos más comunes de estructuraciones de techos se muestra en la figura 57 (armadura tipo Howe) y en la figura 58. En este ejemplo la carga del techo se transfiere de la cubierta a las viguetas de techo; de estas a los largueros de techo y de los largueros de techo a los nudos de las armaduras. (Parker, 1972).

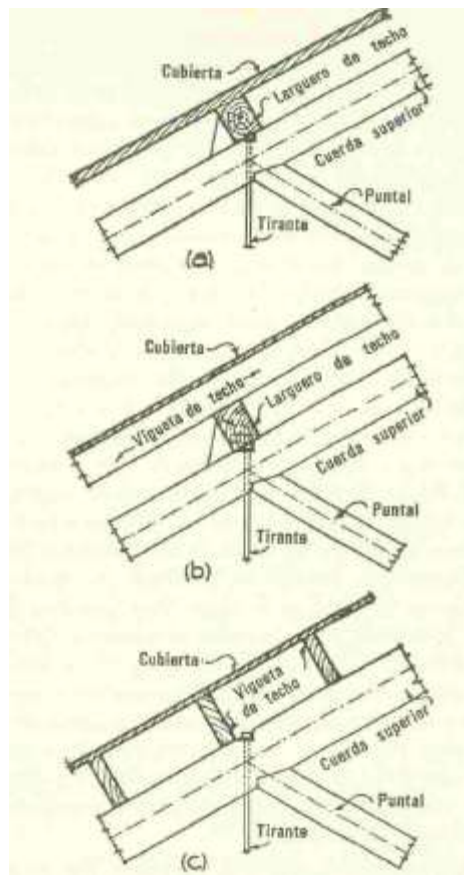


Figura 58: Techo formado por largueros y cubierta.
Fuente: (Parker, 1972).

3.2.9.4.2. Inclinación de las armaduras

3.2.9.4.2.1. Claro.

El claro de una armadura es la distancia entre sus nudos extremos. Cuando una armadura esta soportada por muros, generalmente se considera el claro como la distancia de centro a centro de los apoyos en estos muros. Si la armadura forma un marco con columnas en los extremos, entonces el claro se toma como la distancia entre las caras exteriores de las columnas. (Parker, 1972).

3.2.9.4.2.2. Peralte.

Es la distancia vertical de la cumbrera a la línea que une los apoyos de la armadura. (Parker, 1972).

3.2.9.4.2.3. La inclinación.

La inclinación de un techo es dar el ángulo que la cuerda superior hace con la cuerda con la cuerda inferior, por ejemplo 30° ó 45° de inclinación. Para armaduras simétricas, la *base* es la mitad del claro y frecuentemente, la inclinación se expresa como la relación del peralte a la base, generalmente en metro/metro. A menudo, a esta relación se le llama pendiente. (Parker, 1972).

3.2.9.4.3. Tipos de Armaduras para techo

Las armaduras se clasifican según la forma en que se combinen los diferentes sistemas de triangulación.

Las cuerdas superiores e inferiores pueden ser paralelas o inclinadas, la armadura puede tener claro simple o continua y los miembros de los extremos pueden ser verticales o inclinados.

La armadura más sencilla que existe es la armadura tipo “A” que enseguida se muestra:



Figura 59: Armadura tipo “A”.

Fuente: (Parker, 1972).

Al igual que la armadura de montante maestro:

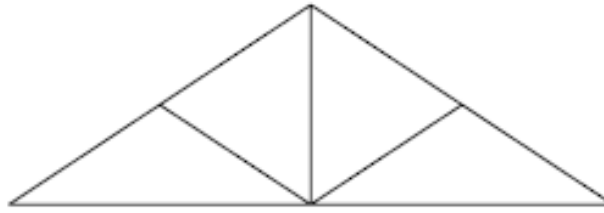


Figura 60: Armadura de montante maestro.
Fuente: (Parker, 1972).

A continuación se muestran otras armaduras utilizadas comúnmente en techos:

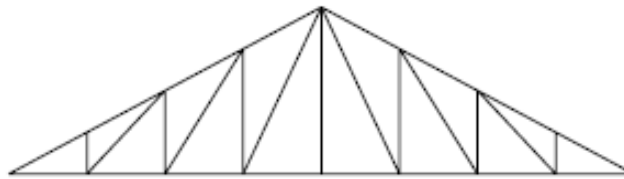


Figura 61: Armadura tipo Pratt.
Fuente: (Parker, 1972).

Las armaduras comúnmente usadas para techo son las armaduras Pratt, Howe y Warren. Difieren en la dirección de los miembros diagonales al alma. El número de paneles depende del claro. La armadura tipo Howe puede ser empleada para salvar claros hasta de 30 metros, sus diagonales trabajan a compresión y las rectas a tensión.

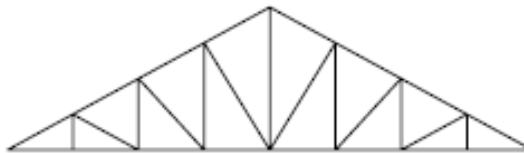


Figura 62: Armadura tipo Howe triangular.
Fuente: (Parker, 1972).

La armadura tipo Pratt se adapta mejor a construcción de acero que de madera.

A comparación con la armadura tipo Howe que es usada comúnmente en construcción de madera.

Para facilitar el estudio de las armaduras se hacen las siguientes suposiciones:

- Las uniones de los miembros se hacen por medio de pasadores lisos. En la práctica las uniones se hacen por medio de láminas llamadas cartelas, que pueden estar atornilladas, remachadas o soldadas con los elementos de la estructura.
- Las fuerzas que va a soportar se ejercen sobre las uniones.
- El peso de los elementos es despreciable en comparación con las cargas aplicadas.

Como consecuencia de las consideraciones anteriores, los elementos de la armadura son cuerpos sometidos a dos fuerzas; esto quiere decir que cada elemento solo puede estar sometido a tensión o a compresión. El propósito de las armaduras para techo es servir de apoyo a una cubierta para protegerse contra los elementos naturales (lluvia, nieve, viento) y plafones. A la vez que realizan estas funciones deben soportar tanto las techumbres como su peso propio. Al cubrir un cierto claro, si se usan armaduras, casi siempre se utilizara menor cantidad de material, sin embargo, el costo de fabricación y montaje de las armaduras será probablemente mayor, que el requerido para las vigas. Para los claros cortos, el costo total de las vigas (material, fabricación y montaje) será decididamente menor que para las armaduras pero a medida que los claros son mayores, los costos más elevados de fabricación y montaje de las armaduras por grandes que sean, serán anulados por el ahorro del material. (Santiago; 2005).

Una ventaja adicional de las armaduras es que para las mismas cantidades de material, son más rígidas que las vigas. Con respecto al peralte de las armaduras, debe considerarse que, para claro y carga dados, conforme una armadura se hace más peraltada los miembros de las cuerdas se irán haciendo menores, pero también las longitudes de los miembros del alma irán aumentando. Esto significa que las relaciones de esbeltez de los miembros del alma se convierten en un factor determinante por necesitarse miembros más pesados. El paso de una armadura simétrica es el cociente de dividir la distancia vertical que se eleva a la cuerda superior (con respecto a su punto más bajo) lo que se le denomina peralte entre el claro. Si la armadura es asimétrica, el valor numérico de su paso no tiene sentido. En este caso, se dan las pendientes de la armadura de cada lado. La pendiente de un lado es el cociente de dividir la distancia vertical que se eleva la cuerda superior en ese lado con respecto a su punto más bajo, entre su proyección horizontal. Para las armaduras simétricas, la pendiente es igual al doble del paso. En sistema decimal se da en una relación directa o en %. (Santiago; 2005).

3.2.9.4.4. Selección del tipo de armadura

La elección de un tipo de armadura depende de cierto número de detalles, entre los que pueden citarse: claro, carga, tipo preferido de cubierta desde el punto de vista arquitectónico, clima, iluminación, aislamiento y ventilación.

3.2.9.4.4.1. Factores que pueden afectar la elección

3.2.9.4.4.1.1. Declive o inclinación.

El declive deseado en una armadura controla en gran parte la selección del tipo de armadura por emplear, ya que existen diferentes tipos de armaduras y este dependerá la economía para los diferentes declives. (Santiago, 2005).

3.2.9.4.4.1.2. Material de la cubierta

El tipo de material utilizado para la cubierta tiene importancia en la selección de la pendiente del techo. (Santiago, 2005).

3.2.9.4.4.1.3. Efecto Arquitectónico

Este tiene que ver con el efecto estético que se desee, y puede ser factor determinante. (Santiago, 2005).

3.2.9.4.4.1.4. Clima

El clima en una área determinada, puede ser de importancia particular, como son los casos ya sea de tener que drenar lluvias, o bien de retención de nieve y hielo. (Santiago, 2005).

3.2.9.4.4.1.5. Proporción de una Armadura

Una de las propiedades de una armadura de cubierta es la proporción.

Proporción es un término que se aplica solamente a las armaduras, en las que las dos vertientes de la cubierta son simétricas. (Santiago, 2005).

3.2.9.5. Uniones

3.2.9.5.1. Uniones empernadas

3.2.9.5.1.1. Cargas Admisibles

Para la determinación de las cargas admisibles deben considerarse: El grupo estructural (A, B, C), la condición de la madera utilizada, la calidad y el diámetro de los pernos, la orientación de las fuerzas en la unión con relación a la dirección del grano en los diversos elementos de madera, el espesor de los elementos de madera, el número de pernos empleados y su ubicación en la unión. (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.2. Uniones sometidas a Doble Cizallamiento

Son uniones de tres elementos de madera, con un sólo perno sometido a doble cizallamiento. éstos son en función del grupo de madera utilizado (A, B, C), el diametro del perno d , y la longitud ℓ , definida como el espesor del elemento central o el doble del espesor del elemento más delgado, el que sea menor. (Ver anexo 18). (PADT REFORT, 1984).

Los pernos más delgados son más eficientes, es decir, son aquellos para que la relación entre resistencia y volumen de material es mayor. Sin embargo a menor diámetro el número de pernos necesario es mayor, siendo mas difícil satisfacer los requisitos de espaciamiento. (ver anexo 19). (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.2.1. Influencia de la Orientación de las Fuerzas con Relación al Grano

Los valores como P del anexo 18 son cargas admisibles para el caso en que la fuerza en la unión siga la dirección del grano (como se muestra en la fig. 63). Las cargas admisibles cuando la fuerza es paralela al grano del elemento pero perpendicular al grano de los elementos laterales (fig.64.a), o viceversa (fig.64.b), se indican como Q. (PADT REFORT, 1984).

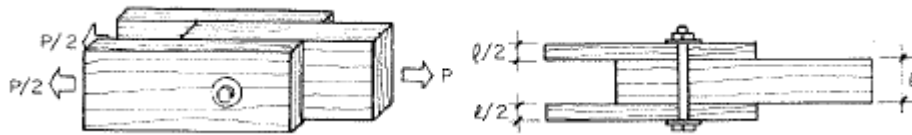
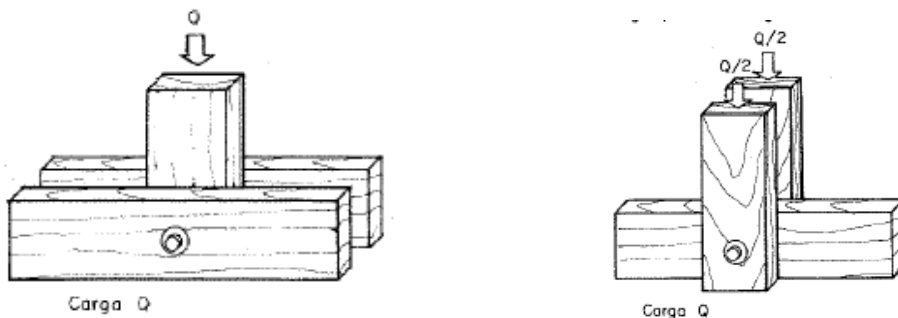


Figura 63: Unión emperrada a doble cizallamiento. Cargas paralelas al grano en todos los elementos (carga P).
Fuente: (PADT REFORT, 1984).



(a) Cargas perpendiculares al grano en los elementos laterales y paralela al grano en el elemento central.

(b) Cargas perpendiculares al grano en el elemento central y paralela al grano en los elementos laterales.

Figura 64: Unión emperrada a doble cizallamiento.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

Las cargas admisibles P y Q corresponden a dos situaciones límites. Si la carga aplicada sigue la dirección del grano en el elemento central forma un ángulo θ con la dirección del grano en los elementos laterales(fig. 65.a), o viceversa (fig. 65.b), la carga admisible puede determinarse con la fórmula de Hankinson: (PADT REFORT, 1984).

$$N = \frac{P Q}{P \operatorname{sen}^2 \theta + Q \operatorname{cos}^2 \theta}$$

Fórmula 36: Fórmula de Hankinson.

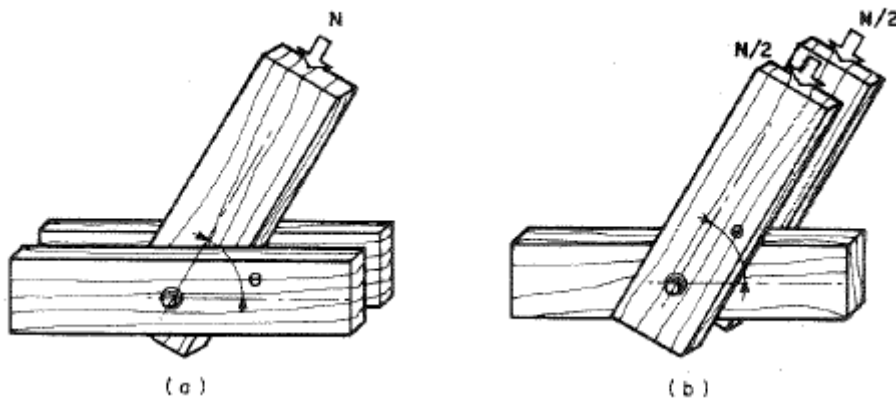


Figura 65: Uniones emperradas, cargas inclinadas con relación al grano.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.2.2. Uniones con Pletinas Metálicas

Si los elementos laterales son pletinas metálicas, los valores indicados como P del anexo 19 pueden incrementarse en 25 por ciento. No deben de considerarse incrementos similares para cargas perpendiculares a la dirección del grano, Q. En ambos casos, ℓ debe tomarse como el espesor del elemento central de madera(Fig.66). Las pletinas metálicas deben tener amplio margen de seguridad contra posibles fallas pro corte o aplastamiento. (PADT REFORT, 1984).

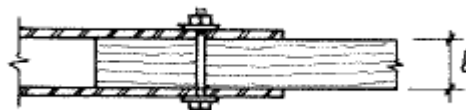


Figura 66: Unión emperrada con pletinas metálicas.

Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.3. Uniones Sometidas a Simple Cizallamiento

La carga admisible para un perno sometido a simple cizallamiento puede considerarse como la mitad de la carga tabulada o calculada para una unión con doble cizallamiento. Para efectos de este cómputo, el elemento central debe tomarse con igual espesor y orientación que el elemento más grueso en la unión a simple cizallamiento; los elementos laterales deben considerarse con el espesor y orientación del elemento más delgado (Fig.67). (PADT REFORT, 1984).

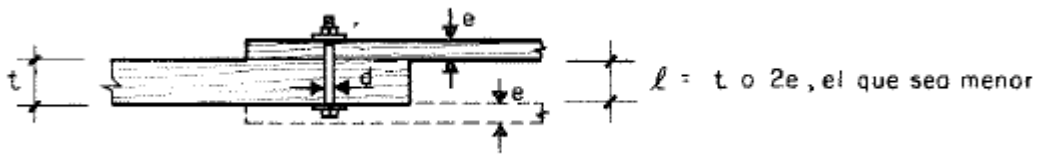


Figura 67: Unión emperrada sometida a cizallamiento simple.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.4. Efectos combinados: corte y fuerza axial

Si la fuerza actúa en dirección inclinada con relación al eje del perno (como se muestra en la Fig.68) las componentes que producen cizallamiento y fuerza axial pueden considerarse separadamente. (PADT REFORT, 1984).

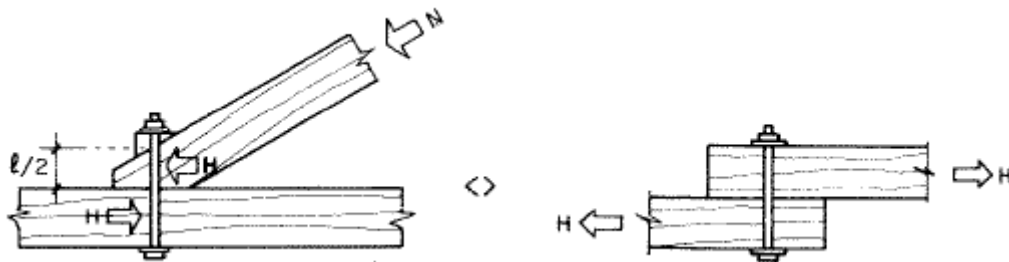


Figura 68: Unión emperrada sometida a cizallamiento y fuerza axial.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.5. Reducción de la carga Admisible por Efecto de Grupo

Las fuerzas del anexo 19 corresponden a uniones con un solo perno. Para uniones con más pernos la carga admisible debe obtenerse sumando las fuerzas tabuladas o calculadas para cada perno y multiplicando este total por un factor de reducción. Esta reducción es necesaria

porque la distribución de fuerzas en los diversos pernos no es uniforme. (PADT REFORT, 1984).

La tabla 3 indica los factores de reducción que deben utilizarse. Estos son función del número total de pernos pro línea paralela a la dirección de la fuerza aplicada y no del número total de pernos en la unión. Los pernos cuyo espaciamiento medido en la dirección perpendicular a la línea de acción de la fuerza es menor que la mitad del espaciamiento en la dirección paralela deben considerarse como pertenecientes a una misma línea (Fig.69). (PADT REFORT, 1984).

Tabla 2: Factor de reducción de la carga admisible en función del número de pernos por línea paralela a la dirección de la carga aplicada.

Tipo de Elemento Lateral	Número de Pernos por Línea				
	2	3	4	5	6
1. Uniones con elementos laterales de madera	1.00	0.92	0.84	0.76	0.68
2. Uniones con elementos laterales de acero	1.00	0.94	0.87	0.80	0.73

Fuente: (PADT REFORT, 1984).

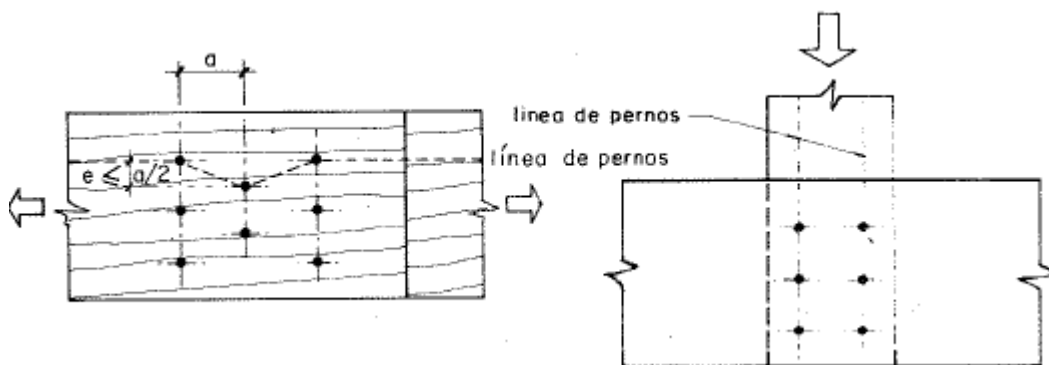


Figura 69: Definición de línea de pernos.

Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.6. Espaciamientos mínimos

El espaciamiento entre pernos y las distancias entre éstos y los bordes de los elementos de madera deben ser suficientes para permitir que cada perno desarrolle toda su capacidad resistente. (PADT REFORT, 1984).

En uniones constituídas por elementos de madera orientados en direcciones diferentes, se deben verificar por separado los requisitos de espaciamiento en cada uno de ellos, resultando para la unión los que sean mayores en cada dirección. (PADT REFORT, 1984).

Se define como línea de pernos a la que forman dos o más pernos en una línea paralela a la dirección de la carga. (Fig. 69). (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.6.1. Cargas Paralelas a la Dirección del Grano

En elementos en los que las fuerzas siguen la dirección del grano, la distancia entre pernos, separación de las filas y las distancias a los bordes y extremos deben ser mayores o iguales que las indicadas en la (Fig.70). Todas estas distancias deben medirse a partir del eje del perno. (PADT REFORT, 1984).

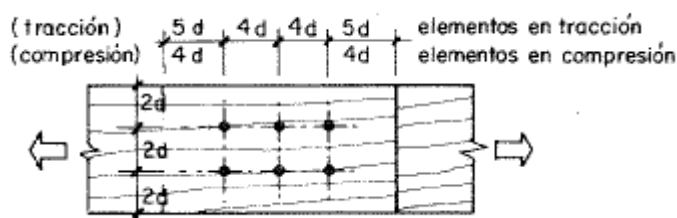


Figura 70: Espaciamientos mínimos entre pernos, cargas paralelas al grano.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.2.9.5.1.6.2. Cargas Perpendiculares a la Dirección del Grano

Para elementos cargados perpendicularmente a la dirección del grano, los espaciamientos mínimos y distancias entre filas y a los bordes y extremos se presentan en la (Fig.71). (PADT REFORT, 1984).

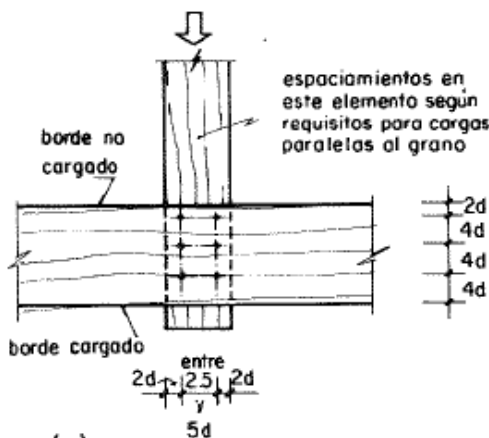


Figura 71: Espaciamiento mínimo entre pernos, cargas perpendiculares al grano.
Fuente: (PADT REFORT, 1984).

3.3. Definición de términos básicos.

- ❖ **Fuerzas en Tensión.** Son las fuerzas aplicadas que tienden a estirar al material a lo largo de su línea de acción. (Bazán, 2010).

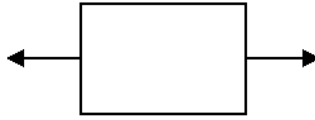


Figura 72: Fuerzas en Tensión
Fuente: (Bazán, 2010).

- ❖ **Fuerzas en Compresión.** Son las fuerzas aplicadas que tienden a comprimir o acortar al material a lo largo de su línea de acción. (Bazán, 2010).

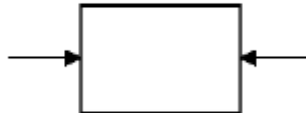


Figura 73: Fuerzas en Compresión
Fuente: (Bazán, 2010).

- ❖ **Fuerza en cortante.** Son las fuerzas que se aplican de tal forma que tienden a cortar o seccionar al material. (Bazán, 2010).



Figura 74: Fuerza en cortante
Fuente: (Bazán, 2010).

- ❖ **Fuerzas en torsión.** Es la fuerza externa aplicada que tiende a torcer al material. La fuerza externa recibe el nombre de torque o momento de torsión. (Bazán, 2010).

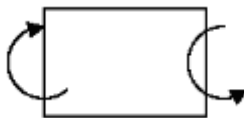


Figura 75: Fuerzas en torsión
Fuente: (Bazán, 2010).

- ❖ **Esfuerzo.** Para estudiar la reacción de los materiales a las fuerzas externas que se les aplican, se utiliza el concepto de esfuerzo: (Bazán, 2010).

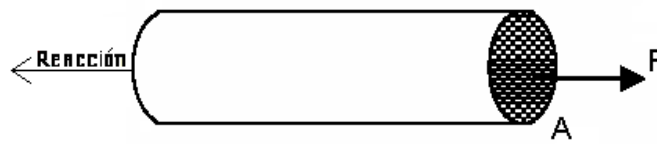


Figura 76: Esfuerzo
Fuente: (Bazán, 2010).

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Fuerza Aplicada}}{\text{Área sobre la cual se aplica la fuerza}}$$

- ❖ **Esfuerzo Ingenieril (σ).** Otros nombres son esfuerzo nominal ó esfuerzo convencional y se define como la fuerza aplicada dividida entre el área transversal inicial del material (el área que tiene el material antes de aplicar la fuerza). El área transversal es el área perpendicular a la línea de acción de la fuerza. (Bazán, 2010).

$$\sigma = \frac{\text{Fuerza Aplicada}}{\text{Área inicial del material}} = \frac{F}{A_0}$$

- ❖ **Esfuerzo Verdadero (σ_v).** Se define como la fuerza aplicada dividida entre el área transversal real instantánea que posee el material mientras está actuando la fuerza. (Bazán, 2010).

$$\sigma_v = \frac{\text{Fuerza Aplicada}}{\text{Área real o instantanea del material}} = \frac{F}{A}$$

- ❖ **Deformación.** Cualquier fuerza externa que se aplique sobre un material causa deformación. La deformación del material se define como el cambio en la longitud a lo largo de la línea de aplicación de la fuerza. En forma matemática: (Bazán, 2010).

$$\text{Deformación} = \Delta L = L_f - L_o$$

Donde:

ΔL : Deformación total. L_f : Longitud final.

L_0 : Longitud inicial

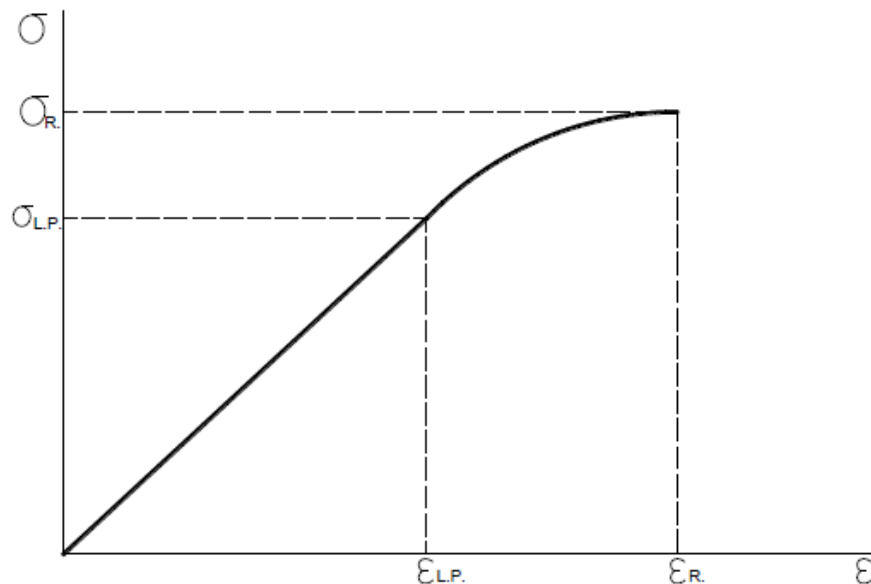
- ❖ **Deformación Unitaria Ingenieril (ϵ).** Otros nombres son deformación unitaria nominal ó deformación unitaria convencional y se define como la deformación total (ΔL) dividida entre la longitud inicial (L_0) del material. (Bazán, 2010).

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$$

- ❖ **Deformación Unitaria Verdadera (ε_v).** O deformación natural y se define como la deformación instantánea dividida entre la longitud real instantánea que posee el material mientras está actuando la fuerza. Matemáticamente se la expresa de la siguiente manera: (Bazán, 2010).

$$\varepsilon_v = \text{Ln} \frac{L_f}{L_o}$$

- ❖ **Diagrama Esfuerzo - Deformación Unitaria.** Suponiendo que al inicio la fuerza aplicada es cero y luego su magnitud se incrementa gradualmente hasta que se rompe. Suponga que cada tiempo se grafica el esfuerzo aplicado contra la deformación unitaria del material. A ésta gráfica se le llama diagrama esfuerzo VS deformación unitaria, y sirve para entender el comportamiento mecánico del material del elemento estudiado (Gráfica 1). (Bazán, 2010).



Gráfica 1: Esfuerzo Vs. Deformación Unitaria.

De la curva esfuerzo-deformación unitaria se obtienen varias propiedades mecánicas del material y hablando específicamente de la madera son:

- Esfuerzo al límite proporcional elástico.
- Módulo de elasticidad.
- Esfuerzo de rotura u esfuerzo último.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la ciudad de Lima, en el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), el todo lo que concierne a la ejecución de los ensayos físico-mecánicos de la madera.

4.1. Materiales, herramientas y/o equipos.

Requiriéndose de los siguientes materiales:

4.1.1. Recursos Materiales

4.1.1.1. En la etapa de campo (extracción de árboles y habilitación de trozas):

- ✓ Equipos de protección personal (casco, chaleco, guantes, lentes).
- ✓ Calculadora.
- ✓ Útiles de escritorio (papel, lápices, etc.)
- ✓ Cámara Fotográfica.
- ✓ GPS marca Garmin.
- ✓ Wincha metálica.
- ✓ Motosierra.
- ✓ Machetes.
- ✓ Sogas.
- ✓ Marcadores de madera.
- ✓ Palancas.
- ✓ Movilidad.

4.1.1.2. En la preparación de trozas y probetas:

- ✓ Sierra circular.
- ✓ Garlopa.
- ✓ Sierra radial.
- ✓ Cepilladora.
- ✓ Desgrosadora.
- ✓ Pintura acrílica.

4.1.1.3. En la etapa de laboratorio (determinación de densidad básica, contenidos de humedad, contracción y propiedades mecánicas):

Ambientes, equipos e instrumentos del Laboratorio de Tecnología de la Madera-Departamento Académico de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

- ✓ Balanza Electrónica de precisión.
- ✓ Estufa eléctrica.
- ✓ Horno desecador.
- ✓ Campanas desecadoras.
- ✓ Vasos volumétricos.
- ✓ Punzón.
- ✓ Formatos de registro.
- ✓ Prensa Universal de Ensayos Mecánicos Tinius Olsen.
- ✓ Accesorios correspondientes a cada ensayo.
- ✓ Crónometro.
- ✓ Deflectómetros.
- ✓ Vernier electrónico, con aproximación de 0,005 cm.
- ✓ Otros materiales: clavos, martillo, lápices, reglas.

4.1.1.4. Para el procesamiento y análisis de los datos:

- ✓ Computadora portátil.
- ✓ Impresora.
- ✓ Scanner.
- ✓ Calculadora Científica Hp 50G.
- ✓ Material Bibliográfico.

4.2. Diseño de la investigación.

El presente trabajo fue de tipo descriptiva no experimental porque se fundamenta en el análisis e interpretación de datos obtenidos en el laboratorio de las especies maderables.

4.2.1. Metodología

En la presente investigación se ha utilizado el método analítico-deductivo- reflexivo por cuanto al todo se lo ha separado en partes para conocer y analizar sus resultados siguiendo los lineamientos y metodología de la tesis “Alteración de las propiedades Fisicomecánicas de la Madera Tipo *Pinus Radiata*, Luego de Ser Sometida a Tratamiento de Preservación” elaborado por Franz Lonardi Bazán Montoya, Cajamarca- Perú 2010.

En el presente trabajo se han considerado las siguientes etapas:

Primera Etapa: Revisión bibliográfica, recopilación de datos, de todo lo referente al tema de investigación; que en el presente trabajo fueron libros de la especialidad, trabajos anteriores afines realizados y páginas Web especializadas.

Segunda Etapa: Identificación y determinación botánica de las especies maderables en estudio.

Tercera Etapa: Obtención y habilitación de probetas de ensayo la cual contempla el análisis del bosque de extracción de muestras así como la delimitación del espacio muestral y la determinación del número de muestras.

Cuarta Etapa: Experimentación, la cual consiste en la ejecución de todas las pruebas físicas y mecánicas consideradas en la presente tesis; las cuales nos arrojarán los datos necesarios para poder conocer el comportamiento de la madera.

Quinta Etapa: Tratamiento de datos, el cual se refiere a todos los procedimientos necesarios para depurar los datos arrojados en la etapa de experimentación.

Sexta Etapa: Procesamiento de resultados, como su nombre lo indica consiste en procesar los resultados obtenidos en la etapa anterior.

Séptima Etapa: Modelamiento de una armadura, mediante el software sap2000; donde se observará el comportamiento estructural de cada uno de los elementos de la armadura diseñada, para determinar los resultados finales que se obtiene en la investigación.

Octava Etapa: Análisis de resultados, como su nombre lo indica consiste en analizar los resultados obtenidos en la etapa anterior.

Novena Etapa: Conclusiones y recomendaciones, que es la etapa final de la investigación en la cual se define con precisión los resultados (deviene de la etapa anterior), así mismo se dan ciertas recomendaciones relacionadas directamente con el tema investigado.

A continuación se da a conocer los aspectos más importantes del proceso investigativo

y de la metodología adoptada.

4.2.2. Normas del muestreo

La selección y colección de muestras se realizó teniendo en cuenta a la norma NTP N° 251.008 (Norma Técnica Peruana).

En relación a esta norma, a la precisión requerida para el presente trabajo, y teniendo en cuenta las posibilidades, recursos y criterios del investigador; se seleccionaron 02 árboles al azar por especie, de los cuales se obtuvieron 02 trozas de 2.60 m. de longitud (1 trozas por árbol).

4.2.3. Principio del método de muestreo

Conforme a la NTP. El procedimiento de selección y colección de muestras se basa en el sistema de selección al azar, de modo que cada una de las unidades componentes (zona, árbol, troza, vigueta, probeta), tenga la misma probabilidad de ser elegida, de acuerdo con el volumen existente en la zona.

4.2.4. Descripción del método

Dadas las condiciones anteriores, el muestreo al azar para la selección de probetas de especies forestales maderables, destinadas al estudio de sus propiedades físico-mecánicas comprende las siguientes etapas:

- Definición de la población.
- Selección de la zona y/o sub-zona, sector y bloque.
- Selección de los árboles.
- Selección de las trozas.
- Selección de las viguetas dentro de las trozas.
- Obtención de las probetas dentro de las viguetas.

4.2.5. Procedimiento

Selección de la zona: Para la selección de la zona se debe de conocer con anterioridad el volumen de madera existente de la especie determinada por unidad de superficie, en cada una de las zonas cuya población se desea investigar desde el N° 1 al N° resultante del volumen acumulado hallado, se selecciona por medio de una tabla de números aleatorios;

tantos números como árboles sean necesarios; la selección se realiza por reemplazamiento, es decir que una misma zona puede ser seleccionada más de una vez.

- **Selección de árboles.**

- **Determinación del centro de actividad dentro de la zona, sector o bloque:** Para cada zona seleccionada se buscó un centro de actividad utilizando cualquier esquema conveniente, que pueden ser retículos numerados sobre mapas de la zona, sector o bloque, que luego fue seleccionada al azar.

Cantidad de árboles a seleccionar. Esto dependió del grado de precisión que se debe lograr en los diferentes ensayos.

Identificación botánica: Estando el árbol en pie y también luego de voltearlo, se registró los datos referentes al árbol en la ficha de campo (Anexo IV). Una vez volteado el árbol se tomó muestras de hojas, flores, y/o frutos, ramitas y cortezas si los tuviere para su identificación botánica posterior. El material botánico así obtenido fue herborizado de acuerdo a las técnicas recomendadas.

Selección de Trozas. Una vez dividido el fuste en trozas de longitud adecuada, se le asignó a estas, valores porcentuales de acuerdo con el volumen que la troza represente dentro del fuste y se seleccionó un número de trozas que satisfaga al número de probetas necesarias por ensayo.

Las trozas obtenidas fueron marcadas convenientemente en forma indeleble para su fácil identificación.

Selección de la vigueta dentro de la troza: De la troza obtenida se cortó una pieza de madera al azar, abarcando de corteza a corteza; de tal forma que la médula quede excluida; de esta se obtiene la vigueta por cualquier método aleatorio conveniente.

Obtención de la probeta. De las viguetas seleccionadas se tomó las probetas para realizar los ensayos físicos y mecánicos.

4.2.6. Elaboración y acondicionamiento de probetas.

La elaboración y acondicionamiento de probetas es el producto final del proceso de muestreo y es un proceso muy importante dentro de esta investigación, por cuanto de

esta operación depende el obtener muestras adecuadas y representativas en concordancia con las normas y así lograr resultados confiables.

La elaboración y acondicionamiento de la madera, inició con la elección del bosque del cual se obtienen las muestras y finalizó con el traslado de las probetas hacia el laboratorio para la realización de los ensayos correspondientes.

Seguidamente se describe paso a paso, cada una de las actividades realizadas en el proceso de elaboración y acondicionamiento de probetas.

4.2.6.1. Selección del bosque.

El bosque elegido para la extracción de muestras, fue el bosque “**Santo Domingo**” para las especies de *Cedrelinga cateniformis e Inga sp.* con una extensión de 78 hectáreas; cuyas características locales se describen a continuación:

Características locales:

La presente tesis de investigación se realizó en la Región Amazonas, Provincia de Condorcanqui, Distrito de Santa María de Nieva, Caserío Santa Fe.

- Lugar:

❖ Las piezas arbóreas usadas en esta investigación, proceden del bosque Santo Domingo, cuyas características locales consideradas son las siguientes:

• Coordenadas UTM:

ESTE	NORTE
832208	9460696
831880	9461259
831719	9461557
831122	9461115
831729	9460100

Altitud promedio : 230 msnm.

Temperatura promedio : 26 °C.

Humedad relativa : 90%.

Precipitación anual : 1000-1500 mm.

Topografía : Accidentada

MAPA UBICACIÓN “ZONA EN ESTUDIO”.ESPECIES MADERABLES
Cedrelinga cateniformis e Inga sp.



AMAZONAS EN EL PERU



PROVINCIA DE CONDORCANQUI

Mapa 01: Ubicación de las especies en estudio.

4.2.6.2. Delimitación del espacio muestral.

El espacio muestral se limita a la Región Amazonas y específicamente a los lugares donde los bosques de *Cedrelinga cateniformis e Inga sp.*, se desarrollan en condiciones similares a las del bosque de Santo Domingo.

4.2.6.3. Determinación del número de muestras a ensayar:

El número de muestras a ensayar, estuvo condicionado por:

- La naturaleza de la investigación,
- Los ensayos de laboratorio considerados para la presente investigación, y
- La disponibilidad de recursos.

Para el presente caso y de acuerdo al ítem 4.2.1 las muestras a experimentar estarían representadas por el número de probetas necesarias para la realización de los diferentes ensayos de laboratorio.

Por las consideraciones anteriores, se determinó que para ésta investigación eran necesarias 30 muestras (probetas ó especímenes) por ensayo.

Los ensayos de laboratorio y el número de probetas necesarias recomendadas, se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 3: Número de probetas a utilizar en la investigación.

TIPO DE ENSAYO	N°	MODALIDAD DE ENSAYO	ESPECIES		TOTAL DE PRUEBAS x MODALIDAD DE ENSAYO
			<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp</i>	
FÍSICOS	1	Contenido de Humedad.	30	30	60
	2	Densidad	30	30	60
	3	Contracción	30	30	60
	4	Compresión Paralela a la Fibra.	30	30	60
	5	Compresión Perpendicular a la Fibra.	30	30	60
MECÁNICOS	6	Tracción Paralela a la Fibra	30	30	60
	7	Flexión Estática.	30	30	60
	8	Corte Paralelo a la Fibra.	30	30	60
	9	Dureza	30	30	60
TOTAL					540

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.4. Cálculo del volumen total de muestras a ensayar:

Para calcular el volumen de madera a utilizar se tomaron en cuenta los ensayos físicos y mecánicos recomendados por las normas respectivas, para los cuáles se ha considerado realizar treinta pruebas por modalidad tanto para madera de *Cedrelinga cateniformis* como para madera *Inga sp.*. Las dimensiones de las probetas requeridas para realizar los diferentes ensayos, son las que se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 4: Dimensiones de las probetas a utilizar en la investigación.

TIPO DE ENSAYO	Nº	MODALIDAD DE ENSAYO	DIMENSIONES DE PRUEBAS		
			<i>H(CM)</i>	<i>b (cm)</i>	<i>L (cm)</i>
FÍSICOS	1	Contenido de Humedad.	3	3	10
	2	Densidad	3	3	10
	3	Contracción	3	3	10
	4	Compresión Paralela a la Fibra.	5	5	20
	5	Compresión Perpendicular a la Fibra.	5	5	15
MECÁNICOS	6	Tracción Paralela a la Fibra	2.5	2.5	46
	7	Flexión Estática.	5	5	76
	8	Corte Paralelo a la Fibra.	5	5	6.3
	9	Dureza	5	5	15

Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones que se presentan en la tabla anterior para cada una de las probetas son las exactas, pero para efectos de serrado se tiene que considerar dimensiones con un incremento del 5% por corte de tierra y por probeta, ya que éstas tienen que ser cepilladas para cumplir las condiciones geométricas óptimas y así obtener datos precisos en los diferentes tipos de ensayos. Con referencia a lo anterior se calcularon las dimensiones incrementadas en un 5%, para cada una de las probetas; siendo estas las expuestas en la siguiente tabla:

Tabla 5: Dimensiones incrementada de las probetas por efectos de corte de sierra.

TIPO DE ENSAYO	N°	MODALIDAD DE ENSAYO	DIMENSIONES DE PRUEBAS (incrementadas) 5% Desperdicio		
			H(CM)	b (cm)	L (cm)
FÍSICOS	1	Contenido de Humedad.	3.6	3.6	12
	2	Densidad	3.6	3.6	12
	3	Contracción	3.6	3.6	12
MECÁNICOS	4	Compresión Paralela a la Fibra.	6	6	24
	5	Compresión Perpendicular a la Fibra.	6	6	18
	6	Tracción Paralela a la Fibra	3	3	55.2
	7	Flexión Estática.	6	6	91.2
	8	Corte Paralelo a la Fibra.	6	6	7.56
	9	Dureza	6	6	18

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber calculado las dimensiones incrementadas de cada una de las probetas, definimos el volumen total de madera en pies tablares para éstas; lo cual correspondería al volumen mínimo de madera requerida para la presente investigación:

Tabla 6: Determinación del volumen mínimo de madera a utilizar en la presente investigación.

TIPO DE ENSAYO	N°	MODALIDAD DE ENSAYO	DIMENSIONES DE PRUEBAS (incrementadas) 5% Desperdicio			TOTAL DE PRUEBAS x MODALIDAD DE ENSAYO		VOLUMEN x PROBETA (Pie Tablar)	VOL. TOTAL MAD X ENSAYO (Pie Tablar)
			H(CM)	b (cm)	L (cm)	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>		
FÍSICOS	1	Contenido de Humedad.	3.6	3.6	12	30	30	0.07	3.95
	2	Densidad	3.6	3.6	12	30	30	0.07	3.95
	3	Contracción	3.6	3.6	12	30	30	0.07	3.95
	4	Compresión Paralela a la Fibra.	6	6	24	30	30	0.37	21.93
	5	Compresión Perpendicular a la Fibra.	6	6	18	30	30	0.27	16.44
MECÁNICOS	6	Tracción Paralela a la Fibra	3	3	55.2	30	30	0.21	12.61
	7	Flexión Estática.	6	6	91.2	30	30	1.39	83.32
	8	Corte Paralelo a la Fibra.	6	6	7.56	30	30	0.12	6.91
	9	Dureza	6	6	18	30	30	0.27	16.44
VOLUMEN TOTAL EXACTO DE MADERA A UTILIZAR PARA ENSAYOS (PIES TABLARES).									169.48

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.5. Determinación de la cantidad de árboles a seleccionar.

Previo a la determinación de la cantidad de árboles a seleccionar, se realizó una visita de campo al bosque “Santo Domingo” y de acuerdo a la observación visual de diferentes parámetros como son: anatomía, constitución de los árboles y facilidad de transporte, se consideró tomar trozas de 2.60 metros.

Numero de trozas necesarias será:

Tabla 7: Determinación del N° de trozas necesarias para la investigación.

VOL. TOT. MADERA (Pie Tablar)	VOL. EFFECT x TROZA (Pie Tablar)	N° TROZAS NEC.
169.48	42.37	4

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.6. Determinación del lugar de extracción dentro del bosque.

El lugar de extracción de las piezas arbóreas fue al azar teniendo en cuenta la accesibilidad de la zona, de tal manera que las piezas a seleccionar tengan las mismas probabilidades ante cualquier otra de ser seleccionada.

4.2.6.7. Selección de las piezas arbóreas.

Las piezas arbóreas fueron seleccionadas al azar dentro del lugar de extracción, teniendo en cuenta que cualquiera de ellas tenga las mismas posibilidades de ser seleccionadas ante cualquier otra.

Las coordenadas UTM de las piezas arbóreas seleccionadas, tomadas con GPS GARMIN son:

1) *Cedrelinga cateniformis*

- ARBOL I: 9460748 N y 831707 E.
- ARBOL II: 9461005 N y 831690 E.

2) *Inga sp.*

- ARBOL I: 9460978 N y 831503 E.
- ARBOL II: 9461040 N y 831244 E.

4.2.6.8. Características de las piezas arbóreas.

Entre las principales características de los árboles seleccionados tenemos:

- ✓ Altura promedio: 40 m.
- ✓ Fuste: Cilíndrico recto.

4.2.6.9. Talado, Trozado de las Piezas Arbóreas.

El talado de las piezas arbóreas seleccionadas se realizó utilizando motosierras, el corte en el fuste seleccionados se realizó a una altura de 1.00 m. tomados desde el nivel de terreno.

De cada árbol se extrajo 01 troza, por lo que se obtuvo un total de 02 trozas por cada especie maderable en estudio.

4.2.6.10. Características de las Trozas.

Cedrelinga cateniformis:

❖ Troza I.

Longitud: 2.60 m.

Diámetro menor de fuste: 64 cm.

Ubicación en el árbol: Parte media

Árbol al que pertenece: ÁRBOL I

❖ Troza II.

Longitud: 2.60 m.

Diámetro menor de fuste: 56 cm.

Ubicación en el árbol: Parte media

Árbol al que pertenece: ÁRBOL II

Inga sp:

❖ Troza I.

Longitud: 2.60 m.

Diámetro menor de fuste: 68 cm.

Ubicación en el árbol: Parte media

Árbol al que pertenece: ÁRBOL I

❖ Troza II.

Longitud: 2.60 m.

Diámetro menor de fuste: 61 cm.

Ubicación en el árbol: Parte media

Árbol al que pertenece: ÁRBOL II

4.2.6.11. Aserrado de las Trozas.

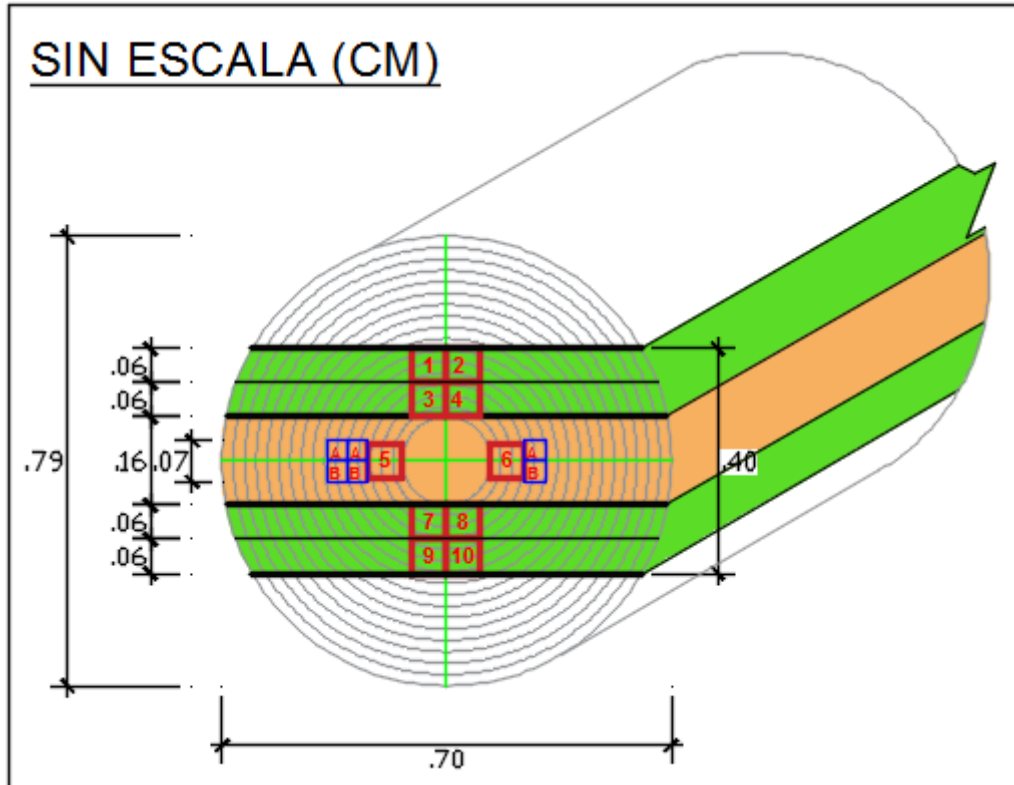
Una vez contando con la madera, se procedió a transformar esa madera en “bruto” hasta la condición de probetas.

De acuerdo a un análisis previo, de cada troza obtendremos viguetas de los siguientes tipos:

“1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10”, las cuales tendrán una sección de 6cm. x 6 cm.

“A y B”, las cuales tendrán una sección de 4 cm. x 4 cm.

Luego de esto, se realizaron los planos para el aserrado de las trozas los cuales son las siguientes:



Plano 1: Aserrado de trozas.

Las trozas fueron aserradas de acuerdo con el plano anterior, obteniéndose “lonjas”, las cuales fueron macro codificadas en concordancia con su ubicación dentro de la troza y árbol de procedencia.

El siguiente paso fue aserrar las “lonjas” hasta obtener viguetas de acuerdo a los planos. De este modo se obtuvieron viguetas con secciones del tipo “A, B” y “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10” indicadas en este ítem, macro codificándose cada una de ellas de acuerdo al tipo de vigueta y al árbol de procedencia.

4.2.6.12. Transporte de las Viguetas.

Se transportó las viguetas haciendo uso de una camioneta hasta ser llevadas a un taller de carpintería para su posterior proceso de obtención de probetas.

4.2.6.13. Obtención de las Probetas.

Contando con las viguetas en el taller de carpintería en las condiciones ideales, se procedió a cepillar las viguetas hasta lograr secciones de 5 cm. x 5 cm., 3 cm. x 3 cm. y 2.5 cm x 2.5 cm. (siempre manteniéndose la macro codificación) y se las dispuso para el trazado.

4.2.6.14. Trazado de las Probetas.

Para determinar el lugar de ubicación de las probetas dentro de las viguetas, se trazó de acuerdo a los planos; los cuales fueron elaborados teniendo en cuenta que, de cada troza se tendrían que obtener 15 probetas por ensayo.

Previo al trazado se codificó cada una de las probetas, ésta codificación tiene la siguiente estructura:

Tabla 8: Clave de codificación de probetas.

N° ARBOL DE PROCEDENCIA.	N° DE MODALIDAD DE ENSAYO.	N° DE PROBETA.
-----------------------------	-------------------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia.

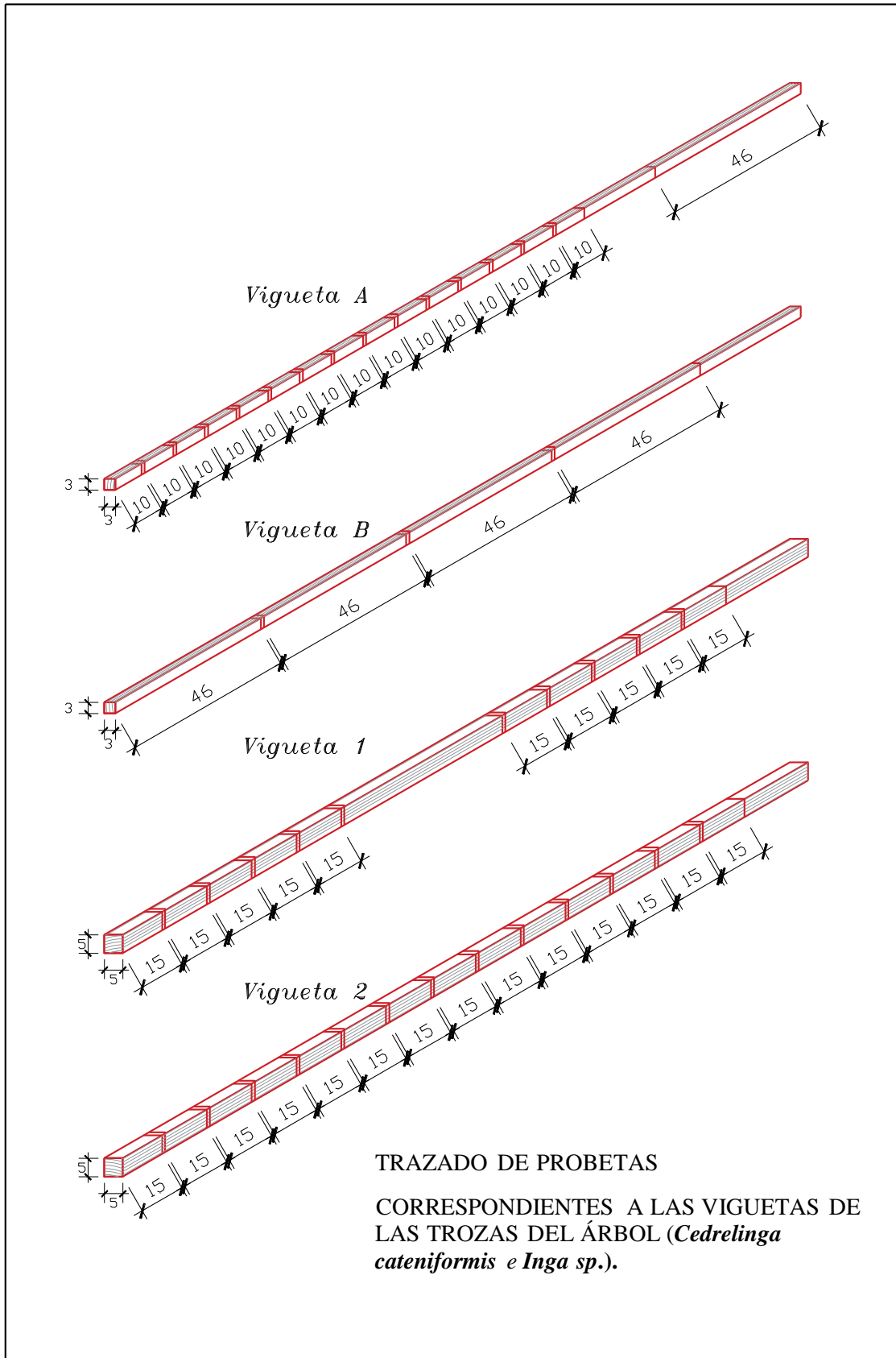
Seguidamente se realizó una clasificación visual de defectos, se codificó todas las probetas necesarias en las viguetas obtenidas; siendo esta codificación la que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9: Codificación de probetas.

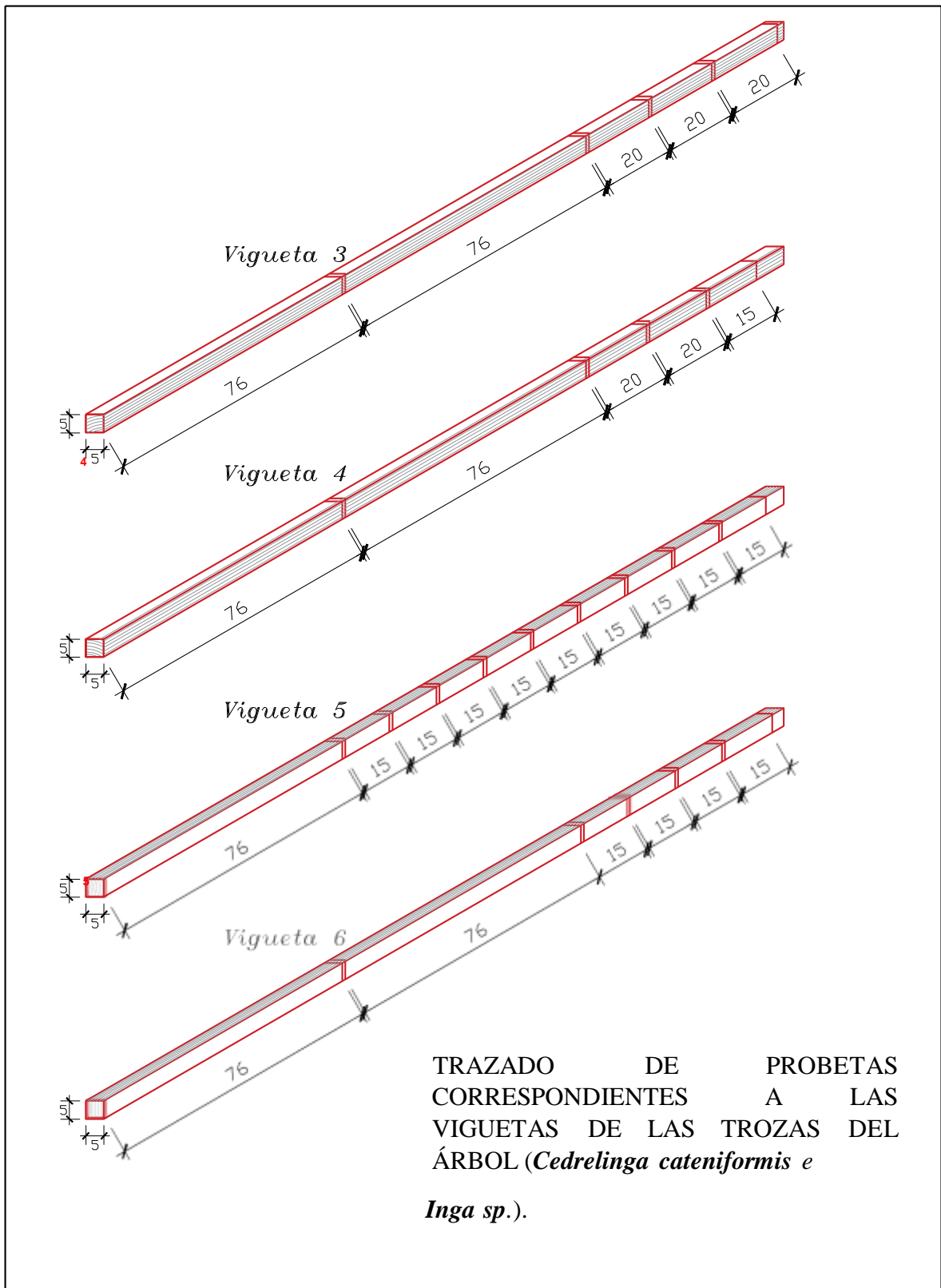
TIPO DE ENSAYO	Nº	MODALIDAD DE ENSAYO	CÓDIGO DE PROBETA	
			ÁRBOL I	ÁRBOL II
FÍSICOS	1	Contenido de Humedad.	I-1-1,I-1-2,I-1-3,I-1-4,I-1-5,I-1-6, I-1-7,I-1-8,I-1-9,I-1-10,I-1-11, I-1-12,I-1-13,I-1-14,I-1-15.	II-1-16,II-1-17,II-1-18,II-1-19,II-1-20, II-1-21,II-1-22,II-1-23,II-1-24,II-1-25, I-1-26,II-1-27,II-1-28,II-1-29,II-1-30.
	2	Densidad	I-2-1,I-2-2,I-2-3,I-2-4,I-2-5,I-2-6, I-2-7,I-2-8,I-2-9,I-2-10,I-2-11, I-2-12,I-2-13,I-2-14,I-2-15.	II-2-16,II-2-17,II-2-18,II-2-19,II-2-20, II-2-21,II-2-22,II-2-23,II-2-24,II-2-25, I-2-26,II-2-27,II-2-28,II-2-29,II-2-30.
	3	Contracción	I-3-1,I-3-2,I-3-3,I-3-4,I-3-5,I-3-6, I-3-7,I-3-8,I-3-9,I-3-10,I-3-11, I-3-12,I-3-13,I-3-14,I-3-15.	II-3-16,II-3-17,II-3-18,II-3-19,II-3-20, II-3-21,II-3-22,II-3-23,II-3-24,II-3-25, I-3-26,II-3-27,II-3-28,II-3-29,II-3-30.
	4	Compresión Paralela a la Fibra.	I-4-1,I-4-2,I-4-3,I-4-4,I-4-5,I-4-6, I-4-7,I-4-8,I-4-9,I-4-10,I-4-11, I-4-12,I-4-13,I-4-14,I-4-15.	II-4-16,II-4-17,II-4-18,II-4-19,II-4-20, II-4-21,II-4-22,II-4-23,II-4-24,II-4-25, I-4-26,II-4-27,II-4-28,II-4-29,II-4-30.
MECÁNICOS	5	Compresión Perpendicular a la Fibra.	I-5-1,I-5-2,I-5-3,I-5-4,I-5-5,I-5-6, I-5-7,I-5-8,I-5-9,I-5-10,I-5-11, I-5-12,I-5-13,I-5-14,I-5-15.	II-5-16,II-5-17,II-5-18,II-5-19,II-5-20, II-5-21,II-5-22,II-5-23,II-5-24,II-5-25, I-5-26,II-5-27,II-5-28,II-5-29,II-5-30.
	6	Tracción Paralela a la Fibra	I-6-1,I-6-2,I-6-3,I-6-4,I-6-5,I-6-6, I-6-7,I-6-8,I-6-9,I-6-10,I-6-11, I-6-12,I-6-13,I-6-14,I-6-15.	II-6-16,II-6-17,II-6-18,II-6-19,II-6-20, II-6-21,II-6-22,II-6-23,II-6-24,II-6-25, I-6-26,II-6-27,II-6-28,II-6-29,II-6-30.
	7	Flexión Estática.	I-7-1,I-7-2,I-7-3,I-7-4,I-7-5,I-7-6, I-7-7,I-7-8,I-7-9,I-7-10,I-7-11, I-7-12,I-7-13,I-7-14,I-7-15.	II-7-16,II-7-17,II-7-18,II-7-19,II-7-20, II-7-21,II-7-22,II-7-23,II-7-24,II-7-25, I-7-26,II-7-27,II-7-28,II-7-29,II-7-30.
	8	Corte Paralelo a la Fibra.	I-8-1,I-8-2,I-8-3,I-8-4,I-8-5,I-8-6, I-8-7,I-8-8,I-8-9,I-8-10,I-8-11, I-8-12,I-8-13,I-8-14,I-8-15.	II-8-16,II-8-17,II-8-18,II-8-19,II-8-20, II-8-21,II-8-22,II-8-23,II-8-24,II-8-25, I-8-26,II-8-27,II-8-28,II-8-29,II-8-30.
	9	Dureza	I-9-1,I-9-2,I-9-3,I-9-4,I-9-5,I-9-6, I-9-7,I-9-8,I-9-9,I-9-10,I-9-11, I-9-12,I-9-13,I-9-14,I-9-15.	II-9-16,II-9-17,II-9-18,II-9-19,II-9-20, II-9-21,II-9-22,II-9-23,II-9-24,II-9-25, I-9-26,II-9-27,II-9-28,II-9-29,II-9-30.

Fuente: Elaboración propia.

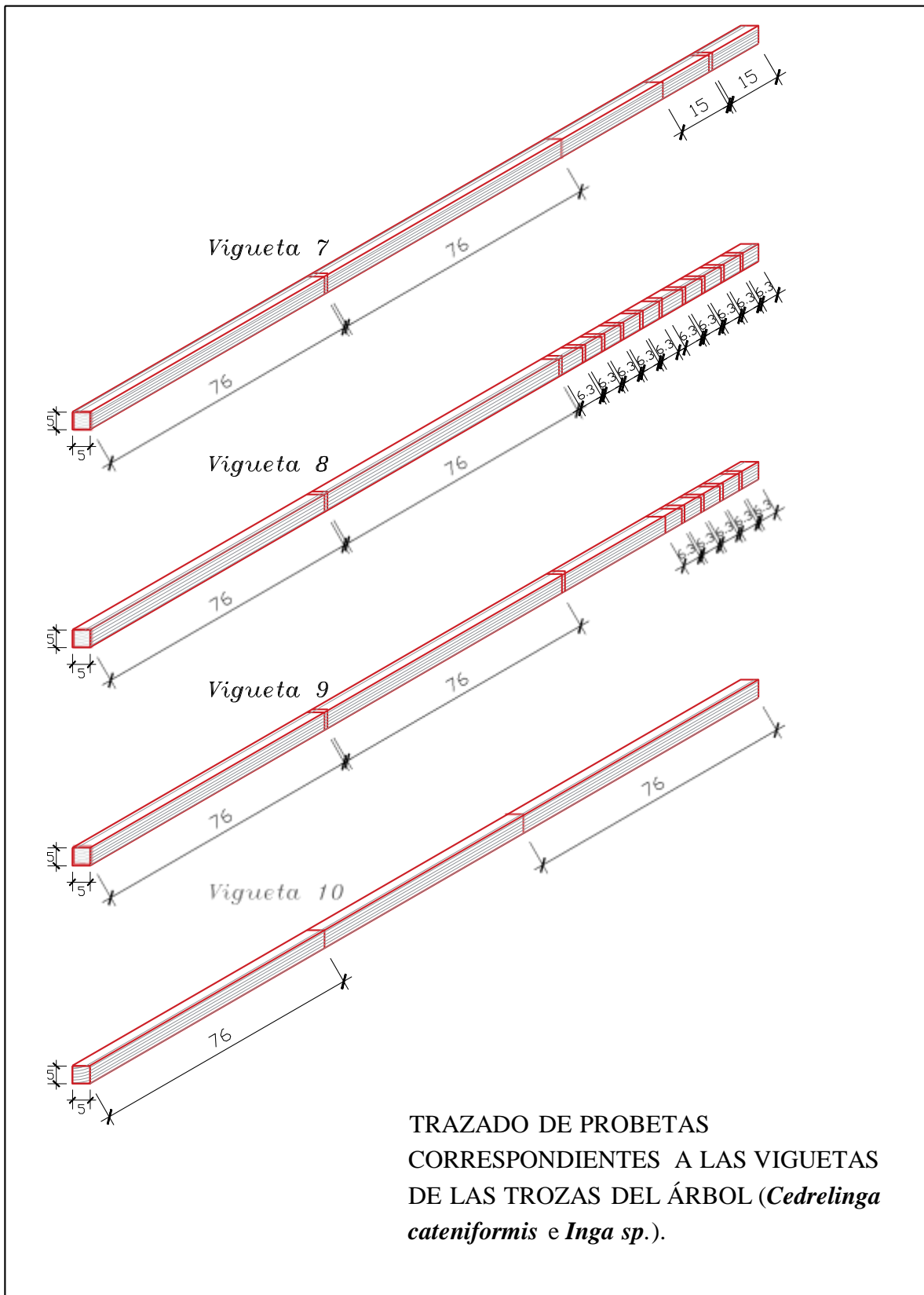
Acto seguido de la codificación se llevó a cabo el trazado de las probetas en las viguetas conforme con los siguientes planos:



Plano 2: Trazado de probetas- viguetas trozas árbol I y II (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).



Plano 3: Trazado de probetas- viguetas trozas árbol I y II (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

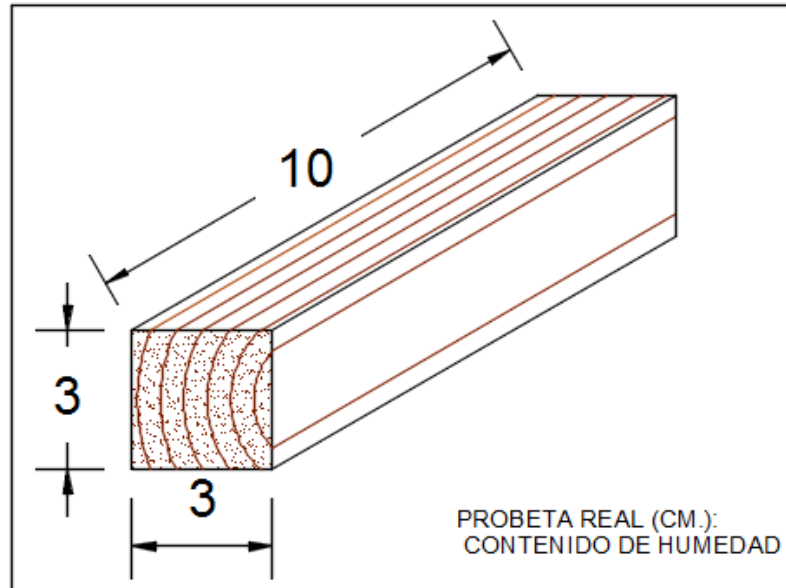


Plano 4: Trazado de probetas- viguetas trozas árbol I y II (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

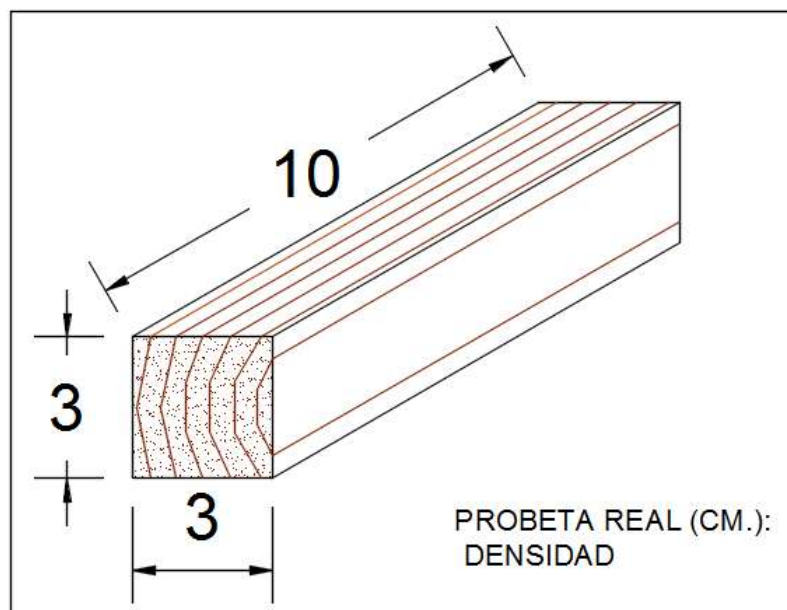
4.2.6.15. Acondicionamiento de las Probetas.

Posterior al trazado, éstas se habilitan de acuerdo a las dimensiones establecidas por las NTP.

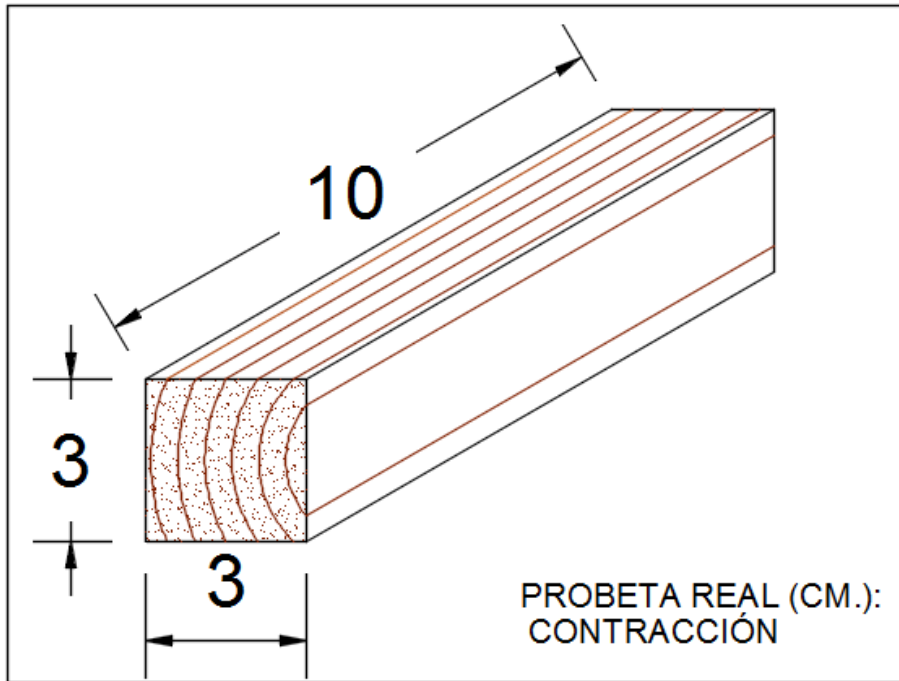
Las probetas habilitadas tienen la morfología que se muestra en los siguientes planos:



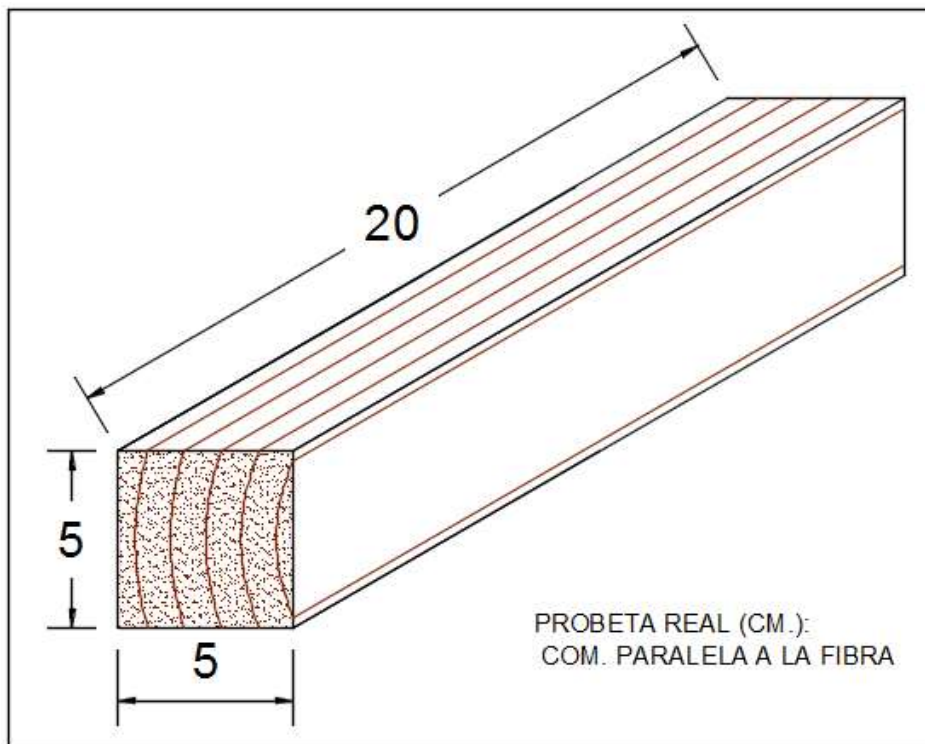
Plano 5: Probeta- Contenido de humedad.



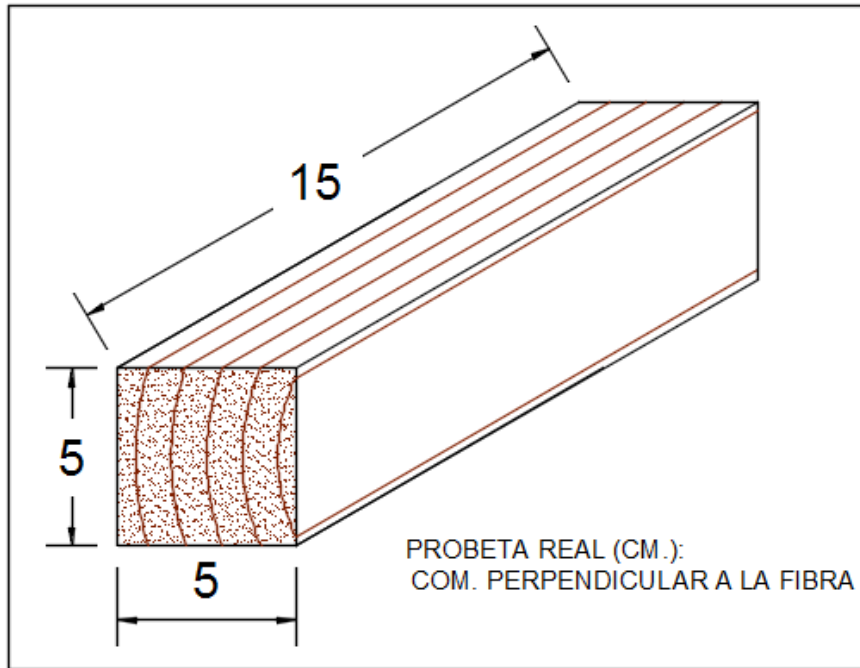
Plano 6: Probeta- Densidad.



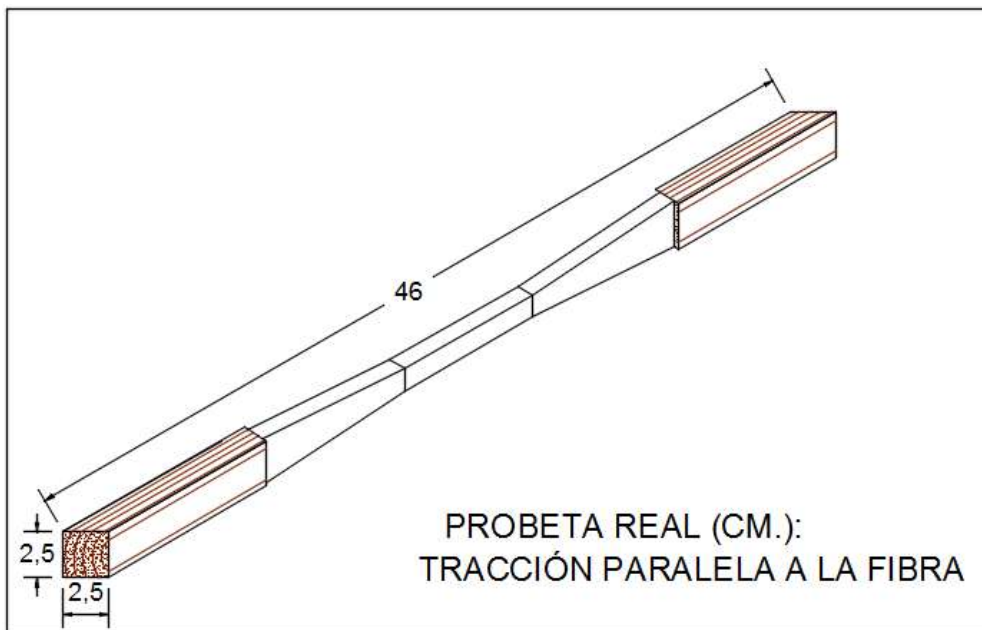
Plano 7: Probeta- Contracción.



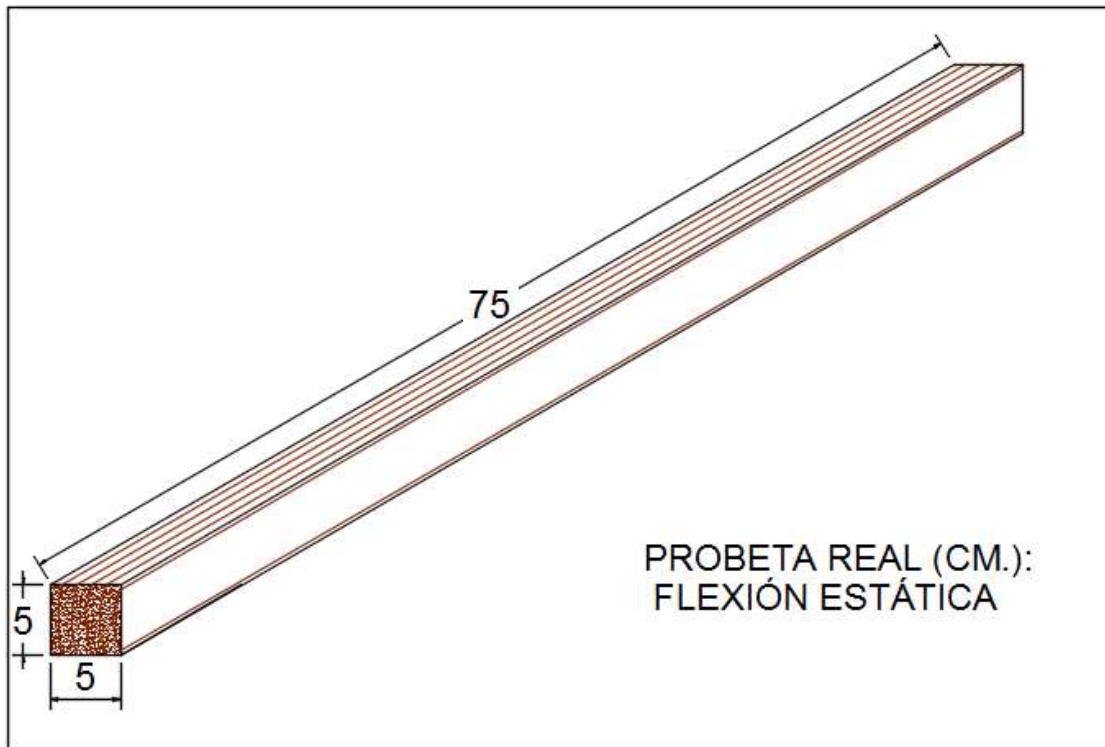
Plano 8: Probeta- Compresión Paralela a la Fibra.



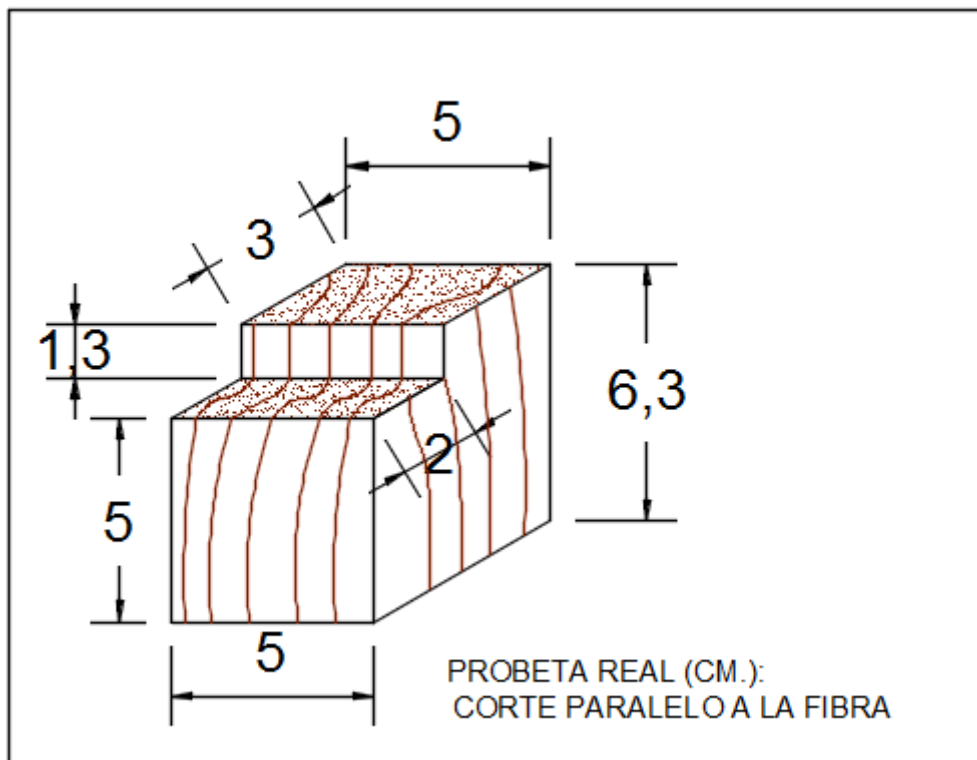
Plano 9: Probeta- Compresión Perpendicular a la Fibra.



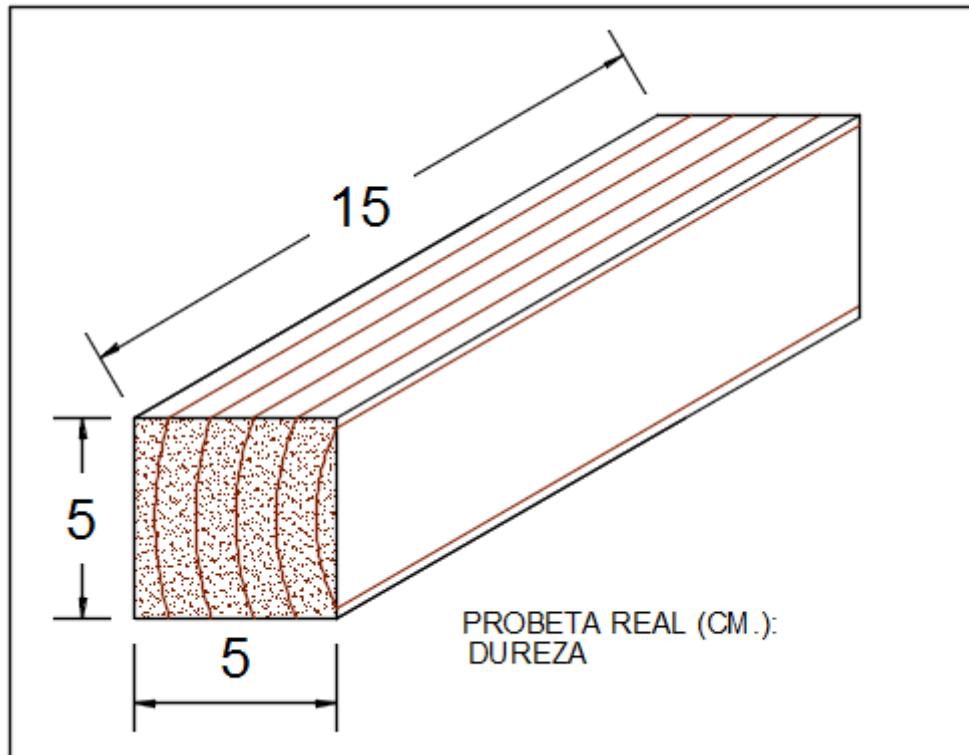
Plano 10: Probeta- Tracción Paralela a la Fibra.



Plano 11: Probeta- Flexión Estática.



Plano 12: Probeta- Corte Paralelo a la Fibra.



Plano 13: Dureza.

4.2.6.16. Transporte de las Probetas.

Una vez finalizado el proceso de habilitación de probetas, se las embolsó, luego de lo cual fueron transportadas al Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Agraria La Molina y llevar a cabo los ensayos físicos y mecánicos.

4.3. Ensayos (Físicos y Mecánicos).

4.3.1. Normas de Ensayo

En este ítem nos referimos a las normas que servirán para seguir la secuencia de los ensayos respectivos, y así obtener los resultados requeridos.

4.3.1.1. Normas:

A continuación se presentan las normas utilizadas en los ensayos de las maderas tipo *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

Tabla 10: Normas para la investigación.

ENSAYOS	NORMA
1. Contenido de Humedad.	NTP 251.010
2. Densidad	NTP 251.011
3. Contracción	NTP 251.012
4. Compresión Paralela a la Fibra.	NTP 251.014
5. Compresión Perpendicular a la Fibra.	NTP 251.016
6. Tracción Paralela a la Fibra	NORMA D 143-94
7. Flexión Estática.	NTP 251.017
8. Corte Paralelo a la Fibra.	NTP 251.013
9. Dureza	NTP 251.015

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Bases para el tratamiento de datos.

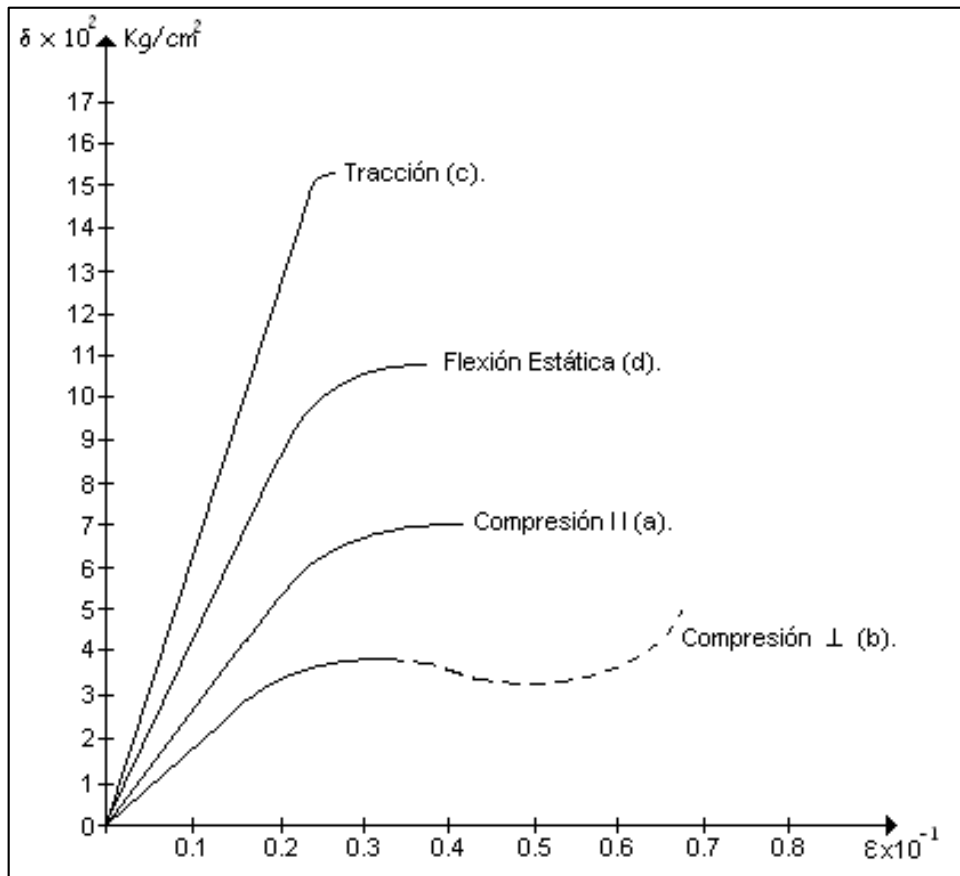
El tema de investigación en materia de “Propiedades Físico- mecánicas de la Madera” no es nuevo, pues ya ha sido desarrollado por otros autores, los cuales han establecido ciertos “lineamientos” para el tratamiento de datos. Motivo por la cual en nuestra investigación se utilizó los lineamientos desarrollados en la tesis “Alteración de las propiedades Fisicomecánicas de la Madera Tipo *Pinus Radiata*, Luego de Ser Sometida a Tratamiento de Preservación” elaborado por Franz Lonardi Bazán Montoya, Cajamarca- Perú 2010.

Los lineamientos en mención hacen incidencia en las gráficas de comportamiento “Esfuerzo-Deformación Unitaria” de los ensayos de carácter mecánico, los cuales son los siguientes:

- 1) A un esfuerzo nulo le corresponde una deformación total nula de la probeta de ensayo.
- 2) Siendo la madera un material elastoplástico, se ha establecido que la geometría de las curvas “Esfuerzo-Deformación Unitaria”, presentan dos tramos bien diferenciados: El tramo Elástico y el Tramo Plástico.
- 3) El tramo elástico, es el primer tramo cuyo comportamiento se ajusta a una línea recta inclinada (Función Lineal) que parte desde cero (0,0) y asciende hasta el punto de

“Esfuerzo en el Límite proporcional Elástico”.

- 4) El tramo plástico, es el segundo tramo cuyo comportamiento se ajusta a una parábola (Función Cuadrática) o a una parábola cúbica (Función Cúbica) según sea el caso; que parte desde el punto de “Esfuerzo en el Límite proporcional Elástico” hasta el punto de “Esfuerzo de Rotura o colapso” (ver: esquema 1).
- 5) La exactitud geométrica de las probetas, la destreza del operador y la calibración de las máquinas; inciden directamente en la calidad de los resultados de cada ensayo.

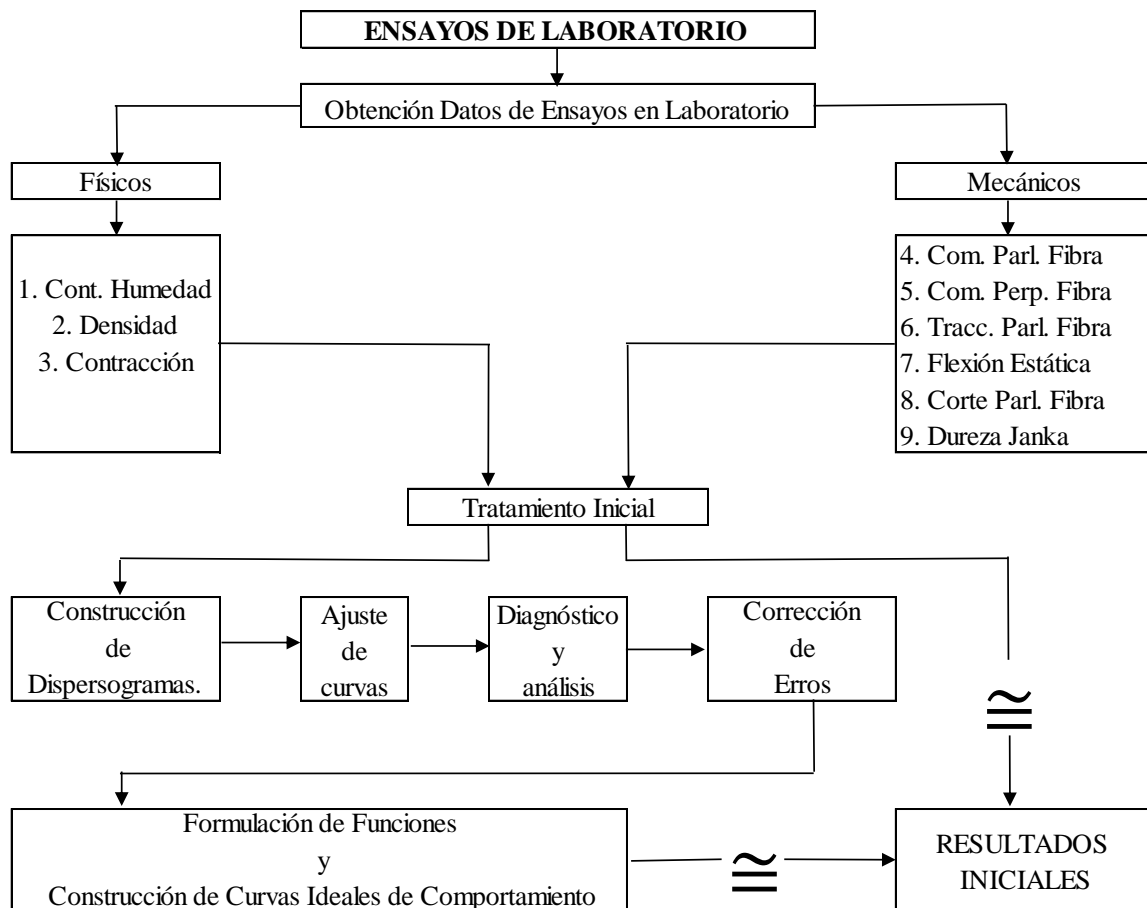


Esquema 1: Curvas Típicas de Comportamiento Esfuerzo-Deformación Unitaria para maderas.

Fuente: (Bazán, 2010).

4.3.3. Procesos realizados en el tratamiento de datos.

El flujograma N° 1, describe de manera explícita y clara todos los procesos realizados para el tratamiento de los datos en cada uno de los ensayos correspondientes.



Flujograma N° 1: Procesos realizados en el tratamiento de datos.

Fuente:(Bazán, 2010).

Luego de realizar los ensayos en laboratorio y de obtener los datos arrojados por éstos, se procedió de la siguiente manera:

1. Tratamiento inicial de datos. El cual consiste en reemplazar los datos obtenidos de los ensayos en las fórmulas respectivas, arrojando resultados; los cuales de acuerdo a la naturaleza del ensayo fueron aceptados como “Resultados Iniciales” ó fueron sometidos a otros tratamientos para aceptarlos como tales. Este procedimiento lo hemos realizado con la ayuda de un procesador.

2. Construcción de dispersogramas. En algunos ensayos de acuerdo a su naturaleza y como la metodología lo exige se tienen que construir dispersogramas:

“Esfuerzo - Deformación Unitaria”, esta operación como su nombre lo indica consistió en la construcción de dichos dispersogramas para su posterior “ajuste”.

3. Ajuste de curvas. La unión consecutiva de los puntos correlativos que conforman el dispersograma “Esfuerzo – Deformación Unitaria”, forman la curva de comportamiento mecánico de la madera ante fuerzas externas para cada ensayo; a esta curva resultante se la tiene que “ajustar” en sus diferentes tramos, mediante tratamientos estadísticos, a fin de lograr las configuraciones establecidas por los esquemas que la bibliografía sugiere para los comportamientos de cada ensayo; con el objetivo de predecir matemáticamente el comportamiento ante las diferentes sollicitaciones externas a las que puede ser expuesta la madera.

En consecuencia el ajuste de curvas consiste en la selección del modelo matemático que mejor se adapte a los datos del experimento. En nuestro caso hemos buscado que el coeficiente de correlación de cada modelo, se ajuste lo máximo posible a la unidad. Esta operación lo hemos realizado con la ayuda de un procesador.

4. Diagnóstico y análisis de curvas resultantes. Luego de realizado el “Ajuste De Curvas”, se procedió a realizar un análisis de los modelamientos obtenidos para cada experimento:

- **Diagnóstico.** Luego de ajustar las curvas Esfuerzo – Deformación Unitaria a los modelamientos matemáticos resultantes; se define lo siguiente:
 - Los modelamientos matemáticos que mejor se adaptan a los diferentes experimentos son congruentes a los establecidos por la bibliografía existente.
 - Para el caso de las curvas pertenecientes a los ensayos de Compresión Paralela a la Fibra, Tracción Paralela a la Fibra y Flexión Estática; el tramo elástico se ajusta a una función lineal y el tramo plástico se ajusta a la función cuadrática.
 - Para el caso de las curvas pertenecientes al ensayo de Compresión Perpendicular a la Fibra; el tramo elástico se ajusta a la función lineal y el tramo plástico se ajusta a la función cúbica.
 - En consecuencia de lo anterior la forma de las funciones que dominan el comportamiento de las curvas de los diferentes ensayos son:

* Función Lineal $= Y = aX + b; a, b \in R; a \neq 0$.

* Función Cuadrática $= Y = cX^2 + dX + e; c, d, e \in R; c \neq 0$.

* Función Cúbica $= Y = fX^3 + gX^2 + hX + i; f, g, h, i \in R; f$

- En las gráficas ajustadas se observa que la proyección de la línea de tendencia correspondiente al tramo elástico no intercepta al sistema de coordenadas “Esfuerzo (Y) – Deformación Unitaria (X)” en el punto (0,0).

Análisis. Partiremos de la premisa que el comportamiento esfuerzo-deformación unitaria debe de partir del punto (0,0) ya que para un esfuerzo nulo, le debe corresponder una deformación nula, lo cual no se refleja en las gráficas anteriores, ya que observamos que al proyectar la línea correspondiente a la función lineal (tramo elástico) intercepta al eje “X” (deformación unitaria) en algún punto diferente de cero (0) y este efecto es explicable ya que al iniciar la pruebas existen ciertos factores que producen estos desfases y pueden ser:

- Que el defleómetro no este calibrado exactamente en cero.
- Que las caras de las probetas prismáticas no estén perfectamente paralelas, lo cual arroja deformaciones anómalas hasta que la máquina la “acomode”.
- Que la máquina universal las produzca debido a las compresiones del aceite del sistema hidráulico.
- Que sea producto de un error humano ya que es muy difícil que el operador de la máquina universal o el lector de las deformaciones logren una precisión absoluta en sus operaciones u apreciaciones.
- Que los produzca el redondeo de los resultados de los cálculos relativos al “Tratamiento Inicial de Datos”.

Dadas estas teorías explicatorias de lo que habría podido suceder, afirmamos que el comportamiento Esfuerzo-Deformación Unitaria es como se expresa en las “Curvas Ajustadas”, a las cuales se las tienen que “desplazar horizontalmente” hasta hacerlas coincidir con el origen valiéndonos de criterios matemáticos relativos a funciones.

Además de los análisis previos se visualiza que el punto del límite de proporcionalidad elástica, es el correspondiente a la intersección de la función lineal con la función cuadrática o cúbica según sea el caso; y el punto de esfuerzo máximo es el correspondiente

al vértice de la función cuadrática.

5. Corrección de errores. Como hemos deducido líneas arriba, los modelamientos matemáticos de los datos de los experimentos realizados son los correctos; en consecuencia solamente bastaría con desplazar dichas curvas horizontalmente a través del eje de las “X” (deformación unitaria) hasta hacerlas coincidir con el origen del sistema cartesiano Esfuerzo – Deformación Unitaria, para aceptar dicho comportamiento como verdadero.

Determinación de la distancia a desplazar. La distancia “k” que se debe desplazar horizontalmente a los modelamientos matemáticos de comportamiento Esfuerzo– Deformación Unitaria; es la correspondiente a la posición de “X” cuando “Y=0” en la función lineal.

Entonces reemplazando y despejando tenemos:

$$\text{Sea } Y=f(X)=Ax+b; (a,b) \in \mathbb{R} \wedge a \neq 0.$$

$$\text{Si } Y=0 \rightarrow 0=aX+b$$

$$\rightarrow aX = -b$$

$$X = -\frac{b}{a}$$

$$K = -\frac{b}{a} \text{ ----- 1}$$

Para nuestro caso, “b” en todas las funciones lineales existentes es siempre negativo y “a” siempre positivo; entonces la expresión “K=-b/a” quedaría definida por “k=-(-b)/a” y siempre sería positiva y si K es mayor que cero (k>0), la función se movería a la derecha; pero nuestro objetivo es que la gráfica se mueva hacia la izquierda; en consecuencia el valor de “k” quedaría definida por:

$$K = \frac{b}{a} ; K < 0 \text{ ----- 2}$$

Construcción de la función lineal desplazada. Líneas arriba hemos determinado la distancia “K” que se tiene que desplazar horizontalmente al tramo elástico (función lineal) para hacerla coincidir con el punto (0,0) del eje del sistema cartesiano Esfuerzo-Deformación Unitaria sin alterar su comportamiento, por lo tanto:

$$\text{Si: } Y = f(X) \wedge F(X) = f(X-K).$$

$$\text{Si } Y = Ax + B \quad Y = f(X) = Ax + b$$

$$F(X) = f(X-K) = a(X-K) + b = aX - aK + b$$

$$F(X-K) = aX - aK + b$$

Reemplazando (2) en (3), tenemos:

$$\text{Si: } f(X-K) = aX - aK + B$$

$$f(X-K) = Ax - a \times \frac{b}{a} + b$$

$$f(X-K) = Ax - b + b$$

$$Y = Ax$$

La función lineal desplazada horizontalmente, corresponde al tramo elástico. Quedaría definida por:

$$Y = aX$$

Fórmula 37: Función lineal desplazada horizontalmente.

Donde:

Y: Función lineal que domina el tramo elástico (Valor del Esfuerzo para la deformación unitaria “X”).

a: Coeficiente de la variable del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

X: Variable del modelamiento matemático (Deformación Unitaria).

Construcción de la función cuadrática desplazada. El criterio adoptado para desplazar horizontalmente la función cuadrática correspondiente al tramo plástico de la curva Esfuerzo-Deformación Unitaria es el siguiente: “Si al tramo elástico (función lineal) de la curva esfuerzo-deformación unitaria se lo desplaza “K” unidades horizontalmente; entonces el tramo plástico (función cuadrática) también tiene que ser desplazado las mismas

“K” unidades horizontalmente para que la gráfica esfuerzo deformación unitaria no se desconfigure”, por lo tanto:

$$\text{Si: } f(X) = Y = cX^2 + dX + e$$

Desplazando la función en “K” unidades tenemos:

$$\text{Si: } f(X) = cX^2 + dX + e$$

$$f(X-K) = c(X-K)^2 + d(X-K) + e.$$

Reemplazando el valor de “K” en 5 tenemos:

$$f(X-K) = c\left(X - \frac{b}{a}\right)^2 + d\left(X - \frac{b}{a}\right) + e$$

$$f(X-K) = dX^2 + \left(\frac{ae-2bd}{a}\right)X + \left(\frac{a^2c-abe+b^2d}{a^2}\right)$$

La función cuadrática desplazada horizontalmente, correspondiente al tramo plástico, quedaría definida por:

$$Y = dX^2 + \left(\frac{ae-2bd}{a}\right)X + \left(\frac{a^2c-abe+b^2d}{a^2}\right)$$

Fórmula 38: Función cuadrática desplazada horizontalmente.

Donde:

Y: Función Cuadrática que domina el tramo plástico (Valor del Esfuerzo para una deformación unitaria “X”).

a: Coeficiente de la variable del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

b: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

c: Coeficiente de la variable de segundo grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

d: Coeficiente de la variable de primer grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

e: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

X²: Variable de segundo grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria elevada al cuadrado, del correspondiente Esfuerzo).

X: Variable de primer grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria,

del correspondiente Esfuerzo).

Construcción de la función cúbica desplazada. El criterio adoptado para desplazar horizontalmente la función cúbica al tramo plástico de la curva Esfuerzo-Deformación Unitaria correspondiente al ensayo de Compresión Perpendicular a la Fibra, es el mismo que el adoptado para Función Cuadrática, por lo tanto:

$$\text{Si: } f(X) = Y = fX^3 + gX^2 + hX + i$$

Desplazando la función en “K” unidades tenemos:

$$\text{Si: } f(X) = Y = fX^3 + gX^2 + hX + i$$

$$f(X-K) = f(X-K)^3 + g(X-K)^2 + h(X-K) + i.$$

Reemplazando el valor de “K” en 6 tenemos:

$$f(X-K) = f\left(X - \frac{b}{a}\right)^3 + g\left(X - \frac{b}{a}\right)^2 + h\left(X - \frac{b}{a}\right) + i.$$

$$f(X-K) = \left(fX^3 - \frac{3bfX^2}{a} + \frac{3bfX}{a^2} + \frac{b^3f}{a^3}\right) + \left(gX^2 - \frac{2bgX}{a} + \frac{b^2g}{a^2}\right) + hX - \frac{bh}{a} + i$$

$$f(X-K) = (fX^3) + \left(-\frac{3bf}{a}X^2 + gX^2\right) + \left(\frac{3bf}{a^2}X - \frac{2bg}{a}X + hX\right) + \left(\frac{-b^3f}{a^3} + \frac{b^2g}{a^2} - \frac{bh}{a} + i\right)$$

$$f(X-K) = fX^3 + \left(g - \frac{3bf}{a}\right)X^2 + \left(\frac{3b^2f}{a^2} - \frac{2bg}{a} + h\right)X + \left(\frac{b^2g}{a^2} - \frac{b^3f}{a^3} - \frac{bh}{a} + i\right)$$

$$Y = f(X-K) = fX^3 + \left(g - \frac{3bf}{a}\right)X^2 + \left(\frac{3b^2f}{a^2} - \frac{2bg}{a} + h\right)X + \left(\frac{b^2g}{a^2} - \frac{b^3f}{a^3} - \frac{bh}{a} + i\right)$$

La función cúbica desplazada horizontalmente, correspondiente al tramo plástico, quedaría definida por:

$$Y = fX^3 + \left(g - \frac{3bf}{a}\right)X^2 + \left(\frac{3b^2f}{a^2} - \frac{2bg}{a} + h\right)X + \left(\frac{b^2g}{a^2} - \frac{b^3f}{a^3} - \frac{bh}{a} + i\right)$$

Fórmula 39: Función cuadrática desplazada horizontalmente.

Donde:

Y: Función Cúbica que domina el tramo plástico (Valor del Esfuerzo para una deformación unitaria “X”).

a: Coeficiente de la variable del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

b: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

f: Coeficiente de la variable de tercer grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

g: Coeficiente de la variable de segundo grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

h: Coeficiente de la variable de primer grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

i: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

X^3 : Variable de tercer grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria elevada al cubo, del correspondiente Esfuerzo).

X^2 : Variable de segundo grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria elevada al cuadrado, del correspondiente Esfuerzo).

X : Variable de primer grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria, del correspondiente Esfuerzo).

6. Formulación de funciones y construcción de curvas ideales de comportamiento.

Una vez corregidos los errores y valiéndonos de las fórmulas 37,38 y 39 deducidas en el numeral anterior, diseñamos dos (02) programas para calculadora científica “HP 50G” con el objetivo de determinar de manera rápida y precisa las funciones que dominen los correspondientes comportamientos “ideales” en los diferentes tramos de las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de los ensayos mecánicos realizados para nuestra investigación (ver Anexo 17).

Estos programas, aparte de deducir dichas funciones también tienen la propiedad de determinar el punto exacto de intersección entre la función relativa al tramo elástico y la función relativa al tramo plástico (Límite de proporcionalidad elástica); y para el caso de la función cuadrática del tramo plástico, el programa respectivo tiene la propiedad de calcular el vértice de la parábola (Punto de Rotura relativo al Esfuerzo de Rotura).

Con la ayuda de estos programas se calculó de manera rápida y precisa las funciones ideales de comportamiento para los diferentes tramos de los diversos ensayos así como el

“Límite de proporcionalidad elástica” y el “Punto de Rotura” respectivos; luego de lo cual se procedió a realizar la tabulación respectiva y por ende la construcción de las “Curvas Ideales De Comportamiento” para los diferentes ensayos, lo que para nuestro criterio constituyen los “Resultados Iniciales” de los ensayos mecánicos especificados anteriormente.

4.3.4. Ensayos Realizados

Todos los ensayos se realizaron en condiciones de humedad superior al 30% (estado verde), esto con el objetivo de obtener datos de la madera en sus condiciones más desfavorables, como lo exigen las normas vigentes.

Los ensayos que se realizaron para efectos de la presente Tesis de Investigación, son los siguientes:

4.3.4.1. Ensayos de las propiedades físicas

4.3.4.1.1. Contenido de humedad

Se realizó de acuerdo a la NTP 251.010. El método mencionado es el de secado en estufa. Una vez pesadas las probetas se las colocaron en la estufa, aplicando una elevación gradual de la temperatura hasta alcanzar los $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ de tal manera que se controló y se anotó los pesos de las probetas hasta obtener su estado anhidro o seco al horno, para un posterior tratamiento.

Los resultados obtenidos son como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1al 10 -Contenido de Humedad (Cedrelinga cateniformis).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.

LA MOLINA.

LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN:	TORNILLO	N° DE XILOTEC#	
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL:	I
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010		EJECUTOR:	JBCH - MYDV
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N° CONTROL N°	I-1-1		I-1-2		I-1-3		I-1-4		I-1-5	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	75.96	28/11/2016 07:00 p.m.	72.39	28/11/2016 07:00 p.m.	81.47	28/11/2016 07:00 p.m.	81.52	28/11/2016 07:00 p.m.	78.27	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	59.63	30/11/2016 08:30 a.m.	57.13	30/11/2016 08:30 a.m.	65.10	30/11/2016 08:30 a.m.	59.70	30/11/2016 08:30 a.m.	56.47	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	49.14	01/12/2016 08:00 a.m.	45.46	01/12/2016 08:00 a.m.	52.26	01/12/2016 08:00 a.m.	51.29	01/12/2016 08:00 a.m.	48.39	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	44.90	02/12/2016 11:20 a.m.	42.36	02/12/2016 11:20 a.m.	48.25	02/12/2016 11:20 a.m.	47.93	02/12/2016 11:20 a.m.	44.74	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	44.86	05/12/2016 05:25 p.m.	42.36	05/12/2016 05:25 p.m.	48.08	05/12/2016 05:25 p.m.	47.95	05/12/2016 05:25 p.m.	44.70	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	44.71	06/12/2016 05:30 p.m.	42.28	06/12/2016 05:30 p.m.	47.96	06/12/2016 05:30 p.m.	47.80	06/12/2016 05:30 p.m.	44.58	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	44.69	07/12/2016 06:00 p.m.	42.20	07/12/2016 06:00 p.m.	47.91	07/12/2016 06:00 p.m.	47.76	07/12/2016 06:00 p.m.	44.51	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	44.33	09/12/2016 04:50 p.m.	44.33	09/12/2016 04:50 p.m.	47.88	09/12/2016 04:50 p.m.	47.70	09/12/2016 04:50 p.m.	44.51	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	44.57	12/12/2016 04:50 p.m.	42.13	12/12/2016 04:50 p.m.	47.85	12/12/2016 04:50 p.m.	47.63	12/12/2016 04:50 p.m.	44.44	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	44.63	13/12/2016 06:40 p.m.	42.18	13/12/2016 06:40 p.m.	47.81	13/12/2016 06:40 p.m.	47.66	13/12/2016 06:40 p.m.	44.46	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	44.60	14/12/2016 05:40 p.m.	42.13	14/12/2016 05:40 p.m.	47.83	14/12/2016 05:40 p.m.	47.65	14/12/2016 05:40 p.m.	44.39	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	44.59	15/12/2016 05:30 p.m.	42.15	15/12/2016 05:30 p.m.	47.78	15/12/2016 05:30 p.m.	47.63	15/12/2016 05:30 p.m.	44.39	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	44.54	16/12/2016 09:15 a.m.	42.11	16/12/2016 09:15 a.m.	47.78	16/12/2016 09:15 a.m.	47.59	16/12/2016 09:15 a.m.	44.37	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	70.54		71.91		70.51		71.30		76.40	

PROMEDIO : M (%) = 72.13

MUESTRA N° CONTROL N°	I-1-6		I-1-7		I-1-8		I-1-9		I-1-10	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	76.82	28/11/2016 07:00 p.m.	78.90	28/11/2016 07:00 p.m.	68.80	28/11/2016 07:00 p.m.	70.72	28/11/2016 07:00 p.m.	72.36	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	55.65	30/11/2016 08:30 a.m.	54.53	30/11/2016 08:30 a.m.	48.88	30/11/2016 08:30 a.m.	46.18	30/11/2016 08:30 a.m.	49.39	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	47.25	01/12/2016 08:00 a.m.	49.65	01/12/2016 08:00 a.m.	42.63	01/12/2016 08:00 a.m.	43.99	01/12/2016 08:00 a.m.	44.65	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	43.94	02/12/2016 11:20 a.m.	47.63	02/12/2016 11:20 a.m.	40.45	02/12/2016 11:20 a.m.	42.50	02/12/2016 11:20 a.m.	42.90	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	43.94	05/12/2016 05:25 p.m.	47.64	05/12/2016 05:25 p.m.	40.51	05/12/2016 05:25 p.m.	42.53	05/12/2016 05:25 p.m.	42.84	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	43.80	06/12/2016 05:30 p.m.	47.50	06/12/2016 05:30 p.m.	40.41	06/12/2016 05:30 p.m.	42.32	06/12/2016 05:30 p.m.	42.67	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	43.75	07/12/2016 06:00 p.m.	47.48	07/12/2016 06:00 p.m.	40.37	07/12/2016 06:00 p.m.	42.32	07/12/2016 06:00 p.m.	42.67	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	43.69	09/12/2016 04:50 p.m.	47.42	09/12/2016 04:50 p.m.	40.35	09/12/2016 04:50 p.m.	42.31	09/12/2016 04:50 p.m.	42.65	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	43.67	12/12/2016 04:50 p.m.	47.37	12/12/2016 04:50 p.m.	40.32	12/12/2016 04:50 p.m.	42.28	12/12/2016 04:50 p.m.	42.58	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	43.71	13/12/2016 06:40 p.m.	47.44	13/12/2016 06:40 p.m.	40.32	13/12/2016 06:40 p.m.	42.30	13/12/2016 06:40 p.m.	42.63	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	43.63	14/12/2016 05:40 p.m.	47.42	14/12/2016 05:40 p.m.	40.27	14/12/2016 05:40 p.m.	42.23	14/12/2016 05:40 p.m.	42.58	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	43.63	15/12/2016 05:30 p.m.	47.34	15/12/2016 05:30 p.m.	40.32	15/12/2016 05:30 p.m.	42.23	15/12/2016 05:30 p.m.	42.58	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	43.60	16/12/2016 09:15 a.m.	47.33	16/12/2016 09:15 a.m.	40.27	16/12/2016 09:15 a.m.	42.22	16/12/2016 09:15 a.m.	42.52	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	75.83		66.39		70.51		67.15		69.66	

PROMEDIO : M (%) = 69.91

Tabla 12: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15 -Contenido de Humedad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN: TORNILLO	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL: I
FAMILIA: LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA: AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	JBCH - MYDV
PROYECTO: TESIS	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	I-1-11		I-1-12		I-1-13		I-1-14		I-1-15	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	76.86	28/11/2016 07:00 p.m.	71.05	28/11/2016 07:00 p.m.	73.99	28/11/2016 07:00 p.m.	71.66	28/11/2016 07:00 p.m.	75.50	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	46.66	30/11/2016 08:30 a.m.	47.35	30/11/2016 08:30 a.m.	52.23	30/11/2016 08:30 a.m.	51.97	30/11/2016 08:30 a.m.	54.93	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	45.45	01/12/2016 08:00 a.m.	42.73	01/12/2016 08:00 a.m.	46.63	01/12/2016 08:00 a.m.	46.50	01/12/2016 08:00 a.m.	48.44	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	44.40	02/12/2016 11:20 a.m.	41.05	02/12/2016 11:20 a.m.	44.10	02/12/2016 11:20 a.m.	44.26	02/12/2016 11:20 a.m.	45.55	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	44.43	05/12/2016 05:25 p.m.	41.01	05/12/2016 05:25 p.m.	44.16	05/12/2016 05:25 p.m.	44.27	05/12/2016 05:25 p.m.	45.52	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	44.25	06/12/2016 05:30 p.m.	40.86	06/12/2016 05:30 p.m.	44.00	06/12/2016 05:30 p.m.	44.11	06/12/2016 05:30 p.m.	45.33	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	44.22	07/12/2016 06:00 p.m.	40.84	07/12/2016 06:00 p.m.	44.02	07/12/2016 06:00 p.m.	44.06	07/12/2016 06:00 p.m.	45.29	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	44.20	09/12/2016 04:50 p.m.	40.81	09/12/2016 04:50 p.m.	43.94	09/12/2016 04:50 p.m.	44.05	09/12/2016 04:50 p.m.	45.27	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	44.20	12/12/2016 04:50 p.m.	40.75	12/12/2016 04:50 p.m.	43.90	12/12/2016 04:50 p.m.	43.97	12/12/2016 04:50 p.m.	45.19	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	44.20	13/12/2016 06:40 p.m.	40.83	13/12/2016 06:40 p.m.	43.99	13/12/2016 06:40 p.m.	44.07	13/12/2016 06:40 p.m.	45.26	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	44.12	14/12/2016 05:40 p.m.	40.74	14/12/2016 05:40 p.m.	43.87	14/12/2016 05:40 p.m.	43.96	14/12/2016 05:40 p.m.	45.18	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	44.10	15/12/2016 05:30 p.m.	40.75	15/12/2016 05:30 p.m.	43.92	15/12/2016 05:30 p.m.	44.01	15/12/2016 05:30 p.m.	45.18	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	44.06	16/12/2016 09:15 a.m.	40.70	16/12/2016 09:15 a.m.	43.87	16/12/2016 09:15 a.m.	43.96	16/12/2016 09:15 a.m.	45.18	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%).	74.44		74.57		68.66		63.01		67.11	

PROMEDIO : M (%) = 69.56

Tabla 13: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25-Contenido de Humedad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN: TORNILLO	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL: II
FAMILIA: LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA: AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	FECHA: JBCH - MYDV
PROYECTO: TESIS	_____

MUESTRA N°	II-1-16		II-1-17		II-1-18		II-1-19		II-1-20	
	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA
01.	80.77	28/11/2016 07:00 p.m.	75.47	28/11/2016 07:00 p.m.	79.41	28/11/2016 07:00 p.m.	80.16	28/11/2016 07:00 p.m.	80.50	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	55.98	30/11/2016 08:30 a.m.	50.34	30/11/2016 08:30 a.m.	51.88	30/11/2016 08:30 a.m.	50.54	30/11/2016 08:30 a.m.	50.77	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	49.94	01/12/2016 08:00 a.m.	46.46	01/12/2016 08:00 a.m.	48.19	01/12/2016 08:00 a.m.	47.99	01/12/2016 08:00 a.m.	48.05	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	46.30	02/12/2016 11:20 a.m.	43.70	02/12/2016 11:20 a.m.	45.68	02/12/2016 11:20 a.m.	45.83	02/12/2016 11:20 a.m.	46.01	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	46.23	05/12/2016 05:25 p.m.	43.76	05/12/2016 05:25 p.m.	45.65	05/12/2016 05:25 p.m.	45.87	05/12/2016 05:25 p.m.	46.05	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	46.04	06/12/2016 05:30 p.m.	43.60	06/12/2016 05:30 p.m.	45.47	06/12/2016 05:30 p.m.	45.73	06/12/2016 05:30 p.m.	45.87	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	46.07	07/12/2016 06:00 p.m.	43.56	07/12/2016 06:00 p.m.	45.44	07/12/2016 06:00 p.m.	45.69	07/12/2016 06:00 p.m.	45.88	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	46.04	09/12/2016 04:50 p.m.	43.56	09/12/2016 04:50 p.m.	45.43	09/12/2016 04:50 p.m.	45.66	09/12/2016 04:50 p.m.	45.81	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	45.94	12/12/2016 04:50 p.m.	43.46	12/12/2016 04:50 p.m.	45.31	12/12/2016 04:50 p.m.	45.60	12/12/2016 04:50 p.m.	45.75	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	45.99	13/12/2016 06:40 p.m.	43.54	13/12/2016 06:40 p.m.	45.40	13/12/2016 06:40 p.m.	45.61	13/12/2016 06:40 p.m.	45.78	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	45.94	14/12/2016 05:40 p.m.	43.45	14/12/2016 05:40 p.m.	45.35	14/12/2016 05:40 p.m.	45.63	14/12/2016 05:40 p.m.	45.73	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	45.98	15/12/2016 05:30 p.m.	43.47	15/12/2016 05:30 p.m.	45.33	15/12/2016 05:30 p.m.	45.61	15/12/2016 05:30 p.m.	45.77	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	45.91	16/12/2016 09:15 a.m.	43.44	16/12/2016 09:15 a.m.	45.28	16/12/2016 09:15 a.m.	45.56	16/12/2016 09:15 a.m.	45.68	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	75.93		73.73		75.38		75.94		76.23	

PROMEDIO : M (%) = 75.44

MUESTRA N°	II-1-21		II-1-22		II-1-23		II-1-24		II-1-25	
	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA
01.	75.23	28/11/2016 07:00 p.m.	75.90	28/11/2016 07:00 p.m.	78.09	28/11/2016 07:00 p.m.	77.61	28/11/2016 07:00 p.m.	77.50	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	50.86	30/11/2016 08:30 a.m.	49.36	30/11/2016 08:30 a.m.	48.39	30/11/2016 08:30 a.m.	48.68	30/11/2016 08:30 a.m.	53.35	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	45.18	01/12/2016 08:00 a.m.	45.81	01/12/2016 08:00 a.m.	45.57	01/12/2016 08:00 a.m.	46.03	01/12/2016 08:00 a.m.	46.85	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	43.17	02/12/2016 11:20 a.m.	43.68	02/12/2016 11:20 a.m.	44.57	02/12/2016 11:20 a.m.	44.28	02/12/2016 11:20 a.m.	44.20	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	43.15	05/12/2016 05:25 p.m.	43.68	05/12/2016 05:25 p.m.	44.57	05/12/2016 05:25 p.m.	44.18	05/12/2016 05:25 p.m.	44.17	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	43.00	06/12/2016 05:30 p.m.	43.54	06/12/2016 05:30 p.m.	44.36	06/12/2016 05:30 p.m.	44.08	06/12/2016 05:30 p.m.	44.03	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	42.95	07/12/2016 06:00 p.m.	43.29	07/12/2016 06:00 p.m.	44.33	07/12/2016 06:00 p.m.	44.04	07/12/2016 06:00 p.m.	43.96	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	42.92	09/12/2016 04:50 p.m.	43.47	09/12/2016 04:50 p.m.	44.34	09/12/2016 04:50 p.m.	44.07	09/12/2016 04:50 p.m.	43.95	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	42.83	12/12/2016 04:50 p.m.	43.38	12/12/2016 04:50 p.m.	44.28	12/12/2016 04:50 p.m.	43.98	12/12/2016 04:50 p.m.	43.95	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	42.88	13/12/2016 06:40 p.m.	43.45	13/12/2016 06:40 p.m.	44.31	13/12/2016 06:40 p.m.	43.97	13/12/2016 06:40 p.m.	43.92	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	42.89	14/12/2016 05:40 p.m.	43.39	14/12/2016 05:40 p.m.	44.23	14/12/2016 05:40 p.m.	43.98	14/12/2016 05:40 p.m.	43.90	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	42.85	15/12/2016 05:30 p.m.	43.36	15/12/2016 05:30 p.m.	44.25	15/12/2016 05:30 p.m.	43.96	15/12/2016 05:30 p.m.	43.89	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	42.84	16/12/2016 09:15 a.m.	43.37	16/12/2016 09:15 a.m.	44.21	16/12/2016 09:15 a.m.	43.94	16/12/2016 09:15 a.m.	43.89	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	75.28		74.60		76.12		76.11		76.34	

PROMEDIO : M (%) = 75.69

Tabla 14: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30 -Contenido de Humedad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN: TORNILLO	N° DE XILOTECA/
NOMBRE CIENTIFICO: <i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL: II
FAMILIA: LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA: AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	
PROYECTO: TESIS	FECHA: JBCH - MYDV

MUESTRA N°	II-1-26		II-1-27		II-1-28		II-1-29		II-1-30	
	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA
01.	77.86	28/11/2016 07:00 p.m.	75.22	28/11/2016 07:00 p.m.	79.14	28/11/2016 07:00 p.m.	81.02	28/11/2016 07:00 p.m.	78.85	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	50.29	30/11/2016 08:30 a.m.	46.27	30/11/2016 08:30 a.m.	54.69	30/11/2016 08:30 a.m.	57.62	30/11/2016 08:30 a.m.	54.77	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	47.94	01/12/2016 08:00 a.m.	45.23	01/12/2016 08:00 a.m.	48.64	01/12/2016 08:00 a.m.	50.84	01/12/2016 08:00 a.m.	49.17	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	46.17	02/12/2016 11:20 a.m.	43.85	02/12/2016 11:20 a.m.	44.89	02/12/2016 11:20 a.m.	46.22	02/12/2016 11:20 a.m.	46.39	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	46.10	05/12/2016 05:25 p.m.	43.91	05/12/2016 05:25 p.m.	44.77	05/12/2016 05:25 p.m.	46.24	05/12/2016 05:25 p.m.	46.41	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	45.94	06/12/2016 05:30 p.m.	43.78	06/12/2016 05:30 p.m.	44.63	06/12/2016 05:30 p.m.	46.06	06/12/2016 05:30 p.m.	46.20	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	45.89	07/12/2016 06:00 p.m.	43.68	07/12/2016 06:00 p.m.	44.62	07/12/2016 06:00 p.m.	46.01	07/12/2016 06:00 p.m.	46.17	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	45.89	09/12/2016 04:50 p.m.	43.70	09/12/2016 04:50 p.m.	44.62	09/12/2016 04:50 p.m.	46.02	09/12/2016 04:50 p.m.	46.15	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	45.78	12/12/2016 04:50 p.m.	43.64	12/12/2016 04:50 p.m.	44.56	12/12/2016 04:50 p.m.	45.94	12/12/2016 04:50 p.m.	46.06	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	45.83	13/12/2016 06:40 p.m.	43.71	13/12/2016 06:40 p.m.	44.61	13/12/2016 06:40 p.m.	45.98	13/12/2016 06:40 p.m.	46.10	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	45.78	14/12/2016 05:40 p.m.	43.62	14/12/2016 05:40 p.m.	44.56	14/12/2016 05:40 p.m.	45.94	14/12/2016 05:40 p.m.	46.08	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	45.77	15/12/2016 05:30 p.m.	43.64	15/12/2016 05:30 p.m.	44.54	15/12/2016 05:30 p.m.	45.91	15/12/2016 05:30 p.m.	46.04	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	45.77	16/12/2016 09:15 a.m.	43.60	16/12/2016 09:15 a.m.	44.49	16/12/2016 09:15 a.m.	45.89	16/12/2016 09:15 a.m.	46.05	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	70.11		72.52		77.88		76.55		71.23	

PROMEDIO : M (%) = 73.66

Tabla 15: Datos procesados- Contenido de Humedad (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	FECHA	PROBETAS	PESO VERDE (gr.)	PESO ANHIDRO (gr.)	CONTENIDO HUMEDAD (C.H%)
1	16/12/2016	I - 1 - 1	75.96	44.54	70.543
2	16/12/2016	I - 1 - 2	72.39	42.11	71.907
3	16/12/2016	I - 1 - 3	81.47	47.78	70.511
4	16/12/2016	I - 1 - 4	81.52	47.59	71.296
5	16/12/2016	I - 1 - 5	78.27	44.37	76.403
6	16/12/2016	I - 1 - 6	76.82	43.60	76.193
7	16/12/2016	I - 1 - 7	78.90	47.33	66.702
8	16/12/2016	I - 1 - 8	68.80	40.27	70.847
9	16/12/2016	I - 1 - 9	70.72	42.22	67.504
10	16/12/2016	I - 1 - 10	72.36	42.52	70.179
11	16/12/2016	I - 1 - 11	76.86	44.06	74.444
12	16/12/2016	I - 1 - 12	71.05	40.70	74.570
13	16/12/2016	I - 1 - 13	73.99	43.87	68.657
14	16/12/2016	I - 1 - 14	71.66	43.96	63.012
15	16/12/2016	I - 1 - 15	75.50	45.18	67.109
16	16/12/2016	II - 1 - 16	80.77	45.91	75.931
17	16/12/2016	II - 1 - 17	75.47	43.44	73.734
18	16/12/2016	II - 1 - 18	79.41	45.28	75.375
19	16/12/2016	II - 1 - 19	80.16	45.56	75.944
20	16/12/2016	II - 1 - 20	80.50	45.68	76.226
21	16/12/2016	II - 1 - 21	75.23	42.84	75.607
22	16/12/2016	II - 1 - 22	75.90	43.37	75.006
23	16/12/2016	II - 1 - 23	78.09	44.21	76.634
24	16/12/2016	II - 1 - 24	77.61	43.94	76.627
25	16/12/2016	II - 1 - 25	77.50	43.89	76.578
26	16/12/2016	II - 1 - 26	77.86	45.77	70.111
27	16/12/2016	II - 1 - 27	75.22	43.60	72.523
28	16/12/2016	II - 1 - 28	79.14	44.49	77.883
29	16/12/2016	II - 1 - 29	81.02	45.89	76.553
30	16/12/2016	II - 1 - 30	78.85	46.05	71.227

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1 al 10 -Contenido de Humedad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN:	GUABILLA	Nº DE XILOTECA:	
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Inga sp.</i>	Nº DE ARBOL:	1
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA Nº 251 - 010		EJECUTOR:	JBCH - MYDV
PROYECTO:		FECHA:	
TESIS			

MUESTRA Nº	I-1-1		I-1-2		I-1-3		I-1-4		I-1-5	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	94.97	28/11/2016 07:00 p.m.	93.33	28/11/2016 07:00 p.m.	100.39	28/11/2016 07:00 p.m.	100.49	28/11/2016 07:00 p.m.	101.30	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	67.98	30/11/2016 08:30 a.m.	64.93	30/11/2016 08:30 a.m.	62.43	30/11/2016 08:30 a.m.	63.52	30/11/2016 08:30 a.m.	62.75	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	63.44	01/12/2016 08:00 a.m.	62.20	01/12/2016 08:00 a.m.	60.00	01/12/2016 08:00 a.m.	62.42	01/12/2016 08:00 a.m.	61.22	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	61.31	02/12/2016 11:20 a.m.	60.75	02/12/2016 11:20 a.m.	59.02	02/12/2016 11:20 a.m.	60.79	02/12/2016 11:20 a.m.	59.66	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	61.24	05/12/2016 05:25 p.m.	60.68	05/12/2016 05:25 p.m.	58.89	05/12/2016 05:25 p.m.	60.63	05/12/2016 05:25 p.m.	59.69	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	60.94	06/12/2016 05:30 p.m.	60.31	06/12/2016 05:30 p.m.	58.52	06/12/2016 05:30 p.m.	60.19	06/12/2016 05:30 p.m.	59.43	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	60.85	07/12/2016 06:00 p.m.	60.17	07/12/2016 06:00 p.m.	58.47	07/12/2016 06:00 p.m.	60.10	07/12/2016 06:00 p.m.	59.30	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	60.90	09/12/2016 04:50 p.m.	60.14	09/12/2016 04:50 p.m.	58.46	09/12/2016 04:50 p.m.	60.10	09/12/2016 04:50 p.m.	59.19	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	60.71	12/12/2016 04:50 p.m.	60.04	12/12/2016 04:50 p.m.	58.39	12/12/2016 04:50 p.m.	60.00	12/12/2016 04:50 p.m.	59.16	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	60.73	13/12/2016 06:40 p.m.	60.06	13/12/2016 06:40 p.m.	58.38	13/12/2016 06:40 p.m.	60.02	13/12/2016 06:40 p.m.	59.16	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	60.69	14/12/2016 05:40 p.m.	60.02	14/12/2016 05:40 p.m.	58.36	14/12/2016 05:40 p.m.	59.98	14/12/2016 05:40 p.m.	59.16	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	60.73	15/12/2016 05:30 p.m.	60.04	15/12/2016 05:30 p.m.	58.39	15/12/2016 05:30 p.m.	60.00	15/12/2016 05:30 p.m.	59.15	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	60.73	16/12/2016 09:15 a.m.	60.07	16/12/2016 09:15 a.m.	58.39	16/12/2016 09:15 a.m.	60.00	16/12/2016 09:15 a.m.	59.16	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	56.38		55.37		71.93		67.48		71.23	

PROMEDIO : M (%) = 64.48

MUESTRA Nº	I-1-6		I-1-7		I-1-8		I-1-9		I-1-10	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	100.69	28/11/2016 07:00 p.m.	102.33	28/11/2016 07:00 p.m.	100.38	28/11/2016 07:00 p.m.	99.72	28/11/2016 07:00 p.m.	100.56	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	63.74	30/11/2016 08:30 a.m.	64.36	30/11/2016 08:30 a.m.	62.65	30/11/2016 08:30 a.m.	62.39	30/11/2016 08:30 a.m.	62.35	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	62.10	01/12/2016 08:00 a.m.	62.28	01/12/2016 08:00 a.m.	60.88	01/12/2016 08:00 a.m.	61.79	01/12/2016 08:00 a.m.	60.29	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	60.71	02/12/2016 11:20 a.m.	60.26	02/12/2016 11:20 a.m.	58.97	02/12/2016 11:20 a.m.	60.47	02/12/2016 11:20 a.m.	58.46	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	60.67	05/12/2016 05:25 p.m.	60.14	05/12/2016 05:25 p.m.	58.71	05/12/2016 05:25 p.m.	60.29	05/12/2016 05:25 p.m.	58.42	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	60.32	06/12/2016 05:30 p.m.	59.89	06/12/2016 05:30 p.m.	58.24	06/12/2016 05:30 p.m.	60.10	06/12/2016 05:30 p.m.	58.03	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	60.22	07/12/2016 06:00 p.m.	59.77	07/12/2016 06:00 p.m.	58.13	07/12/2016 06:00 p.m.	59.97	07/12/2016 06:00 p.m.	57.91	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	60.16	09/12/2016 04:50 p.m.	59.65	09/12/2016 04:50 p.m.	58.16	09/12/2016 04:50 p.m.	59.91	09/12/2016 04:50 p.m.	57.86	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	60.08	12/12/2016 04:50 p.m.	59.56	12/12/2016 04:50 p.m.	58.08	12/12/2016 04:50 p.m.	59.92	12/12/2016 04:50 p.m.	57.81	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	60.07	13/12/2016 06:40 p.m.	59.57	13/12/2016 06:40 p.m.	58.08	13/12/2016 06:40 p.m.	59.85	13/12/2016 06:40 p.m.	57.79	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	60.06	14/12/2016 05:40 p.m.	59.52	14/12/2016 05:40 p.m.	58.05	14/12/2016 05:40 p.m.	59.82	14/12/2016 05:40 p.m.	57.79	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	60.07	15/12/2016 05:30 p.m.	59.56	15/12/2016 05:30 p.m.	58.07	15/12/2016 05:30 p.m.	59.83	15/12/2016 05:30 p.m.	57.78	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	60.05	16/12/2016 09:15 a.m.	59.55	16/12/2016 09:15 a.m.	58.05	16/12/2016 09:15 a.m.	59.85	16/12/2016 09:15 a.m.	57.75	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	67.37		71.55		72.59		66.45		73.80	

PROMEDIO : M (%) = 70.35

Tabla 17: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15-Contenido de Humedad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN: <u>GUABILLA</u>	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u>	N° DE ARBOL: <u>I</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	I-1-11		I-1-12		I-1-13		I-1-14		I-1-15	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	101.72	28/11/2016 07:00 p.m.	97.14	28/11/2016 07:00 p.m.	96.38	28/11/2016 07:00 p.m.	98.43	28/11/2016 07:00 p.m.	96.67	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	79.68	30/11/2016 08:30 a.m.	70.40	30/11/2016 08:30 a.m.	66.78	30/11/2016 08:30 a.m.	66.35	30/11/2016 08:30 a.m.	66.88	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	66.63	01/12/2016 08:00 a.m.	63.03	01/12/2016 08:00 a.m.	61.30	01/12/2016 08:00 a.m.	62.05	01/12/2016 08:00 a.m.	63.30	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	59.24	02/12/2016 11:20 a.m.	59.72	02/12/2016 11:20 a.m.	59.52	02/12/2016 11:20 a.m.	60.68	02/12/2016 11:20 a.m.	61.81	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	58.84	05/12/2016 05:25 p.m.	59.64	05/12/2016 05:25 p.m.	59.33	05/12/2016 05:25 p.m.	60.73	05/12/2016 05:25 p.m.	61.74	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	58.31	06/12/2016 05:30 p.m.	59.17	06/12/2016 05:30 p.m.	59.01	06/12/2016 05:30 p.m.	60.31	06/12/2016 05:30 p.m.	61.29	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	58.19	07/12/2016 06:00 p.m.	59.05	07/12/2016 06:00 p.m.	58.94	07/12/2016 06:00 p.m.	60.24	07/12/2016 06:00 p.m.	61.27	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	58.22	09/12/2016 04:50 p.m.	59.03	09/12/2016 04:50 p.m.	58.93	09/12/2016 04:50 p.m.	60.19	09/12/2016 04:50 p.m.	61.10	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	58.14	12/12/2016 04:50 p.m.	58.92	12/12/2016 04:50 p.m.	58.84	12/12/2016 04:50 p.m.	60.13	12/12/2016 04:50 p.m.	61.09	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	58.13	13/12/2016 06:40 p.m.	58.92	13/12/2016 06:40 p.m.	58.85	13/12/2016 06:40 p.m.	60.14	13/12/2016 06:40 p.m.	61.05	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	58.08	14/12/2016 05:40 p.m.	58.88	14/12/2016 05:40 p.m.	58.80	14/12/2016 05:40 p.m.	60.08	14/12/2016 05:40 p.m.	61.05	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	58.13	15/12/2016 05:30 p.m.	58.91	15/12/2016 05:30 p.m.	58.82	15/12/2016 05:30 p.m.	60.15	15/12/2016 05:30 p.m.	61.08	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	58.08	16/12/2016 09:15 a.m.	58.86	16/12/2016 09:15 a.m.	58.81	16/12/2016 09:15 a.m.	60.07	16/12/2016 09:15 a.m.	61.06	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%).	75.14		65.04		63.88		63.86		58.32	

PROMEDIO : M (%) = 65.25

Tabla 18: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25-Contenido de Humedad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN: <u>GUABILLA</u>	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <u><i>Inga sp.</i></u>	N° DE ARBOL: <u>II</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N°	II-1-16		II-1-17		II-1-18		II-1-19		II-1-20	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	107.79	28/11/2016 07:00 p.m.	108.48	28/11/2016 07:00 p.m.	109.08	28/11/2016 07:00 p.m.	108.77	28/11/2016 07:00 p.m.	108.85	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	67.29	30/11/2016 08:30 a.m.	67.19	30/11/2016 08:30 a.m.	66.66	30/11/2016 08:30 a.m.	64.33	30/11/2016 08:30 a.m.	69.92	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	63.60	01/12/2016 08:00 a.m.	62.71	01/12/2016 08:00 a.m.	63.33	01/12/2016 08:00 a.m.	62.39	01/12/2016 08:00 a.m.	63.48	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	60.72	02/12/2016 11:20 a.m.	60.10	02/12/2016 11:20 a.m.	61.69	02/12/2016 11:20 a.m.	60.90	02/12/2016 11:20 a.m.	59.46	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	60.46	05/12/2016 05:25 p.m.	59.90	05/12/2016 05:25 p.m.	61.46	05/12/2016 05:25 p.m.	60.76	05/12/2016 05:25 p.m.	59.28	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	60.10	06/12/2016 05:30 p.m.	59.42	06/12/2016 05:30 p.m.	61.08	06/12/2016 05:30 p.m.	60.42	06/12/2016 05:30 p.m.	58.84	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	59.89	07/12/2016 06:00 p.m.	59.26	07/12/2016 06:00 p.m.	60.89	07/12/2016 06:00 p.m.	60.37	07/12/2016 06:00 p.m.	58.76	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	59.80	09/12/2016 04:50 p.m.	59.27	09/12/2016 04:50 p.m.	60.91	09/12/2016 04:50 p.m.	60.29	09/12/2016 04:50 p.m.	58.69	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	59.77	12/12/2016 04:50 p.m.	59.14	12/12/2016 04:50 p.m.	60.80	12/12/2016 04:50 p.m.	60.21	12/12/2016 04:50 p.m.	58.59	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	59.75	13/12/2016 06:40 p.m.	59.14	13/12/2016 06:40 p.m.	60.79	13/12/2016 06:40 p.m.	60.20	13/12/2016 06:40 p.m.	58.59	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	59.77	14/12/2016 05:40 p.m.	59.13	14/12/2016 05:40 p.m.	60.77	14/12/2016 05:40 p.m.	60.20	14/12/2016 05:40 p.m.	58.58	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	59.76	15/12/2016 05:30 p.m.	59.18	15/12/2016 05:30 p.m.	60.82	15/12/2016 05:30 p.m.	60.21	15/12/2016 05:30 p.m.	58.60	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	59.76	16/12/2016 09:15 a.m.	59.15	16/12/2016 09:15 a.m.	60.78	16/12/2016 09:15 a.m.	60.19	16/12/2016 09:15 a.m.	58.59	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	80.37		83.40		79.47		80.71		85.78	

PROMEDIO : M (%) = 81.95

MUESTRA N°	II-1-21		II-1-22		II-1-23		II-1-24		II-1-25	
	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA	PESO (GRS.)	FECHAY HORA
01.	107.92	28/11/2016 07:00 p.m.	107.62	28/11/2016 07:00 p.m.	107.10	28/11/2016 07:00 p.m.	108.79	28/11/2016 07:00 p.m.	108.60	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	58.21	30/11/2016 08:30 a.m.	59.20	30/11/2016 08:30 a.m.	56.89	30/11/2016 08:30 a.m.	74.52	30/11/2016 08:30 a.m.	60.31	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	58.19	01/12/2016 08:00 a.m.	58.00	01/12/2016 08:00 a.m.	56.48	01/12/2016 08:00 a.m.	64.99	01/12/2016 08:00 a.m.	60.50	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	57.26	02/12/2016 11:20 a.m.	56.57	02/12/2016 11:20 a.m.	55.40	02/12/2016 11:20 a.m.	60.43	02/12/2016 11:20 a.m.	59.22	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	57.18	05/12/2016 05:25 p.m.	56.51	05/12/2016 05:25 p.m.	55.34	05/12/2016 05:25 p.m.	60.37	05/12/2016 05:25 p.m.	59.23	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	56.94	06/12/2016 05:30 p.m.	56.26	06/12/2016 05:30 p.m.	55.09	06/12/2016 05:30 p.m.	60.02	06/12/2016 05:30 p.m.	58.92	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	56.88	07/12/2016 06:00 p.m.	56.20	07/12/2016 06:00 p.m.	55.02	07/12/2016 06:00 p.m.	59.98	07/12/2016 06:00 p.m.	58.81	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	56.76	09/12/2016 04:50 p.m.	56.09	09/12/2016 04:50 p.m.	54.96	09/12/2016 04:50 p.m.	59.89	09/12/2016 04:50 p.m.	58.73	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	56.68	12/12/2016 04:50 p.m.	56.01	12/12/2016 04:50 p.m.	54.93	12/12/2016 04:50 p.m.	59.81	12/12/2016 04:50 p.m.	58.71	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	56.70	13/12/2016 06:40 p.m.	56.01	13/12/2016 06:40 p.m.	54.91	13/12/2016 06:40 p.m.	59.78	13/12/2016 06:40 p.m.	58.68	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	56.69	14/12/2016 05:40 p.m.	56.00	14/12/2016 05:40 p.m.	54.89	14/12/2016 05:40 p.m.	59.76	14/12/2016 05:40 p.m.	58.66	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	56.70	15/12/2016 05:30 p.m.	56.01	15/12/2016 05:30 p.m.	54.92	15/12/2016 05:30 p.m.	59.79	15/12/2016 05:30 p.m.	58.69	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	56.70	16/12/2016 09:15 a.m.	56.00	16/12/2016 09:15 a.m.	54.93	16/12/2016 09:15 a.m.	59.79	16/12/2016 09:15 a.m.	58.69	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	90.13		91.87		94.87		81.65		84.91	

PROMEDIO : M (%) = 88.69

Tabla 19: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30-Contenido de Humedad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN: <u>GUABILLA</u>	N° DE XILOTE: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <u><i>Inga sp.</i></u>	N° DE ARBOL: <u>II</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENC: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	II-1-26		II-1-27		II-1-28		II-1-29		II-1-30	
	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA
01.	108.59	28/11/2016 07:00 p.m.	109.10	28/11/2016 07:00 p.m.	108.56	28/11/2016 07:00 p.m.	109.68	28/11/2016 07:00 p.m.	108.88	28/11/2016 07:00 p.m.
02.	76.48	30/11/2016 08:30 a.m.	75.23	30/11/2016 08:30 a.m.	74.74	30/11/2016 08:30 a.m.	76.54	30/11/2016 08:30 a.m.	75.40	30/11/2016 08:30 a.m.
03.	66.76	01/12/2016 08:00 a.m.	47.07	01/12/2016 08:00 a.m.	66.66	01/12/2016 08:00 a.m.	67.80	01/12/2016 08:00 a.m.	67.51	01/12/2016 08:00 a.m.
04.	59.73	02/12/2016 11:20 a.m.	61.09	02/12/2016 11:20 a.m.	60.74	02/12/2016 11:20 a.m.	61.93	02/12/2016 11:20 a.m.	62.04	02/12/2016 11:20 a.m.
05.	59.49	05/12/2016 05:25 p.m.	60.51	05/12/2016 05:25 p.m.	60.36	05/12/2016 05:25 p.m.	61.59	05/12/2016 05:25 p.m.	61.59	05/12/2016 05:25 p.m.
06.	59.08	06/12/2016 05:30 p.m.	60.16	06/12/2016 05:30 p.m.	59.84	06/12/2016 05:30 p.m.	61.22	06/12/2016 05:30 p.m.	61.18	06/12/2016 05:30 p.m.
07.	59.07	07/12/2016 06:00 p.m.	60.03	07/12/2016 06:00 p.m.	59.77	07/12/2016 06:00 p.m.	60.99	07/12/2016 06:00 p.m.	61.02	07/12/2016 06:00 p.m.
08.	58.95	09/12/2016 04:50 p.m.	59.90	09/12/2016 04:50 p.m.	59.68	09/12/2016 04:50 p.m.	60.90	09/12/2016 04:50 p.m.	60.92	09/12/2016 04:50 p.m.
09.	58.91	12/12/2016 04:50 p.m.	59.86	12/12/2016 04:50 p.m.	59.62	12/12/2016 04:50 p.m.	60.78	12/12/2016 04:50 p.m.	60.87	12/12/2016 04:50 p.m.
10.	58.89	13/12/2016 06:40 p.m.	59.87	13/12/2016 06:40 p.m.	59.63	13/12/2016 06:40 p.m.	60.79	13/12/2016 06:40 p.m.	60.85	13/12/2016 06:40 p.m.
11.	58.84	14/12/2016 05:40 p.m.	59.81	14/12/2016 05:40 p.m.	59.61	14/12/2016 05:40 p.m.	60.76	14/12/2016 05:40 p.m.	60.81	14/12/2016 05:40 p.m.
12.	58.89	15/12/2016 05:30 p.m.	59.86	15/12/2016 05:30 p.m.	59.66	15/12/2016 05:30 p.m.	60.80	15/12/2016 05:30 p.m.	60.85	15/12/2016 05:30 p.m.
13.	58.89	16/12/2016 09:15 a.m.	59.82	16/12/2016 09:15 a.m.	59.58	16/12/2016 09:15 a.m.	60.76	16/12/2016 09:15 a.m.	60.83	16/12/2016 09:15 a.m.
M (%)	84.39		82.38		82.21		80.51		78.99	

PROMEDIO : M (%) = 81.70

Tabla 20: Datos procesados- Contenido de Humedad (*Inga sp*).

N°	FECHA	PROBETAS	PESO VERDE (gr.)	PESO ANHIDRO (gr.)	CONTENIDO HUMEDAD (C.H%)
1	16/12/2016	I - 1 - 1	94.97	60.73	56.381
2	16/12/2016	I - 1 - 2	93.33	60.07	55.369
3	16/12/2016	I - 1 - 3	100.39	58.39	71.930
4	16/12/2016	I - 1 - 4	100.49	60.00	67.483
5	16/12/2016	I - 1 - 5	101.30	59.16	71.231
6	16/12/2016	I - 1 - 6	100.69	60.05	67.677
7	16/12/2016	I - 1 - 7	102.33	59.55	71.839
8	16/12/2016	I - 1 - 8	100.38	58.05	72.920
9	16/12/2016	I - 1 - 9	99.72	59.85	66.617
10	16/12/2016	I - 1 - 10	100.56	57.75	74.130
11	16/12/2016	I - 1 - 11	101.72	58.08	75.138
12	16/12/2016	I - 1 - 12	97.14	58.86	65.036
13	16/12/2016	I - 1 - 13	96.38	58.81	63.884
14	16/12/2016	I - 1 - 14	98.43	60.07	63.859
15	16/12/2016	I - 1 - 15	96.67	61.06	58.320
16	16/12/2016	II - 1 - 16	107.79	59.76	80.371
17	16/12/2016	II - 1 - 17	108.48	59.15	83.398
18	16/12/2016	II - 1 - 18	109.08	60.78	79.467
19	16/12/2016	II - 1 - 19	108.77	60.19	80.711
20	16/12/2016	II - 1 - 20	108.85	58.59	85.783
21	16/12/2016	II - 1 - 21	107.92	56.70	90.335
22	16/12/2016	II - 1 - 22	107.62	56.00	92.179
23	16/12/2016	II - 1 - 23	107.10	54.93	94.975
24	16/12/2016	II - 1 - 24	108.79	59.79	81.954
25	16/12/2016	II - 1 - 25	108.60	58.69	85.040
26	16/12/2016	II - 1 - 26	108.59	58.89	84.395
27	16/12/2016	II - 1 - 27	109.10	59.82	82.380
28	16/12/2016	II - 1 - 28	108.56	59.58	82.209
29	16/12/2016	II - 1 - 29	109.68	60.76	80.513
30	16/12/2016	II - 1 - 30	108.88	60.83	78.991

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.1.2. Densidad

Para el ensayo de densidad, se realizó de acuerdo a la NTP 251.011. El presente método trata en introducir las probetas en agua hasta que alcance un peso constante, seguidamente se determinó el volumen de las probetas por el método de medición indirecta por inmersión en agua que consiste, previa determinación del peso de la probeta; se sumerge totalmente sin tocar el fondo del recipiente en un peso conocido de agua y se registra el incremento de peso correspondiente, que representa el volumen de la probeta. Una vez pesadas las probetas se las colocaron en la estufa, aplicando una elevación gradual de la temperatura hasta alcanzar los $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ de tal manera que se controló y se anotó

los pesos de las probetas hasta obtener su estado anhidro o seco al horno, para un posterior tratamiento.

Los datos obtenidos y resultados arrojados son como se muestran a continuación:

Tabla 21: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1 al 10- Densidad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN: <u>TORNILLO</u>	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>	N° DE ARBOL: <u>I</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	I-2-1		I-2-2		I-2-3		I-2-4		I-2-5	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	80.63	90.62	80.62	90.55	80.08	90.57	79.97	90.65	79.70	90.49
02.	68.02		64.74		66.42		62.92		65.33	
03.	58.11		52.89		56.51		53.95		56.86	
04.	47.43		46.57		47.26		46.18		47.91	
05.	44.63		44.37		44.29		43.98		45.07	
06.	44.40		44.18		44.18		43.84		44.90	
07.	44.33		44.10		44.13		43.78		44.83	
08.	44.33	81.40	44.10	81.24	44.12	81.72	43.78	81.59	44.83	81.59
09.										
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5446		0.5428		0.5399		0.5366		0.5495	
BASICA (Db)	0.4892		0.4870		0.4871		0.4830		0.4954	

MUESTRA N° CONTROL N°	I-2-6		I-2-7		I-2-8		I-2-9		I-2-10	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	77.50	90.59	79.82	90.45	80.98	89.47	80.35	90.46	78.09	90.09
02.	62.83		66.12		66.12		64.38		62.57	
03.	52.83		57.27		55.98		54.68		52.11	
04.	44.90		47.90		47.09		47.48		44.58	
05.	42.95		44.94		44.96		45.20		43.83	
06.	42.85		44.76		44.79		45.01		43.69	
07.	42.78		44.67		44.74		44.95		43.62	
08.	42.77	81.61	44.67	81.79	44.70		44.92		43.60	
09.					44.69	80.28	44.92	81.69	43.59	80.86
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5241		0.5462		0.5567		0.5499		0.5391	
BASICA (Db)	0.4721		0.4939		0.4995		0.4966		0.4838	

Tabla 22: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15- Densidad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN: <u>TORNILLO</u>	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>	N° DE ARBOL: <u>I</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	I-2-11		I-2-12		I-2-13		I-2-14		I-2-15	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	78.84	90.37	80.70	90.59	81.57	90.46	82.43	89.77	80.75	90.15
02.	64.67		65.30		68.11		66.61		68.46	
03.	55.26		55.58		57.13		57.96		59.12	
04.	46.51		47.44		49.07		49.36		49.78	
05.	44.65		45.08		45.96		46.05		46.69	
06.	44.52		44.92		45.76		45.85		46.47	
07.	44.50		44.86		45.69		45.78		46.39	
08.	44.44		44.83		45.67		45.77	80.86	46.38	81.33
09.	44.48	81.12	44.84	81.27	45.66	81.63				
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5483		0.5517		0.5594		0.5660		0.5703	
BASICA (Db)	0.4922		0.4950		0.5048		0.5099		0.5145	

Tabla 23: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25- Densidad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	TORNILLO	N° DE XILOTECA:	
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL:	II
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	JBCH - MYDV
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N°	II-2-16		II-2-17		II-2-18		II-2-19		II-2-20	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	84.50	90.13	86.98	89.78	82.34	89.93	81.32	90.25	86.68	90.58
02.	67.83		70.33		66.15		64.93		74.45	
03.	57.91		59.16		55.68		54.00		60.11	
04.	48.38		47.88		46.00		46.78		49.34	
05.	45.39		45.75		44.01		45.76		45.82	
06.	45.17		45.52		43.85		45.66		44.62	
07.	45.11		45.44		43.80		45.61		45.53	
08.	45.07		45.40		43.75		45.59		45.52	81.40
09.	45.06	80.94	45.41	80.86	43.76	80.65	45.62	80.65		
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5568		0.5615		0.5425		0.5653		0.5592	
BASICA (Db)	0.5001		0.5057		0.4865		0.5052		0.5025	

MUESTRA N°	II-2-21		II-2-22		II-2-23		II-2-24		II-2-25	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	88.10	90.49	82.25	89.39	83.30	89.94	82.58	89.82	76.39	90.12
02.	74.97		68.21		66.68		62.71		61.91	
03.	62.38		55.48		54.94		50.60		49.07	
04.	51.53		45.63		45.94		45.40		43.38	
05.	46.90		43.24		44.62		43.96		42.45	
06.	46.63		43.09		44.47		43.80		42.35	
07.	46.56		43.03		44.41		43.72		42.28	
08.	46.51		43.01		44.37		43.71	80.54	42.27	80.77
09.	46.51	81.39	43.01	80.32	44.36	80.69				
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5714		0.5355		0.5498		0.5427		0.5233	
BASICA (Db)	0.5140		0.4812		0.4932		0.4866		0.4690	

Tabla 24: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30- Densidad (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN: <u>TORNILLO</u>	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>	N° DE ARBOL: <u>I</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	II-2-26		II-2-27		II-2-28		II-2-29		II-2-30	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	77.18	90.38	78.32	90.53	78.93	90.09	79.90	90.28	80.12	90.18
02.	55.38		60.85		60.85		60.92		66.65	
03.	47.87		51.72		51.72		49.88		52.83	
04.	42.23		44.22		44.22		45.01		45.90	
05.	41.33		42.70		42.70		44.16		44.62	
06.	42.71		42.58		42.58		44.04		44.48	
07.	41.16		42.64		42.52		43.97		44.42	
08.	41.11		42.62		42.50		43.95		44.40	
09.	41.10	80.96	42.62	81.17	42.49	80.86	43.94	81.86	44.39	81.07
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5077		0.5251		0.5255		0.5369		0.5477	
BASICA (Db)	0.4547		0.4708		0.4716		0.4868		0.4923	

Tabla 25: Datos obtenidos de laboratorio probetas 1 al 10- Densidad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	GUABILLA	N° DE XILOTECA	
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Inga sp.</i>	N° DE ARBOL:	I
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	JBCH - MYDV
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N°	I-2-1		I-2-2		I-2-3		I-2-4		I-2-5	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	105.88	89.87	109.24	90.78	108.96	90.39	110.19	90.55	109.74	90.55
02.	80.76		82.27		82.99		83.44		85.11	
03.	72.68		75.38		73.90		73.73		77.29	
04.	64.56		65.12		65.48		65.74		65.88	
05.	60.64		61.48		61.75		61.74		60.96	
06.	60.62		61.01		61.24		61.16		60.30	
07.	60.16		60.89		61.11		61.00		60.12	
08.	60.12		60.83		61.04		60.92		60.06	
09.	60.12	76.37	60.82	77.65	61.04	76.86	60.92	76.45	60.06	76.45
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.7872		0.7833		0.7942		0.7969		0.7856	
BASICA (Db)	0.6690		0.6700		0.6753		0.6728		0.6633	

MUESTRA N°	I-2-6		I-2-7		I-2-8		I-2-9		I-2-10	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	109.74	90.76	110.40	90.79	107.54	90.29	109.77	89.98	107.70	90.22
02.	82.41		82.31		78.11		79.79		78.91	
03.	71.09		73.31		70.46		71.60		70.29	
04.	64.63		65.39		59.93		63.78		60.05	
05.	61.38		62.25		55.08		61.50		55.63	
06.	60.90		61.72		54.36		61.19		55.16	
07.	61.74		61.56		54.18		61.07		55.05	
08.	60.68		61.50		54.11		61.02		55.00	
09.	60.68	76.90	61.50	76.82	54.08	77.79	61.05	76.44	55.00	77.23
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.7891		0.8006		0.6952		0.7987		0.7122	
BASICA (Db)	0.6686		0.6774		0.5990		0.6785		0.6096	

Tabla 26: Datos obtenidos de laboratorio probetas 11 al 15- Densidad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN: <u>GUABILLA</u>	N° DE XILOTECA: _____
NOMBRE CIENTIFICO <u>Inga sp.</u>	N° DE ARBOL: <u>I</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011	
PROYECTO: <u>TESIS</u>	EJECUTOR: <u>JBCH - MYDV</u>
	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	I-2-11		I-2-12		I-2-13		I-2-14		I-2-15	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	107.84	90.48	107.50	90.10	108.97	90.55	109.26	90.35	107.10	89.35
02.	79.46		82.44		82.45		83.01		82.87	
03.	70.81		71.79		70.37		73.30		74.21	
04.	58.56		60.45		64.98		64.70		65.65	
05.	55.11		55.66		63.00		62.53		61.91	
06.	54.61		55.15		62.66		62.08		61.31	
07.	54.48		55.02		62.55		61.95		61.37	
08.	54.41		54.96		62.50		61.09		61.30	
09.	54.41	77.71	54.96	76.79	62.50	77.05	61.09	76.46	61.29	76.68
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.7002		0.7157		0.8112		0.7990		0.7993	
BASICA (Db)	0.6013		0.6100		0.6902		0.6761		0.6860	

Tabla 27: Datos obtenidos de laboratorio probetas 16 al 25- Densidad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	GUABILLA	N° DE XILOTECA:	
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Inga sp.</i>	N° DE ARBOL:	II
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR: JBCH - MYDV	
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N°	II-2-16		II-2-17		II-2-18		II-2-19		II-2-20	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	102.78	89.25	106.75	89.70	108.16	89.54	108.35	89.94	109.65	90.08
02.	80.23		78.42		81.48		83.13		86.04	
03.	73.76		69.81		73.95		72.46		75.65	
04.	64.33		64.78		64.94		64.85		65.62	
05.	62.00		61.96		60.85		61.68		62.51	
06.	61.51		61.65		60.47		61.24		62.01	
07.	61.37		61.53		60.36		61.14		61.88	
08.	61.30		61.47		60.31		61.08		61.82	
09.	61.29	76.22	61.51	76.42	60.32	75.79	61.09	76.30	61.82	76.30
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.8041		0.8049		0.7959		0.8007		0.8102	
BASICA (Db)	0.6867		0.6857		0.6737		0.6792		0.6863	

MUESTRA N°	II-2-21		II-2-22		II-2-23		II-2-24		II-2-25	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	110.33	90.10	109.98	90.06	110.40	90.19	110.00	90.43	107.45	90.31
02.	84.42		87.95		87.98		84.20		83.26	
03.	75.58		78.43		78.37		75.00		74.66	
04.	67.59		66.96		67.03		65.35		67.53	
05.	63.52		62.36		63.01		61.86		63.88	
06.	62.87		61.81		62.42		61.30		63.48	
07.	62.70		61.64		62.26		61.15		63.38	
08.	62.63		61.58		62.19		61.07		63.30	
09.	62.62	75.90	61.55	76.39	62.16	76.64	61.07	76.25	63.36	77.22
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.8250		0.8057		0.8111		0.8009		0.8205	
BASICA (Db)	0.6950		0.6834		0.6892		0.6753		0.7016	

Tabla 28: Datos obtenidos de laboratorio probetas 26 al 30- Densidad (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	GUABILLA	N° DE XILOTECA:	
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Inga sp.</i>	N° DE ARBOL:	I
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	JBCH - MYDV
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N°	II-2-26		II-2-27		II-2-28		II-2-29		II-2-30	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	105.53	90.10	108.66	90.31	106.63	90.08	106.24	90.25	103.55	90.20
02.	81.93		86.99		84.12		83.47		83.13	
03.	73.30		78.04		71.62		75.25		75.00	
04.	65.13		69.38		66.36		66.79		66.53	
05.	62.68		65.07		63.79		64.09		64.75	
06.	62.30		64.52		63.38		63.62		64.35	
07.	62.17		64.38		63.25		63.48		64.23	
08.	62.12		64.26		63.18		63.40		64.16	
09.	62.12	77.08	64.27	76.85	63.19	77.80	63.39	77.42	64.16	77.60
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (D _a)	0.8059		0.8363		0.8122		0.8188		0.8268	
BASICA (D _b)	0.6895		0.7117		0.7015		0.7024		0.7113	

Tabla 29: Datos procesados- Densidad Saturada (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	COD. PROB.	VOL. SAT. (Cm3)	Peso Saturado (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	90.62	80.63	44.33	81.886	0.890
2	I - 2 - 2	90.55	80.62	44.10	82.812	0.890
3	I - 2 - 3	90.57	80.08	44.12	81.505	0.884
4	I - 2 - 4	90.65	79.97	43.78	82.663	0.882
5	I - 2 - 5	90.49	79.70	44.83	77.783	0.881
6	I - 2 - 6	90.59	77.50	42.77	81.202	0.856
7	I - 2 - 7	90.45	79.82	44.67	78.688	0.882
8	I - 2 - 8	89.47	80.98	44.69	81.204	0.905
9	I - 2 - 9	90.46	80.35	44.92	78.874	0.888
10	I - 2 - 10	90.09	78.09	43.59	79.147	0.867
11	I - 2 - 11	90.37	78.84	44.48	77.248	0.872
12	I - 2 - 12	90.59	80.70	44.84	79.973	0.891
13	I - 2 - 13	90.46	81.57	45.66	78.647	0.902
14	I - 2 - 14	89.77	82.43	45.77	80.096	0.918
15	I - 2 - 15	90.15	80.75	46.83	72.432	0.896
16	II - 2 - 16	90.13	84.5	45.06	87.528	0.938
17	II - 2 - 17	89.78	86.98	45.41	91.544	0.969
18	II - 2 - 18	89.93	82.34	43.76	88.163	0.916
19	II - 2 - 19	90.25	81.32	45.62	78.255	0.901
20	II - 2 - 20	90.58	86.68	45.52	90.422	0.957
21	II - 2 - 21	90.49	88.1	46.51	89.422	0.974
22	II - 2 - 22	89.39	82.25	43.01	91.235	0.920
23	II - 2 - 23	89.94	83.3	44.36	87.782	0.926
24	II - 2 - 24	89.82	82.58	43.71	88.927	0.919
25	II - 2 - 25	90.12	76.39	42.27	80.719	0.848
26	II - 2 - 26	90.38	77.18	41.10	87.786	0.854
27	II - 2 - 27	90.53	78.32	42.62	83.763	0.865
28	II - 2 - 28	90.09	78.93	42.49	85.761	0.876
29	II - 2 - 29	90.28	79.9	43.94	81.839	0.885
30	II - 2 - 30	90.18	80.12	44.39	80.491	0.888

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Datos procesados- Densidad Saturada (*Inga sp*).

N°	COD. PROB.	VOL. SAT. (Cm3)	Peso Saturado (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	89.87	105.88	60.12	76.114	1.178
2	I - 2 - 2	90.78	109.24	60.82	79.612	1.203
3	I - 2 - 3	90.39	108.96	61.04	78.506	1.205
4	I - 2 - 4	90.55	110.19	60.92	80.877	1.217
5	I - 2 - 5	90.55	109.74	60.06	82.717	1.212
6	I - 2 - 6	90.76	109.74	60.68	80.850	1.209
7	I - 2 - 7	90.79	110.40	61.50	79.512	1.216
8	I - 2 - 8	90.29	107.54	54.08	98.854	1.191
9	I - 2 - 9	89.98	109.77	61.05	79.803	1.220
10	I - 2 - 10	90.22	107.70	55.00	95.818	1.194
11	I - 2 - 11	90.48	107.84	54.41	98.199	1.192
12	I - 2 - 12	90.10	107.50	54.96	95.597	1.193
13	I - 2 - 13	90.55	108.97	62.50	74.352	1.203
14	I - 2 - 14	90.35	109.26	61.89	76.539	1.209
15	I - 2 - 15	89.35	107.10	61.06	75.401	1.199
16	II - 2 - 16	89.25	102.78	61.29	67.695	1.152
17	II - 2 - 17	89.70	106.75	61.51	73.549	1.190
18	II - 2 - 18	89.54	108.16	60.32	79.310	1.208
19	II - 2 - 19	89.94	108.35	61.09	77.361	1.205
20	II - 2 - 20	90.08	109.65	61.82	77.370	1.217
21	II - 2 - 21	90.10	110.33	62.62	76.190	1.225
22	II - 2 - 22	90.06	109.98	61.55	78.684	1.221
23	II - 2 - 23	90.19	110.40	62.16	77.606	1.224
24	II - 2 - 24	90.43	110.00	61.07	80.121	1.216
25	II - 2 - 25	90.31	107.45	63.36	69.586	1.190
26	II - 2 - 26	90.10	105.53	62.12	69.881	1.171
27	II - 2 - 27	90.31	108.66	64.27	69.068	1.203
28	II - 2 - 28	90.08	106.63	63.19	68.745	1.184
29	II - 2 - 29	90.25	106.24	63.39	67.597	1.177
30	II - 2 - 30	90.20	103.55	64.16	61.393	1.148

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Datos procesados- Densidad Verde (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	COD.	VOL. VERDE (Cm3)	Peso Verde (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido	Densidad Verde (Gr./ Cm3)
	PROB.				de Humedad (%)	
1	I - 2 - 1	90.27	77.60	44.33	75.051	0.860
2	I - 2 - 2	90.61	78.05	44.10	76.984	0.861
3	I - 2 - 3	89.78	76.50	44.12	73.391	0.852
4	I - 2 - 4	90.00	75.86	43.78	73.275	0.843
5	I - 2 - 5	90.60	75.85	44.83	69.195	0.837
6	I - 2 - 6	90.55	73.57	42.77	72.013	0.812
7	I - 2 - 7	90.07	76.03	44.67	70.204	0.844
8	I - 2 - 8	89.79	76.29	44.69	70.709	0.850
9	I - 2 - 9	90.79	76.65	44.92	70.637	0.844
10	I - 2 - 10	89.68	74.60	43.59	71.140	0.832
11	I - 2 - 11	89.99	75.34	44.48	69.379	0.837
12	I - 2 - 12	90.09	77.52	44.84	72.881	0.860
13	I - 2 - 13	90.34	77.89	45.66	70.587	0.862
14	I - 2 - 14	90.31	78.23	45.77	70.920	0.866
15	I - 2 - 15	90.56	76.60	46.83	63.570	0.846
16	II - 2 - 16	90.29	81.72	45.06	81.358	0.905
17	II - 2 - 17	90.05	84.34	45.41	85.730	0.937
18	II - 2 - 18	89.04	78.32	43.76	78.976	0.880
19	II - 2 - 19	89.26	77.07	45.62	68.939	0.863
20	II - 2 - 20	89.93	83.76	45.52	84.007	0.931
21	II - 2 - 21	91.73	85.24	46.51	83.272	0.929
22	II - 2 - 22	89.16	78.54	43.01	82.609	0.881
23	II - 2 - 23	89.76	79.44	44.36	79.080	0.885
24	II - 2 - 24	89.57	78.66	43.71	79.959	0.878
25	II - 2 - 25	90.58	74.13	42.27	75.373	0.818
26	II - 2 - 26	89.92	71.81	41.10	74.720	0.799
27	II - 2 - 27	89.94	73.70	42.62	72.924	0.819
28	II - 2 - 28	89.92	74.75	42.49	75.924	0.831
29	II - 2 - 29	90.56	75.48	43.94	71.780	0.833
30	II - 2 - 30	90.00	75.99	44.39	71.187	0.844

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32: Datos procesados- Densidad Verde (*Inga sp.*).

N°	COD.	VOL.	Peso	Peso	Contenido	Densidad
	PROB.	VERDE	Verde	Anhidro	de Humedad	Verde
		(Cm3)	(Gr.)	(Gr.)	(%)	(Gr./Cm3)
1	I - 2 - 1	90.05	104.26	60.12	73.420	1.158
2	I - 2 - 2	89.84	108.48	60.82	78.362	1.207
3	I - 2 - 3	90.12	108.89	61.04	78.391	1.208
4	I - 2 - 4	90.10	109.62	60.92	79.941	1.217
5	I - 2 - 5	90.24	108.67	60.06	80.936	1.204
6	I - 2 - 6	90.29	108.73	60.68	79.186	1.204
7	I - 2 - 7	90.27	109.52	61.50	78.081	1.213
8	I - 2 - 8	90.75	106.37	54.08	96.690	1.172
9	I - 2 - 9	90.45	108.82	61.05	78.247	1.203
10	I - 2 - 10	90.16	106.72	55.00	94.036	1.184
11	I - 2 - 11	90.10	107.03	54.41	96.710	1.188
12	I - 2 - 12	90.10	106.38	54.96	93.559	1.181
13	I - 2 - 13	89.98	107.50	62.50	72.000	1.195
14	I - 2 - 14	89.82	108.12	61.89	74.697	1.204
15	I - 2 - 15	89.40	105.22	61.06	72.322	1.177
16	II - 2 - 16	90.17	101.38	61.29	65.410	1.124
17	II - 2 - 17	90.55	104.88	61.51	70.509	1.158
18	II - 2 - 18	90.16	106.80	60.32	77.056	1.185
19	II - 2 - 19	89.78	106.82	61.09	74.857	1.190
20	II - 2 - 20	89.88	108.50	61.82	75.510	1.207
21	II - 2 - 21	89.95	109.48	62.62	74.832	1.217
22	II - 2 - 22	90.08	108.97	61.55	77.043	1.210
23	II - 2 - 23	90.34	109.64	62.16	76.384	1.214
24	II - 2 - 24	89.98	109.08	61.07	78.615	1.212
25	II - 2 - 25	90.13	105.85	63.36	67.061	1.174
26	II - 2 - 26	89.94	103.37	62.12	66.404	1.149
27	II - 2 - 27	90.25	107.00	64.27	66.485	1.186
28	II - 2 - 28	90.14	104.56	63.19	65.469	1.160
29	II - 2 - 29	90.44	103.86	63.39	63.843	1.148
30	II - 2 - 30	89.82	100.70	64.16	56.951	1.121

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Datos procesados- Densidad Anhidra (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	COD. PROB.	VOL. Anhidra (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	81.40	44.33	0.545
2	I - 2 - 2	81.24	44.10	0.543
3	I - 2 - 3	81.72	44.12	0.540
4	I - 2 - 4	81.59	43.78	0.537
5	I - 2 - 5	81.55	44.83	0.550
6	I - 2 - 6	81.61	42.77	0.524
7	I - 2 - 7	81.79	44.67	0.546
8	I - 2 - 8	80.28	44.69	0.557
9	I - 2 - 9	81.69	44.92	0.550
10	I - 2 - 10	80.86	43.59	0.539
11	I - 2 - 11	81.12	44.48	0.548
12	I - 2 - 12	81.27	44.84	0.552
13	I - 2 - 13	81.63	45.66	0.559
14	I - 2 - 14	80.86	45.77	0.566
15	I - 2 - 15	81.33	46.83	0.576
16	II - 2 - 16	80.94	45.06	0.557
17	II - 2 - 17	80.86	45.41	0.562
18	II - 2 - 18	80.65	43.76	0.543
19	II - 2 - 19	80.65	45.62	0.566
20	II - 2 - 20	81.40	45.52	0.559
21	II - 2 - 21	81.39	46.51	0.571
22	II - 2 - 22	80.32	43.01	0.535
23	II - 2 - 23	80.69	44.36	0.550
24	II - 2 - 24	80.54	43.71	0.543
25	II - 2 - 25	80.77	42.27	0.523
26	II - 2 - 26	80.96	41.10	0.508
27	II - 2 - 27	81.17	42.62	0.525
28	II - 2 - 28	80.86	42.49	0.525
29	II - 2 - 29	81.86	43.94	0.537
30	II - 2 - 30	81.07	44.39	0.548

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Datos procesados- Densidad Anhidra (*Inga sp*).

N°	COD. PROB.	VOL. Anhidra (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	76.37	60.12	0.787
2	I - 2 - 2	77.65	60.82	0.783
3	I - 2 - 3	76.86	61.04	0.794
4	I - 2 - 4	76.45	60.92	0.797
5	I - 2 - 5	76.65	60.06	0.784
6	I - 2 - 6	76.90	60.68	0.789
7	I - 2 - 7	76.82	61.50	0.801
8	I - 2 - 8	77.79	54.08	0.695
9	I - 2 - 9	76.44	61.05	0.799
10	I - 2 - 10	77.23	55.00	0.712
11	I - 2 - 11	77.71	54.41	0.700
12	I - 2 - 12	76.79	54.96	0.716
13	I - 2 - 13	77.05	62.50	0.811
14	I - 2 - 14	76.46	61.89	0.809
15	I - 2 - 15	76.68	61.06	0.796
16	II - 2 - 16	76.22	61.29	0.804
17	II - 2 - 17	76.42	61.51	0.805
18	II - 2 - 18	75.79	60.32	0.796
19	II - 2 - 19	76.30	61.09	0.801
20	II - 2 - 20	76.30	61.82	0.810
21	II - 2 - 21	75.90	62.62	0.825
22	II - 2 - 22	76.39	61.55	0.806
23	II - 2 - 23	76.64	62.16	0.811
24	II - 2 - 24	76.25	61.07	0.801
25	II - 2 - 25	77.22	63.36	0.821
26	II - 2 - 26	77.08	62.12	0.806
27	II - 2 - 27	76.85	64.27	0.836
28	II - 2 - 28	77.80	63.19	0.812
29	II - 2 - 29	77.42	63.39	0.819
30	II - 2 - 30	77.60	64.16	0.827

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Datos procesados- Densidad Básica (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	COD. PROB.	VOL. Saturado (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Básica (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	90.62	44.33	0.489
2	I - 2 - 2	90.55	44.10	0.487
3	I - 2 - 3	90.57	44.12	0.487
4	I - 2 - 4	90.65	43.78	0.483
5	I - 2 - 5	90.49	44.83	0.495
6	I - 2 - 6	90.59	42.77	0.472
7	I - 2 - 7	90.45	44.67	0.494
8	I - 2 - 8	89.47	44.69	0.499
9	I - 2 - 9	90.46	44.92	0.497
10	I - 2 - 10	90.09	43.59	0.484
11	I - 2 - 11	90.37	44.48	0.492
12	I - 2 - 12	90.59	44.84	0.495
13	I - 2 - 13	90.46	45.66	0.505
14	I - 2 - 14	89.77	45.77	0.510
15	I - 2 - 15	90.15	46.83	0.519
16	II - 2 - 16	90.13	45.06	0.500
17	II - 2 - 17	89.78	45.41	0.506
18	II - 2 - 18	89.93	43.76	0.487
19	II - 2 - 19	90.25	45.62	0.505
20	II - 2 - 20	90.58	45.52	0.503
21	II - 2 - 21	90.49	46.51	0.514
22	II - 2 - 22	89.39	43.01	0.481
23	II - 2 - 23	89.94	44.36	0.493
24	II - 2 - 24	89.82	43.71	0.487
25	II - 2 - 25	90.12	42.27	0.469
26	II - 2 - 26	90.38	41.10	0.455
27	II - 2 - 27	90.53	42.62	0.471
28	II - 2 - 28	90.09	42.49	0.472
29	II - 2 - 29	90.28	43.94	0.487
30	II - 2 - 30	90.18	44.39	0.492

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Datos procesados- Densidad Básica (*Inga sp*).

N°	COD. PROB.	VOL. Saturado (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Básica (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	89.87	60.12	0.669
2	I - 2 - 2	90.78	60.82	0.670
3	I - 2 - 3	90.39	61.04	0.675
4	I - 2 - 4	90.55	60.92	0.673
5	I - 2 - 5	90.55	60.06	0.663
6	I - 2 - 6	90.76	60.68	0.669
7	I - 2 - 7	90.79	61.50	0.677
8	I - 2 - 8	90.29	54.08	0.599
9	I - 2 - 9	89.98	61.05	0.678
10	I - 2 - 10	90.22	55.00	0.610
11	I - 2 - 11	90.48	54.41	0.601
12	I - 2 - 12	90.10	54.96	0.610
13	I - 2 - 13	90.55	62.50	0.690
14	I - 2 - 14	90.35	61.89	0.685
15	I - 2 - 15	89.35	61.06	0.683
16	II - 2 - 16	89.25	61.29	0.687
17	II - 2 - 17	89.70	61.51	0.686
18	II - 2 - 18	89.54	60.32	0.674
19	II - 2 - 19	89.94	61.09	0.679
20	II - 2 - 20	90.08	61.82	0.686
21	II - 2 - 21	90.10	62.62	0.695
22	II - 2 - 22	90.06	61.55	0.683
23	II - 2 - 23	90.19	62.16	0.689
24	II - 2 - 24	90.43	61.07	0.675
25	II - 2 - 25	90.31	63.36	0.702
26	II - 2 - 26	90.10	62.12	0.689
27	II - 2 - 27	90.31	64.27	0.712
28	II - 2 - 28	90.08	63.19	0.701
29	II - 2 - 29	90.25	63.39	0.702
30	II - 2 - 30	90.20	64.16	0.711

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.1.3. Contracción

Se procedió de acuerdo a la NTP 251.012. El método referido consiste en la toma periódica de las dimensiones tangencial, radial y longitudinal de las probetas con el vernier en sus diferentes estados. Las mediciones se inician en el estado verde, se continúa midiendo mientras las probetas secan a temperatura ambiente y finalmente en estufa a temperaturas

de 30 °C, 70 °C, 90 °C y 103 °C.; en simultáneo se toman los datos de las dimensiones en sus direcciones. Estos datos son tratados posteriormente en gabinete.

Los datos obtenidos son como se muestran a continuación:

Tabla 37: Datos obtenidos de contracción Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

DATOS		DIMENSIONES (MM.):			VOLUMEN (CM3)	PESO (GRS.)	M (%)	CONTRACCION β (%)				FECHAY HORA
		TANGENCIAL	RADIAL	LONGITUDINAL				TANGEN.	RADIAL	LONGITUD.	VOLUMET.	
CONTROL N°	SATURADO.							β T.	β R.	β L.	β V.	
SECO AL AIRE / HORNO												
01.		30.26	30.20	100.13	91.50	75.18	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	13/12/2016
02.		30.05	30.04	100.10	90.36	60.78	23.69	0.6940	0.5298	0.0300	1.2497	19/12/2016
03.		29.68	29.97	100.01	88.96	53.94	39.38	1.9167	0.7616	0.1198	2.7804	21/12/2016
04.		29.89	29.90	99.97	89.34	51.23	46.75	1.2227	0.9934	0.1598	2.3602	22/12/2016
05.		28.52	29.20	99.93	83.22	46.91	60.26	5.7502	3.3113	0.1997	9.0530	23/12/2016
06.		28.22	29.15	99.89	82.17	45.80	64.15	6.7416	3.4768	0.2397	10.1998	24/12/2016
07.		28.20	29.15	99.82	82.06	45.64	64.72	6.8077	3.4768	0.3096	10.3263	26/12/2016
08.		28.17	29.13	99.71	81.82	45.58	64.94	6.9068	3.5430	0.4195	10.5818	27/12/2016
09.		28.13	29.12	99.71	81.68	45.56	65.01	7.0390	3.5762	0.4195	10.7394	28/12/2016
10.		28.13	29.12	99.71	81.68	45.56	65.01	7.0390	3.5762	0.4195	10.7394	29/12/2016

RELACION : β T / β R = T / R = 1.9683

NOMBRE COMUN: TORNILLO	N° DE ARBOL: I	NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 012.
NOMBRE CIENTIFICO: <i>Cedrelinga cateniformis</i>	PROYECTO: TESIS	
FAMILIA: LEGUMINOSAE	GRUPO N°: I	
	CONDICION : SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/> SATURADA. <input checked="" type="checkbox"/>	
	PROCEDENCIA: MONTE RRICO-SANTA MARIA DE NUEVA- AMAZONAS	
	N° DE XILOTECA: I	

MUESTRA N° : **I-3-1**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES. LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE CONTRACCION

Tabla 38: Control dimensional de contracción Probetas 1 al 10 (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	13/12/16	19/12/16	21/12/16	22/12/16	23/12/16	24/12/16	26/12/16	27/12/16	28/12/16	29/12/16
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
1	I-3-1	Dim. Tg. (Cm.)	3.026	3.005	2.968	2.989	2.852	2.822	2.820	2.817	2.813	2.813
		Dim. Rd. (Cm.)	3.020	3.004	2.997	2.990	2.920	2.915	2.915	2.913	2.912	2.912
		Dim. Ln. (Cm.)	10.013	10.002	10.001	9.997	9.993	9.989	9.982	9.971	9.971	9.971
2	I-3-2	P. Probeta (gr.)	75.180	60.780	53.940	51.230	46.910	45.800	45.640	45.580	45.560	45.560
		Dim. Tg. (Cm.)	3.023	2.994	2.948	2.994	2.842	2.806	2.805	2.801	2.801	2.801
		Dim. Rd. (Cm.)	3.015	3.009	2.994	2.979	2.931	2.922	2.921	2.921	2.921	2.921
3	I-3-3	Dim. Ln. (Cm.)	10.015	10.001	10.000	9.995	9.990	9.985	9.990	9.970	9.970	9.970
		P. Probeta (gr.)	74.400	57.750	51.610	48.780	45.000	44.060	43.920	43.910	43.890	43.880
		Dim. Tg. (Cm.)	3.011	2.986	2.946	2.990	2.823	2.814	2.811	2.809	2.806	2.806
4	I-3-4	Dim. Rd. (Cm.)	3.027	3.009	2.988	2.967	2.914	2.907	2.906	2.907	2.906	2.906
		Dim. Ln. (Cm.)	10.011	9.989	10.000	9.990	9.980	9.970	9.961	9.958	9.958	9.958
		P. Probeta (gr.)	77.900	62.480	56.330	53.320	49.060	48.300	48.200	48.170	48.160	48.160
5	I-3-5	Dim. Tg. (Cm.)	3.010	2.987	2.959	3.013	2.824	2.810	2.809	2.807	2.807	2.807
		Dim. Rd. (Cm.)	3.023	3.011	3.000	2.989	2.923	2.914	2.913	2.911	2.911	2.910
		Dim. Ln. (Cm.)	10.001	10.004	9.982	9.972	9.962	9.952	9.950	9.935	9.931	9.930
6	I-3-6	P. Probeta (gr.)	79.950	63.360	57.350	53.350	48.490	47.470	47.390	47.340	47.340	47.330
		Dim. Tg. (Cm.)	3.022	3.001	2.975	3.007	2.846	2.818	2.816	2.816	2.812	2.812
		Dim. Rd. (Cm.)	3.027	3.011	3.004	2.997	2.931	2.920	2.919	2.919	2.919	2.919
7	I-3-7	Dim. Ln. (Cm.)	10.011	9.997	10.001	9.995	9.989	9.983	9.979	9.973	9.973	9.972
		P. Probeta (gr.)	75.490	59.820	55.560	51.400	47.190	46.080	45.960	45.940	45.910	45.910
		Dim. Tg. (Cm.)	3.026	3.005	2.978	3.001	2.850	2.834	2.832	2.823	2.822	2.822
8	I-3-8	Dim. Rd. (Cm.)	3.025	3.016	3.003	2.990	2.931	2.919	2.919	2.918	2.917	2.917
		Dim. Ln. (Cm.)	10.010	10.006	9.996	9.991	9.986	9.981	9.988	9.975	9.974	9.973
		P. Probeta (gr.)	73.780	58.660	53.520	49.760	46.220	45.160	45.040	45.000	44.980	44.980
9	I-3-9	Dim. Tg. (Cm.)	3.018	2.989	2.963	3.017	2.827	2.805	2.804	2.803	2.796	2.796
		Dim. Rd. (Cm.)	3.023	3.013	3.003	2.993	2.934	2.926	2.926	2.926	2.926	2.926
		Dim. Ln. (Cm.)	10.009	9.990	9.994	9.980	9.966	9.952	9.965	9.954	9.952	9.952
10	I-3-10	P. Probeta (gr.)	75.740	59.310	54.930	50.590	47.370	46.310	46.170	46.130	46.100	46.090
		Dim. Tg. (Cm.)	3.023	2.983	2.934	3.011	2.803	2.783	2.780	2.781	2.781	2.781
		Dim. Rd. (Cm.)	3.021	3.007	2.997	2.987	2.932	2.924	2.921	2.921	2.920	2.920
9	I-3-9	Dim. Ln. (Cm.)	9.998	10.005	9.970	9.960	9.950	9.940	9.935	9.923	9.923	9.922
		P. Probeta (gr.)	77.610	61.030	54.490	51.860	48.010	46.900	46.750	46.710	46.670	46.660
		Dim. Tg. (Cm.)	3.042	3.017	2.985	2.997	2.858	2.844	2.841	2.841	2.840	2.840
10	I-3-10	Dim. Rd. (Cm.)	3.036	3.021	3.007	2.993	2.948	2.935	2.935	2.933	2.933	2.932
		Dim. Ln. (Cm.)	10.013	9.995	9.995	9.983	9.971	9.959	9.969	9.955	9.955	9.953
		P. Probeta (gr.)	73.990	56.740	51.530	47.970	44.280	43.260	43.160	43.130	43.090	43.090
10	I-3-10	Dim. Tg. (Cm.)	3.000	2.979	2.936	3.029	2.806	2.786	2.784	2.784	2.782	2.782
		Dim. Rd. (Cm.)	3.028	3.017	3.004	2.991	2.939	2.930	2.929	2.929	2.928	2.928
		Dim. Ln. (Cm.)	9.999	10.002	9.983	9.975	9.967	9.959	9.948	9.947	9.945	9.945
		P. Probeta (gr.)	76.880	61.070	55.300	51.910	48.310	47.200	47.080	47.070	47.020	47.010

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Control dimensional de contracción Probetas 11 al 20 (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	13/12/16	19/12/16	21/12/16	22/12/16	23/12/16	24/12/16	26/12/16	27/12/16	28/12/16	29/12/16
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
11	I-3-11	Dim. Tg. (Cm.)	3.012	2.995	2.954	2.997	2.825	2.802	2.800	2.801	2.799	2.799
		Dim. Rd. (Cm.)	3.020	3.014	2.996	2.978	2.918	2.909	2.909	2.909	2.908	2.908
		Dim. Ln. (Cm.)	10.010	9.996	9.999	9.988	9.977	9.966	9.965	9.958	9.957	9.957
12	I-3-12	P. Probeta (gr.)	79.370	62.780	56.010	52.760	48.290	47.470	47.370	47.350	47.320	47.320
		Dim. Tg. (Cm.)	3.014	2.994	2.952	3.018	2.830	2.823	2.812	2.817	2.809	2.809
		Dim. Rd. (Cm.)	3.028	3.023	3.006	2.989	2.933	2.926	2.926	2.926	2.924	2.924
13	I-3-13	Dim. Ln. (Cm.)	10.002	9.969	9.988	9.978	9.968	9.958	9.952	9.954	9.954	9.954
		P. Probeta (gr.)	77.940	62.000	56.060	52.780	48.980	48.030	47.910	47.890	47.870	47.860
		Dim. Tg. (Cm.)	3.033	3.013	2.974	2.981	2.835	2.824	2.824	2.823	2.823	2.820
14	I-3-14	Dim. Rd. (Cm.)	3.025	3.015	2.997	2.979	2.938	2.909	2.908	2.907	2.907	2.906
		Dim. Ln. (Cm.)	9.979	9.999	9.965	9.963	9.961	9.959	9.945	9.938	9.937	9.937
		P. Probeta (gr.)	76.550	61.520	55.030	52.020	48.340	47.330	47.170	47.140	47.110	47.100
15	I-3-15	Dim. Tg. (Cm.)	3.020	3.001	2.959	3.007	2.842	2.812	2.811	2.807	2.804	2.804
		Dim. Rd. (Cm.)	3.025	3.020	3.004	2.988	2.922	2.927	2.927	2.927	2.925	2.925
		Dim. Ln. (Cm.)	9.997	9.998	9.988	9.984	9.980	9.976	9.972	9.961	9.961	9.961
16	I-3-16	P. Probeta (gr.)	75.660	60.130	53.680	50.110	46.820	45.440	45.640	45.640	45.600	45.590
		Dim. Tg. (Cm.)	3.025	3.003	2.970	3.005	2.831	2.816	2.812	2.813	2.810	2.808
		Dim. Rd. (Cm.)	3.021	3.013	3.004	2.995	2.938	2.929	2.927	2.926	2.926	2.925
17	I-3-17	Dim. Ln. (Cm.)	10.010	10.003	9.996	9.990	9.984	9.978	9.978	9.968	9.968	9.968
		P. Probeta (gr.)	75.580	60.310	54.570	50.880	47.480	46.270	46.160	46.160	46.130	46.120
		Dim. Tg. (Cm.)	3.018	3.000	2.975	2.986	2.850	2.835	2.833	2.831	2.827	2.824
18	I-3-18	Dim. Rd. (Cm.)	3.029	3.018	2.993	2.968	2.891	2.818	2.880	2.874	2.874	2.874
		Dim. Ln. (Cm.)	10.004	9.996	9.996	9.980	9.964	9.948	9.967	9.952	9.952	9.951
		P. Probeta (gr.)	82.730	66.870	60.940	55.130	51.380	50.120	49.970	49.950	49.910	49.900
19	I-3-19	Dim. Tg. (Cm.)	3.021	2.997	2.971	2.991	2.842	2.824	2.819	2.818	2.818	2.818
		Dim. Rd. (Cm.)	3.022	3.012	2.994	2.976	2.894	2.834	2.831	2.879	2.877	2.877
		Dim. Ln. (Cm.)	9.997	10.002	9.979	9.969	9.959	9.949	9.966	9.951	9.951	9.951
20	I-3-20	P. Probeta (gr.)	81.820	64.400	58.980	52.200	49.380	48.250	48.110	48.090	48.050	48.040
		Dim. Tg. (Cm.)	3.038	3.017	2.972	2.903	2.872	2.860	2.855	2.852	2.851	2.851
		Dim. Rd. (Cm.)	2.993	2.984	2.960	2.936	2.879	2.877	2.877	2.872	2.871	2.870
19	I-3-19	Dim. Ln. (Cm.)	10.014	10.004	9.986	9.975	9.964	9.953	9.971	9.971	9.971	9.968
		P. Probeta (gr.)	75.080	57.320	50.600	46.100	44.820	43.990	43.900	43.870	43.850	43.840
		Dim. Tg. (Cm.)	3.023	3.008	2.977	2.886	2.852	2.839	2.839	2.841	2.841	2.841
20	I-3-20	Dim. Rd. (Cm.)	2.979	2.965	2.947	2.929	2.855	2.849	2.847	2.847	2.847	2.846
		Dim. Ln. (Cm.)	10.007	9.986	9.992	9.984	9.976	9.968	9.983	9.969	9.969	9.969
		P. Probeta (gr.)	75.080	57.320	50.600	46.100	44.820	43.990	43.900	43.870	43.850	43.840
20	I-3-20	Dim. Tg. (Cm.)	3.034	3.003	2.966	2.943	2.867	2.862	2.860	2.856	2.852	2.852
		Dim. Rd. (Cm.)	3.009	2.994	2.973	2.952	2.877	2.870	2.870	2.867	2.866	2.862
		Dim. Ln. (Cm.)	10.022	10.000	9.995	9.970	9.945	9.920	9.960	9.944	9.943	9.941
		P. Probeta (gr.)	78.340	59.580	53.580	48.850	46.370	45.630	45.560	45.540	45.520	45.510

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Control dimensional de contracción Probetas 21 al 30 (*Cedrelinga cateniformis*).

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	13/12/16	19/12/16	21/12/16	22/12/16	23/12/16	24/12/16	26/12/16	27/12/16	28/12/16	29/12/16
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
21	I-3-21	Dim. Tg. (Cm.)	3.029	3.011	2.961	2.957	2.848	2.837	2.837	2.834	2.834	2.834
		Dim. Rd. (Cm.)	3.026	3.011	2.984	2.957	2.918	2.903	2.902	2.901	2.901	2.901
		Dim. Ln. (Cm.)	10.003	9.990	9.990	9.980	9.970	9.960	9.969	9.956	9.956	9.955
		P. Probeta (gr.)	79.760	61.600	53.220	49.830	46.580	45.660	45.560	45.540	45.510	45.510
22	I-3-22	Dim. Tg. (Cm.)	3.024	2.995	2.935	2.855	2.862	2.848	2.848	2.852	2.847	2.845
		Dim. Rd. (Cm.)	2.973	3.009	2.925	2.841	2.858	2.851	2.848	2.848	2.848	2.847
		Dim. Ln. (Cm.)	10.038	9.990	10.013	10.005	9.997	9.989	10.000	9.995	9.990	9.990
		P. Probeta (gr.)	73.880	54.640	47.780	45.870	43.600	42.800	42.720	42.690	42.660	42.660
23	I-3-23	Dim. Tg. (Cm.)	3.031	3.004	2.975	2.960	2.844	2.830	2.829	2.825	2.825	2.823
		Dim. Rd. (Cm.)	3.011	3.000	2.982	2.964	2.892	2.885	2.885	2.881	2.881	2.881
		Dim. Ln. (Cm.)	10.025	10.010	10.011	10.007	10.003	9.999	10.003	9.997	9.997	9.996
		P. Probeta (gr.)	75.100	57.900	52.430	48.560	45.530	44.540	44.430	44.400	44.370	44.360
24	I-3-24	Dim. Tg. (Cm.)	3.017	3.000	2.961	2.922	2.867	2.857	2.856	2.856	2.856	2.856
		Dim. Rd. (Cm.)	3.013	2.998	2.961	2.924	2.873	2.866	2.864	2.862	2.862	2.860
		Dim. Ln. (Cm.)	10.003	9.992	9.988	9.977	9.966	9.955	9.962	9.955	9.955	9.955
		P. Probeta (gr.)	76.160	58.210	51.190	47.920	45.140	44.250	44.130	44.130	44.080	44.070
25	I-3-25	Dim. Tg. (Cm.)	3.027	3.005	2.967	2.949	2.857	2.838	2.838	2.839	2.839	2.835
		Dim. Rd. (Cm.)	3.019	3.005	2.977	2.949	2.893	2.883	2.881	2.880	2.879	2.878
		Dim. Ln. (Cm.)	10.016	9.991	9.993	9.984	9.975	9.966	9.968	9.950	9.950	9.949
		P. Probeta (gr.)	82.800	64.210	56.920	53.760	50.070	48.720	48.570	48.530	48.500	48.490
26	I-3-26	Dim. Tg. (Cm.)	3.021	2.998	2.971	2.982	2.850	2.837	2.837	2.837	2.836	2.833
		Dim. Rd. (Cm.)	3.023	3.006	2.990	2.974	2.902	2.896	2.895	2.893	2.893	2.892
		Dim. Ln. (Cm.)	10.005	10.000	9.995	9.993	9.991	9.989	9.993	9.985	9.985	9.982
		P. Probeta (gr.)	73.970	54.670	49.950	46.020	42.780	42.150	42.040	42.020	41.980	41.970
27	I-3-27	Dim. Tg. (Cm.)	3.025	2.994	2.963	2.970	2.841	2.832	2.832	2.830	2.830	2.829
		Dim. Rd. (Cm.)	3.007	2.994	2.982	2.970	2.903	2.898	2.897	2.896	2.896	2.895
		Dim. Ln. (Cm.)	10.008	10.008	9.995	9.987	9.979	9.971	9.989	9.971	9.971	9.970
		P. Probeta (gr.)	74.440	54.570	49.940	44.970	42.950	42.200	42.120	42.090	42.070	42.070
28	I-3-28	Dim. Tg. (Cm.)	3.022	2.996	2.933	2.930	2.850	2.839	2.839	2.839	2.838	2.837
		Dim. Rd. (Cm.)	3.017	3.001	2.963	2.925	2.900	2.890	2.887	2.887	2.887	2.887
		Dim. Ln. (Cm.)	10.008	10.005	9.999	9.996	9.993	9.990	9.996	9.988	9.988	9.988
		P. Probeta (gr.)	70.600	50.930	44.360	41.920	40.250	39.500	39.420	39.400	39.370	39.360
29	I-3-29	Dim. Tg. (Cm.)	3.038	3.011	2.973	2.989	2.852	2.842	2.840	2.840	2.840	2.839
		Dim. Rd. (Cm.)	3.025	3.013	3.000	2.987	2.920	2.913	2.912	2.909	2.909	2.907
		Dim. Ln. (Cm.)	10.010	9.973	9.993	9.977	9.961	9.945	9.958	9.955	9.954	9.951
		P. Probeta (gr.)	79.090	60.170	53.340	48.740	45.640	44.720	44.600	44.600	44.560	44.550
30	I-3-30	Dim. Tg. (Cm.)	3.030	2.999	2.962	2.963	2.840	2.828	2.826	2.823	2.823	2.823
		Dim. Rd. (Cm.)	3.012	3.003	2.981	2.959	2.895	2.886	2.886	2.885	2.884	2.883
		Dim. Ln. (Cm.)	9.995	9.983	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985	9.971	9.971	9.970
		P. Probeta (gr.)	72.180	55.450	49.640	45.660	43.200	42.300	42.210	42.170	42.150	42.140

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Datos obtenidos de contracción Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE CONTRACCION

NOMBRE COMLIN:	GUABILLA	N° DE XILOTECA:	N° DE ARBOL:	I	NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 012.
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Inga sp.</i>	PROCEDENCIA:	MONTE RRICO-SANTA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS	PROYECTO:	TESIS
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	CONDICION :	SECA AL AIRE.	SATURADA.	GRUPO N°:
				<input checked="" type="checkbox"/>	I

MUESTRA N°: I - 3 - 1

DATOS	DIMENSIONES (MM.)			VOLUMEN (CMB)	PESO (GRS.)	M (%)	CONTRACCION β (%)			FECHA Y HORA	
	TANGENCIAL.	RADIAL.	LONGITUDINAL.				TANGEN.	RADIAL.	LONGITUD.		VOLUMET.
CONTROL N°.							βT.	βR.	βL.	βv.	
SATURADO.											
SECO AL AIRE / HORNO											
01.	30.23	30.07	100.02	90.92	108.11	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	19/12/2016
02.	30.09	30.00	100.02	90.29	88.71	21.87	0.4631	0.2328	0.0000	0.6948	19/12/2016
03.	29.83	29.89	99.98	89.14	82.71	30.71	1.3232	0.5986	0.0400	1.9531	21/12/2016
04.	29.69	29.78	99.96	88.38	72.91	48.28	1.7863	0.9644	0.0600	2.7918	22/12/2016
05.	27.29	28.73	99.94	78.36	65.71	64.53	9.7254	4.4563	0.0800	13.8173	23/12/2016
06.	26.90	28.48	99.92	76.55	63.45	70.39	11.0155	5.2877	0.1000	15.8050	24/12/2016
07.	26.86	28.42	99.94	76.29	63.04	71.49	11.1479	5.4872	0.0800	16.0905	26/12/2016
08.	26.80	28.42	99.90	76.09	62.93	71.79	11.3463	5.4872	0.1200	16.3115	27/12/2016
09.	26.78	28.42	99.90	76.03	62.85	72.01	11.4125	5.4872	0.1200	16.3739	28/12/2016
10.	26.78	28.40	99.89	75.97	62.85	72.01	11.4125	5.5537	0.1300	16.4411	29/12/2016

RELACION : βT / βR = T / R = 2.0549

Tabla 42: Control dimensional de contracción Probetas 1 al 10 (*Inga sp.*).

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	13/12/16	19/12/16	21/12/16	22/12/16	23/12/16	24/12/16	26/12/16	27/12/16	28/12/16	29/12/16
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
1	I-3-1	Dim. Tg. (Cm.)	3.023	3.009	2.983	2.969	2.729	2.690	2.686	2.680	2.678	2.678
		Dim. Rd. (Cm.)	3.007	3.000	2.989	2.978	2.873	2.848	2.842	2.842	2.842	2.840
		Dim. Ln. (Cm.)	10.002	10.002	9.998	9.996	9.994	9.992	9.994	9.990	9.990	9.989
		P. Probeta (gr.)	108.110	88.710	82.710	72.910	65.710	63.450	63.040	62.930	62.850	62.850
2	I-3-2	Dim. Tg. (Cm.)	3.009	2.992	2.959	2.982	2.735	2.688	2.685	2.683	2.679	2.677
		Dim. Rd. (Cm.)	3.009	3.003	2.987	2.971	2.883	2.858	2.852	2.852	2.851	2.851
		Dim. Ln. (Cm.)	10.001	10.001	9.997	9.995	9.993	9.991	9.989	9.987	9.987	9.986
		P. Probeta (gr.)	108.450	86.760	77.950	70.020	63.410	61.300	60.870	60.800	60.740	60.740
3	I-3-3	Dim. Tg. (Cm.)	3.017	2.999	2.981	3.001	2.764	2.691	2.685	2.678	2.675	2.674
		Dim. Rd. (Cm.)	3.014	3.008	3.000	2.992	2.896	2.848	2.839	2.838	2.838	2.836
		Dim. Ln. (Cm.)	9.997	9.989	9.985	9.980	9.975	9.970	9.976	9.973	9.973	9.972
		P. Probeta (gr.)	109.190	88.810	82.690	73.150	64.920	61.660	61.080	60.990	60.900	60.900
4	I-3-4	Dim. Tg. (Cm.)	3.023	2.999	2.979	2.991	2.767	2.699	2.689	2.686	2.684	2.683
		Dim. Rd. (Cm.)	3.011	3.012	2.995	2.978	2.898	2.850	2.847	2.844	2.844	2.842
		Dim. Ln. (Cm.)	10.004	10.004	10.001	9.997	9.993	9.989	9.995	9.995	9.995	9.994
		P. Probeta (gr.)	109.190	88.410	82.220	72.710	64.680	61.460	60.860	60.770	60.720	50.710
5	I-3-5	Dim. Tg. (Cm.)	3.016	3.003	2.988	2.995	2.809	2.731	2.728	2.718	2.715	2.712
		Dim. Rd. (Cm.)	3.018	3.012	2.999	2.986	2.890	2.831	2.822	2.822	2.820	2.818
		Dim. Ln. (Cm.)	9.997	9.997	9.995	9.991	9.987	9.983	9.988	9.985	9.985	9.985
		P. Probeta (gr.)	107.640	85.090	78.670	68.990	60.560	56.830	56.240	56.140	56.060	56.050
6	I-3-6	Dim. Tg. (Cm.)	3.019	3.005	2.985	2.993	2.808	2.734	2.720	2.716	2.714	2.712
		Dim. Rd. (Cm.)	3.019	3.005	2.999	2.993	2.900	2.843	2.835	2.832	2.832	2.828
		Dim. Ln. (Cm.)	10.006	10.006	10.004	10.001	9.998	9.995	9.996	9.994	9.994	9.994
		P. Probeta (gr.)	108.110	84.430	78.250	69.750	61.190	57.630	56.930	56.790	56.700	56.690
7	I-3-7	Dim. Tg. (Cm.)	3.029	3.006	2.981	3.000	2.770	2.700	2.690	2.688	2.684	2.683
		Dim. Rd. (Cm.)	3.019	3.013	3.003	2.993	2.902	2.860	2.852	2.852	2.850	2.850
		Dim. Ln. (Cm.)	9.993	9.990	9.988	9.986	9.984	9.982	9.983	9.983	9.981	9.981
		P. Probeta (gr.)	109.600	88.010	81.110	73.660	65.490	62.540	61.880	61.750	61.640	61.640
8	I-3-8	Dim. Tg. (Cm.)	3.024	3.005	2.980	2.987	2.781	2.709	2.700	2.696	2.694	2.694
		Dim. Rd. (Cm.)	3.013	3.007	2.996	2.985	2.895	2.852	2.846	2.846	2.844	2.842
		Dim. Ln. (Cm.)	10.005	10.005	10.003	10.001	9.999	9.997	9.994	9.993	9.992	9.992
		P. Probeta (gr.)	109.860	88.340	81.540	74.680	66.300	63.140	62.560	62.440	62.350	62.340
9	I-3-9	Dim. Tg. (Cm.)	3.024	3.008	2.988	2.988	2.767	2.711	2.706	2.703	2.700	2.700
		Dim. Rd. (Cm.)	3.011	3.006	2.998	2.990	2.879	2.843	2.838	2.838	2.837	2.836
		Dim. Ln. (Cm.)	9.996	9.995	9.991	9.989	9.987	9.985	9.984	9.982	9.982	9.982
		P. Probeta (gr.)	109.780	87.370	81.500	74.830	65.370	62.650	62.240	62.160	62.100	62.100
10	I-3-10	Dim. Tg. (Cm.)	3.022	3.008	2.985	2.982	2.790	2.720	2.716	2.708	2.705	2.704
		Dim. Rd. (Cm.)	3.023	3.007	2.995	2.983	2.885	2.837	2.830	2.827	2.827	2.825
		Dim. Ln. (Cm.)	10.004	10.002	9.999	9.996	9.993	9.990	9.993	9.991	9.991	9.990
		P. Probeta (gr.)	108.700	86.370	79.820	69.680	62.730	59.630	59.070	58.970	58.900	58.900

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43: Control dimensional de contracción Probetas 11 al 20 (*Inga sp.*).

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	13/12/16	19/12/16	21/12/16	22/12/16	23/12/16	24/12/16	26/12/16	27/12/16	28/12/16	29/12/16
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
11	I-3-11	Dim. Tg. (Cm.)	3.018	3.000	2.986	2.988	2.775	2.720	2.719	2.707	2.705	2.705
		Dim. Rd. (Cm.)	3.011	3.002	2.994	2.986	2.889	2.854	2.850	2.846	2.846	2.845
		Dim. Ln. (Cm.)	9.995	9.996	9.993	9.990	9.987	9.984	9.984	9.982	9.982	9.982
12	I-3-12	P. Probeta (gr.)	109.080	85.700	80.610	71.170	64.510	61.860	61.360	61.280	61.190	61.190
		Dim. Tg. (Cm.)	3.013	2.998	2.983	3.016	2.809	2.734	2.731	2.722	2.720	2.720
		Dim. Rd. (Cm.)	3.024	3.014	3.007	3.000	2.892	2.835	2.830	2.825	2.819	2.819
13	I-3-13	Dim. Ln. (Cm.)	9.976	9.969	9.965	9.959	9.953	9.947	9.950	9.950	9.948	9.948
		P. Probeta (gr.)	107.340	84.040	78.160	68.420	60.700	57.060	56.470	56.370	56.310	56.310
		Dim. Tg. (Cm.)	3.024	2.999	2.984	2.993	2.803	2.706	2.690	2.687	2.684	2.682
14	I-3-14	Dim. Rd. (Cm.)	3.011	3.002	2.996	2.990	2.904	2.855	2.849	2.837	2.835	2.835
		Dim. Ln. (Cm.)	10.001	9.999	9.996	9.994	9.992	9.990	9.991	9.988	9.988	9.988
		P. Probeta (gr.)	108.880	87.270	81.300	72.600	64.400	60.310	59.570	59.430	59.360	59.350
15	I-3-15	Dim. Tg. (Cm.)	3.014	2.998	2.980	2.996	2.795	2.716	2.705	2.700	2.696	2.693
		Dim. Rd. (Cm.)	3.014	3.005	2.997	2.989	2.904	2.855	2.849	2.845	2.844	2.841
		Dim. Ln. (Cm.)	9.996	9.998	9.993	9.987	9.981	9.975	9.997	9.976	9.976	9.972
16	I-3-16	P. Probeta (gr.)	107.850	86.130	79.660	71.730	63.880	60.470	59.840	59.720	59.640	59.630
		Dim. Tg. (Cm.)	3.007	2.991	2.974	2.985	2.778	2.691	2.685	2.675	2.673	2.671
		Dim. Rd. (Cm.)	3.002	2.995	2.988	2.981	2.904	2.852	2.849	2.842	2.841	2.833
17	I-3-17	Dim. Ln. (Cm.)	10.003	10.003	9.997	9.991	9.985	9.979	9.984	9.982	9.981	9.981
		P. Probeta (gr.)	105.960	86.620	81.400	74.030	65.680	62.000	61.300	61.170	61.100	61.060
		Dim. Tg. (Cm.)	3.015	2.997	2.980	3.009	2.810	2.725	2.722	2.705	2.703	2.700
18	I-3-18	Dim. Rd. (Cm.)	3.016	3.009	3.003	2.997	2.925	2.872	2.860	2.860	2.858	2.856
		Dim. Ln. (Cm.)	9.996	9.996	9.991	9.989	9.987	9.985	9.983	9.981	9.981	9.981
		P. Probeta (gr.)	104.580	82.990	77.400	70.040	61.690	57.530	56.790	56.560	56.560	56.550
19	I-3-19	Dim. Tg. (Cm.)	3.020	2.996	2.975	3.006	2.781	2.706	2.702	2.696	2.693	2.691
		Dim. Rd. (Cm.)	3.019	3.009	3.001	2.993	2.902	2.849	2.842	2.842	2.840	2.838
		Dim. Ln. (Cm.)	10.002	10.002	9.999	9.997	9.995	9.993	9.993	9.992	9.991	9.991
20	I-3-20	P. Probeta (gr.)	107.150	84.450	78.880	71.920	62.450	58.880	58.370	58.260	58.200	58.200
		Dim. Tg. (Cm.)	3.017	2.999	2.975	2.979	2.782	2.699	2.687	2.690	2.686	2.684
		Dim. Rd. (Cm.)	3.005	2.996	2.989	2.982	2.889	2.836	2.829	2.829	2.827	2.826
19	I-3-19	Dim. Ln. (Cm.)	10.004	10.004	10.002	10.000	9.998	9.996	9.997	9.996	9.994	9.994
		P. Probeta (gr.)	106.900	86.100	78.760	72.140	62.550	58.870	58.330	58.230	58.180	58.170
		Dim. Tg. (Cm.)	3.014	3.004	2.974	2.970	2.800	2.727	2.716	2.711	2.705	2.701
20	I-3-20	Dim. Rd. (Cm.)	3.007	2.997	2.987	2.977	2.889	2.826	2.823	2.816	2.814	2.811
		Dim. Ln. (Cm.)	9.981	9.986	9.976	9.973	9.970	9.967	9.965	9.970	9.961	9.961
		P. Probeta (gr.)	106.900	86.100	78.760	72.140	62.550	58.870	58.330	58.230	58.180	58.170
20	I-3-20	Dim. Tg. (Cm.)	3.012	2.991	2.955	2.971	2.764	2.715	2.711	2.703	2.700	2.697
		Dim. Rd. (Cm.)	3.004	2.994	2.981	2.968	2.876	2.834	2.831	2.824	2.823	2.821
		Dim. Ln. (Cm.)	10.006	10.000	9.999	9.995	9.991	9.987	9.985	9.990	9.987	9.987
		P. Probeta (gr.)	107.480	84.910	76.940	68.190	62.240	59.580	59.030	58.940	58.850	58.840

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44: Control dimensional de contracción Probetas 21 al 30 (*Inga sp.*).

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	13/12/16	19/12/16	21/12/16	22/12/16	23/12/16	24/12/16	26/12/16	27/12/16	28/12/16	29/12/16
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
21	I-3-21	Dim. Tg. (Cm.)	3.023	3.000	2.957	2.956	2.790	2.720	2.719	2.706	2.703	2.702
		Dim. Rd. (Cm.)	3.005	2.997	2.978	2.959	2.885	2.835	2.832	2.824	2.823	2.822
		Dim. Ln. (Cm.)	9.990	9.990	9.986	9.980	9.974	9.968	9.975	9.974	9.972	9.971
		P. Probeta (gr.)	107.600	85.680	76.820	69.320	63.170	50.000	59.410	59.290	59.220	59.220
22	I-3-22	Dim. Tg. (Cm.)	3.024	3.005	2.978	2.975	2.785	2.738	2.733	2.729	2.726	2.726
		Dim. Rd. (Cm.)	3.006	2.998	2.990	2.982	2.873	2.828	2.822	2.819	2.818	2.816
		Dim. Ln. (Cm.)	9.993	9.990	9.987	9.980	9.973	9.966	9.975	9.975	9.971	9.971
		P. Probeta (gr.)	106.810	84.420	77.230	68.850	62.250	59.480	58.970	58.870	58.880	58.790
23	I-3-23	Dim. Tg. (Cm.)	3.026	2.998	2.960	2.972	2.797	2.740	2.737	2.728	2.722	2.722
		Dim. Rd. (Cm.)	3.011	3.012	2.985	2.958	2.875	2.833	2.827	2.824	2.822	2.821
		Dim. Ln. (Cm.)	10.013	10.010	10.006	10.000	9.994	9.988	9.995	9.988	9.984	9.983
		P. Probeta (gr.)	104.760	79.890	69.990	61.380	53.920	51.220	50.770	50.670	50.600	50.600
24	I-3-24	Dim. Tg. (Cm.)	3.018	2.996	2.946	2.996	2.776	2.723	2.715	2.710	2.708	2.705
		Dim. Rd. (Cm.)	3.018	3.005	2.996	2.987	2.854	2.884	2.771	2.763	2.760	2.760
		Dim. Ln. (Cm.)	9.992	9.992	9.989	9.987	9.985	9.983	9.981	9.979	9.977	9.976
		P. Probeta (gr.)	105.170	83.520	75.360	67.500	58.600	52.880	51.960	51.780	51.670	51.660
25	I-3-25	Dim. Tg. (Cm.)	3.021	3.013	2.966	2.957	2.790	2.722	2.719	2.717	2.714	2.714
		Dim. Rd. (Cm.)	3.014	3.008	2.985	2.962	2.884	2.837	2.834	2.829	2.827	2.826
		Dim. Ln. (Cm.)	9.994	9.991	9.990	9.987	9.984	9.981	9.982	9.981	9.981	9.980
		P. Probeta (gr.)	105.480	82.680	71.810	65.600	56.620	53.340	52.940	52.880	52.830	52.830
26	I-3-26	Dim. Tg. (Cm.)	3.010	2.997	2.972	2.995	2.787	2.705	2.697	2.695	2.691	2.691
		Dim. Rd. (Cm.)	3.014	3.004	2.996	2.988	2.891	2.834	2.831	2.827	2.822	2.819
		Dim. Ln. (Cm.)	10.002	10.000	9.999	9.998	9.997	9.996	9.992	9.990	9.989	9.989
		P. Probeta (gr.)	107.740	87.060	80.220	72.840	63.630	59.490	58.840	58.840	58.780	58.770
27	I-3-27	Dim. Tg. (Cm.)	3.016	2.992	2.996	2.984	2.777	2.709	2.708	2.688	2.687	2.684
		Dim. Rd. (Cm.)	3.014	3.009	2.988	2.967	2.812	2.858	2.850	2.849	2.846	2.846
		Dim. Ln. (Cm.)	10.008	10.008	10.003	10.001	9.999	9.997	9.995	9.993	9.992	9.992
		P. Probeta (gr.)	105.970	83.820	72.250	67.090	58.850	54.930	54.360	54.280	54.200	54.200
28	I-3-28	Dim. Tg. (Cm.)	3.019	3.000	2.971	3.000	2.804	2.711	2.711	2.693	2.688	2.688
		Dim. Rd. (Cm.)	3.016	3.009	3.000	2.991	2.895	2.834	2.823	2.822	2.817	2.817
		Dim. Ln. (Cm.)	10.005	10.005	10.002	10.001	10.000	9.999	9.988	9.986	9.986	9.985
		P. Probeta (gr.)	105.890	81.570	73.880	66.960	57.210	52.930	52.200	52.080	51.980	51.980
29	I-3-29	Dim. Tg. (Cm.)	3.010	2.992	2.955	2.974	2.776	2.717	2.715	2.705	2.702	2.701
		Dim. Rd. (Cm.)	3.014	3.006	2.983	2.960	2.871	2.823	2.819	2.804	2.804	2.810
		Dim. Ln. (Cm.)	9.982	9.973	9.972	9.970	9.968	9.966	9.962	9.960	9.955	9.955
		P. Probeta (gr.)	104.840	79.940	69.830	59.490	53.160	50.430	49.940	49.830	49.750	49.740
30	I-3-30	Dim. Tg. (Cm.)	3.019	3.001	2.970	2.951	2.792	2.732	2.723	2.719	2.706	2.705
		Dim. Rd. (Cm.)	2.999	2.990	2.976	2.962	2.885	2.842	2.833	2.832	2.831	2.827
		Dim. Ln. (Cm.)	9.988	9.983	9.980	9.972	9.964	9.956	9.961	9.960	9.959	9.959
		P. Probeta (gr.)	106.370	84.620	77.040	69.030	62.890	59.810	59.310	59.200	59.140	59.130

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.2. Ensayos de las propiedades mecánicas

4.3.4.2.1. Compresión paralela a la fibra

Se realizó según lo establecido en la NTP 251.014. Contando con las probetas necesarias y luego de preparar e instrumentar la “Maquina Universal” con sus respectivos accesorios se procedió a realizar el ensayo correspondiente.

Previamente se anotaron las dimensiones de cada una de las probetas (3 de la sección “a” y 3 de la sección “b”; 6 en total) mediante “vernier”, con el fin de determinar el área paralela a la carga que se aplicará.

Una vez instalada la probeta en la máquina universal y partiendo desde cero se le aplicó de manera controlada y continua durante todo el ensayo, a razón de 0.6 mm/min una carga axial paralela a la fibra hasta su rotura. Simultáneamente se registraron las deformaciones totales que sufre la probeta durante el ensayo, mediante un “deflectómetro”, a intervalos de carga de 500 Lbs.

Inmediatamente después de realizado el ensayo de cada probeta, de la parte no agrietada y cercana a la zona donde ha ocurrido la falla, se cortó una probeta de 2 cm de largo, luego de lo cual se procedió a determinar su volumen y a pesarlas en ese estado (peso húmedo o verde); seguidamente fueron depositadas en la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su deshidratación total, luego de lo cual nuevamente se las pesó (peso anhidro).

Todos los datos obtenidos se anotaron en el formato correspondiente del “Registro de Ensayos” diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 45: Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

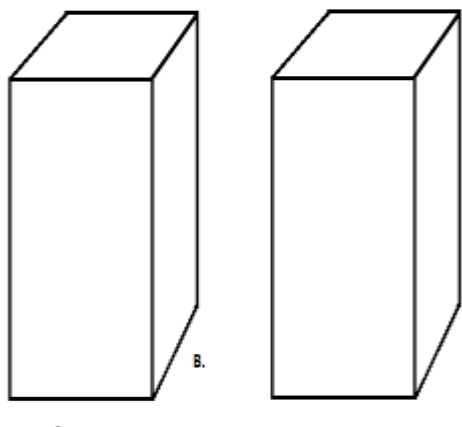
NOMBRE COMUN: <u>Tornillo</u>		N° DE XILOTECA: _____		N° DE ARBOL: <u>I</u>			
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>		MUESTRAN°: <u>Probeta I-4-1</u>					
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>					
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.		CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
LUZ: _____ CMS.	SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>	1.-	500	20	41.-		
P: _____ LBS.	SATURADA <input checked="" type="checkbox"/>	2.-	1000	36	42.-		
P': _____ LBS.		3.-	1500	55	43.-		
Y: <u>15</u> CMS.	DURAMEN : _____ %.	4.-	2000	71	44.-		
		5.-	2500	88	45.-		
ANCHO (A) : <u>5.014</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.	6.-	3000	105	46.-		
	PESO (): _____ GRS.	7.-	3500	120	47.-		
ASPEJOR (B) : <u>5.037</u> CMS.	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	8.-	4000	139	48.-		
	VOLUMEN: _____ CM3.	9.-	4500	156	49.-		
	CONTENIDO DE HUMADAD: _____ %.	10.-	5000	175	50.-		
		11.-	5500	190	51.-		
		12.-	6000	206	52.-		
		13.-	6500	220	53.-		
		14.-	7000	239	54.-		
		15.-	7500	255	55.-		
		16.-	8000	275	56.-		
		17.-	8500	290	57.-		
		18.-	9000	308	58.-		
		19.-	9500	324	59.-		
		20.-	10000	342	60.-		
OBSERVACIONES :		21.-	10500	358	61.-		
		22.-	11000	372	62.-		
		23.-	11500	396	63.-		
		24.-	12000	403	64.-		
		25.-	12500	434	65.-		
		26.-	13000	460	66.-		
		27.-	13200	512	67.-		
		28.-			68.-		
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 014.		29.-			69.-		
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)		30.-			70.-		
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :		31.-			71.-		
MAXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESION :		32.-			72.-		
MODULO DE ELASTICIDAD :		33.-			73.-		
		34.-			74.-		
		35.-			75.-		
		36.-			76.-		
INFORMACION GENERAL:		37.-			77.-		
PROYECTO :	<u>TESIS</u>	38.-			78.-		
EJECUTOR :	<u>James Bacalla - Mario Díaz</u>	39.-			79.-		
FECHA :	<u>01/12/2016</u>	40.-			80.-		

Tabla 46: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

DIMENSIONES				Área Promedio de la Sección Paralela a la Carga (a x b) (cm ²).
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	
5.026	5.031	5.057	5.038	25.398
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	
5.046	5.044	5.034	5.041	(H) (Mm.)
Distancia entre abrazaderas del deflectómetro. (H) (Cm.)				
15.00				150.00

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm ³)	
Peso Verde (gr.)	58.98	Volumen Saturado (Cm ³)	67.86
		64.93	0.53
Peso Anhidro (gr.)	35.76	Peso Anhidro (gr.)	35.76

Fuente: Elaboración propia.

* Fecha: 29 /11/ 2016.

**Tiempo: 3min. 57seg.

Tabla 47: Datos procesados, Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

Nº DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL (μm)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} (\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})$	DEFORMACIÓN UNITARIA $\text{DU} = \frac{DT}{H} (\frac{\text{mm}}{\text{mm}})$
1	500	20	226.80	0.020	8.930	0.0001
2	1000	36	453.59	0.036	17.859	0.0002
3	1500	55	680.39	0.055	26.789	0.0004
4	2000	71	907.18	0.071	35.718	0.0005
5	2500	88	1133.98	0.088	44.648	0.0006
6	3000	105	1360.78	0.105	53.578	0.0007
7	3500	120	1587.57	0.120	62.507	0.0008
8	4000	139	1814.37	0.139	71.437	0.0009
9	4500	156	2041.16	0.156	80.366	0.0010
10	5000	175	2267.96	0.175	89.296	0.0012
11	5500	190	2494.76	0.190	98.226	0.0013
12	6000	206	2721.55	0.206	107.155	0.0014
13	6500	220	2948.35	0.220	116.085	0.0015
14	7000	239	3175.14	0.239	125.014	0.0016
15	7500	255	3401.94	0.255	133.944	0.0017
16	8000	275	3628.74	0.275	142.874	0.0018
17	8500	290	3855.53	0.290	151.803	0.0019
18	9000	308	4082.33	0.308	160.733	0.0021
19	9500	324	4309.12	0.324	169.662	0.0022
20	10000	342	4535.92	0.342	178.592	0.0023
21	10500	358	4762.72	0.358	187.522	0.0024
22	11000	372	4989.51	0.372	196.451	0.0025
23	11500	396	5216.31	0.396	205.381	0.0026
24	12000	403	5443.10	0.403	214.310	0.0027
25	12500	434	5669.90	0.434	223.240	0.0029
26	13000	460	5896.70	0.460	232.169	0.0031
27	13200	512	5987.41	0.512	235.741	0.0034

Fuente: Elaboración propia.

DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Paralela a la Fibra
(Probeta I-4-1 ; *Cedrelinga cateniformis*)

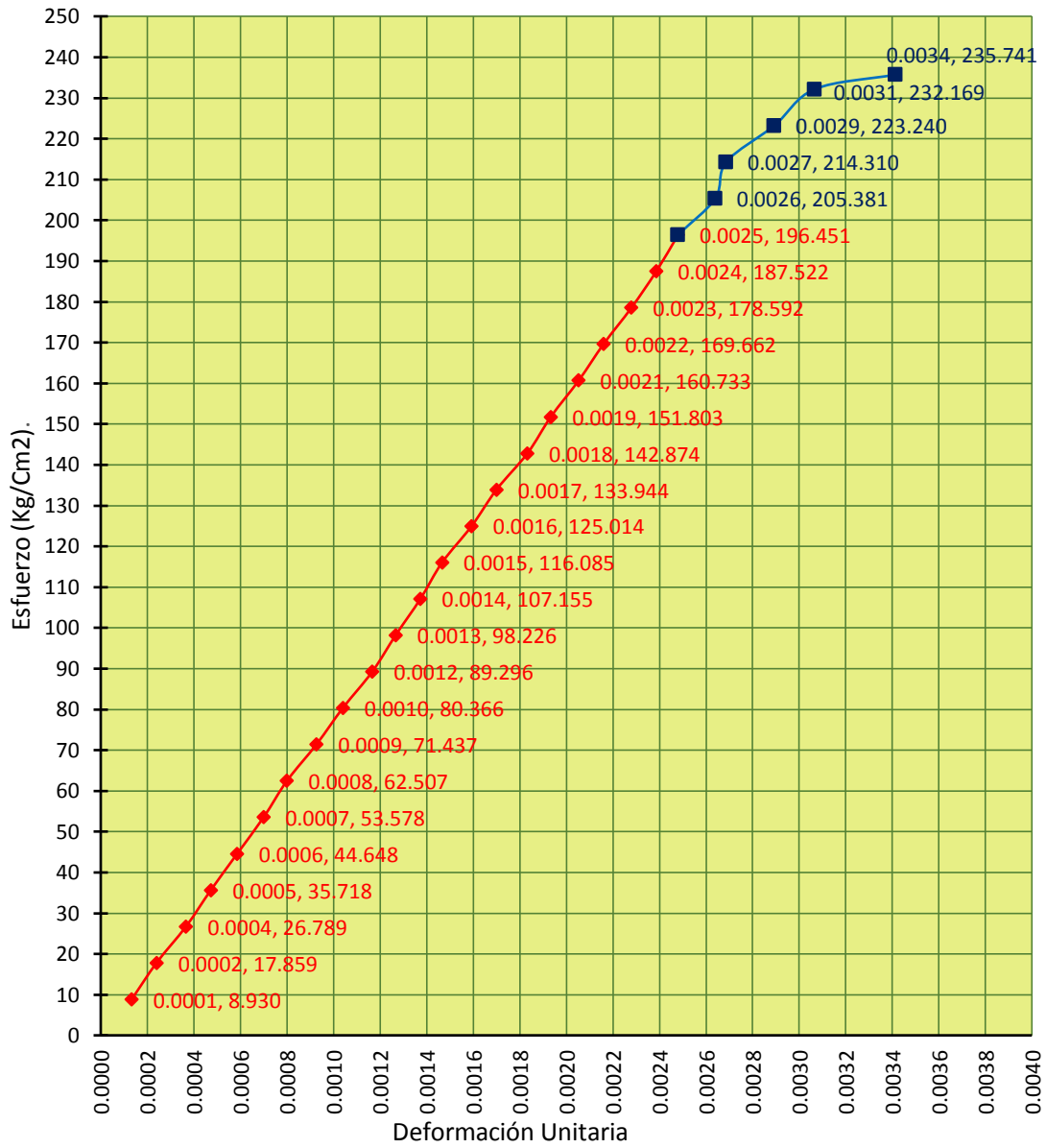


Figura 77: Dispersograma, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia.)

LINEAS DE TENDENCIAS
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA
 Compresión Paralela a la Fibra
 (Probeta I-4-1 ; *Cedrelinga cateniformis*)

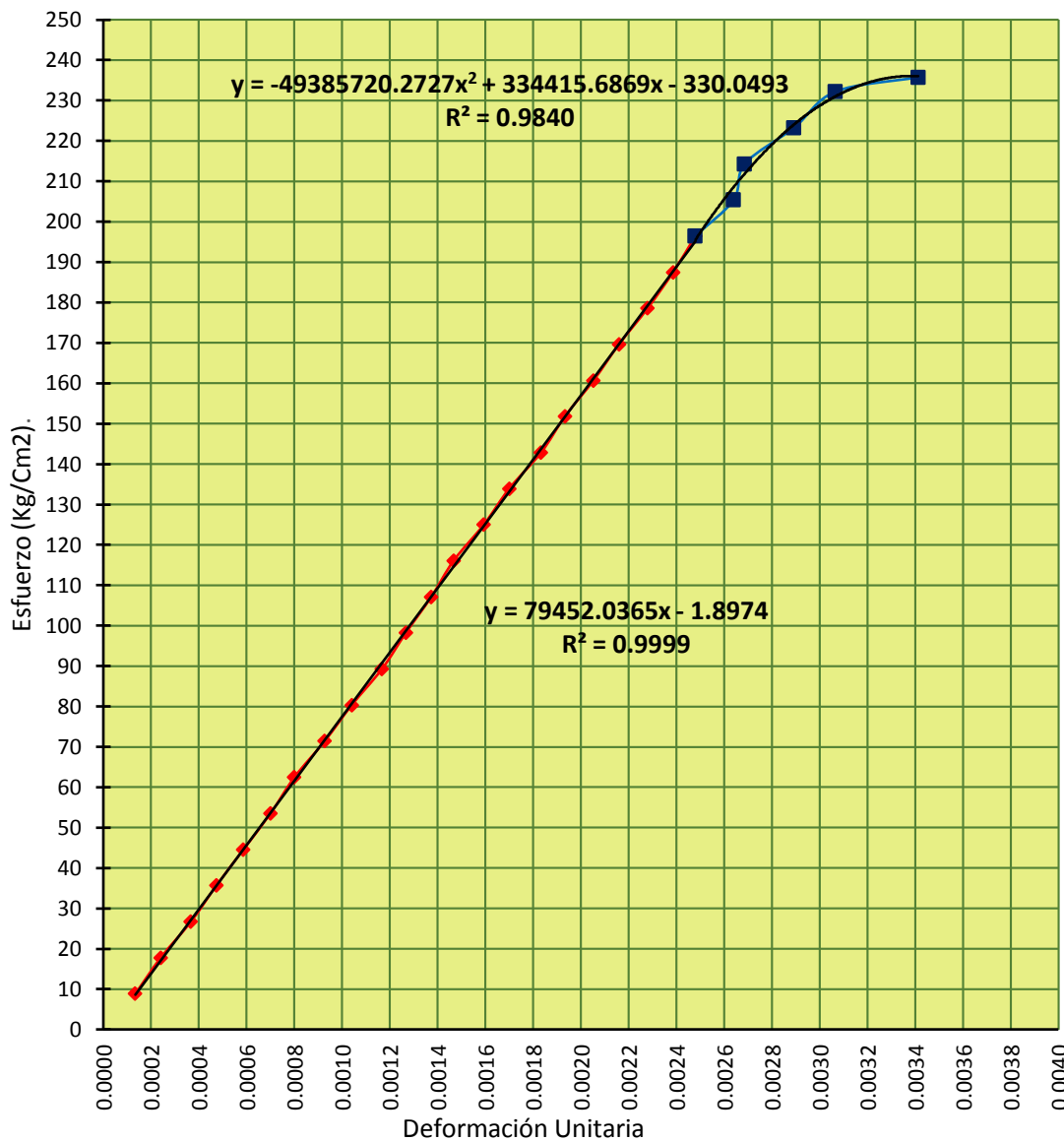


Figura 78: Ajuste, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia.)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 79452.0365x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -49385720.2727x^2 + 332056.9188x - 322.0913$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00269, 214.05976)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00336, 236.07513)$$

TABULACIÓN

Nº	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00020	40.18131
3	0.00041	80.36262
4	0.00061	120.54394
5	0.00082	160.72525
6	0.00102	200.90656
7	0.00122	241.08787
8	0.00143	281.26919
9	0.00163	321.45050
10	0.00184	361.63181
11	0.00204	402.70774
12	0.00208	407.20307
13	0.00212	412.05436
14	0.00216	416.64503
15	0.00219	420.97509
16	0.00223	425.04452
17	0.00227	428.85334
18	0.00231	432.40154
19	0.00235	435.68911
20	0.00239	438.71607
21	0.00243	441.48242
22	0.00246	443.98814
23	0.00250	446.23324
24	0.00254	448.21773
25	0.00258	449.94159
26	0.00262	451.40484
27	0.00266	452.60747
28	0.00269	453.54948
29	0.00273	454.23087
30	0.00277	454.65164
31	0.00281	454.81346

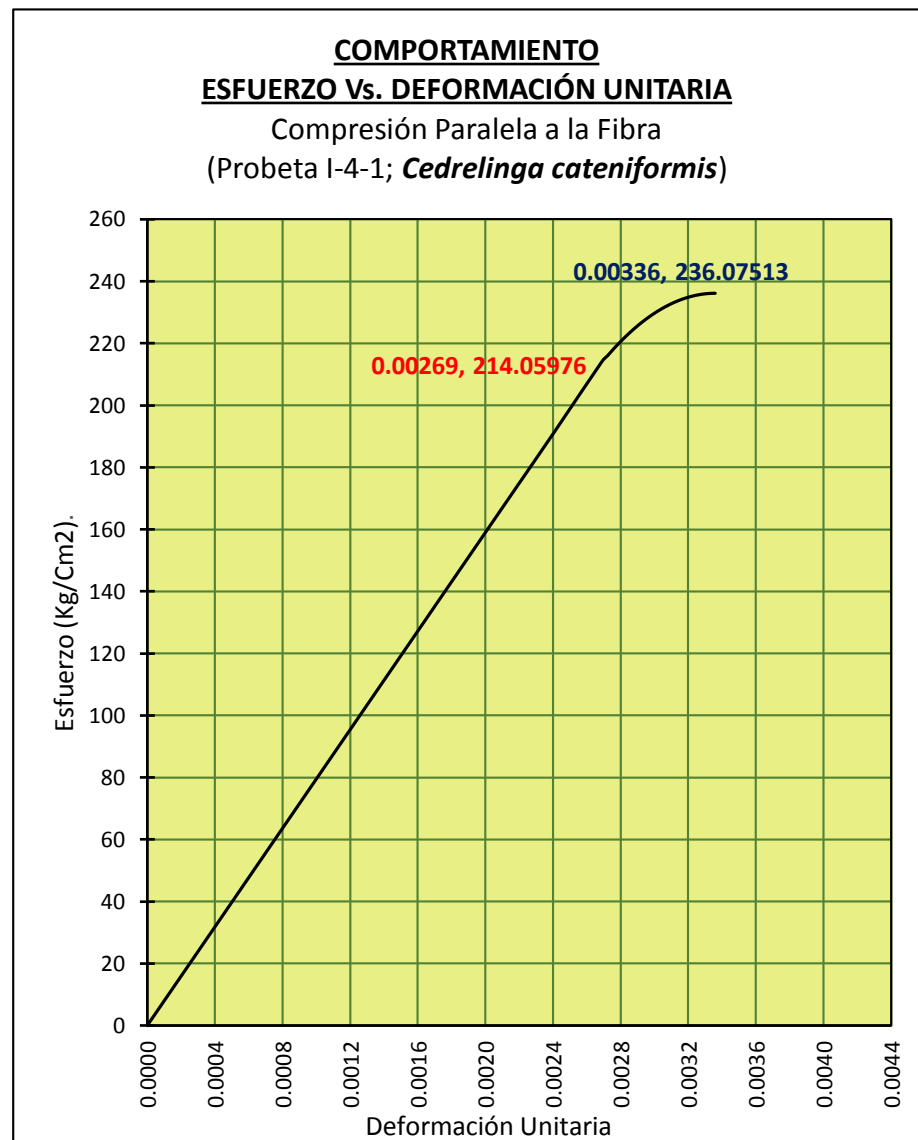


Figura 79: Comportamiento, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 48: Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

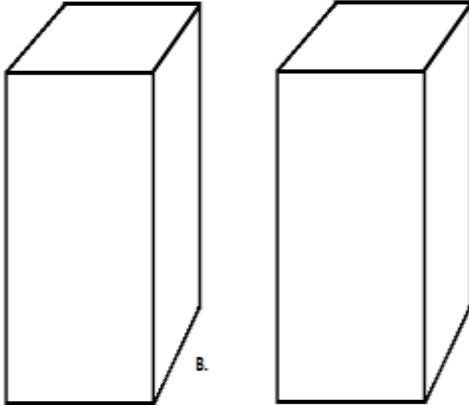
NOMBRE COMUN: <u>Guabilla</u>		N° DE XILOTECA: _____		N° DE ARBOL: <u>I</u>			
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u>		MUESTRAN°: _____		Probeta I-4-1			
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: _____		AMAZONAS			
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.		CARGA (LBS.)	DEFORMACION (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACION (PULG.)
LUZ: _____ CMS.	SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>	1.-	500	8	41.-	20500	281
P: <u>25100</u> LBS.	SATURADA <input checked="" type="checkbox"/>	2.-	1000	13	42.-	21000	288
P': <u>22500</u> LBS.		3.-	1500	21	43.-	21500	296
Y: <u>15</u> CMS.	DURAMEN : _____ %.	4.-	2000	26	44.-	22000	301
		5.-	2500	34	45.-	22500	309
ANCHO (A) : <u>5.014</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.	6.-	3000	41	46.-	23000	319
	PESO (): _____ GRS.	7.-	3500	48	47.-	23500	328
ASPESOR (B) : <u>5.037</u> CMS.	PESO SECO AL HORNC _____ GRS.	8.-	4000	54	48.-	24000	341
	VOLUMEN: _____ CM3.	9.-	4500	62	49.-	24500	356
	CONTENIDO DE HUMEDAD: %.	10.-	5000	69	50.-	25000	395
		11.-	5500	75	51.-	25100	456
		12.-	6000	82	52.-		
		13.-	6500	88	53.-		
		14.-	7000	96	54.-		
		15.-	7500	101	55.-		
		16.-	8000	109	56.-		
		17.-	8500	115	57.-		
		18.-	9000	121	58.-		
		19.-	9500	128	59.-		
		20.-	10000	131	60.-		
		21.-	10500	142	61.-		
OBSERVACIONES : _____		22.-	11000	150	62.-		
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 014.		23.-	11500	156	63.-		
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)		24.-	12000	161	64.-		
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :		25.-	12500	169	65.-		
MAXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESION :		26.-	13000	176	66.-		
MODULO DE ELASTICIDAD :		27.-	13500	182	67.-		
INFORMACION GENERAL:		28.-	14000	190	68.-		
PROYECTO : _____	TESIS	29.-	14500	199	69.-		
EJECUTOR : _____	James Bacalla - Mario Díaz	30.-	15000	204	70.-		
FECHA : _____	01/12/2016	31.-	15500	211	71.-		
		32.-	16000	218	72.-		
		33.-	16500	223	73.-		
		34.-	17000	231	74.-		
		35.-	17500	238	75.-		
		36.-	18000	244	76.-		
		37.-	18500	252	77.-		
		38.-	19000	260	78.-		
		39.-	19500	264	79.-		
		40.-	20000	272	80.-		

Tabla 49: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Paralela a la Carga (a x b)
5.015	5.012	5.014	5.014	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	25.252
5.038	5.036	5.036	5.037	
Distancia entre abrazaderas del deflectómetro. (H) (Cm.)				(H) (Mm.)
15.00				150.00

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)	
Peso Verde (gr.)	88.49	Volumen Saturado (Cm3)	75.55
			0.68
Peso Anhidro (gr.)	51.39	Peso Anhidro (gr.)	51.39

Fuente: Elaboración propia.

* Fecha: 01 /12/ 2016.

**Tiempo: 3min. 51seg.

Tabla 50: Datos procesados, Comp. Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓ		DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
		N TOTAL (µm)	CARGA (KG)		$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	$DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	500	8	226.80	0.008	8.981	0.0001
2	1000	13	453.59	0.013	17.962	0.0001
3	1500	21	680.39	0.021	26.944	0.0001
4	2000	26	907.18	0.026	35.925	0.0002
5	2500	34	1133.98	0.034	44.906	0.0002
6	3000	41	1360.78	0.041	53.887	0.0003
7	3500	48	1587.57	0.048	62.869	0.0003
8	4000	54	1814.37	0.054	71.850	0.0004
9	4500	62	2041.16	0.062	80.831	0.0004
10	5000	69	2267.96	0.069	89.812	0.0005
11	5500	75	2494.76	0.075	98.794	0.0005
12	6000	82	2721.55	0.082	107.775	0.0005
13	6500	88	2948.35	0.088	116.756	0.0006
14	7000	96	3175.14	0.096	125.737	0.0006
15	7500	101	3401.94	0.101	134.719	0.0007
16	8000	109	3628.74	0.109	143.700	0.0007
17	8500	115	3855.53	0.115	152.681	0.0008
18	9000	121	4082.33	0.121	161.662	0.0008
19	9500	128	4309.12	0.128	170.644	0.0009
20	10000	131	4535.92	0.131	179.625	0.0009
21	10500	142	4762.72	0.142	188.606	0.0009
22	11000	150	4989.51	0.150	197.587	0.0010
23	11500	156	5216.31	0.156	206.569	0.0010
24	12000	161	5443.10	0.161	215.550	0.0011
25	12500	169	5669.90	0.169	224.531	0.0011
26	13000	176	5896.70	0.176	233.512	0.0012
27	13500	182	6123.49	0.182	242.494	0.0012
28	14000	190	6350.29	0.190	251.475	0.0013
29	14500	199	6577.08	0.199	260.456	0.0013
30	15000	204	6803.88	0.204	269.437	0.0014
31	15500	211	7030.68	0.211	278.419	0.0014
32	16000	218	7257.47	0.218	287.400	0.0015
33	16500	223	7484.27	0.223	296.381	0.0015
34	17000	231	7711.06	0.231	305.362	0.0015
35	17500	238	7937.86	0.238	314.344	0.0016
36	18000	244	8164.66	0.244	323.325	0.0016
37	18500	252	8391.45	0.252	332.306	0.0017
38	19000	260	8618.25	0.260	341.287	0.0017
39	19500	264	8845.04	0.264	350.269	0.0018
40	20000	272	9071.84	0.272	359.250	0.0018
41	20500	281	9298.64	0.281	368.231	0.0019
42	21000	288	9525.43	0.288	377.212	0.0019
43	21500	296	9752.23	0.296	386.194	0.0020
44	22000	301	9979.02	0.301	395.175	0.0020
45	22500	309	10205.82	0.309	404.156	0.0021
46	23000	319	10432.62	0.319	413.137	0.0021
47	23500	328	10659.41	0.328	422.119	0.0022
48	24000	341	10886.21	0.341	431.100	0.0023
49	24500	356	11113.00	0.356	440.081	0.0024
50	25000	395	11339.80	0.395	449.062	0.0026
51	25100	456	11385.16	0.456	450.859	0.0030

Fuente: Elaboración propia

DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Paralela a la Fibra

(Probeta I-4-1 ; *Inga sp.*)

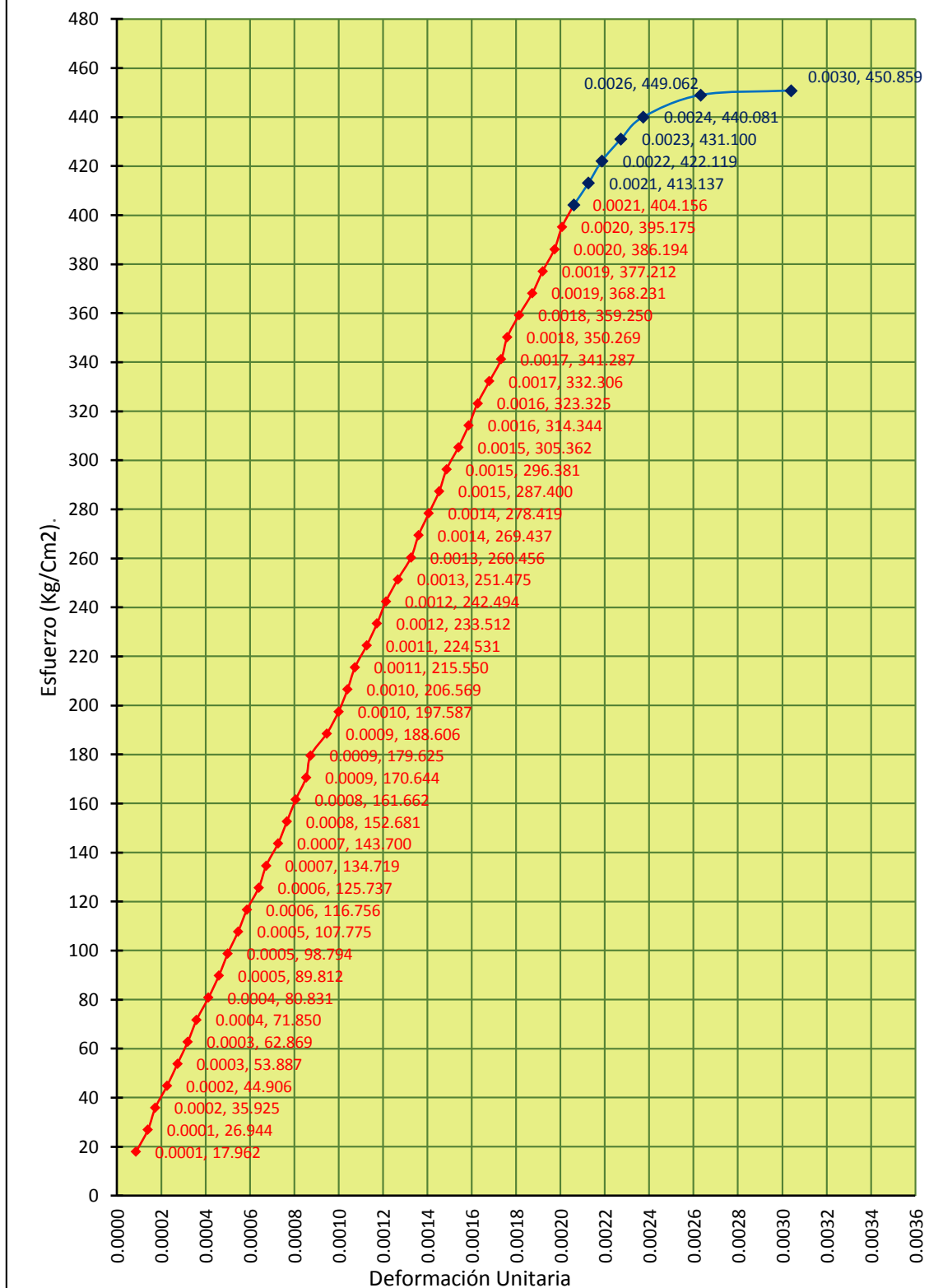


Figura 80: Dispersograma, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

(Fuente: Elaboración propia).

LINEAS DE TENDENCIAS
DISPESOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA
 Compresión Paralela a la Fibra
 (Probeta I-4-1 ; *Inga sp.*)

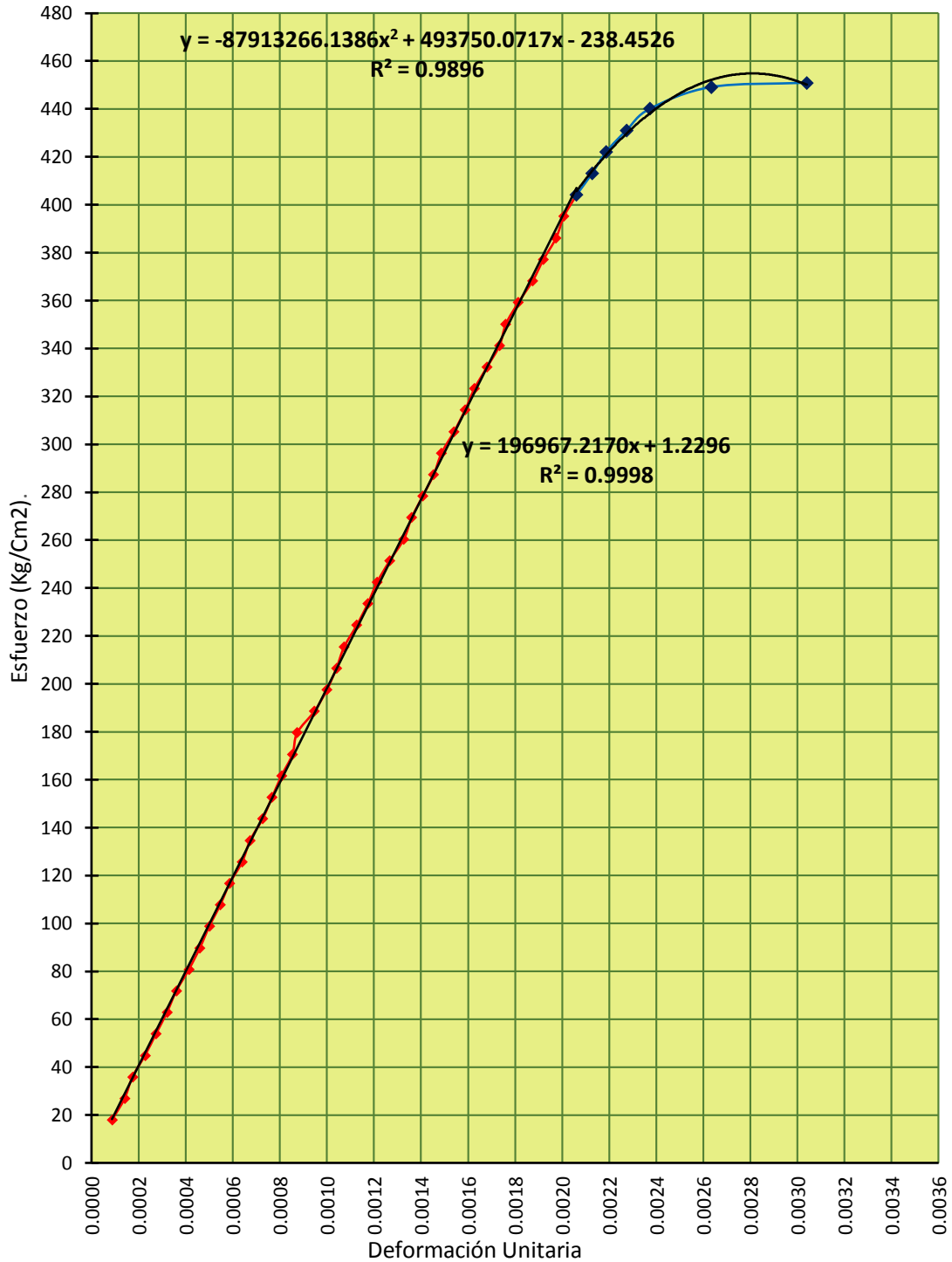


Figura 81: Ajuste, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 196967.2170x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -87913266.1386x^2 + 494847.6975x - 241.5383$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00204, 402.70774)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00281, 454.81346)$$

TABULACIÓN

Nº	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00020	40.18131
3	0.00041	80.36262
4	0.00061	120.54394
5	0.00082	160.72525
6	0.00102	200.90656
7	0.00122	241.08787
8	0.00143	281.26919
9	0.00163	321.45050
10	0.00184	361.63181
11	0.00204	402.70774
12	0.00208	407.20307
13	0.00212	412.05436
14	0.00216	416.64503
15	0.00219	420.97509
16	0.00223	425.04452
17	0.00227	428.85334
18	0.00231	432.40154
19	0.00235	435.68911
20	0.00239	438.71607
21	0.00243	441.48242
22	0.00246	443.98814
23	0.00250	446.23324
24	0.00254	448.21773
25	0.00258	449.94159
26	0.00262	451.40484
27	0.00266	452.60747
28	0.00269	453.54948
29	0.00273	454.23087
30	0.00277	454.65164
31	0.00281	454.81346

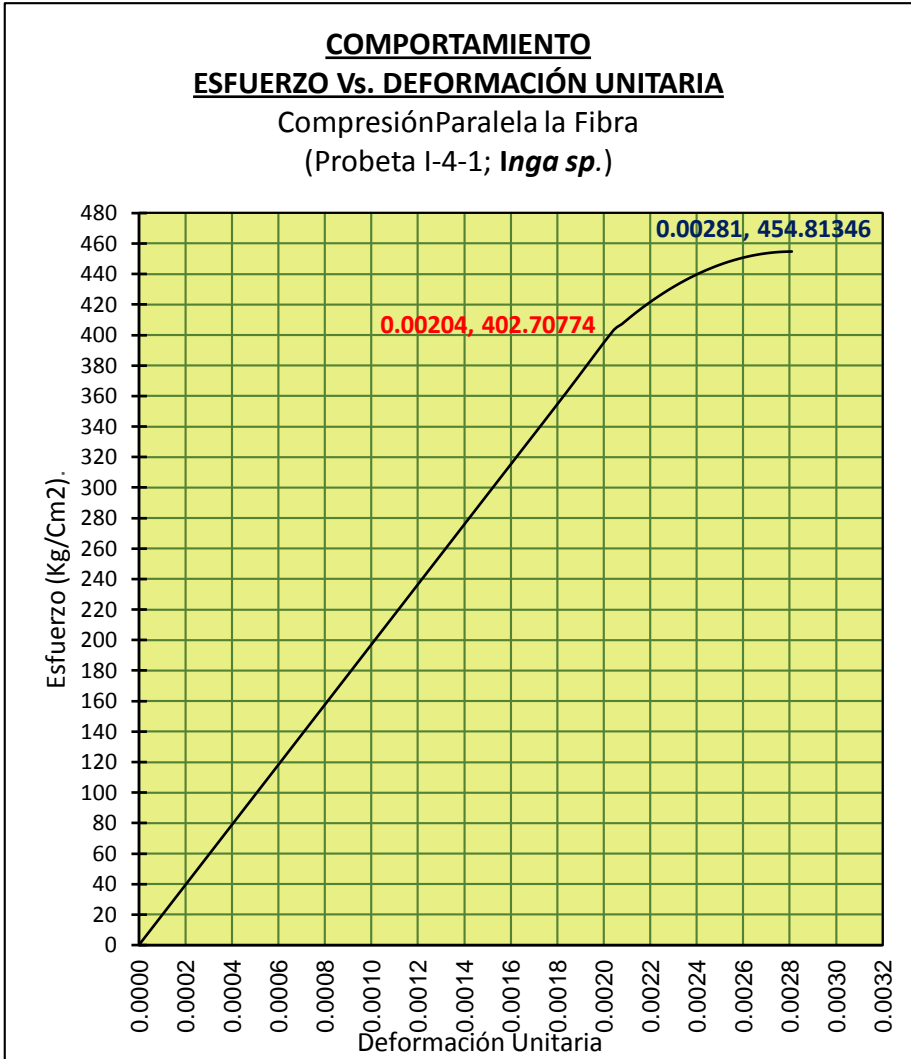


Figura 82: Comportamiento, Comp. Par. Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia)

4.3.4.2.2. Compresión perpendicular a la fibra

Se realizó según lo establecido en la NTP 251.016, contando con las probetas necesarias y luego de preparar e instrumentar la “Maquina Universal” con sus respectivos accesorios se procedió a realizar el ensayo correspondiente.

Previamente se tomaron las dimensiones a las probetas (3 de la sección “a” y 3 de la altura “h”; 6 en total) mediante “vernier”; con la finalidad de determinar el área perpendicular a la carga que se aplicará.

Una vez instalada la probeta sobre la base de la máquina universal, de tal manera que la fuerza sea aplicada sobre la cara radial se coloca la pieza de presión perfectamente centrada y partiendo desde cero se le aplicó de manera controlada y continua una carga axial perpendicular a la fibra hasta su punto de “falla”. Simultáneamente se registraron las deformaciones totales que sufre la probeta durante el ensayo, mediante un “compresómetro”, a intervalos de carga de 100 Lbs.

Inmediatamente después de realizado el ensayo de cada probeta, de la parte no agrietada y cercana a la zona donde ha ocurrido la falla, se cortó una probeta de 2 cm de largo, luego de lo cual se procedió a determinar su volumen y a pesarlas en ese estado (peso húmedo o verde); seguidamente fueron depositadas en la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su deshidratación total, luego de lo cual nuevamente se las pesó (peso anhidro).

Todos los datos obtenidos se anotaron en el formato correspondiente del “Registro de Ensayos” diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 51: Datos obtenidos de laboratorio.. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

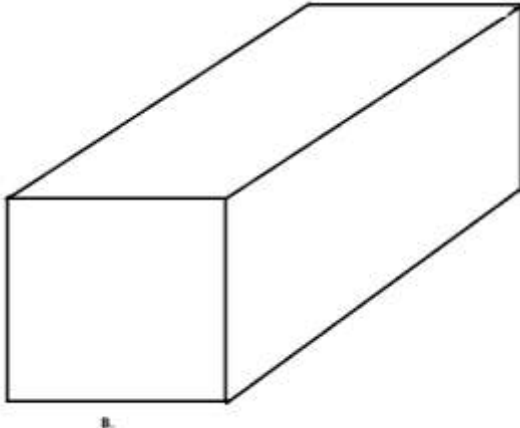
NOMBRE COMUN: <u>Tornillo</u>		N° DE XILOTECA: _____	N° DE ARBOL: <u>I</u>
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>		MUESTRAN°: <u>Probeta 1-5-1</u>	
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>	
<u>DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.</u>		<u>CONDICION.</u>	<u>CARGA (LBS.).</u>
SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/>			<u>DEFORMACIÓN (PULG.).</u>
SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/>			
P': _____ LBS.		DURAMEN: _____ %	
ANCHO (A): <u>5.035</u> CMS.		<u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.</u>	
ANCHO DE LA PLACA: <u>5.00</u> CMS.		PESO (): _____ GRS.	
		PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	
		CONTENIDO DE HUMADAD: _____ %	
		1.- <u>100</u>	<u>64</u>
		2.- <u>200</u>	<u>89</u>
		3.- <u>300</u>	<u>113</u>
		4.- <u>400</u>	<u>127</u>
		5.- <u>500</u>	<u>141</u>
		6.- <u>600</u>	<u>155</u>
		7.- <u>700</u>	<u>167</u>
		8.- <u>800</u>	<u>179</u>
		9.- <u>900</u>	<u>191</u>
		10.- <u>1000</u>	<u>204</u>
		11.- <u>1100</u>	<u>216</u>
		12.- <u>1200</u>	<u>227</u>
		13.- <u>1300</u>	<u>238</u>
		14.- <u>1400</u>	<u>249</u>
		15.- <u>1500</u>	<u>259</u>
		16.- <u>1600</u>	<u>271</u>
		17.- <u>1700</u>	<u>284</u>
		18.- <u>1800</u>	<u>296</u>
		19.- <u>1900</u>	<u>306</u>
		20.- <u>2000</u>	<u>318</u>
21.- <u>2100</u>	<u>331</u>		
22.- <u>2200</u>	<u>343</u>		
23.- <u>2300</u>	<u>356</u>		
24.- <u>2400</u>	<u>367</u>		
25.- <u>2500</u>	<u>380</u>		
26.- <u>2600</u>	<u>397</u>		
27.- <u>2700</u>	<u>410</u>		
28.- <u>2800</u>	<u>424</u>		
29.- <u>2900</u>	<u>436</u>		
30.- <u>3000</u>	<u>451</u>		
31.- <u>3100</u>	<u>468</u>		
32.- <u>3200</u>	<u>484</u>		
33.- <u>3300</u>	<u>501</u>		
34.- <u>3400</u>	<u>520</u>		
35.- <u>3500</u>	<u>541</u>		
36.- <u>3600</u>	<u>561</u>		
37.- <u>3700</u>	<u>586</u>		
38.- <u>3800</u>	<u>608</u>		
39.- <u>3900</u>	<u>639</u>		
40.- <u>4000</u>	<u>675</u>		
OBSERVACIONES : _____			
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 016.			
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)			
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.): _____			
INFORMACION GENERAL:			
PROYECTO :	<u>TESIS</u>		
EJECUTOR :	<u>James Bacalla - Mario Díaz</u>		
FECHA :	<u>06/12/2016</u>		

Tabla 52: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Perpendicular a la Carga (a x b) (cm ²).
5.027	5.036	5.043	5.035	
Ancho de placa metálica (Cm.)				25.177
5.00				
"H1" (Cm.)	"H2" (Cm.)	"H3" (Cm.)	"H" Promedio (Cm.)	"H" Promedio (mm.)
5.008	5.011	5.021	5.0133	50.1333

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm ³)	
Peso Verde (gr.)	54.43	Volumen Saturado (Cm ³)	71.44
	50.23		0.51
Peso Anhidro (gr.)	36.23	Peso Anhidro (gr.)	36.23

Fuente: Elaboración propia.

* Fecha: 06 /12/ 2016.

**Tiempo: 12min. 33seg.

Tabla 53: Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA
		(μm)		(mm)		$DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	100	64	45.36	0.064	1.802	0.0013
2	200	89	90.72	0.089	3.603	0.0018
3	300	113	136.08	0.113	5.405	0.0023
4	400	127	181.44	0.127	7.207	0.0025
5	500	141	226.80	0.141	9.008	0.0028
6	600	155	272.16	0.155	10.810	0.0031
7	700	167	317.51	0.167	12.611	0.0033
8	800	179	362.87	0.179	14.413	0.0036
9	900	191	408.23	0.191	16.215	0.0038
10	1000	204	453.59	0.204	18.016	0.0041
11	1100	216	498.95	0.216	19.818	0.0043
12	1200	227	544.31	0.227	21.620	0.0045
13	1300	238	589.67	0.238	23.421	0.0047
14	1400	249	635.03	0.249	25.223	0.0050
15	1500	259	680.39	0.259	27.025	0.0052
16	1600	271	725.75	0.271	28.826	0.0054
17	1700	284	771.11	0.284	30.628	0.0057
18	1800	296	816.47	0.296	32.429	0.0059
19	1900	306	861.82	0.306	34.231	0.0061
20	2000	318	907.18	0.318	36.033	0.0063
21	2100	331	952.54	0.331	37.834	0.0066
22	2200	343	997.90	0.343	39.636	0.0068
23	2300	356	1043.26	0.356	41.438	0.0071
24	2400	367	1088.62	0.367	43.239	0.0073
25	2500	380	1133.98	0.380	45.041	0.0076
26	2600	397	1179.34	0.397	46.843	0.0079
27	2700	410	1224.70	0.410	48.644	0.0082
28	2800	424	1270.06	0.424	50.446	0.0085
29	2900	436	1315.42	0.436	52.247	0.0087
30	3000	451	1360.78	0.451	54.049	0.0090
31	3100	468	1406.14	0.468	55.851	0.0093
32	3200	484	1451.49	0.484	57.652	0.0097
33	3300	501	1496.85	0.501	59.454	0.0100
34	3400	520	1542.21	0.520	61.256	0.0104
35	3500	541	1587.57	0.541	63.057	0.0108
36	3600	561	1632.93	0.561	64.859	0.0112
37	3700	586	1678.29	0.586	66.661	0.0117
38	3800	608	1723.65	0.608	68.462	0.0121
39	3900	639	1769.01	0.639	70.264	0.0127
40	4000	675	1814.37	0.675	72.065	0.0135

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53 (Continuación): Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL (µm)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
					$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	$DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
41	4100	712	1859.73	0.712	73.867	0.0142
42	4200	859	1905.09	0.859	75.669	0.0171
43	4300	912	1950.45	0.912	77.470	0.0182
44	4400	966	1995.80	0.966	79.272	0.0193
45	4500	1035	2041.16	1.035	81.074	0.0206
46	4600	1116	2086.52	1.116	82.875	0.0223
47	4700	1222	2131.88	1.222	84.677	0.0244
48	4800	1331	2177.24	1.331	86.479	0.0265
49	4900	1466	2222.60	1.466	88.280	0.0292
50	5000	1599	2267.96	1.599	90.082	0.0319
51	5100	1745	2313.32	1.745	91.883	0.0348
52	5200	1891	2358.68	1.891	93.685	0.0377
53	5300	2048	2404.04	2.048	95.487	0.0409
54	5400	2221	2449.40	2.221	97.288	0.0443
55	5500	2382	2494.76	2.382	99.090	0.0475
56	5600	2564	2540.12	2.564	100.892	0.0511
57	5700	2757	2585.47	2.757	102.693	0.0550
58	5800	2934	2630.83	2.934	104.495	0.0585
59	5900	3139	2676.19	3.139	106.297	0.0626
60	6000	3231	2721.55	3.231	108.098	0.0644

Fuente: Elaboración propia.

DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Perpendicular a la Fibra
(Probeta I-5-1 ; *Cedrelinga cateniformis*)

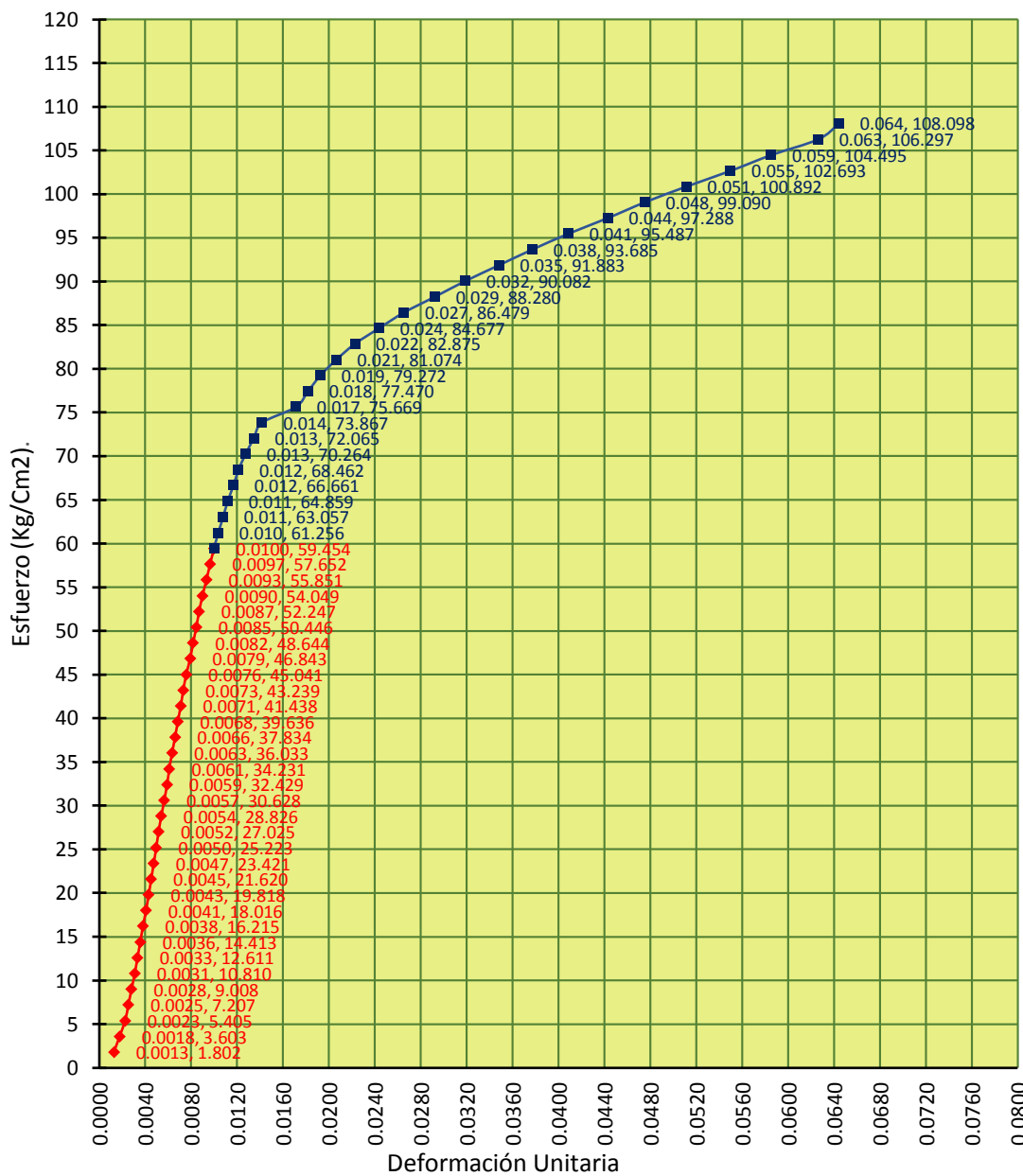


Figura 83: Dispersograma, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia.)

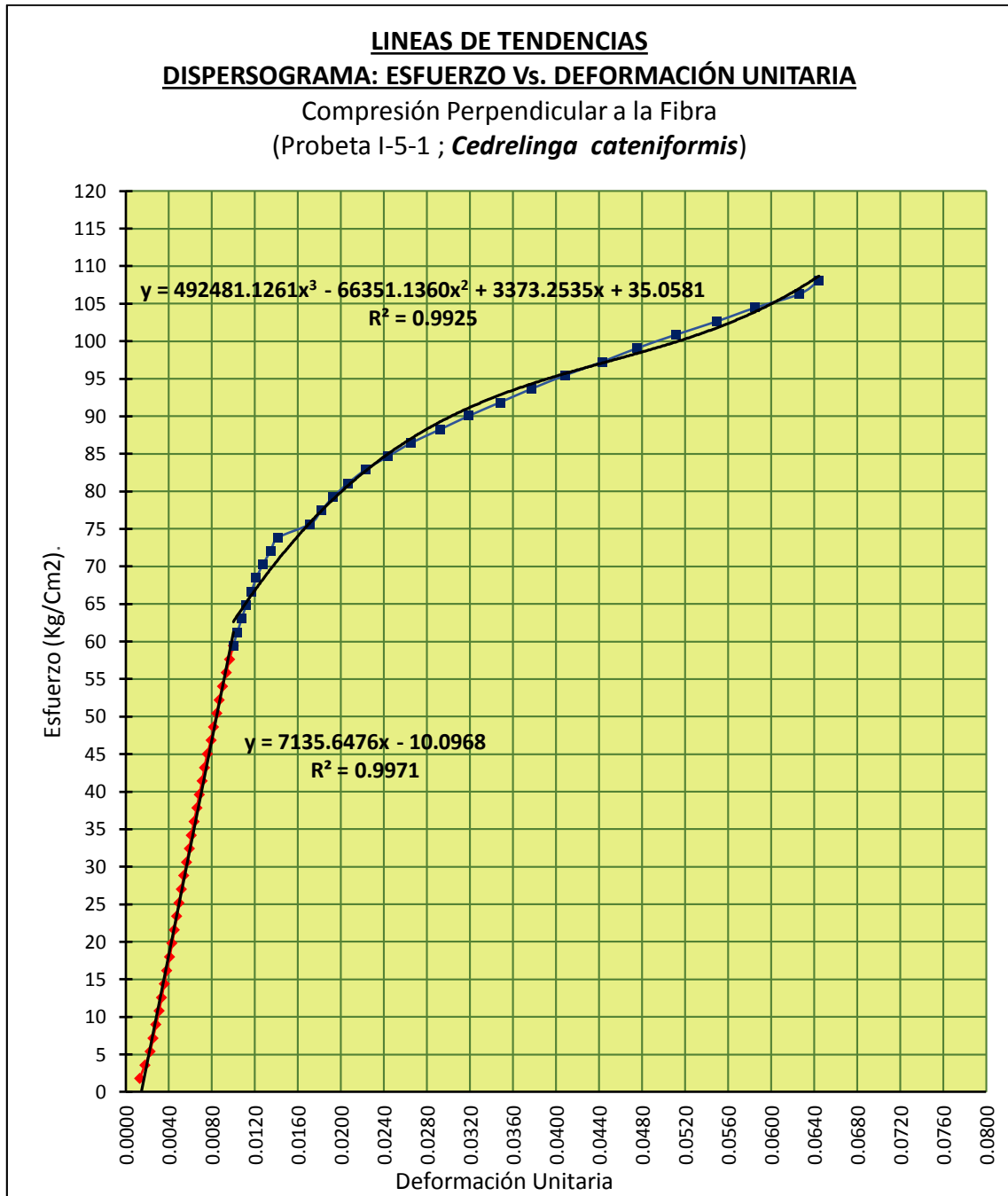


Figura 84: Ajuste, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia.)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 7136x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = 492481.1261x^3 - 64260.583x^2 + 3188.4405x + 39.6998$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dado por:

$$(x,y) = (0.00887, 63.25855)$$

TABULACIÓN

N	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00089	6.32932
3	0.00177	12.65864
4	0.00266	18.98796
5	0.00355	25.31728
6	0.00444	31.64660
7	0.00532	37.97592
8	0.00621	44.30524
9	0.00710	50.63456
10	0.00798	56.96387
11	0.00887	63.25855
12	0.01165	68.90033
13	0.01443	73.80481
14	0.01721	78.04599
15	0.01999	81.68729
16	0.02277	84.79213
17	0.02554	87.42391
18	0.02832	89.64607
19	0.03110	91.52201
20	0.03388	93.11515
21	0.03666	94.48891
22	0.03944	95.70671
23	0.04222	96.83197
24	0.04500	97.92809
25	0.04778	99.05851
26	0.05056	100.28663
27	0.05333	101.67587
28	0.05611	103.28965
29	0.05889	105.19139
30	0.06167	107.44450
31	0.06445	110.11241

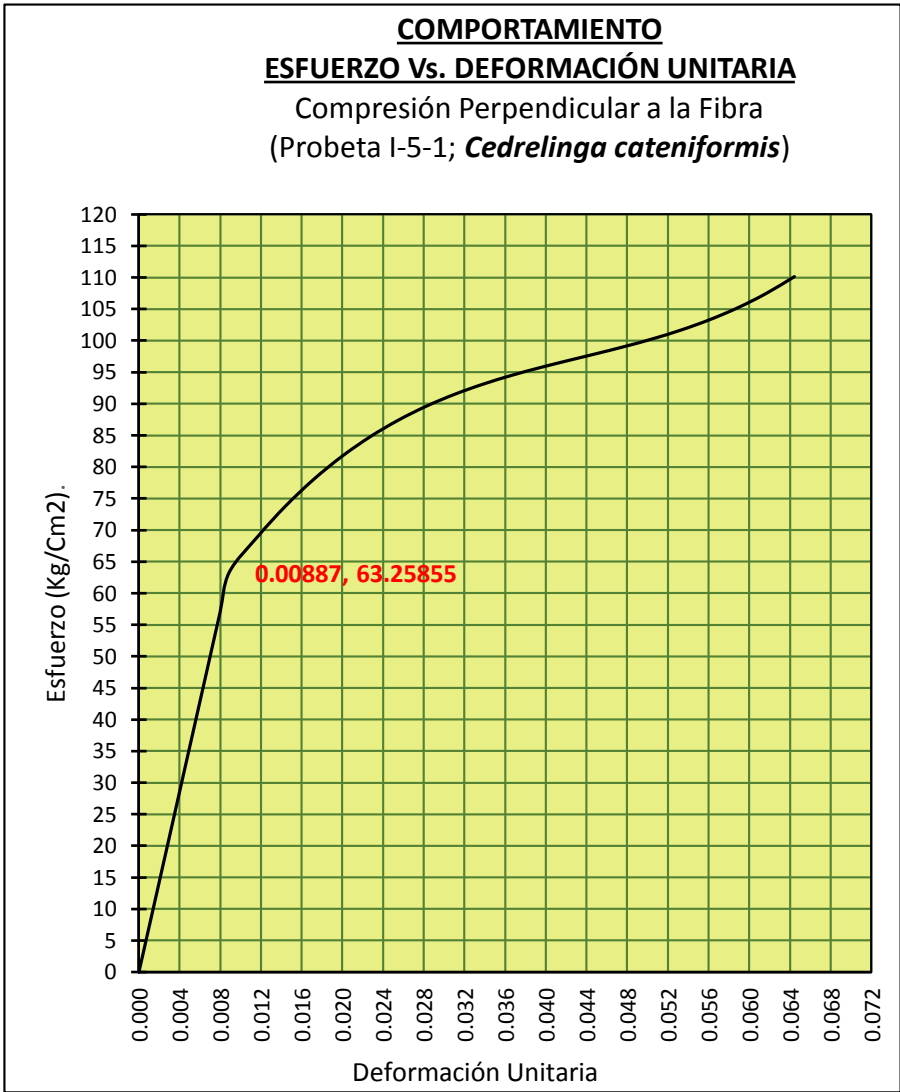


Figura 85: Comportamiento, Comp. Perp. Fibra- Probeta (*Cedrelinga cateniformis*)
 (Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 54: Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

NOMBRE COMUN: <u>Guabilla</u>		N° DE XILOTECA: _____	N° DE ARBOL: _____	I		
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u>		MUESTRAN°: <u>Probeta I-5-1</u>				
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>				
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
P': _____ LBS.		SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>	1.- 100	43	41.- 4100	534
ANCHO (A) : <u>5.040</u> CMS.		SATURADA <input checked="" type="checkbox"/>	2.- 200	65	42.- 4200	557
ANCHO DE LA PLACA : <u>5.00</u> CMS.		DURAMEN : _____ %.	3.- 300	82	43.- 4300	578
		<u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.</u>	4.- 400	109	44.- 4400	601
		PESO (): _____ GRS.	5.- 500	120	45.- 4500	626
		PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	6.- 600	133	46.- 4600	656
		CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %	7.- 700	144	47.- 4700	684
			8.- 800	154	48.- 4800	715
			9.- 900	165	49.- 4900	748
			10.- 1000	175	50.- 5000	781
			11.- 1100	184	51.- 5100	817
			12.- 1200	194	52.- 5200	844
			13.- 1300	204	53.- 5300	874
			14.- 1400	213	54.- 5400	918
			15.- 1500	222	55.- 5500	965
			16.- 1600	231	56.- 5600	1009
			17.- 1700	240	57.- 5700	1045
			18.- 1800	250	58.- 5800	1092
			19.- 1900	260	59.- 5900	1130
			20.- 2000	271	60.- 6000	1171
			21.- 2100	279	61.- 6100	1214
			22.- 2200	289	62.- 6200	1261
			23.- 2300	299	63.- 6300	1302
			24.- 2400	309	64.- 6400	1348
			25.- 2500	318	65.- 6500	1395
			26.- 2600	328	66.- 6600	1440
			27.- 2700	339	67.- 6700	1489
			28.- 2800	349	68.- 6800	1533
			29.- 2900	359	69.- 6900	1583
			30.- 3000	369	70.- 7000	1636
			31.- 3100	380	71.- 7100	1684
			32.- 3200	391	72.- 7200	1738
			33.- 3300	404	73.- 7300	1791
			34.- 3400	416	74.- 7400	1845
			35.- 3500	432	75.- 7500	1901
			36.- 3600	445	76.- 7600	1959
			37.- 3700	461	77.- 7700	2014
			38.- 3800	478	78.- 7800	2078
			39.- 3900	495	79.- 7900	2140
			40.- 4000	511	80.- 8000	2203
OBSERVACIONES : _____						
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 016.						
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)						
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.): _____						
INFORMACION GENERAL:						
PROYECTO : <u>TESIS</u>						
EJECUTOR : <u>James Bacalla - Mario Díaz</u>						
FECHA : <u>07/12/2016</u>						

Tabla 54(continuación): Datos obtenidos de laboratorio. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

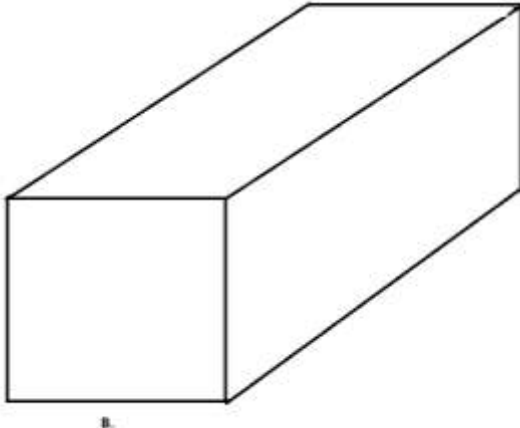
NOMBRE COMUN: <u>Guabilla</u>		N° DE XILOTECA: _____	N° DE ARBOL: <u>I</u>
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u>		MUESTRAN°: <u>Probeta 1-5-1</u>	
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>	
<u>DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.</u>		<u>CONDICION.</u>	<u>CARGA (LBS.).</u>
		SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>	<u>DEFORMACIÓN (PULG.).</u>
P': _____ LBS.		SATURADA <input checked="" type="checkbox"/>	
ANCHO (A): <u>5.040</u> CMS.		DURAMEN: _____ %.	
ANCHO DE LA PLACA: <u>5.00</u> CMS.		<u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.</u>	
		PESO (): _____ GRS.	
		PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	
		CONTENIDO DE HUMADAD: _____ %	
		1.- <u>8100</u>	<u>2275</u>
		2.- <u>8200</u>	<u>2341</u>
		3.- <u>8300</u>	<u>2412</u>
		4.- <u>8400</u>	<u>2485</u>
		5.- <u>8500</u>	<u>2565</u>
		6.- <u>8600</u>	<u>2650</u>
		7.- <u>8700</u>	<u>2724</u>
		8.- <u>8800</u>	<u>2815</u>
		9.- <u>8900</u>	<u>2895</u>
		10.- <u>9000</u>	<u>3002</u>
		11.- <u>9100</u>	<u>3123</u>
		12.- <u>9200</u>	<u>3238</u>
OBSERVACIONES : _____		13.- _____	14.- _____
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 016.		15.- _____	16.- _____
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)		17.- _____	18.- _____
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.): _____		19.- _____	20.- _____
INFORMACION GENERAL:		21.- _____	22.- _____
PROYECTO : <u>TESIS</u>		23.- _____	24.- _____
EJECUTOR : <u>James Bacalla - Mario Díaz</u>		25.- _____	26.- _____
FECHA : <u>07/12/2016</u>		27.- _____	28.- _____
		29.- _____	30.- _____
		31.- _____	32.- _____
		33.- _____	34.- _____
		35.- _____	36.- _____
		37.- _____	38.- _____
		39.- _____	40.- _____
		41.- _____	42.- _____
		43.- _____	44.- _____
		45.- _____	46.- _____
		47.- _____	48.- _____
		49.- _____	50.- _____
		51.- _____	52.- _____
		53.- _____	54.- _____
		55.- _____	56.- _____
		57.- _____	58.- _____
		59.- _____	60.- _____
		61.- _____	62.- _____
		63.- _____	64.- _____
		65.- _____	66.- _____
		67.- _____	68.- _____
		69.- _____	70.- _____
		71.- _____	72.- _____
		73.- _____	74.- _____
		75.- _____	76.- _____
		77.- _____	78.- _____
		79.- _____	80.- _____

Tabla 55: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Perpendicular a la Carga (a x
5.047	5.044	5.03	5.040	
Ancho de placa metálica (Cm.)				25.202
5.00				
"H1" (Cm.)	"H2" (Cm.)	"H3" (Cm.)	"H" Promedio (Cm.)	"H" Promedio (mm.)
5.032	5.016	5	5.016	50.160

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)	
Peso Verde (gr.)	71.41	Volumen Saturado (Cm3)	64.84
		70.06	0.65
Peso Anhidro (gr.)	41.99	Peso Anhidro (gr.)	41.99

Fuente: Elaboración propia.

* Fecha: 07 /12/ 2016.

**Tiempo: 12min. 42seg.

Tabla 56: Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL (µm)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
					$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	$DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	100	43	45.36	0.043	1.800	0.0009
2	200	65	90.72	0.065	3.600	0.0013
3	300	82	136.08	0.082	5.400	0.0016
4	400	109	181.44	0.109	7.199	0.0022
5	500	120	226.80	0.120	8.999	0.0024
6	600	133	272.16	0.133	10.799	0.0027
7	700	144	317.51	0.144	12.599	0.0029
8	800	154	362.87	0.154	14.399	0.0031
9	900	165	408.23	0.165	16.199	0.0033
10	1000	175	453.59	0.175	17.998	0.0035
11	1100	184	498.95	0.184	19.798	0.0037
12	1200	194	544.31	0.194	21.598	0.0039
13	1300	204	589.67	0.204	23.398	0.0041
14	1400	213	635.03	0.213	25.198	0.0042
15	1500	222	680.39	0.222	26.998	0.0044
16	1600	231	725.75	0.231	28.798	0.0046
17	1700	240	771.11	0.240	30.597	0.0048
18	1800	250	816.47	0.250	32.397	0.0050
19	1900	260	861.82	0.260	34.197	0.0052
20	2000	271	907.18	0.271	35.997	0.0054
21	2100	279	952.54	0.279	37.797	0.0056
22	2200	289	997.90	0.289	39.597	0.0058
23	2300	299	1043.26	0.299	41.397	0.0060
24	2400	309	1088.62	0.309	43.196	0.0062
25	2500	318	1133.98	0.318	44.996	0.0063
26	2600	328	1179.34	0.328	46.796	0.0065
27	2700	339	1224.70	0.339	48.596	0.0068
28	2800	349	1270.06	0.349	50.396	0.0070
29	2900	359	1315.42	0.359	52.196	0.0072
30	3000	369	1360.78	0.369	53.995	0.0074
31	3100	380	1406.14	0.380	55.795	0.0076
32	3200	391	1451.49	0.391	57.595	0.0078
33	3300	404	1496.85	0.404	59.395	0.0081
34	3400	416	1542.21	0.416	61.195	0.0083
35	3500	432	1587.57	0.432	62.995	0.0086
36	3600	445	1632.93	0.445	64.795	0.0089
37	3700	461	1678.29	0.461	66.594	0.0092
38	3800	478	1723.65	0.478	68.394	0.0095
39	3900	495	1769.01	0.495	70.194	0.0099
40	4000	511	1814.37	0.511	71.994	0.0102

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56 (Continuación): Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
		(μm)		(mm)		$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$
41	4100	534	1859.73	0.534	73.794	0.0106
42	4200	557	1905.09	0.557	75.594	0.0111
43	4300	578	1950.45	0.578	77.394	0.0115
44	4400	601	1995.80	0.601	79.193	0.0120
45	4500	626	2041.16	0.626	80.993	0.0125
46	4600	656	2086.52	0.656	82.793	0.0131
47	4700	684	2131.88	0.684	84.593	0.0136
48	4800	715	2177.24	0.715	86.393	0.0143
49	4900	748	2222.60	0.748	88.193	0.0149
50	5000	781	2267.96	0.781	89.992	0.0156
51	5100	817	2313.32	0.817	91.792	0.0163
52	5200	844	2358.68	0.844	93.592	0.0168
53	5300	874	2404.04	0.874	95.392	0.0174
54	5400	918	2449.40	0.918	97.192	0.0183
55	5500	965	2494.76	0.965	98.992	0.0192
56	5600	1009	2540.12	1.009	100.792	0.0201
57	5700	1045	2585.47	1.045	102.591	0.0208
58	5800	1092	2630.83	1.092	104.391	0.0218
59	5900	1130	2676.19	1.130	106.191	0.0225
60	6000	1171	2721.55	1.171	107.991	0.0233
61	6100	1214	2766.91	1.214	109.791	0.0242
62	6200	1261	2812.27	1.261	111.591	0.0251
63	6300	1302	2857.63	1.302	113.391	0.0260
64	6400	1348	2902.99	1.348	115.190	0.0269
65	6500	1395	2948.35	1.395	116.990	0.0278
66	6600	1440	2993.71	1.440	118.790	0.0287
67	6700	1489	3039.07	1.489	120.590	0.0297
68	6800	1533	3084.43	1.533	122.390	0.0306
69	6900	1583	3129.78	1.583	124.190	0.0316
70	7000	1636	3175.14	1.636	125.989	0.0326
71	7100	1684	3220.50	1.684	127.789	0.0336
72	7200	1738	3265.86	1.738	129.589	0.0346
73	7300	1791	3311.22	1.791	131.389	0.0357
74	7400	1845	3356.58	1.845	133.189	0.0368
75	7500	1901	3401.94	1.901	134.989	0.0379
76	7600	1959	3447.30	1.959	136.789	0.0391
77	7700	2014	3492.66	2.014	138.588	0.0402
78	7800	2078	3538.02	2.078	140.388	0.0414
79	7900	2140	3583.38	2.140	142.188	0.0427
80	8000	2203	3628.74	2.203	143.988	0.0439

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56 (Continuación): Datos procesados, Comp. Perpendicular a la Fibra- Probeta 1
(*Inga sp.*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
		(μm)		(mm)		$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$
81	8100	2275	3674.10	2.275	145.788	0.0454
82	8200	2341	3719.45	2.341	147.588	0.0467
83	8300	2412	3764.81	2.412	149.387	0.0481
84	8400	2485	3810.17	2.485	151.187	0.0495
85	8500	2565	3855.53	2.565	152.987	0.0511
86	8600	2650	3900.89	2.650	154.787	0.0528
87	8700	2724	3946.25	2.724	156.587	0.0543
88	8800	2815	3991.61	2.815	158.387	0.0561
89	8900	2895	4036.97	2.895	160.187	0.0577
90	9000	3002	4082.33	3.002	161.986	0.0598
91	9100	3123	4127.69	3.123	163.786	0.0623
92	9200	3238	4173.05	3.238	165.586	0.0646

Fuente: Elaboración propia.

DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Perpendicular a la Fibra

(Probeta I-5-1 ; *Inga sp.*)

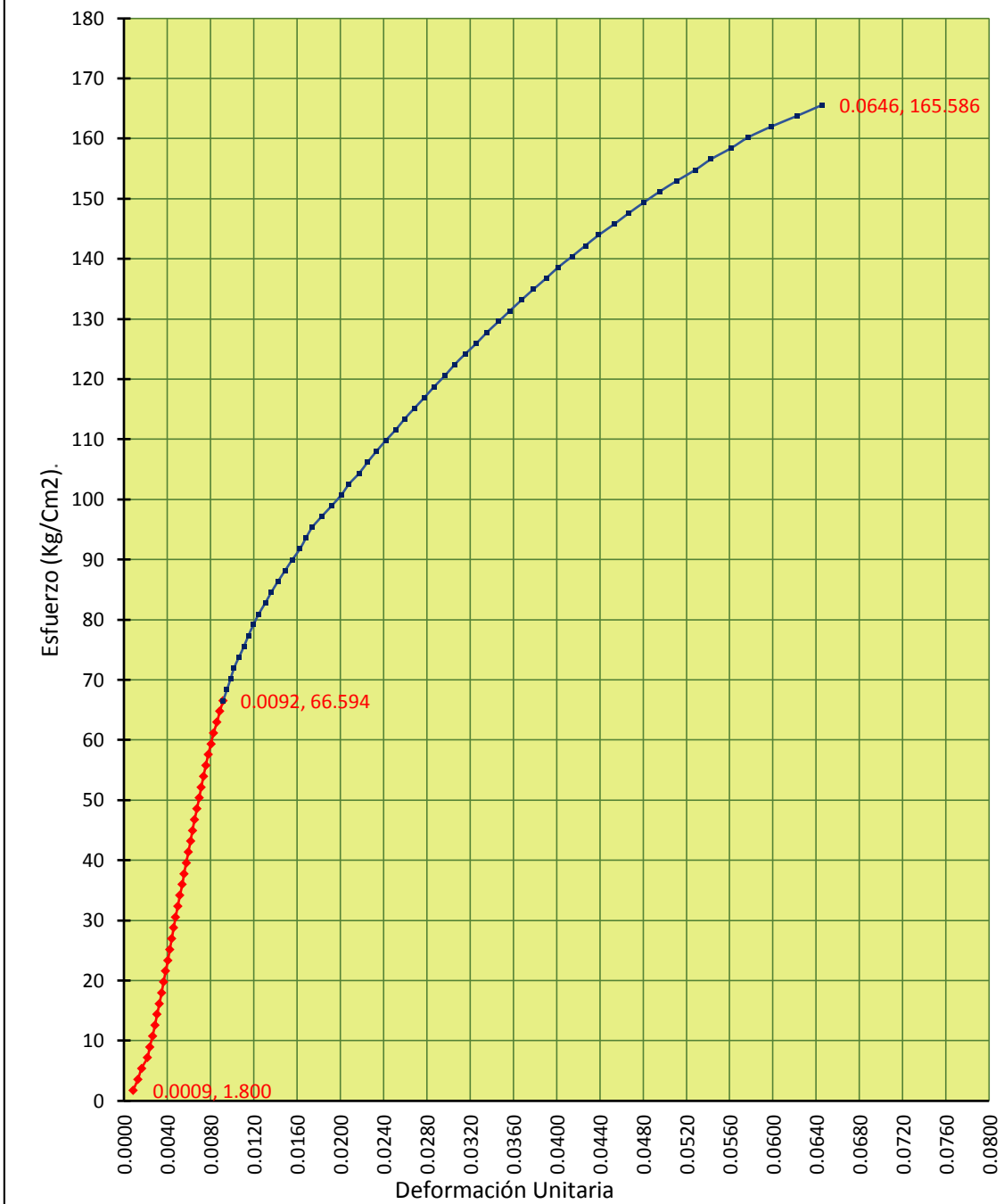


Figura 86: Dispersograma, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

(Fuente: Elaboración propia.)

LINEAS DE TENDENCIAS
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Perpendicular a la Fibra
(Probeta I-5-1 ; *Inga sp.*)

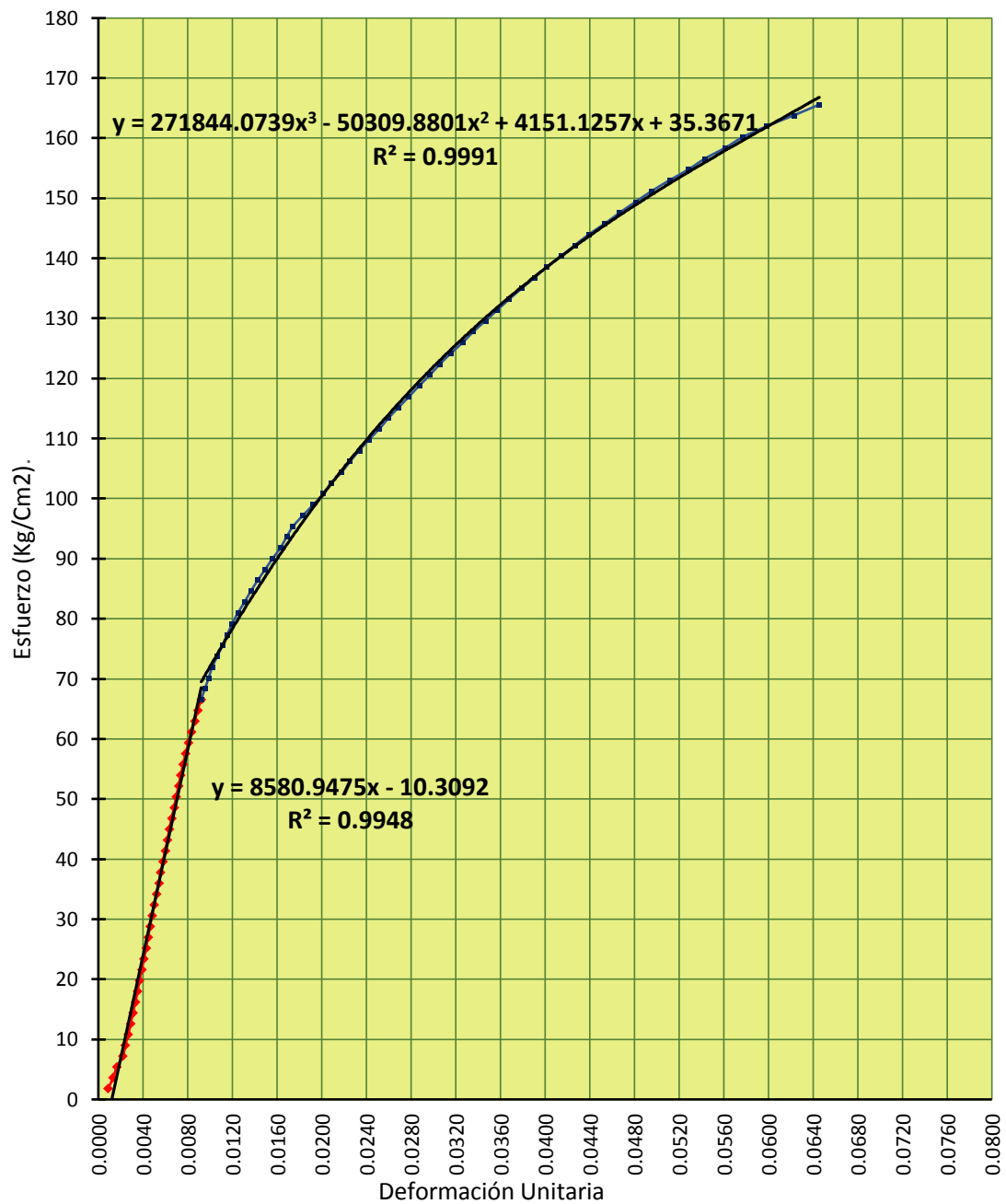


Figura 87: Ajuste, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia.)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 8580.9475x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = 271844.0739x^3 - 49330.095x^2 + 4031.4177x + 40.2821$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dado por:

$$(x,y) = (0.00816, 70.05454)$$

TABULACIÓN

Nº	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00082	7.00205
3	0.00163	14.00411
4	0.00245	21.00616
5	0.00326	28.00821
6	0.00408	35.01027
7	0.00490	42.01232
8	0.00571	49.01437
9	0.00653	56.01643
10	0.00734	63.01848
11	0.00816	70.05454
12	0.01098	78.96576
13	0.01380	87.24697
14	0.01663	94.92178
15	0.01945	102.02686
16	0.02227	108.59885
17	0.02509	114.67442
18	0.02791	120.29021
19	0.03074	125.48289
20	0.03356	130.28911
21	0.03638	134.74552
22	0.03920	138.88879
23	0.04202	142.75556
24	0.04485	146.38250
25	0.04767	149.80625
26	0.05049	153.06348
27	0.05331	156.19084
28	0.05613	159.22499
29	0.05896	162.20257
30	0.06178	165.16026
31	0.06460	168.13470

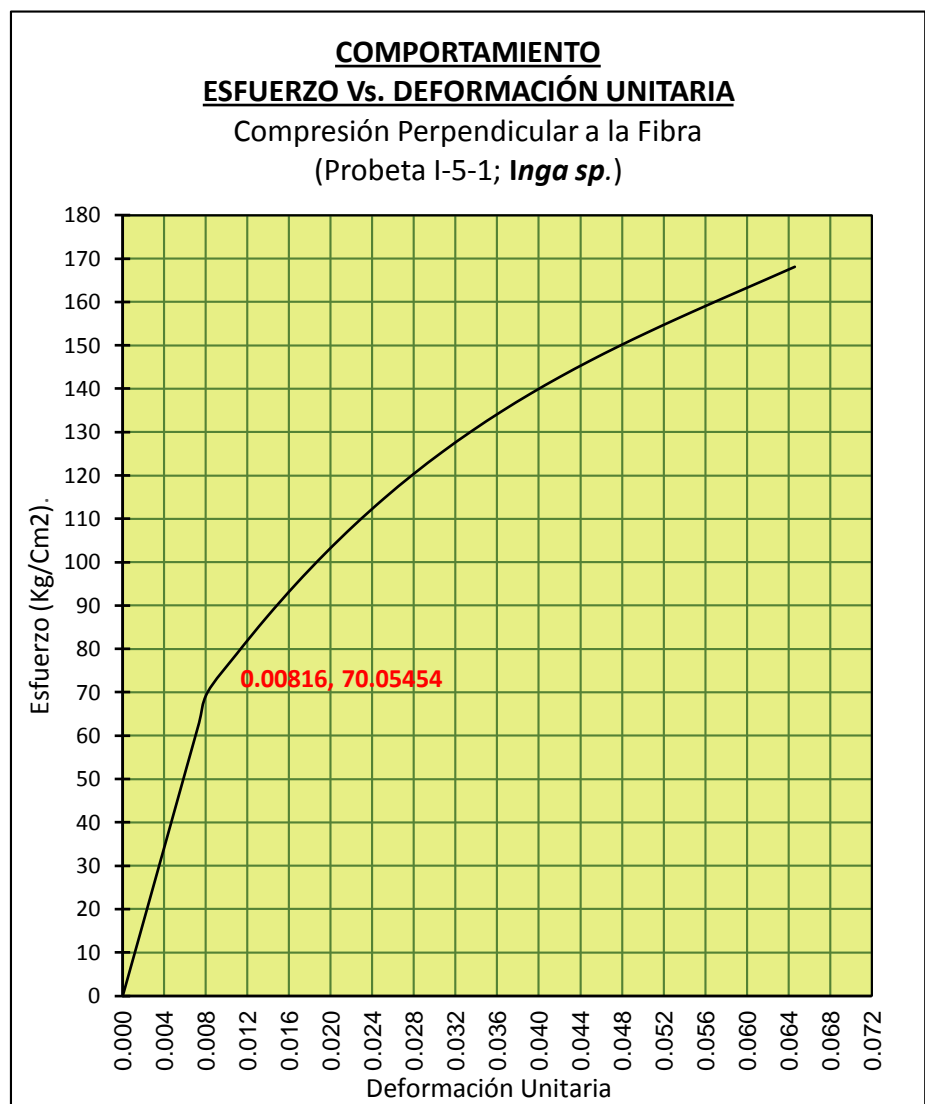


Figura 88: Comportamiento, Comp. Perp. Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia.).

4.3.4.2.3. Tracción paralela a la fibra

Se procedió conforme la NORMA D 143-94, contando con las probetas necesarias y luego de preparar e instrumentar la “Maquina Universal” se procedió a realizar el ensayo correspondiente.

Previamente se tomaron las dimensiones de las probetas en su sección rectangular (3 de la sección “a” y 3 de la sección “b”; 6 en total) mediante un “vernier”; con la finalidad de determinar su área promedio.

Una vez instalada la muestra correctamente en la máquina universal y partiendo desde cero se le aplicó de manera controlada y continua una carga traccionante paralela a la fibra, hasta su punto de rotura. Simultáneamente se registraron las deformaciones totales que sufre la probeta en su sección rectangular durante el ensayo mediante un “deflectómetro”; a intervalos de carga de 40 Lbs.

Una vez finalizado el ensayo mecánico, se cortó una porción de cada una de las probetas, se determinó el volumen de cada una de ellas, se las pesó (peso húmedo), luego se las depositó en la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su deshidratación total; luego de lo cual nuevamente se las peso (peso anhidro).

Todos los datos obtenidos se anotaron en el formato correspondiente del “Registro de Ensayos” diseñado para la presente tesis, el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 57: Datos obtenidos de laboratorio. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

NOMBRE COMUN: <u>Tornillo</u>		N° DE XILOTECA: _____		N° DE ARBOL: <u>I</u>			
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>		MUESTRAN°: <u>Probeta I-6-1</u>					
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>					
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.		CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
LUZ: _____ CMS.	SECA AL AIRE.	<input type="checkbox"/>	1.-	40	0	41.-	
P: _____ LBS.	SATURADA	<input checked="" type="checkbox"/>	2.-	80	5	42.-	
P': _____ LBS.			3.-	120	17	43.-	
Y: _____ CMS.	DURAMEN: _____ %.		4.-	160	29	44.-	
			5.-	200	44	45.-	
ANCHO (A): <u>0.804</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		6.-	240	57	46.-	
	PESO (): _____ GRS.		7.-	280	70	47.-	
ASPESOR (B): <u>0.843</u> CMS.	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.		8.-	320	85	48.-	
	VOLUMEN: _____ CM3.		9.-	360	100	49.-	
	CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %.		10.-	400	115	50.-	
			11.-	440	129	51.-	
			12.-	480	145	52.-	
			13.-	520	158	53.-	
			14.-	560	171	54.-	
			15.-	600	184	55.-	
			16.-	640	198	56.-	
			17.-	680	215	57.-	
			18.-	720	228	58.-	
			19.-	760	242	59.-	
			20.-	800	258	60.-	
			21.-	840	275	61.-	
			22.-	880	299	62.-	
			23.-	900	340	63.-	
			24.-	905	379	64.-	
			25.-			65.-	
			26.-			66.-	
			27.-			67.-	
			28.-			68.-	
			29.-			69.-	
			30.-			70.-	
			31.-			71.-	
			32.-			72.-	
			33.-			73.-	
			34.-			74.-	
			35.-			75.-	
			36.-			76.-	
			37.-			77.-	
			38.-			78.-	
			39.-			79.-	
			40.-			80.-	
OBSERVACIONES : _____							
NORMA D 143-94							
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)							
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :							
MAXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESION :							
MODULO DE ELASTICIDAD :							
INFORMACION GENERAL:							
PROYECTO :	<u>TESIS</u>						
EJECUTOR :	<u>James Bacalla - Mario Díaz</u>						
FECHA :	<u>14/12/2016</u>						

Tabla 58: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1(*Cedrelinga cateniformis*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área Promedio (a x b) (cm2).
0.808	0.795	0.81	0.804	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	0.678
0.906	0.813	0.81	0.843	
Altura (H) (Cm.)		Altura (H) (Mm.)		
5.20		52.00		

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	6.14	24.80	Volumen Saturado (Cm3)	8.67
Peso Anhidro (gr.)	4.92		Peso Anhidro (gr.)	4.92

Fuente: Elaboración propia.

* Fecha: 14 /12/ 2016.

**Tiempo: 2min. 30seg.

Tabla 59: Datos procesados, Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL (µm)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO	DEFORMACIÓN UNITARIA
					$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	$DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	40	0	18.14	0.000	26.758	0.0000
2	80	5	36.29	0.005	53.517	0.0001
3	120	17	54.43	0.017	80.275	0.0003
4	160	29	72.57	0.029	107.034	0.0006
5	200	44	90.72	0.044	133.792	0.0008
6	240	57	108.86	0.057	160.551	0.0011
7	280	70	127.01	0.070	187.309	0.0013
8	320	85	145.15	0.085	214.068	0.0016
9	360	100	163.29	0.100	240.826	0.0019
10	400	115	181.44	0.115	267.585	0.0022
11	440	129	199.58	0.129	294.343	0.0025
12	480	145	217.72	0.145	321.102	0.0028
13	520	158	235.87	0.158	347.860	0.0030
14	560	171	254.01	0.171	374.619	0.0033
15	600	184	272.16	0.184	401.377	0.0035
16	640	198	290.30	0.198	428.136	0.0038
17	680	215	308.44	0.215	454.894	0.0041
18	720	228	326.59	0.228	481.653	0.0044
19	760	242	344.73	0.242	508.411	0.0047
20	800	258	362.87	0.258	535.170	0.0050
21	840	275	381.02	0.275	561.928	0.0053
22	880	299	399.16	0.299	588.687	0.0058
23	900	340	408.23	0.340	602.066	0.0065
24	905	379	410.50	0.379	605.411	0.0073

Fuente: Elaboración propia.

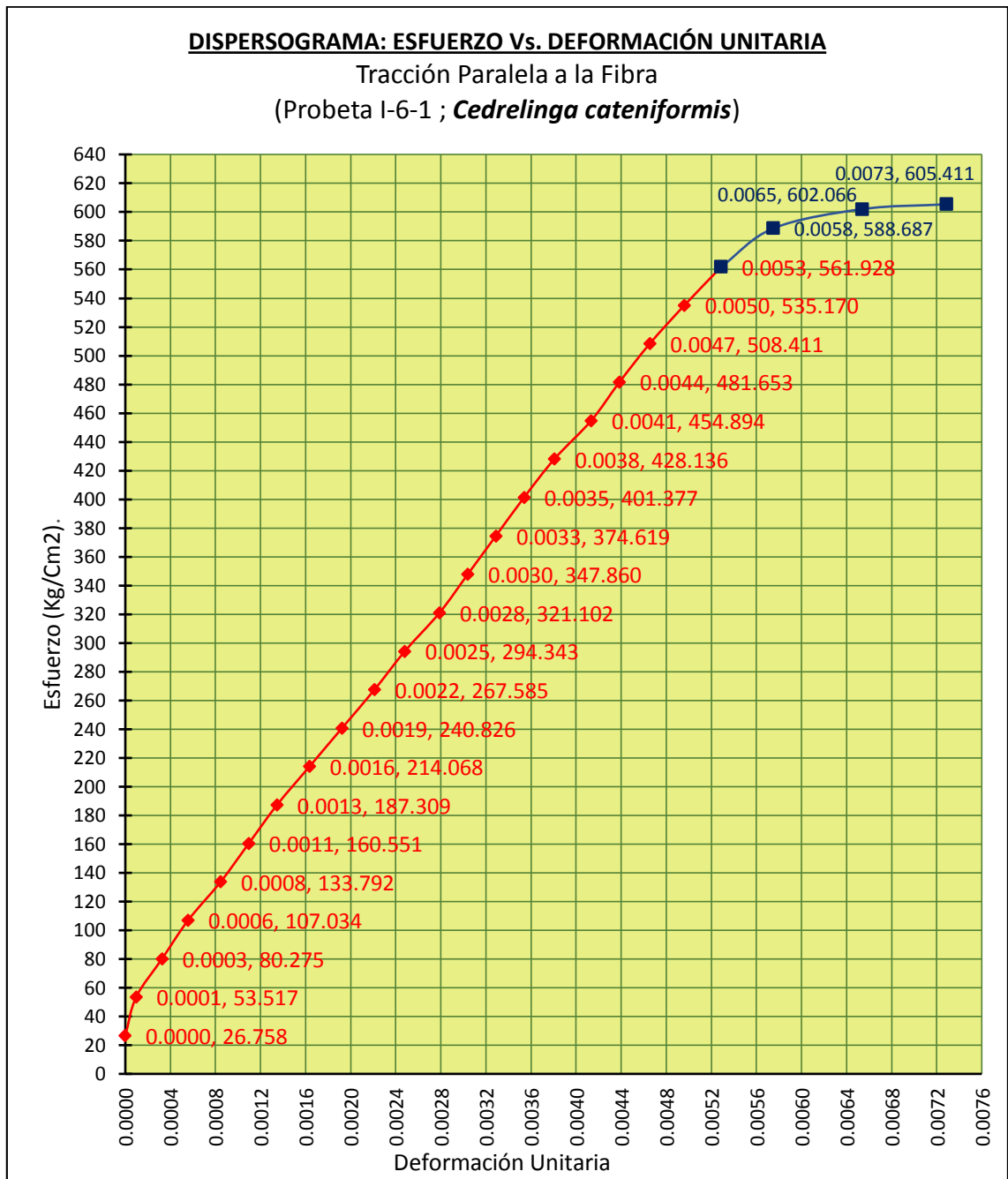


Figura 89: Dispersograma, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (*Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia.)

LINEAS DE TENDENCIAS
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA
 Tracción Paralela a la Fibra
 (Probeta I-6-1 ; *Cedrelinga cateniformis*)

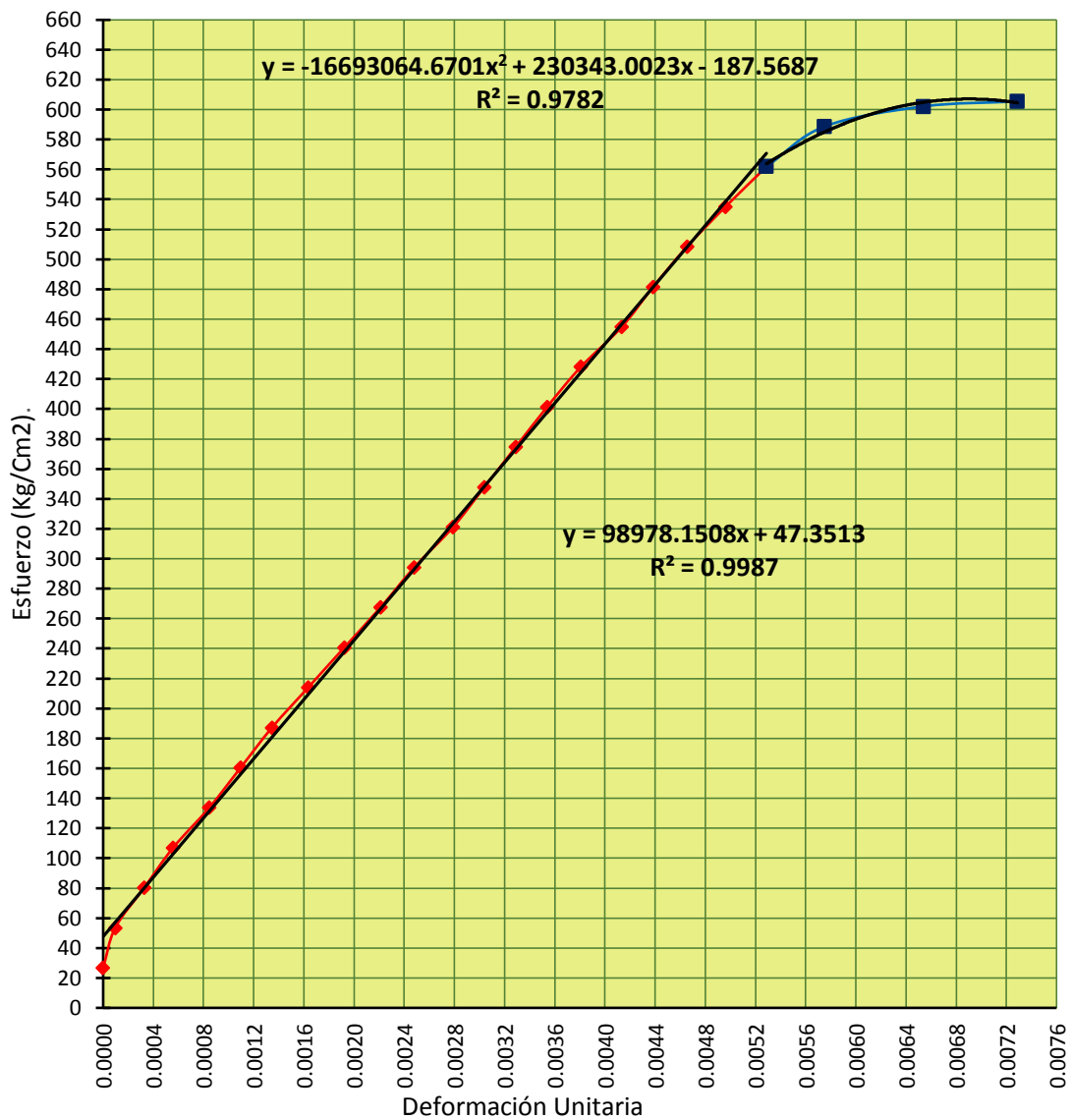


Figura 90: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (*Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia.)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 98978.1508x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -16693064.6701x^2 + 246315.0455x - 301.5862$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00560, 554.29250)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00738, 607.04121)$$

TABULACIÓN

N	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00056	55.42776
3	0.00112	110.85553
4	0.00168	166.28329
5	0.00224	221.71106
6	0.00280	277.13882
7	0.00336	332.56659
8	0.00392	387.99435
9	0.00448	443.42212
10	0.00504	498.84988
11	0.00560	554.29250
12	0.00569	559.43371
13	0.00578	564.31943
14	0.00587	568.94069
15	0.00596	573.29750
16	0.00605	577.38986
17	0.00613	581.21777
18	0.00622	584.78123
19	0.00631	588.08024
20	0.00640	591.11479
21	0.00649	593.88489
22	0.00658	596.39054
23	0.00667	598.63174
24	0.00676	600.60849
25	0.00685	602.32079
26	0.00693	603.76863
27	0.00702	604.95203
28	0.00711	605.87097
29	0.00720	606.52546
30	0.00729	606.91550
31	0.00738	607.04121

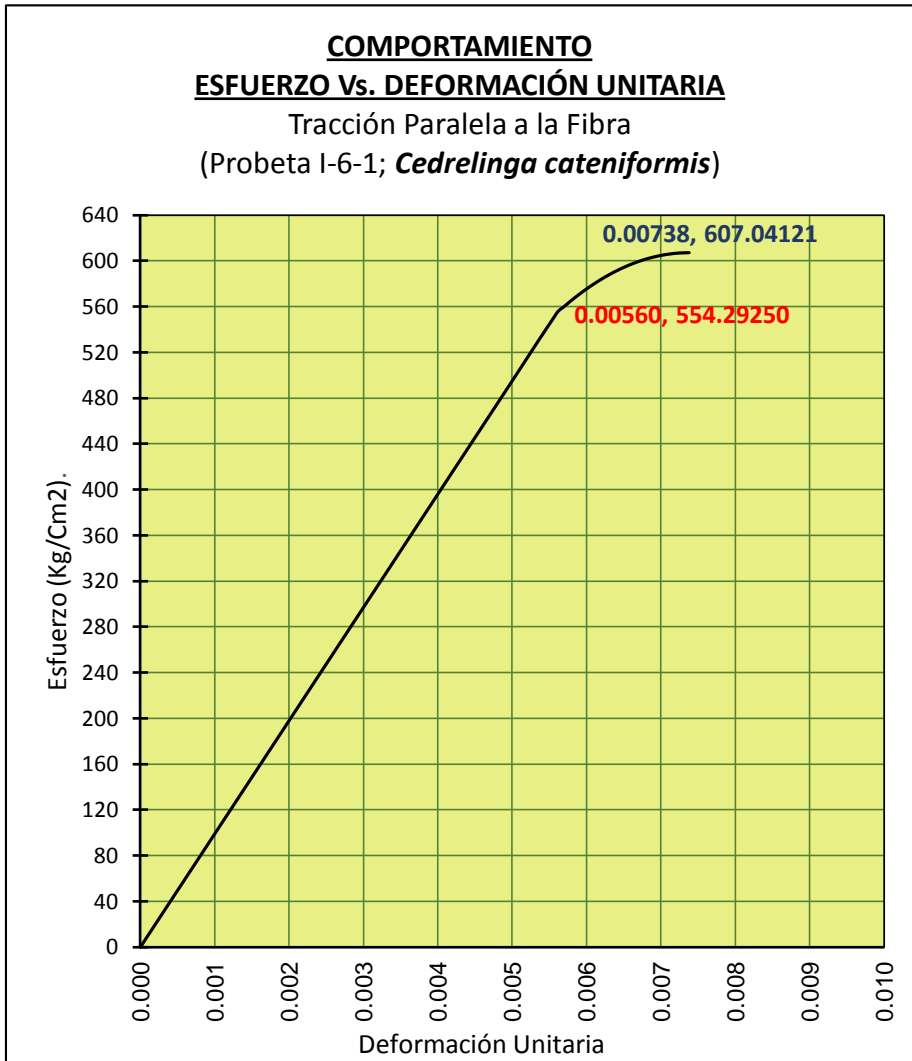


Figura 91: Comportamiento, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (*Cedrelinga cateniformis*).

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 60: Datos obtenidos de laboratorio. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

NOMBRE COMUN: <u>Guabilla</u>		N° DE XILOTECA: _____		N° DE ARBOL: <u>1</u>		
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u>		MUESTRAN°: _____		<u>Probeta I-6-1</u>		
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: _____		<u>AMAZONAS</u>		
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
LUZ: _____ CMS.	SECA AL AIRE.	<input type="checkbox"/>	1.- <u>50</u>	<u>5</u>	41.- <u>2050</u>	<u>282</u>
P: _____ LBS.	SATURADA	<input checked="" type="checkbox"/>	2.- <u>100</u>	<u>11</u>	42.- _____	_____
P': _____ LBS.			3.- <u>150</u>	<u>17</u>	43.- _____	_____
Y: _____ CMS.	DURAMEN : _____ %		4.- <u>200</u>	<u>23</u>	44.- _____	_____
ANCHO (A) : <u>0.941</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		5.- <u>250</u>	<u>30</u>	45.- _____	_____
ASPEJOR (B) : <u>1.038</u> CMS.	PESO (): _____ GRS.		6.- <u>300</u>	<u>37</u>	46.- _____	_____
	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.		7.- <u>350</u>	<u>45</u>	47.- _____	_____
	VOLUMEN: _____ CM3.		8.- <u>400</u>	<u>51</u>	48.- _____	_____
	CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %		9.- <u>450</u>	<u>57</u>	49.- _____	_____
			10.- <u>500</u>	<u>65</u>	50.- _____	_____
			11.- <u>550</u>	<u>73</u>	51.- _____	_____
			12.- <u>600</u>	<u>79</u>	52.- _____	_____
			13.- <u>650</u>	<u>82</u>	53.- _____	_____
			14.- <u>700</u>	<u>96</u>	54.- _____	_____
			15.- <u>750</u>	<u>102</u>	55.- _____	_____
			16.- <u>800</u>	<u>112</u>	56.- _____	_____
			17.- <u>850</u>	<u>116</u>	57.- _____	_____
			18.- <u>900</u>	<u>124</u>	58.- _____	_____
			19.- <u>950</u>	<u>131</u>	59.- _____	_____
OBSERVACIONES : _____			20.- <u>1000</u>	<u>139</u>	60.- _____	_____
NORMA D 143-93			21.- <u>1050</u>	<u>146</u>	61.- _____	_____
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)			22.- <u>1100</u>	<u>154</u>	62.- _____	_____
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :			23.- <u>1150</u>	<u>161</u>	63.- _____	_____
MAXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESION :			24.- <u>1200</u>	<u>168</u>	64.- _____	_____
MODULO DE ELASTICIDAD :			25.- <u>1250</u>	<u>176</u>	65.- _____	_____
INFORMACION GENERAL:			26.- <u>1300</u>	<u>183</u>	66.- _____	_____
PROYECTO :	<u>TESIS</u>		27.- <u>1350</u>	<u>190</u>	67.- _____	_____
EJECUTOR :	<u>James Bacalla - Mario Díaz</u>		28.- <u>1400</u>	<u>198</u>	68.- _____	_____
FECHA :	<u>15/12/2016</u>		29.- <u>1450</u>	<u>205</u>	69.- _____	_____
			30.- <u>1500</u>	<u>214</u>	70.- _____	_____
			31.- <u>1550</u>	<u>220</u>	71.- _____	_____
			32.- <u>1600</u>	<u>227</u>	72.- _____	_____
			33.- <u>1650</u>	<u>235</u>	73.- _____	_____
			34.- <u>1700</u>	<u>242</u>	74.- _____	_____
			35.- <u>1750</u>	<u>1750</u>	75.- _____	_____
			36.- <u>1800</u>	<u>256</u>	76.- _____	_____
			37.- <u>1850</u>	<u>264</u>	77.- _____	_____
			38.- <u>1900</u>	<u>271</u>	78.- _____	_____
			39.- <u>1950</u>	<u>277</u>	79.- _____	_____
			40.- <u>2000</u>	<u>281</u>	80.- _____	_____

Tabla 61: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Paralela a la Carga (a x b)
0.945	0.974	0.903	0.941	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	0.976
1.073	1.025	1.015	1.038	
Altura (H) (Cm.)		Altura (H) (Mm.)		
5.20		52.00		

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	8.92	44.57	Volumen Saturado (Cm3)	8.54
Peso Anhidro (gr.)	6.17		Peso Anhidro (gr.)	6.17
				0.72

Fuente: Elaboración propia.

* Fecha: 15 /12/ 2016.

**Tiempo: 3min. 50seg.

Tabla 62: Datos procesados, Tracción Paralela a la Fibra- Probeta 1 (*Inga sp.*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} (\frac{kg}{cm^2})$	DEFORMACIÓN UNITARIA
		(μm)		(mm)		$DU = \frac{DT}{H} (\frac{mm}{mm})$
1	50	5	22.68	0.005	23.235	0.0001
2	100	11	45.36	0.011	46.470	0.0002
3	150	17	68.04	0.017	69.705	0.0003
4	200	23	90.72	0.023	92.940	0.0004
5	250	30	113.40	0.030	116.175	0.0006
6	300	37	136.08	0.037	139.410	0.0007
7	350	45	158.76	0.045	162.645	0.0009
8	400	51	181.44	0.051	185.880	0.0010
9	450	57	204.12	0.057	209.115	0.0011
10	500	65	226.80	0.065	232.350	0.0013
11	550	73	249.48	0.073	255.584	0.0014
12	600	79	272.16	0.079	278.819	0.0015
13	650	88	294.83	0.088	302.054	0.0017
14	700	96	317.51	0.096	325.289	0.0018
15	750	102	340.19	0.102	348.524	0.0020
16	800	112	362.87	0.112	371.759	0.0022
17	850	116	385.55	0.116	394.994	0.0022
18	900	124	408.23	0.124	418.229	0.0024
19	950	131	430.91	0.131	441.464	0.0025
20	1000	139	453.59	0.139	464.699	0.0027
21	1050	146	476.27	0.146	487.934	0.0028
22	1100	154	498.95	0.154	511.169	0.0030
23	1150	161	521.63	0.161	534.404	0.0031
24	1200	168	544.31	0.168	557.639	0.0032
25	1250	176	566.99	0.176	580.874	0.0034
26	1300	183	589.67	0.183	604.109	0.0035
27	1350	190	612.35	0.190	627.344	0.0037
28	1400	198	635.03	0.198	650.579	0.0038
29	1450	205	657.71	0.205	673.814	0.0039
30	1500	214	680.39	0.214	697.049	0.0041
31	1550	220	703.07	0.220	720.283	0.0042
32	1600	227	725.75	0.227	743.518	0.0044
33	1650	235	748.43	0.235	766.753	0.0045
34	1700	242	771.11	0.242	789.988	0.0047
35	1750	250	793.79	0.250	813.223	0.0048
36	1800	256	816.47	0.256	836.458	0.0049
37	1850	264	839.15	0.264	859.693	0.0051
38	1900	271	861.82	0.271	882.928	0.0052
39	1950	284	884.50	0.284	906.163	0.0055
40	2000	296	907.18	0.296	929.398	0.0057
41	2050	315	929.86	0.315	952.633	0.0061

Fuente: Elaboración propia.

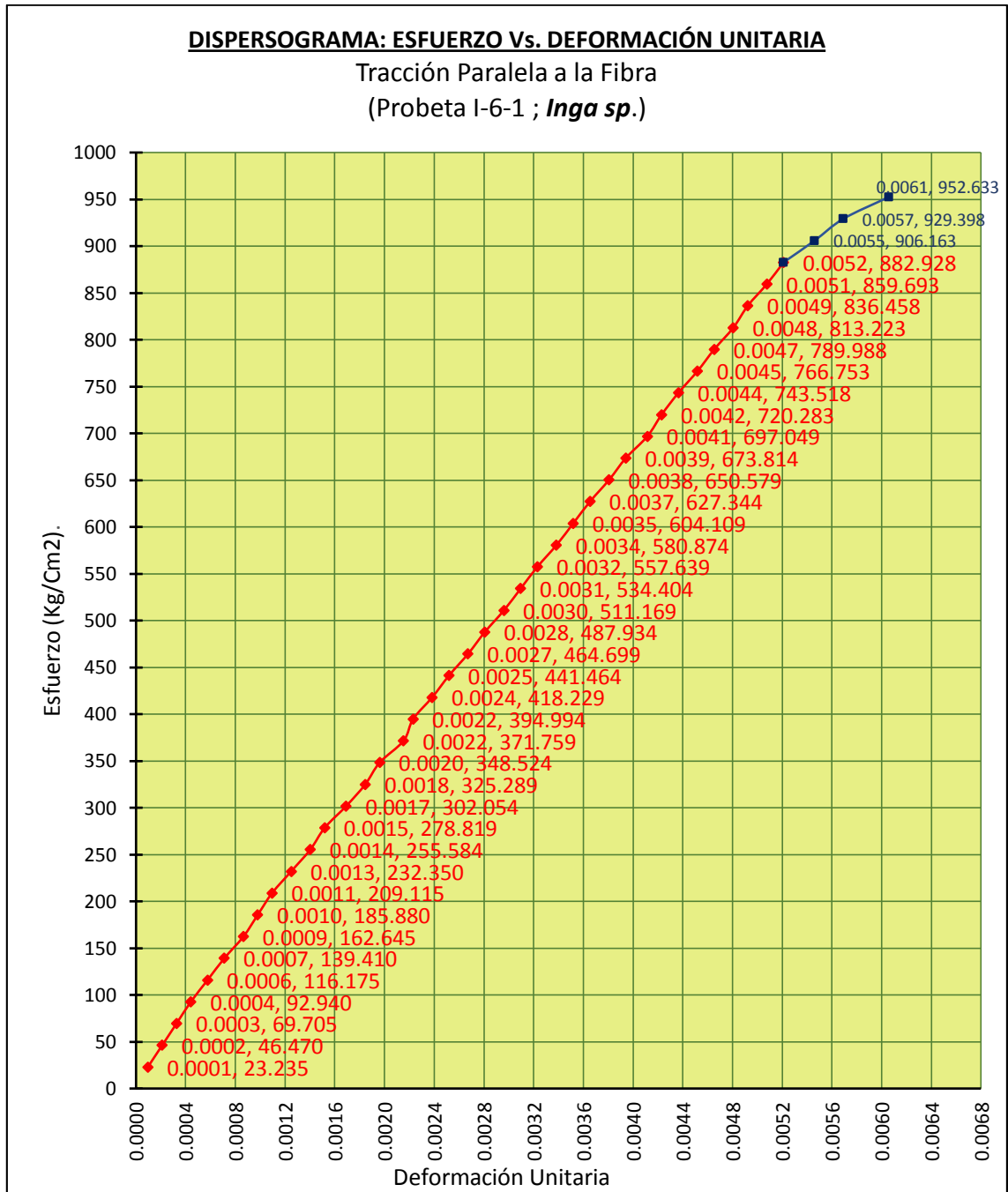


Figura 92: Dispersograma, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (*Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia.)

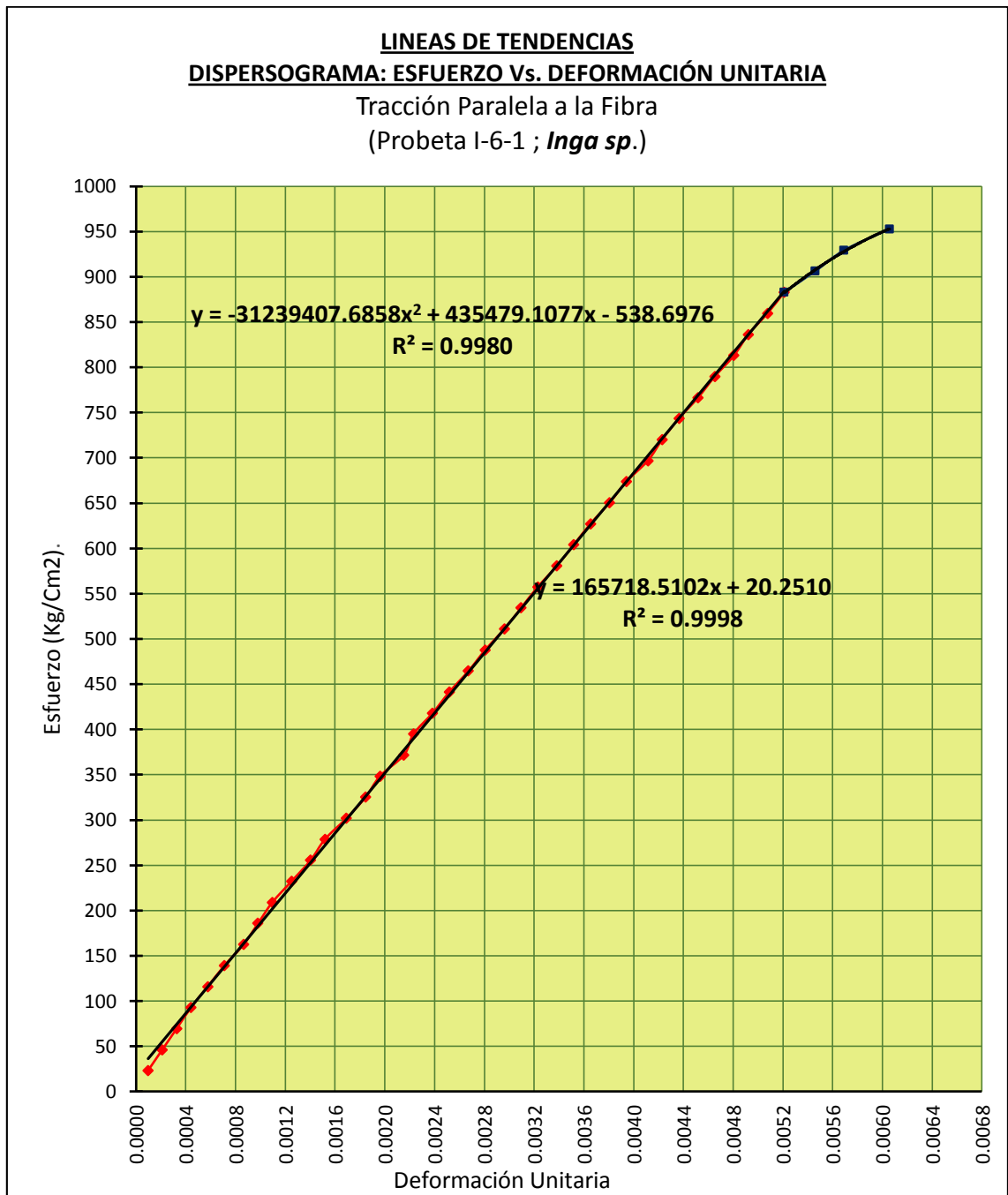


Figura 93: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (*Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia.)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 165718.5102x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -31239407.6858x^2 + 443114.0936x - 592.3802$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00531, 879.23467)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00709, 978.95324)$$

TABULACIÓN

N	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00053	87.99653
3	0.00106	175.99306
4	0.00159	263.98959
5	0.00212	351.98612
6	0.00266	439.98264
7	0.00319	527.97917
8	0.00372	615.97570
9	0.00425	703.97223
10	0.00478	791.96876
11	0.00531	879.23467
12	0.00540	889.38902
13	0.00549	898.55697
14	0.00558	907.23002
15	0.00567	915.40818
16	0.00576	923.09145
17	0.00584	930.27982
18	0.00593	936.97329
19	0.00602	943.17187
20	0.00611	948.87556
21	0.00620	954.08435
22	0.00629	958.79825
23	0.00638	963.01725
24	0.00647	966.74135
25	0.00656	969.97057
26	0.00664	972.70489
27	0.00673	974.94431
28	0.00682	976.68884
29	0.00691	977.93847
30	0.00700	978.69321
31	0.00709	978.95324

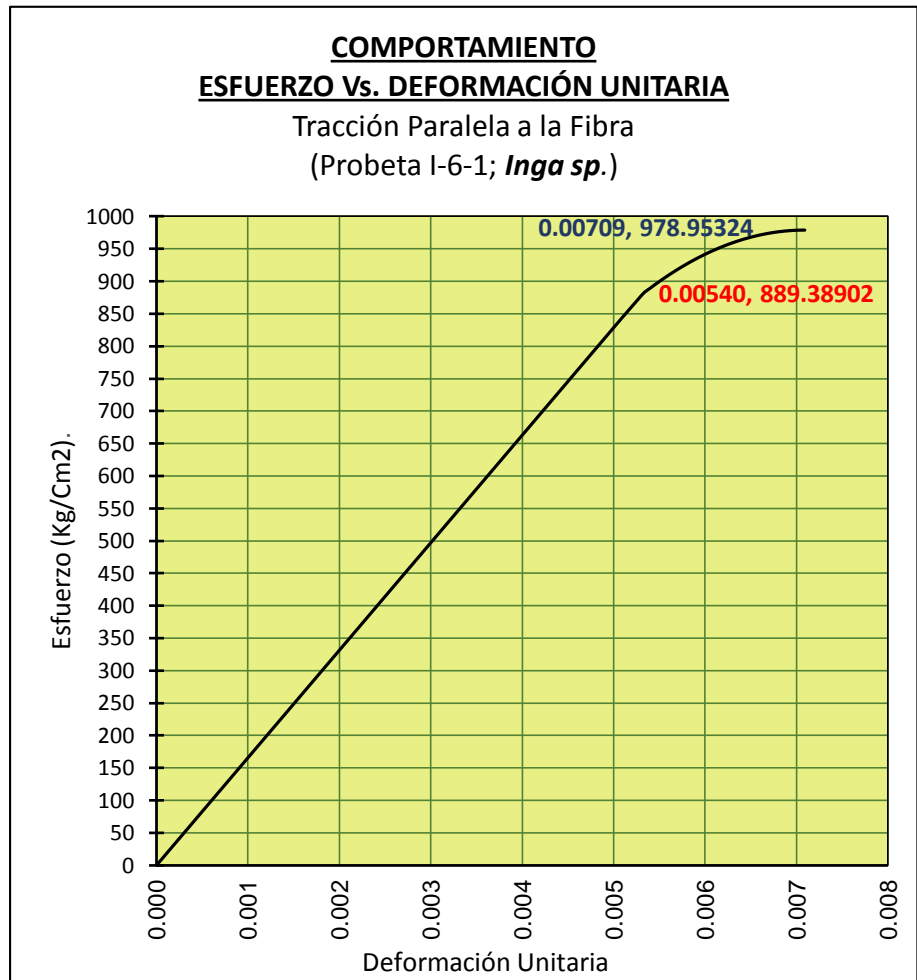


Figura 94: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra- probeta (*Inga sp.*)
(Fuente: Elaboración propia).

4.3.4.2.4. Flexión estática

Se realizó este ensayo conforme a la NTP 251.017, contando con las probetas necesarias y luego de preparar e instrumentar la “Maquina Universal” se procedió a realizar el ensayo correspondiente.

Previo a todo se tomaron las dimensiones a las probetas (3 de la sección “a” y 3 de la sección “b”, 6 en total) mediante “vernier”.

Se procedió a la ubicación del plano neutral para determinar las deformaciones a partir de este plano, luego se instaló la muestra correctamente en la máquina universal a manera de una viga simplemente apoyada, y partiendo desde cero se le aplicó de manera continua una carga concentrada y ascendente en su parte central con una velocidad constante de la cruceta móvil de la prensa de 2.5 mm/min, hasta la rotura. Simultáneamente se registraron las flechas que sufrió la probeta en el punto de aplicación de la carga durante el ensayo mediante un deflectómetro; a intervalos de carga de 40 Lbs.

Inmediatamente después de realizado el ensayo de cada probeta, de la parte no agrietada y cercana a la zona donde ha ocurrido la falla, se cortó una probeta de 2 cm de largo, luego de lo cual se procedió a determinar su volumen y a pesarlas en ese estado (peso húmedo o verde); seguidamente fueron depositadas en la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su deshidratación total, luego de lo cual nuevamente se las pesó (peso anhidro).

Todos los datos obtenidos se anotaron en el formato correspondiente del “Registro de Ensayos” diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 63: Datos obtenidos de laboratorio. Flexión Estática- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA

NOMBRE COMUN: <u>Tornillo</u>		N° DE XILOTECA: _____		N° DE ARBOL: <u>I</u>		
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>		MUESTRAN°: <u>Probeta I-7-1</u>				
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: <u>AMAZONAS</u>				
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
LUZ: <u>70</u> CMS.	SECA AL AIRE.	<input type="checkbox"/>	1.- <u>20</u>	<u>7</u>	41.-	
P: _____ LBS.	SATURADA	<input checked="" type="checkbox"/>	2.- <u>40</u>	<u>13</u>	42.-	
P': _____ LBS.			3.- <u>80</u>	<u>16</u>	43.-	
Y: _____ CMS.	DURAMEN : _____ %.		4.- <u>120</u>	<u>28</u>	44.-	
			5.- <u>160</u>	<u>38</u>	45.-	
ANCHO (A) : <u>5.032</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		6.- <u>200</u>	<u>48</u>	46.-	
	PESO (): _____ GRS.		7.- <u>240</u>	<u>58</u>	47.-	
ASPESOR (B) : <u>5.029</u> CMS.	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.		8.- <u>280</u>	<u>69</u>	48.-	
	VOLUMEN: _____ CM3.		9.- <u>320</u>	<u>79</u>	49.-	
	CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %.		10.- <u>360</u>	<u>90</u>	50.-	
			11.- <u>400</u>	<u>101</u>	51.-	
			12.- <u>440</u>	<u>110</u>	52.-	
			13.- <u>480</u>	<u>123</u>	53.-	
			14.- <u>520</u>	<u>135</u>	54.-	
			15.- <u>560</u>	<u>148</u>	55.-	
			16.- <u>600</u>	<u>156</u>	56.-	
			17.- <u>640</u>	<u>167</u>	57.-	
			18.- <u>680</u>	<u>179</u>	58.-	
			19.- <u>720</u>	<u>189</u>	59.-	
			20.- <u>760</u>	<u>202</u>	60.-	
			21.- <u>800</u>	<u>214</u>	61.-	
			22.- <u>840</u>	<u>227</u>	62.-	
			23.- <u>880</u>	<u>239</u>	63.-	
			24.- <u>920</u>	<u>252</u>	64.-	
			25.- <u>960</u>	<u>266</u>	65.-	
			26.- <u>1000</u>	<u>282</u>	66.-	
			27.- <u>1040</u>	<u>289</u>	67.-	
			28.- <u>1080</u>	<u>314</u>	68.-	
			29.- <u>1120</u>	<u>334</u>	69.-	
			30.- <u>1160</u>	<u>354</u>	70.-	
			31.- <u>1200</u>	<u>377</u>	71.-	
			32.- <u>1240</u>	<u>402</u>	72.-	
			33.- <u>1280</u>	<u>431</u>	73.-	
			34.- <u>1320</u>	<u>494</u>	74.-	
			35.- <u>1360</u>	<u>584</u>	75.-	
			36.- <u>1392</u>	<u>840</u>	76.-	
			37.-		77.-	
			38.-		78.-	
			39.-		79.-	
			40.-		80.-	
OBSERVACIONES :						
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 017.						
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)						
ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :						
MAXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESION :						
MODULO DE ELASTICIDAD :						
INFORMACION GENERAL:						
PROYECTO :	<u>TESIS</u>					
EJECUTOR :	<u>James Bacalla - Mario Díaz</u>					
FECHA :	<u>24/11/2016</u>					

Tabla 64: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Flexión Estática- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	(2ab ²) (Cm ³)
5.033	5.037	5.027	5.032	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	254.544
5.029	5.03	5.028	5.029	
Longitud de apoyos.				
70.00				

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	64.73	74.95	Volumen Saturado (Cm3)	67.86
Peso Anhidro (gr.)	37		Peso Anhidro (gr.)	37
			0.55	

Fuente: Elaboración propia

* Fecha: 22 /11/ 2016.

**Tiempo: 13min. 57seg.

Tabla 65: Datos procesados, Flexión Estática- Probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).

Nº DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN TOTAL (PULG)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{3PL}{2ab^2} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{6 x f x b}{L^2}$
1	40	13	18.14	0.330	14.969	0.0002
2	80	16	36.29	0.406	29.937	0.0003
3	120	28	54.43	0.711	44.906	0.0004
4	160	38	72.57	0.965	59.875	0.0006
5	200	48	90.72	1.219	74.843	0.0008
6	240	58	108.86	1.473	89.812	0.0009
7	280	69	127.01	1.753	104.780	0.0011
8	320	79	145.15	2.007	119.749	0.0012
9	360	90	163.29	2.286	134.718	0.0014
10	400	101	181.44	2.565	149.686	0.0016
11	440	110	199.58	2.794	164.655	0.0017
12	480	123	217.72	3.124	179.624	0.0019
13	520	135	235.87	3.429	194.592	0.0021
14	560	148	254.01	3.759	209.561	0.0023
15	600	156	272.16	3.962	224.529	0.0024
16	640	167	290.30	4.242	239.498	0.0026
17	680	179	308.44	4.547	254.467	0.0028
18	720	189	326.59	4.801	269.435	0.0030
19	760	202	344.73	5.131	284.404	0.0032
20	800	214	362.87	5.436	299.373	0.0033
21	840	227	381.02	5.766	314.341	0.0036
22	880	239	399.16	6.071	329.310	0.0037
23	920	252	417.30	6.401	344.278	0.0039
24	960	266	435.45	6.756	359.247	0.0042
25	1000	282	453.59	7.163	374.216	0.0044
26	1040	289	471.74	7.341	389.184	0.0045
27	1080	314	489.88	7.976	404.153	0.0049
28	1120	334	508.02	8.484	419.122	0.0052
29	1160	354	526.17	8.992	434.090	0.0055
30	1200	377	544.31	9.576	449.059	0.0059
31	1240	402	562.45	10.211	464.027	0.0063
32	1280	431	580.60	10.947	478.996	0.0067
33	1320	494	598.74	12.548	493.965	0.0077
34	1360	584	616.89	14.834	508.933	0.0091
35	1392	840	631.40	21.336	520.908	0.0131

Fuente: Elaboración propia.

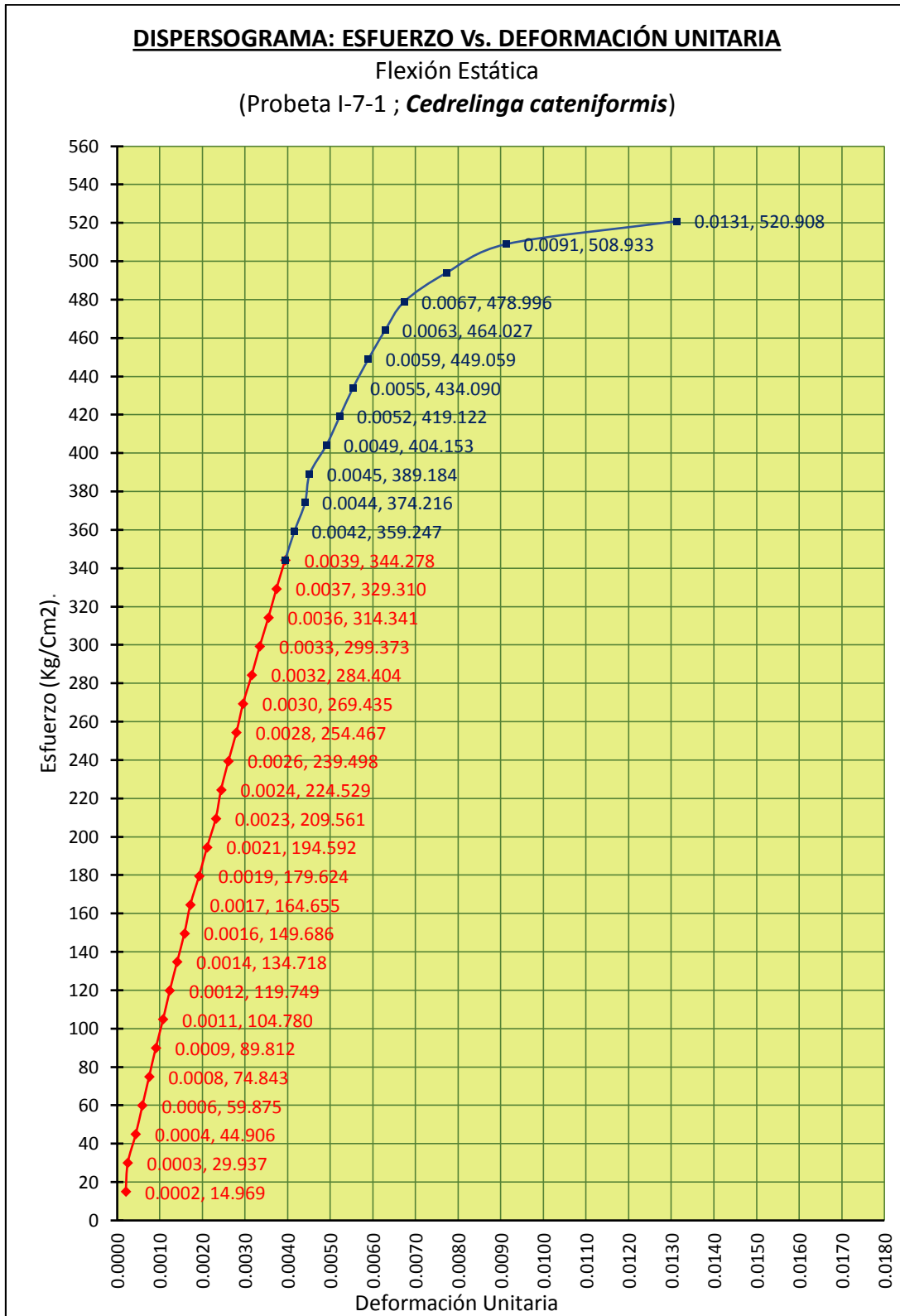


Figura 95: Dispersograma, Flexión Estática- probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia)

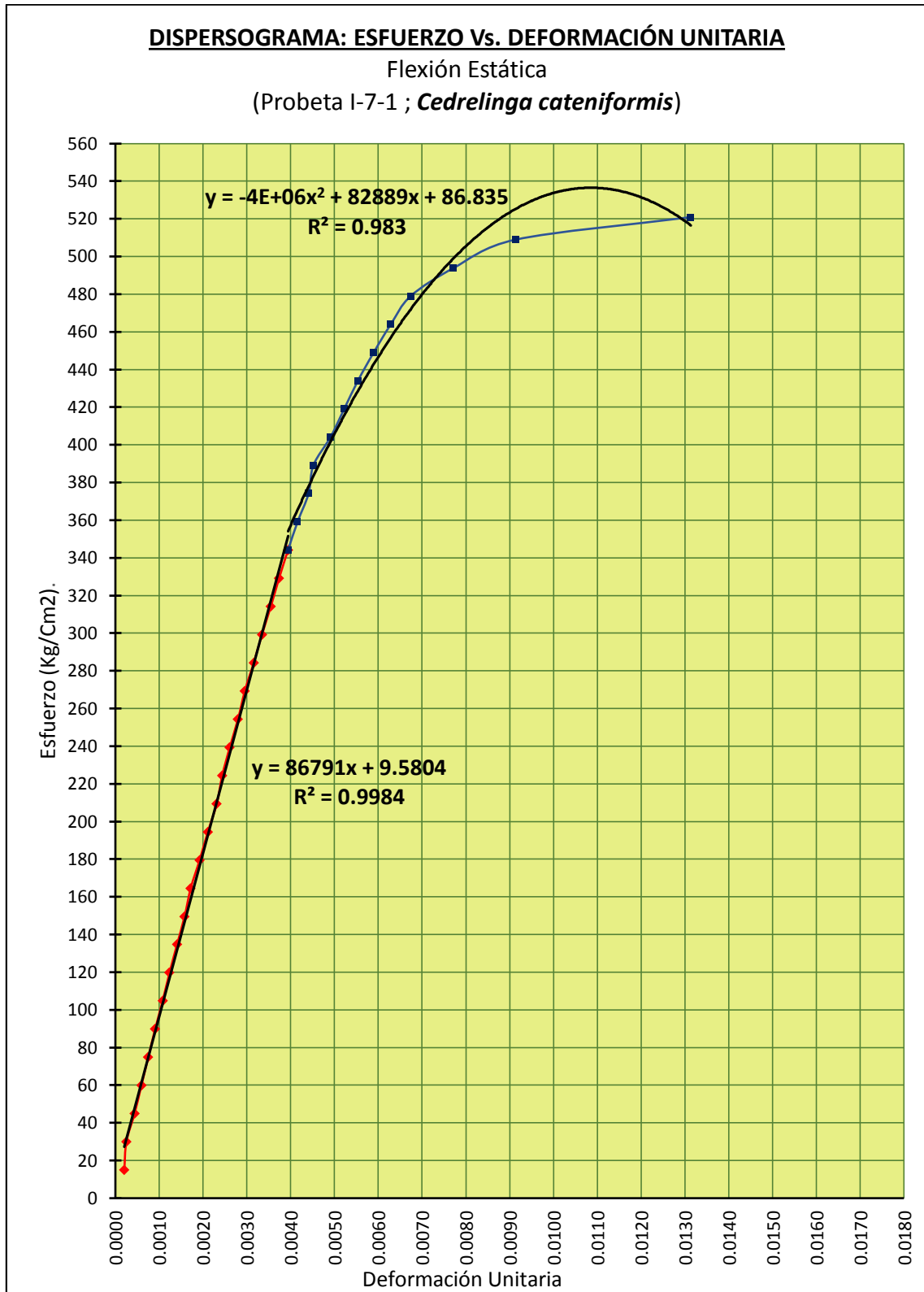


Figura 96: Ajuste, Flexión Estática- probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 86791x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -4000000x^2 + 83772.0777x + 77.6366$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00404, 351.01302)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.01047, 516.24665)$$

N°	TABULACIÓN	
	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00040	35.06356
3	0.00081	70.12713
4	0.00121	105.19069
5	0.00162	140.25426
6	0.00202	175.31782
7	0.00242	210.38138
8	0.00283	245.44495
9	0.00323	280.50851
10	0.00364	315.57208
11	0.00404	351.01302
12	0.00436	366.91779
13	0.00468	382.21928
14	0.00500	396.69388
15	0.00533	410.34158
16	0.00565	423.16238
17	0.00597	435.15629
18	0.00629	446.32329
19	0.00661	456.66340
20	0.00693	466.17661
21	0.00726	474.86292
22	0.00758	482.72234
23	0.00790	489.75485
24	0.00822	495.96047
25	0.00854	501.33919
26	0.00886	505.89101
27	0.00918	509.61594
28	0.00951	512.51396
29	0.00983	514.58509
30	0.01015	515.82932
31	0.01047	516.24665

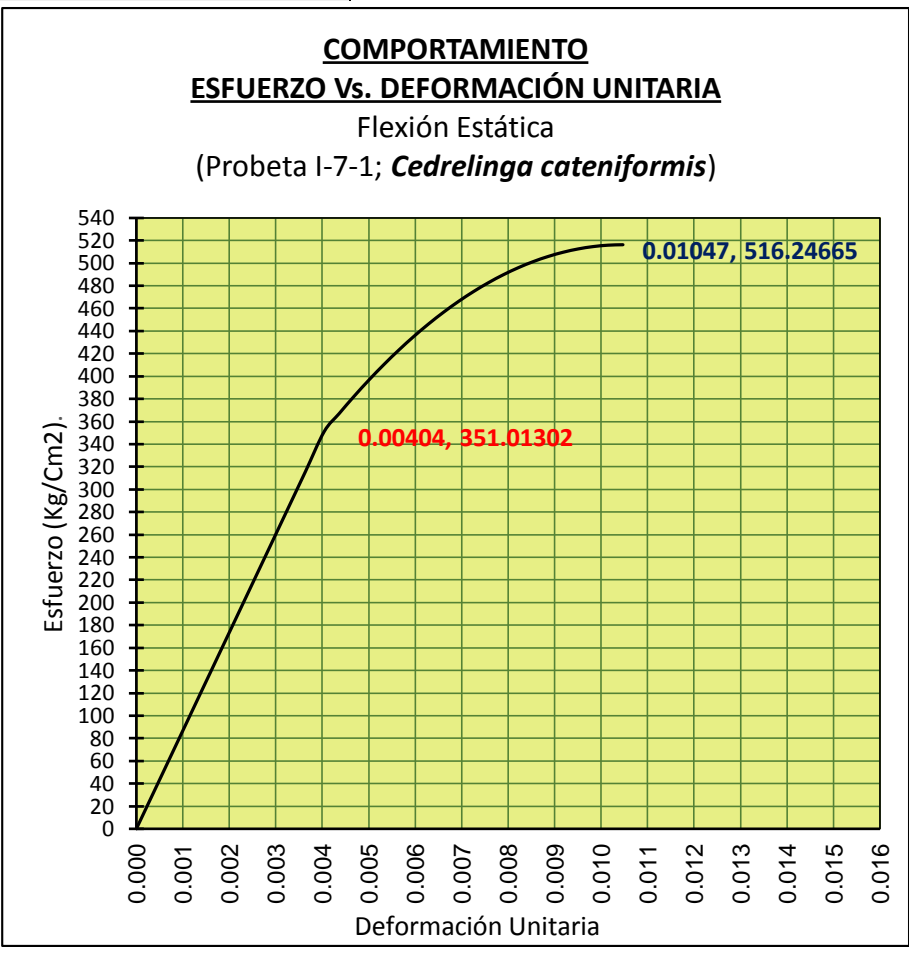


Figura 97: Ajuste, Flexión Estática- probeta 1 (*Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 66: Datos obtenidos de laboratorio. Flexión Estática- Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES
LAB. PROPIEDADES FÍSICA- MECÁNICAS DE LA MADERA

ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA

NOMBRE COMUN: <u>Guabilla</u>		N° DE XILOTECA: _____		N° DE ARBOL: <u>I</u>		
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u>		MUESTRAN°: _____		Probeta I-7-1		
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>		PROCEDENCIA: _____		AMAZONAS		
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
LUZ: <u>70</u> CMS.	SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>	1.- <u>40</u>	<u>4</u>	41.- <u>1640</u>	<u>275</u>	
P: _____ LBS.	SATURADA <input checked="" type="checkbox"/>	2.- <u>80</u>	<u>7</u>	42.- <u>1680</u>	<u>288</u>	
P': _____ LBS.	DURAMEN : _____ %.	3.- <u>120</u>	<u>12</u>	43.- <u>1720</u>	<u>301</u>	
Y: _____ CMS.		4.- <u>160</u>	<u>17</u>	44.- <u>1760</u>	<u>315</u>	
ANCHO (A) : <u>5.047</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.	5.- <u>200</u>	<u>23</u>	45.- <u>1800</u>	<u>332</u>	
ASPESOR (B) : <u>5.040</u> CMS.	PESO (): _____ GRS.	6.- <u>240</u>	<u>28</u>	46.- <u>1840</u>	<u>349</u>	
	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	7.- <u>280</u>	<u>33</u>	47.- <u>1880</u>	<u>368</u>	
	VOLUMEN: _____ CM3.	8.- <u>320</u>	<u>39</u>	48.- <u>1920</u>	<u>394</u>	
	CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %.	9.- <u>360</u>	<u>45</u>	49.- <u>1960</u>	<u>423</u>	
		10.- <u>400</u>	<u>51</u>	50.- <u>1978</u>	<u>684</u>	
		11.- <u>440</u>	<u>57</u>	51.- _____	_____	
		12.- <u>480</u>	<u>62</u>	52.- _____	_____	
		13.- <u>520</u>	<u>67</u>	53.- _____	_____	
		14.- <u>560</u>	<u>74</u>	54.- _____	_____	
		15.- <u>600</u>	<u>80</u>	55.- _____	_____	
		16.- <u>640</u>	<u>86</u>	56.- _____	_____	
		17.- <u>680</u>	<u>92</u>	57.- _____	_____	
		18.- <u>720</u>	<u>98</u>	58.- _____	_____	
		19.- <u>760</u>	<u>104</u>	59.- _____	_____	
		20.- <u>800</u>	<u>110</u>	60.- _____	_____	
		21.- <u>840</u>	<u>117</u>	61.- _____	_____	
		22.- <u>880</u>	<u>122</u>	62.- _____	_____	
		23.- <u>920</u>	<u>128</u>	63.- _____	_____	
		24.- <u>960</u>	<u>135</u>	64.- _____	_____	
		25.- <u>1000</u>	<u>142</u>	65.- _____	_____	
		26.- <u>1040</u>	<u>148</u>	66.- _____	_____	
		27.- <u>1080</u>	<u>155</u>	67.- _____	_____	
		28.- <u>1120</u>	<u>162</u>	68.- _____	_____	
		29.- <u>1160</u>	<u>168</u>	69.- _____	_____	
		30.- <u>1200</u>	<u>176</u>	70.- _____	_____	
		31.- <u>1240</u>	<u>184</u>	71.- _____	_____	
		32.- <u>1280</u>	<u>191</u>	72.- _____	_____	
		33.- <u>1320</u>	<u>199</u>	73.- _____	_____	
		34.- <u>1360</u>	<u>207</u>	74.- _____	_____	
		35.- <u>1400</u>	<u>215</u>	75.- _____	_____	
		36.- <u>1440</u>	<u>224</u>	76.- _____	_____	
		37.- <u>1480</u>	<u>233</u>	77.- _____	_____	
		38.- <u>1520</u>	<u>243</u>	78.- _____	_____	
		39.- <u>1560</u>	<u>253</u>	79.- _____	_____	
		40.- <u>1600</u>	<u>263</u>	80.- _____	_____	

Tabla 67: Área promedio, contenido de humedad y densidad. Flexión Estática-
Probeta 1 (*Inga sp.*).

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	($2ab^2$) (Cm ³)
5.045	5.04	5.055	5.047	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	256.353
5.044	5.015	5.06	5.040	
Longitud de apoyos.				
70.00				

CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	99.12	76.56	Volumen Saturado (Cm3)	75.55
Peso Anhidro (gr.)	56.14		Peso Anhidro (gr.)	56.14
				0.74

Fuente: Elaboración propia

* Fecha: 24 /11/ 2016.

**Tiempo: 8min. 29seg.

Tabla 68: Datos procesados, Flexión Estática- Probeta 1 (*Inga sp.*).

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN		DEFORMACIÓN		ESFUERZO $\sigma = \frac{3PL}{2ab^2} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{6xfxb}{L^2}$
		TOTAL (μm)	CARGA (KG)	TOTAL (mm)			
1	40	4	18.14	0.102		14.863	0.0001
2	80	7	36.29	0.178		29.726	0.0001
3	120	12	54.43	0.305		44.589	0.0002
4	160	17	72.57	0.432		59.452	0.0003
5	200	23	90.72	0.584		74.315	0.0004
6	240	28	108.86	0.711		89.178	0.0004
7	280	33	127.01	0.838		104.041	0.0005
8	320	39	145.15	0.991		118.904	0.0006
9	360	45	163.29	1.143		133.767	0.0007
10	400	51	181.44	1.295		148.630	0.0008
11	440	57	199.58	1.448		163.493	0.0009
12	480	62	217.72	1.575		178.356	0.0010
13	520	67	235.87	1.702		193.219	0.0011
14	560	74	254.01	1.880		208.082	0.0012
15	600	80	272.16	2.032		222.945	0.0013
16	640	86	290.30	2.184		237.808	0.0013
17	680	92	308.44	2.337		252.671	0.0014
18	720	98	326.59	2.489		267.534	0.0015
19	760	104	344.73	2.642		282.397	0.0016
20	800	110	362.87	2.794		297.260	0.0017
21	840	117	381.02	2.972		312.123	0.0018
22	880	122	399.16	3.099		326.986	0.0019
23	920	128	417.30	3.251		341.849	0.0020
24	960	135	435.45	3.429		356.712	0.0021
25	1000	142	453.59	3.607		371.575	0.0022
26	1040	148	471.74	3.759		386.438	0.0023
27	1080	155	489.88	3.937		401.301	0.0024
28	1120	162	508.02	4.115		416.164	0.0025
29	1160	168	526.17	4.267		431.027	0.0026
30	1200	176	544.31	4.470		445.890	0.0028
31	1240	184	562.45	4.674		460.753	0.0029
32	1280	191	580.60	4.851		475.616	0.0030
33	1320	199	598.74	5.055		490.479	0.0031
34	1360	207	616.89	5.258		505.342	0.0032
35	1400	215	635.03	5.461		520.205	0.0034
36	1440	224	653.17	5.690		535.068	0.0035
37	1480	233	671.32	5.918		549.931	0.0037
38	1520	243	689.46	6.172		564.794	0.0038
39	1560	253	707.60	6.426		579.657	0.0040
40	1600	263	725.75	6.680		594.520	0.0041
41	1640	275	743.89	6.985		609.383	0.0043
42	1680	288	762.03	7.315		624.246	0.0045
43	1720	301	780.18	7.645		639.109	0.0047
44	1760	315	798.32	8.001		653.972	0.0049
45	1800	332	816.47	8.433		668.835	0.0052
46	1840	349	834.61	8.865		683.698	0.0055
47	1880	368	852.75	9.347		698.561	0.0058
48	1920	394	870.90	10.008		713.424	0.0062
49	1960	423	889.04	10.744		728.287	0.0066
50	1978	684	897.20	17.374		734.975	0.0107

Fuente: Elaboración propia

DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Flexión Estática
(Probeta I-7-1 ; Inga sp.)

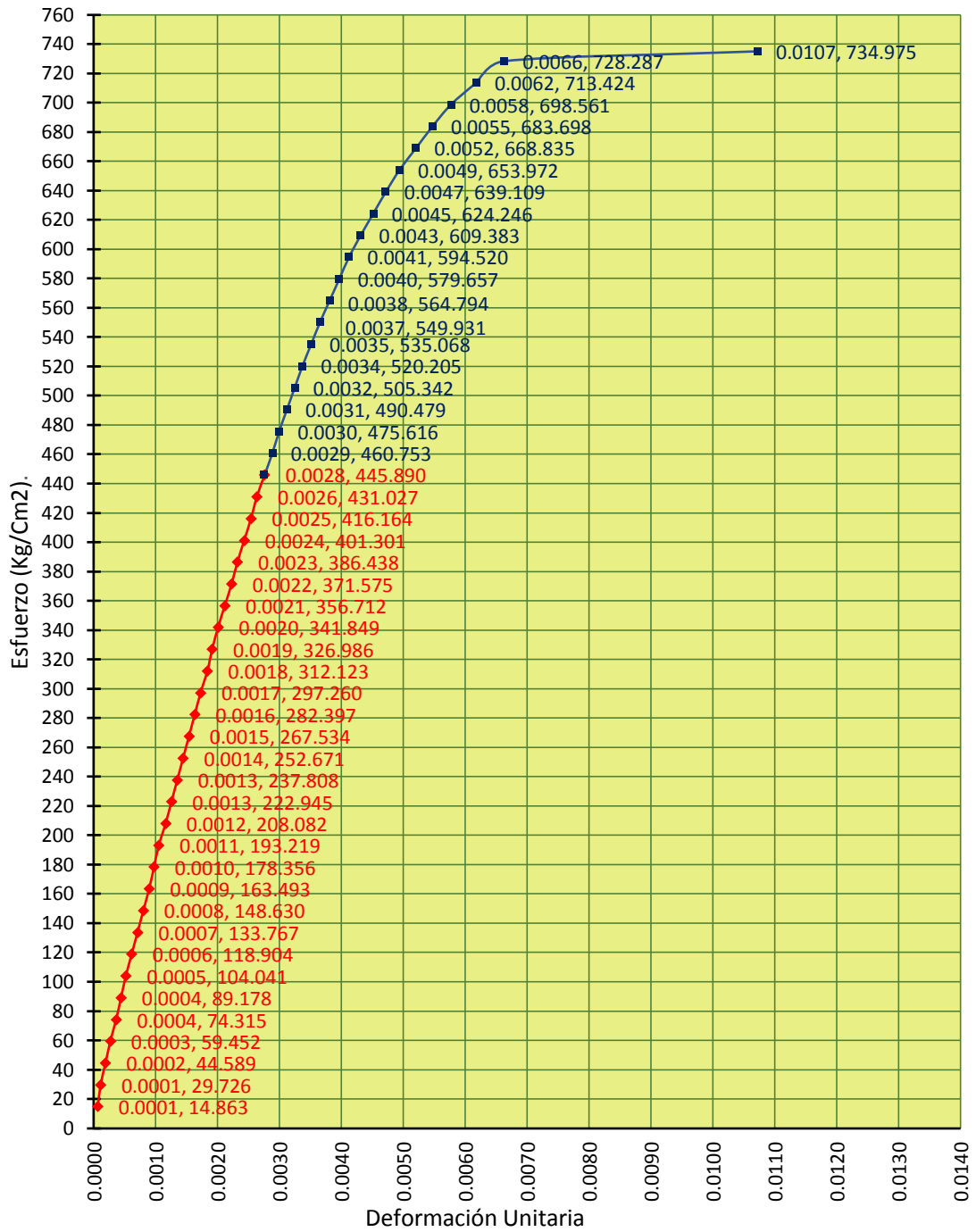


Figura 98: Dispersograma, Flexión Estática- probeta 1 (*Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia)

LINEAS DE TENDENCIAS
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Flexión Estática
(Probeta I-7-1 ; *Inga sp.*)

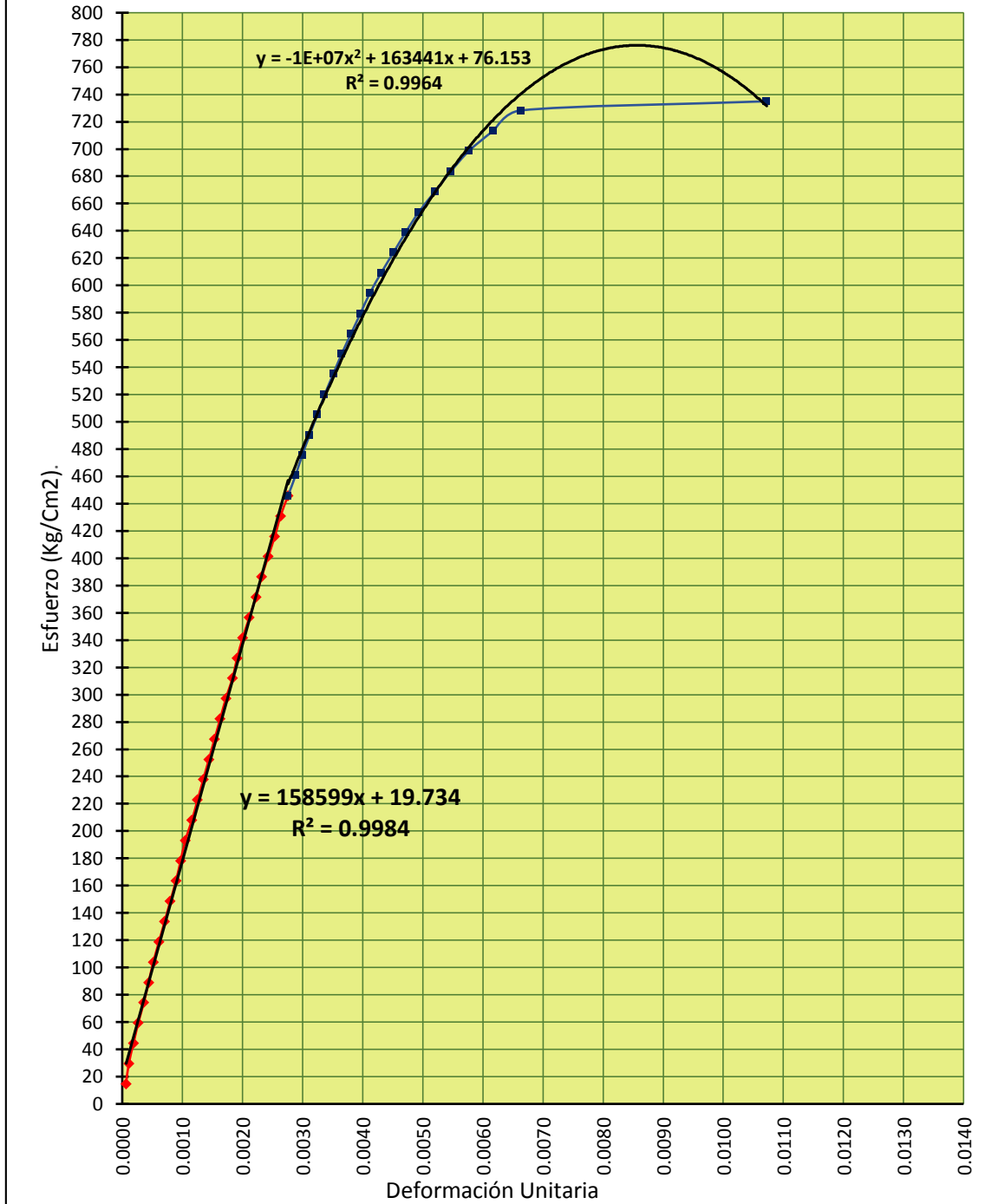


Figura 99: Dispersograma, Flexión Estática- probeta 1 (*Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia)

La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 158599x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -10000000x^2 + 165929.54028x + 55.66170$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00275, 436.79776)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00829, 743.97701)$$

N°	TABULACIÓN	
	X	Y
1	0.00000	0.00000
2	0.00028	43.61473
3	0.00055	87.22945
4	0.00083	130.84418
5	0.00110	174.45890
6	0.00138	218.07363
7	0.00165	261.68835
8	0.00193	305.30308
9	0.00220	348.91780
10	0.00248	392.53253
11	0.00275	436.79776
12	0.00303	466.30313
13	0.00330	494.72874
14	0.00358	521.61977
15	0.00386	546.97623
16	0.00414	570.79810
17	0.00441	593.08539
18	0.00469	613.83810
19	0.00497	633.05624
20	0.00524	650.73979
21	0.00552	666.88876
22	0.00580	681.50316
23	0.00607	694.58297
24	0.00635	706.12820
25	0.00663	716.13885
26	0.00691	724.61493
27	0.00718	731.55642
28	0.00746	736.96333
29	0.00774	740.83566
30	0.00801	743.17342
31	0.00829	743.97701

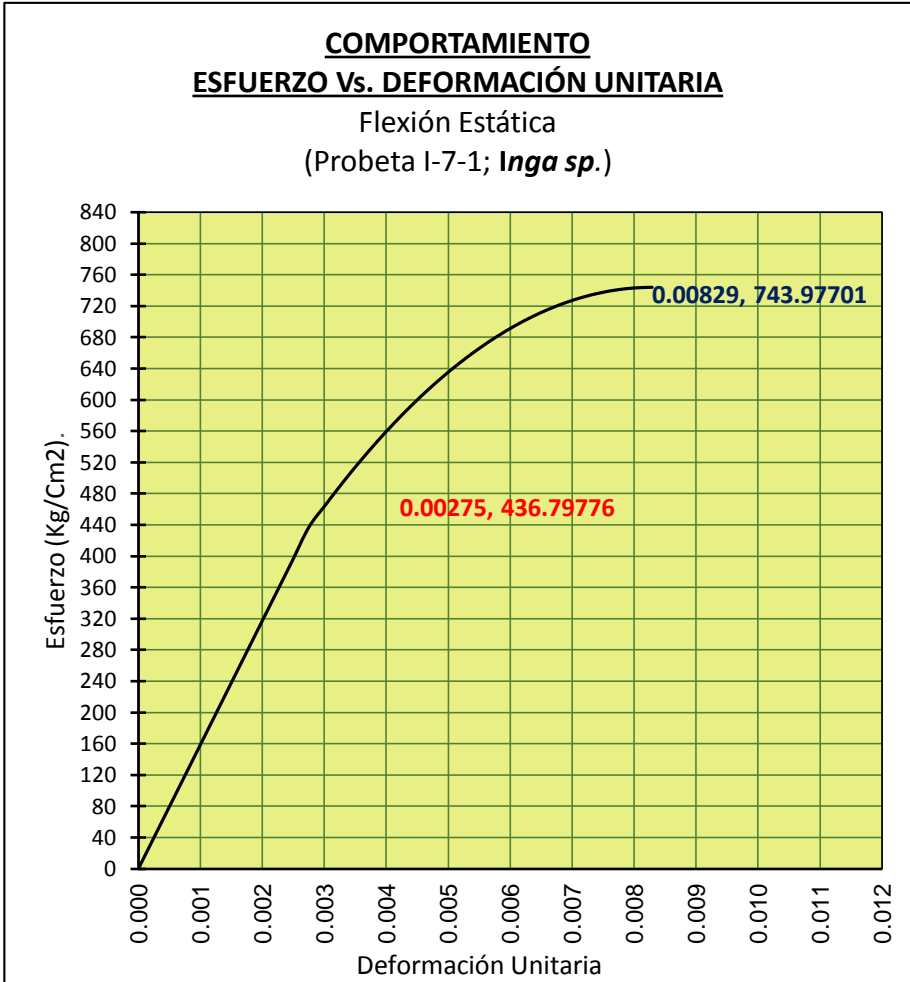


Figura 100: Comportamiento, Flexión Estática- probeta 1 (*Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia)

4.3.4.2.5. Corte paralelo a la fibra

El presente ensayo se realizó conforme a la NTP 251.013, contando con las probetas necesarias y luego de preparar e instrumentar la “Maquina Universal” con sus respectivos accesorios se procedió a realizar el ensayo correspondiente.

De forma previa se tomaron las dimensiones del plano de falla de las probetas mediante “vernier” con la finalidad de calcular el área paralela a la carga.

Una vez instalada la probeta correctamente en el dispositivo de cizallamiento de la máquina universal, de tal manera que la cara transversal reciba la presión de la cizalla, una carga continua durante el ensayo de modo que la cizalla se desplace a razón de 0.6 mm por minuto, hasta su punto de falla. Aclaremos que en este tipo de ensayo solamente se registraron las cargas máximas aplicadas, hasta el momento que ocurra la falla.

Una vez finalizado el ensayo mecánico, se utilizó la porción de la probeta que ha sido separada por el cizallamiento para determinar el contenido de humedad; se determinó el volumen (usando la técnica de inmersión en agua), luego se las depositó en la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su deshidratación total; finalmente se determinó su peso seco (peso anhidro).

Todos los datos obtenidos se anotaron en la página correspondiente del “Registro de Ensayos” diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

Los resultados arrojados y el tratamiento de datos, son como se muestran a continuación.

ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO

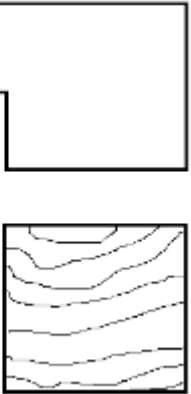
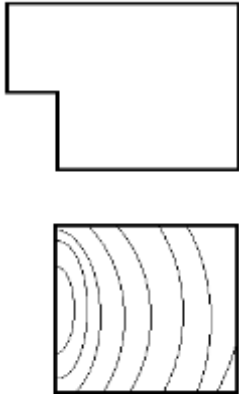
NOMBRE COMUN: Tornillo		N° DE XILOTECA: I		NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 013		
NOMBRE CIENTIFICO: <i>Cedrelinga cateniformis</i>		PROCEDENCIA: MONTECICO-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS		PROYECTO: TESIS		
FAMILIA: LEGUMINOSAE		CONDICION: VERDE		EJECUTOR: JBCH - MYD FECHA: 16/11/2016		
PROBETA N°	DATOS DE COMPUTO.			RESULTADO		
	ESPESOR (CM).	ANCHO (CM).	CARGA MAX. (P)	PESO INICIAL (GRS).	PSH (GRS).	RESISTENCIA CIZALLAMIENTO (KG/CM2)
I - 8 - 1	5.069	5.03	5010	36.48	22.49	62.21
OBSERVACIONES:						
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						
				ESQUEMAS Y FALLAS.		
				TANGENCIAL		
						
				RADIAL		
						

Tabla 70: Área de corte, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Cedrelinga cateniformis*).

CODIGO PROBETA	AREA DE CORTE (Cm2.)		Área (Cm2)
	Long "a" (cm.)	Long "b" (cm.)	
	"a"	"b"	
I-8-1	5.03	5.069	25.497
I-8-2	5.079	5.071	25.756
I-8-3	5.07	5.143	26.075
I-8-4	5.033	5.019	25.261
I-8-5	5.046	5.029	25.376
I-8-6	5.063	5.063	25.634
I-8-7	5.037	5.017	25.271
I-8-8	5.023	5.024	25.236
I-8-9	5.071	5.003	25.370
I-8-10	5.039	5.042	25.407
I-8-11	5.034	5.055	25.447
I-8-12	5.048	5.038	25.432
I-8-13	5.027	5.029	25.281
I-8-14	5.022	5.092	25.572
I-8-15	5.037	5.033	25.351
II-8-16	5.031	5.055	25.432
II-8-17	5.043	5.072	25.578
II-8-18	5.038	5.009	25.235
II-8-19	5.026	4.921	24.733
II-8-20	5.025	5.051	25.381
II-8-21	5.043	5.043	25.432
II-8-22	5.028	5.055	25.417
II-8-23	5.024	5.051	25.376
II-8-24	5.027	5.044	25.356
II-8-25	5.065	5.05	25.578
II-8-26	5.051	5.074	25.629
II-8-27	5.005	5.06	25.325
II-8-28	5.05	5.04	25.452
II-8-29	5.03	5.01	25.200
II-8-30	5.007	5.015	25.110

Fuente: Elaboración propia

* Fecha: 16 /11/ 2016.

Tabla 71: Densidad Básica, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Cedrelinga cateniformis*).

CODIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./ Cm3)
I-8-1	36.48	22.49	62.21	44.60	22.49	0.50
I-8-2	34.49	21.13	63.23	52.85	21.13	0.40
I-8-3	42.73	25.53	67.37	50.97	25.53	0.50
I-8-4	31.5	19.59	60.80	36.95	19.59	0.53
I-8-5	42.9	25.97	65.19	47.37	25.97	0.55
I-8-6	45.65	28.3	61.31	53.35	28.3	0.53
I-8-7	42.88	24.54	74.74	48.83	24.54	0.50
I-8-8	38.71	22.41	72.74	44.95	22.41	0.50
I-8-9	46.22	26.23	76.21	52.60	26.23	0.50
I-8-10	31.27	19.33	61.77	39.85	19.33	0.49
I-8-11	34.16	20.83	63.99	42.80	20.83	0.49
I-8-12	42.11	25.66	64.11	48.37	25.66	0.53
I-8-13	44.5	27.42	62.29	49.94	27.42	0.55
I-8-14	32.49	19.6	65.77	39.82	19.6	0.49
I-8-15	38.46	23.47	63.87	43.92	23.47	0.53
II-8-16	41.94	23.81	76.14	47.60	23.81	0.50
II-8-17	37.24	22.41	66.18	43.66	22.41	0.51
II-8-18	36.15	21.62	67.21	43.49	21.62	0.50
II-8-19	33.94	21.33	59.12	43.74	21.33	0.49
II-8-20	47.88	28.01	70.94	53.20	28.01	0.53
II-8-21	29.6	18.25	62.19	38.51	18.25	0.47
II-8-22	36.27	21.19	71.17	40.95	21.19	0.52
II-8-23	36.99	21.82	69.52	43.28	21.82	0.50
II-8-24	35.31	21.31	65.70	45.72	21.31	0.47
II-8-25	40.88	24.6	66.18	49.89	24.6	0.49
II-8-26	32.51	19.49	66.80	43.02	19.49	0.45
II-8-27	41.54	24.41	70.18	51.60	24.41	0.47
II-8-28	38.54	22.97	67.78	45.30	22.97	0.51
II-8-29	52.65	32.28	63.10	50.63	32.28	0.64
II-8-30	37.21	22.75	63.56	45.24	22.75	0.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Datos procesados, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Cedrelinga cateniformis*).

CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	CARGA (Lbs.)	CARGA (Kg.)	TIEMPO DE ENSAYO	ÁREA CORTE (Cm2)	ESFUERZO DE CORTE $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{Cm^2} \right)$
I-8-1	62.21	0.50	5010	2272.50	3 min. 30 seg.	25.497	89.128
I-8-2	63.23	0.40	4830	2190.85	2 min. 49 seg.	25.756	85.063
I-8-3	67.37	0.50	4060	1841.58	2 min. 12 seg.	26.075	70.626
I-8-4	60.80	0.53	4850	2199.92	2 min. 54 seg.	25.261	87.089
I-8-5	65.19	0.55	6640	3011.85	3 min. 56 seg.	25.376	118.687
I-8-6	61.31	0.53	5850	2653.51	3 min. 49 seg.	25.634	103.516
I-8-7	74.74	0.50	5380	2440.32	3 min. 08 seg.	25.271	96.568
I-8-8	72.74	0.50	6010	2726.09	3 min. 58 seg.	25.236	108.026
I-8-9	76.21	0.50	5960	2703.41	3 min. 47 seg.	25.370	106.558
I-8-10	61.77	0.49	4560	2068.38	2 min. 35 seg.	25.407	81.411
I-8-11	63.99	0.49	4820	2186.31	2 min. 02 seg.	25.447	85.917
I-8-12	64.11	0.53	5270	2390.43	2 min. 52 seg.	25.432	93.994
I-8-13	62.29	0.55	5270	2390.43	2 min. 19 seg.	25.281	94.555
I-8-14	65.77	0.49	5090	2308.78	4 min. 14 seg.	25.572	90.286
I-8-15	63.87	0.53	5370	2435.79	3 min. 32 seg.	25.351	96.082
II-8-16	76.14	0.50	5560	2521.97	3 min. 58 seg.	25.432	99.166
II-8-17	66.18	0.51	5380	2440.32	4 min. 40 seg.	25.578	95.407
II-8-18	67.21	0.50	4420	2004.88	2 min. 35 seg.	25.235	79.447
II-8-19	59.12	0.49	3960	1796.22	4 min. 05 seg.	24.733	72.625
II-8-20	70.94	0.53	6740	3057.21	4 min. 14 seg.	25.381	120.451
II-8-21	62.19	0.47	4930	2236.21	3 min. 18 seg.	25.432	87.929
II-8-22	71.17	0.52	5330	2417.65	3 min. 54 seg.	25.417	95.121
II-8-23	69.52	0.50	4350	1973.13	2 min. 38 seg.	25.376	77.755
II-8-24	65.70	0.47	4650	2109.20	3 min. 40 seg.	25.356	83.183
II-8-25	66.18	0.49	3800	1723.65	3 min. 04 seg.	25.578	67.387
II-8-26	66.80	0.45	3800	1723.65	3 min. 28 seg.	25.629	67.254
II-8-27	70.18	0.47	5000	2267.96	2 min. 49 seg.	25.325	89.553
II-8-28	67.78	0.51	5270	2390.43	2 min. 55 seg.	25.452	93.919
II-8-29	63.10	0.64	6370	2889.38	2 min. 47 seg.	25.200	114.657
II-8-30	63.56	0.50	5670	2571.87	2 min. 31 seg.	25.110	102.424

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73: Datos obtenidos en laboratorio, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Inga sp.*).

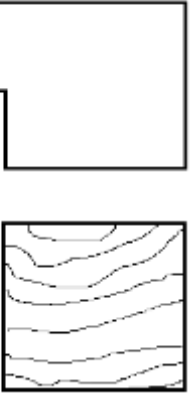
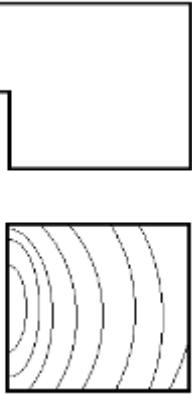
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA		DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES. LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.				
ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO						
NOMBRE COMUN:	Guabilla	N° DE XILOTECA:	I			
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Inga sp.</i>	PROCEDENCIA:	MONTERRICO-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS			
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	CONDICION:	VERDE			
			NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 013			
			PROYECTO : TESIS			
			EJECUTOR : JBCH - MYD FECHA: 22/11/2016			
ESQUEMAS Y FALLAS.						
TANGENCIAL						
RADIAL						
PROBETA N°	DATOS DE COMPUTO.				RESULTADO	
	ESPESOR (CM).	ANCHO (CM).	CARGA MAX. (P)	PESO INICIAL (GRS).	PSH (GRS).	RESISTENCIA CIZALLAMIENTO (KG/CM2)
I - 8 - 1	5.045	5.036	7230	49.72	27.28	82.26
OBSERVACIONES						
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						
OBSERVACIONES						
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						

Tabla 74: Área de corte, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Inga sp.*).

ÁREA DE CORTE (Cm2.)			
CODIGO PROBETA	Long "a" (cm.) "a"	Long "b" (cm.) "b"	Área (Cm2)
I-8-1	5.036	5.045	25.407
I-8-2	5.031	5.037	25.341
I-8-3	5.018	4.993	25.055
I-8-4	5.015	5.020	25.175
I-8-5	5.052	5.018	25.351
I-8-6	5.016	5.031	25.235
I-8-7	5.020	5.012	25.160
I-8-8	5.025	5.001	25.130
I-8-9	5.044	5.032	25.381
I-8-10	5.036	5.034	25.351
I-8-11	5.028	5.032	25.301
I-8-12	5.012	5.052	25.321
I-8-13	5.026	5.034	25.301
I-8-14	5.035	5.004	25.195
I-8-15	5.016	4.885	24.503
II-8-16	5.006	5.027	25.165
II-8-17	5.019	5.043	25.311
II-8-18	5.049	5.030	25.396
II-8-19	5.013	4.991	25.020
II-8-20	5.030	5.053	25.417
II-8-21	5.012	4.971	24.915
II-8-22	5.025	5.005	25.150
II-8-23	5.024	5.008	25.160
II-8-24	5.009	5.008	25.085
II-8-25	5.016	5.056	25.361
II-8-26	5.028	5.064	25.462
II-8-27	5.039	5.020	25.296
II-8-28	5.011	5.034	25.225
II-8-29	5.039	5.072	25.558
II-8-30	5.024	5.017	25.205

Fuente: Elaboración propia

* Fecha: 22 /11/ 2016.

Tabla 75: Densidad Básica, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Inga sp.*).

CODIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./ Cm3)
I-8-1	49.72	27.28	82.26	39.87	27.28	0.68
I-8-2	54.05	31.69	70.56	43.84	31.69	0.72
I-8-3	56.13	33.75	66.31	46.45	33.75	0.73
I-8-4	48.72	27.17	79.32	38.67	27.17	0.70
I-8-5	50.19	32.33	55.24	47.30	32.33	0.68
I-8-6	54.26	33.57	61.63	47.46	33.57	0.71
I-8-7	46.62	28.77	62.04	38.22	28.77	0.75
I-8-8	55.49	31.52	76.05	44.29	31.52	0.71
I-8-9	51.54	33.23	55.10	49.46	33.23	0.67
I-8-10	54.60	31.60	72.78	44.43	31.6	0.71
I-8-11	54.29	31.57	71.97	42.17	31.57	0.75
I-8-12	50.24	32.27	55.69	47.56	32.27	0.68
I-8-13	43.79	29.19	50.02	42.97	29.19	0.68
I-8-14	53.38	33.52	59.25	45.70	33.52	0.73
I-8-15	48.89	30.18	61.99	42.39	30.18	0.71
II-8-16	48.40	30.40	59.21	45.08	30.4	0.67
II-8-17	56.98	31.92	78.51	44.76	31.92	0.71
II-8-18	52.80	28.85	83.02	43.47	28.85	0.66
II-8-19	54.77	31.48	73.98	44.10	31.48	0.71
II-8-20	53.77	31.53	70.54	42.96	31.53	0.73
II-8-21	50.65	26.82	88.85	41.05	26.82	0.65
II-8-22	48.04	25.17	90.86	38.60	25.17	0.65
II-8-23	49.72	28.37	75.26	39.57	28.37	0.72
II-8-24	50.97	30.3	68.22	43.76	30.3	0.69
II-8-25	54.01	32.59	65.73	46.80	32.59	0.70
II-8-26	68.23	39.34	73.44	54.83	39.34	0.72
II-8-27	46.47	28.08	65.49	41.14	28.08	0.68
II-8-28	63.94	35.09	82.22	52.89	35.09	0.66
II-8-29	46.90	30.70	52.77	42.81	30.7	0.72
II-8-30	51.30	28.29	81.34	42.27	28.29	0.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76: Datos procesados, Corte Paralelo a la Fibra, Probetas (*Inga sp.*).

CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	CARGA (Lbs.)	CARGA (Kg.)	TIEMPO DE ENSAYO	ÁREA CORTE (Cm2)	ESFUERZO DE CORTE $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{Cm^2} \right)$
I-8-1	82.26	0.68	7230	3279.47	2 min. 46 seg.	25.407	129.079
I-8-2	70.56	0.72	6660	3020.92	2 min. 51 seg.	25.341	119.210
I-8-3	66.31	0.73	5920	2685.26	2 min. 56 seg.	25.055	107.175
I-8-4	79.32	0.70	5490	2490.22	2 min. 54 seg.	25.175	98.915
I-8-5	55.24	0.68	4440	2013.95	2 min. 19 seg.	25.351	79.443
I-8-6	61.63	0.71	6320	2866.70	2 min. 10 seg.	25.235	113.598
I-8-7	62.04	0.75	5790	2626.30	2 min. 23 seg.	25.160	104.383
I-8-8	76.05	0.71	6450	2925.67	2 min. 16 seg.	25.130	116.421
I-8-9	55.10	0.67	7260	3293.08	2 min. 32 seg.	25.381	129.744
I-8-10	72.78	0.71	7190	3261.33	2 min. 24 seg.	25.351	128.646
I-8-11	71.97	0.75	6760	3066.28	2 min. 39 seg.	25.301	121.193
I-8-12	55.69	0.68	7050	3197.82	2 min. 32 seg.	25.321	126.293
I-8-13	50.02	0.68	5120	2322.39	2 min. 24 seg.	25.301	91.791
I-8-14	59.25	0.73	8360	3792.03	5 min. 01 seg.	25.195	150.506
I-8-15	61.99	0.71	7770	3524.41	3 min. 49 seg.	24.503	143.835
II-8-16	59.21	0.67	5770	2617.23	1 min. 59 seg.	25.165	104.002
II-8-17	78.51	0.71	6260	2839.49	1 min. 53 seg.	25.311	112.185
II-8-18	83.02	0.66	6650	3016.39	2 min. 21 seg.	25.396	118.772
II-8-19	73.98	0.71	7270	3297.61	2 min. 26 seg.	25.020	131.800
II-8-20	70.54	0.73	7510	3406.48	2 min. 11 seg.	25.417	134.026
II-8-21	88.85	0.65	7460	3383.80	3 min. 34 seg.	24.915	135.816
II-8-22	90.86	0.65	7070	3206.90	2 min. 20 seg.	25.150	127.510
II-8-23	75.26	0.72	6110	2771.45	2 min. 13 seg.	25.160	110.152
II-8-24	68.22	0.69	7220	3274.93	2 min. 22 seg.	25.085	130.553
II-8-25	65.73	0.70	6250	2834.95	2 min. 19 seg.	25.361	111.784
II-8-26	73.44	0.72	9510	4313.66	3 min. 12 seg.	25.462	169.417
II-8-27	65.49	0.68	6430	2916.60	2 min. 12 seg.	25.296	115.300
II-8-28	82.22	0.66	8250	3742.13	2 min. 12 seg.	25.225	148.348
II-8-29	52.77	0.72	7330	3324.83	1 min. 59 seg.	25.558	130.091
II-8-30	81.34	0.67	7280	3302.15	2 min. 51 seg.	25.205	131.010

Fuente: Elaboración propia

4.3.4.2.6. Dureza

Para realizar el presente ensayo nos regimos mediante la norma NTP 251.015, contando con las probetas necesarias se acondicionó para éste ensayo la “Maquina Universal”.

En forma previa se identificó la dirección del corte de cada cara de cada probeta, se determinó el centroide de cada una de las caras.

Una vez instalada y centrada la muestra correctamente en la máquina universal, se le aplicó una carga constante a una velocidad de 0.6 mm/min. sobre el centroide de cada cara de la probeta.

Finalizado el ensayo mecánico, se cortó una probeta de 2 cm de largo, luego de lo cual se procedió a determinar su volumen y a pesarlas en ese estado (peso húmedo o verde); seguidamente fueron depositadas en la estufa a una temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta su deshidratación total, luego de lo cual nuevamente se las pesó (peso anhidro).

Todos los datos obtenidos se anotaron en la página correspondiente del “Registro de Ensayos” diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, son como se muestran a continuación.

Tabla 77: Datos obtenidos de laboratorio, Dureza, Probeta 1(*Cedrelinga cateniformis*).

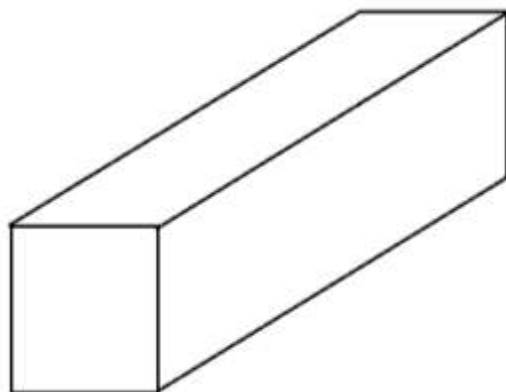
UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE DUREZA

<u>NOMBRE COMUN:</u>	Tornillo	<u>N° DE ARBOL:</u>	1
<u>NOMBRE CIENTIFICO:</u>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<u>PROBETA N°:</u>	1-9-1
<u>FAMILIA:</u>	LEGUMINOSAE	<u>PROCEDENCIA:</u>	MONTE RRICO-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS

<u>CONDICION :</u>	<u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD :</u>
SECA AL AIRE: <input type="text"/>	PESO (): 57.65 GRS.
SATURADA: <input checked="" type="text"/>	PESO SECO AL HORNO: 36.99 GRS.
DURAMEN : %.	CONTENIDO DE HUMEDAD: 55.85 %
LARGO : 15 CMS.	<u>OBSERVACIONES</u>
ESPEJOR : 5 CMS.
ANCHO : 5 CMS.



NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 015.	LADOS DE SUPERFICIE (LBS.)						
	PROYECTO : TESIS	ENSAYO N°	EXTREMOS.		LADOS.		
RADIAL.					TANGENCIAL.		
EJECUTOR : JBCH-MYDV	1	928	1396	1240	958	1244	1280
FECHA : 12/12/2016	2						
	3						
	4						
	PROMEDIO.						

<u>PROMEDIO EN EXTREMOS</u>	:	527	KGS.
<u>PROMEDIOS EN LADOS</u>	:	535.47	KGS.

Tabla 78: Contenido de humedad y densidad básica, Dureza, Probetas (*Cedrelinga cateniformis*).

CODIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./Cm3)
I-9-1	57.65	36.99	55.85	62.36	36.99	0.59
I-9-2	56.43	33.81	66.90	65.49	33.81	0.52
I-9-3	58.68	34.16	71.78	60.95	34.16	0.56
I-9-4	65.06	40.23	61.72	64.33	40.23	0.63
I-9-5	56.05	34.59	62.04	65.51	34.59	0.53
I-9-6	50.59	31.03	63.04	63.04	31.03	0.49
I-9-7	47.92	27.36	75.15	62.52	27.36	0.44
I-9-8	59.23	35.63	66.24	64.72	35.63	0.55
I-9-9	52.93	31.52	67.93	61.83	31.52	0.51
I-9-10	49.96	29.29	70.57	62.46	29.29	0.47
I-9-11	55.72	34.44	61.79	61.85	34.44	0.56
I-9-12	53.41	33.50	59.43	62.49	33.50	0.54
I-9-13	55.02	33.60	63.75	67.79	33.60	0.50
I-9-14	51.3	30.61	67.59	63.84	30.61	0.48
I-9-15	51.2	29.80	71.81	65.43	29.80	0.46
II-9-16	48.42	29.62	63.47	61.63	29.62	0.48
II-9-17	57.07	28.75	98.50	63.19	28.75	0.45
II-9-18	51.28	27.88	83.93	66.33	27.88	0.42
II-9-19	50.09	30.76	62.84	62.70	30.76	0.49
II-9-20	51.87	32.75	58.38	65.48	32.75	0.50
II-9-21	51.23	31.00	65.26	64.64	31.00	0.48
II-9-22	51.17	30.52	67.66	62.55	30.52	0.49
II-9-23	54.47	33.28	63.67	65.67	33.28	0.51
II-9-24	56.33	33.30	69.16	65.64	33.30	0.51
II-9-25	51.81	30.60	69.31	64.92	30.60	0.47
II-9-26	51.21	31.41	63.04	63.67	31.41	0.49
II-9-27	50.8	29.88	70.01	64.63	29.88	0.46
II-9-28	49.92	28.03	78.09	65.13	28.03	0.43
II-9-29	52.12	31.02	68.02	64.82	31.02	0.48
II-9-30	49.54	28.23	75.49	66.40	28.23	0.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79: Datos procesados, Dureza, Probetas (*Cedrelinga cateniformis*).

CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	CARGA (Lbs.)			CARGA (Kg.)			DUREZA JANKA		
			RADIAL	TANGENCIAL	EXTREMOS	RADIAL	TANGENCIAL	EXTREMOS	RADIAL	TANGENCIAL	EXTREMOS
I-9-1	55.85	0.59	1099	1262.00	1162.00	498.50	572.43	527.07	498	572	527
I-9-2	66.90	0.52	1170	974.00	1046.00	530.70	441.80	474.46	531	442	474
I-9-3	71.78	0.56	1189	1024.00	1125.00	539.32	464.48	510.29	539	464	510
I-9-4	61.72	0.63	1376	1415.00	1144.00	624.14	641.83	518.91	624	642	519
I-9-5	62.04	0.53	1149	1169.00	942.00	521.18	530.25	427.28	521	530	427
I-9-6	63.04	0.49	1170	820.00	975.00	530.70	371.95	442.25	531	372	442
I-9-7	75.15	0.44	858	860.00	709.00	389.18	390.09	321.60	389	390	322
I-9-8	66.24	0.55	1174	1151.00	1062.00	532.52	522.08	481.71	533	522	482
I-9-9	67.93	0.51	881	1028.00	976.00	399.61	466.29	442.71	400	466	443
I-9-10	70.57	0.47	984	988.00	884.00	446.33	448.15	400.98	446	448	401
I-9-11	61.79	0.56	1339	1086.00	1173.00	607.36	492.60	532.06	607	493	532
I-9-12	59.43	0.54	913	971.00	941.00	414.13	440.44	426.83	414	440	427
I-9-13	63.75	0.50	880	994.00	910.00	399.16	450.87	412.77	399	451	413
I-9-14	67.59	0.48	856	771.00	764.00	388.27	349.72	346.54	388	350	347
I-9-15	71.81	0.46	870	885.00	766.00	394.63	401.43	347.45	395	401	347
II-9-16	63.47	0.48	920	890.00	761.00	417.30	403.70	345.18	417	404	345
II-9-17	98.50	0.45	828	811.00	740.00	375.57	367.86	335.66	376	368	336
II-9-18	83.93	0.42	761	704.00	696.00	345.18	319.33	315.70	345	319	316
II-9-19	62.84	0.49	839	983.00	890.00	380.56	445.88	403.70	381	446	404
II-9-20	58.38	0.50	969	890.00	869.00	439.53	403.70	394.17	440	404	394
II-9-21	65.26	0.48	741	826.00	762.00	336.11	374.67	345.64	336	375	346
II-9-22	67.66	0.49	881	828.00	800.00	399.61	375.57	362.87	400	376	363
II-9-23	63.67	0.51	941	951.00	828.00	426.83	431.37	375.57	427	431	376
II-9-24	69.16	0.51	964	1047.00	814.00	437.26	474.91	369.22	437	475	369
II-9-25	69.31	0.47	984	779.00	965.00	446.33	353.35	437.72	446	353	438
II-9-26	63.04	0.49	874	1068.00	836.00	396.44	484.44	379.20	396	484	379
II-9-27	70.01	0.46	882	821.00	887.00	400.07	372.40	402.34	400	372	402
II-9-28	78.09	0.43	770	769.00	702.00	349.27	348.81	318.42	349	349	318
II-9-29	68.02	0.48	868	948.00	721.00	393.72	430.01	327.04	394	430	327
II-9-30	75.49	0.43	768	743.00	694.00	348.36	337.02	314.79	348	337	315

Fuente: Elaboración propia

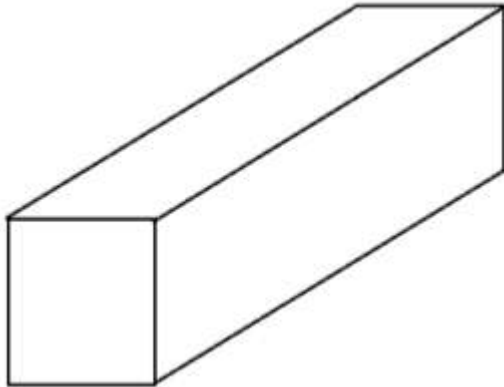
* Fecha: 12 /12/ 2016.

Tabla 80: Datos obtenidos de laboratorio, Dureza, Probeta 1 (*Inga sp.*).

UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE DUREZA

<p>NOMBRE COMUN: <u>Guabilla</u></p> <p>NOMBRE CIENTIFICO: <u>Inga sp.</u></p> <p>FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u></p>	<p>N° DE ARBOL: <u>1</u></p> <p>PROBETA N°: <u>1-9-1</u></p> <p>PROCEDENCIA: <u>MONTERRICO-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS</u></p>																																														
<p style="text-align: center;"><u>CONDICION :</u></p> <p>SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/></p> <p>SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>DURAMEN : %.</p> <p>LARGO : 15 CMS.</p> <p>ESPESOR : 5 CMS.</p> <p>ANCHO : 5 CMS.</p>	<p style="text-align: center;"><u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD :</u></p> <p>PESO (): <u>75.03</u> GRS.</p> <p>PESO SECO AL HORNO: <u>40.16</u> GRS.</p> <p>CONTENIDO DE HUMEDAD: <u>86.83</u> %</p> <p style="text-align: center;"><u>OBSERVACIONES</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>																																														
																																															
<p>NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 015.</p>	<p>LADOS DE SUPERFICIE (LBS.)</p>																																														
<p>PROYECTO : <u>TESIS</u></p> <p>EJECUTOR : <u>JBCH-MYDV</u></p> <p>FECHA : <u>13/12/2016</u></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYO N°</th> <th colspan="2" rowspan="2">EXTREMOS.</th> <th colspan="4">LADOS.</th> </tr> <tr> <th colspan="2">RADIAL.</th> <th colspan="2">TANGENCIAL.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1460</td> <td>1458</td> <td>1590</td> <td>1624</td> <td>1520</td> <td>1766</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	EXTREMOS.		LADOS.				RADIAL.		TANGENCIAL.		1	1460	1458	1590	1624	1520	1766	2							3							4							PROMEDIO.						
ENSAYO N°	EXTREMOS.				LADOS.																																										
			RADIAL.		TANGENCIAL.																																										
1	1460	1458	1590	1624	1520	1766																																									
2																																															
3																																															
4																																															
PROMEDIO.																																															

PROMEDIO EN EXTREMOS	:	<u>662</u>	KGS.
PROMEDIOS EN LADOS	:	<u>737.09</u>	KGS.

Tabla 81: Contenido de humedad y densidad básica, Dureza, Probetas (*Inga sp.*).

CODIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./ Cm3)
I-9-1	75.03	40.16	86.83	65.66	40.16	0.61
I-9-2	80.09	43.90	82.44	68.96	43.90	0.64
I-9-3	80.19	44.15	81.63	68.64	44.15	0.64
I-9-4	78.05	43.23	80.55	67.36	43.23	0.64
I-9-5	76.66	42.70	79.53	66.88	42.70	0.64
I-9-6	75.02	39.19	91.43	66.16	39.19	0.59
I-9-7	74.36	38.73	92.00	64.43	38.73	0.60
I-9-8	75.01	38.49	94.88	66.14	38.49	0.58
I-9-9	77.33	42.53	81.82	66.33	42.53	0.64
I-9-10	79.19	46.04	72.00	67.11	46.04	0.69
I-9-11	79.96	41.70	91.75	68.94	41.70	0.60
I-9-12	78.27	46.77	67.35	66.58	46.77	0.70
I-9-13	75.28	46.74	61.06	63.52	46.74	0.74
I-9-14	82.65	43.74	88.96	70.34	43.74	0.62
I-9-15	72.95	39.26	85.81	64.78	39.26	0.61
II-9-16	75.36	42.39	77.78	65.00	42.39	0.65
II-9-17	81.65	45.48	79.53	69.38	45.48	0.66
II-9-18	75.26	45.37	65.88	67.04	45.37	0.68
II-9-19	81.33	44.51	82.72	68.96	44.51	0.65
II-9-20	75.81	41.65	82.02	64.82	41.65	0.64
II-9-21	77.36	43.58	77.51	66.67	43.58	0.65
II-9-22	79.35	43.85	80.96	68.13	43.85	0.64
II-9-23	77.07	42.55	81.13	65.83	42.55	0.65
II-9-24	77.68	43.51	78.53	66.89	43.51	0.65
II-9-25	75.37	44.01	71.26	65.02	44.01	0.68
II-9-26	75.35	44.83	68.08	67.15	44.83	0.67
II-9-27	80.25	46.35	73.14	68.44	46.35	0.68
II-9-28	75.57	44.77	68.80	65.64	44.77	0.68
II-9-29	70.36	42.13	67.01	63.48	42.13	0.66
II-9-30	79.64	47.36	68.16	68.95	47.36	0.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Datos procesados, Dureza, Probetas (*Inga sp.*).

CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	CARGA (Lbs.)			CARGA (Kg.)			DUREZA JANKA		
			RADIAL	TANGENCIAL	EXTREMOS	RADIAL	TANGENCIAL	EXTREMOS	RADIAL	TANGENCIAL	EXTREMOS
I-9-1	86.83	0.61	1607	1643	1459	728.92	745.25	661.79	729	745	662
I-9-2	82.44	0.64	1781	1649	1581	807.85	747.97	717.13	808	748	717
I-9-3	81.63	0.64	1752	1839	1520	794.69	834.16	689.46	795	834	689
I-9-4	80.55	0.64	1835	1614	1454	832.34	732.10	659.52	832	732	660
I-9-5	79.53	0.64	1826	1726	1524	828.26	782.90	691.27	828	783	691
I-9-6	91.43	0.59	1444	1255	1315	654.99	569.26	596.47	655	569	596
I-9-7	92.00	0.60	1450	1452	1180	657.71	658.62	535.24	658	659	535
I-9-8	94.88	0.58	1624	1494	1406	736.63	677.67	637.75	737	678	638
I-9-9	81.82	0.64	1639	1714	1211	743.44	777.46	549.30	743	777	549
I-9-10	72.00	0.69	1977	1904	1600	896.75	863.64	725.75	897	864	726
I-9-11	91.75	0.60	1640	1669	1389	743.89	757.05	630.04	744	757	630
I-9-12	67.35	0.70	1915	2070	1555	868.63	938.94	705.34	869	939	705
I-9-13	61.06	0.74	1907	2091	1630	865.00	948.46	739.35	865	948	739
I-9-14	88.96	0.62	1600	1485	1321	725.75	673.58	599.20	726	674	599
I-9-15	85.81	0.61	1530	1386	1285	694.00	628.68	582.87	694	629	583
II-9-16	77.78	0.65	1850	1714	1431	839.15	777.46	649.09	839	777	649
II-9-17	79.53	0.66	1864	1713	1462	845.50	777.00	663.15	845	777	663
II-9-18	65.88	0.68	1991	1575	1696	903.10	714.41	769.29	903	714	769
II-9-19	82.72	0.65	1720	1741	1560	780.18	789.70	707.60	780	790	708
II-9-20	82.02	0.64	1752	1554	1461	794.69	704.88	662.70	795	705	663
II-9-21	77.51	0.65	1830	1597	1517	830.07	724.39	688.10	830	724	688
II-9-22	80.96	0.64	1721	1805	1467	780.63	818.73	665.42	781	819	665
II-9-23	81.13	0.65	1719	1704	1480	779.72	772.92	671.32	780	773	671
II-9-24	78.53	0.65	1787	1739	1503	810.57	788.80	681.75	811	789	682
II-9-25	71.26	0.68	1912	1719	1723	867.27	779.72	781.54	867	780	782
II-9-26	68.08	0.67	1730	1581	1454	784.71	717.13	659.52	785	717	660
II-9-27	73.14	0.68	1870	1873	1638	848.22	849.58	742.98	848	850	743
II-9-28	68.80	0.68	1950	1671	1664	884.50	757.95	754.78	885	758	755
II-9-29	67.01	0.66	1558	1583	1280	706.70	718.04	580.60	707	718	581
II-9-30	68.16	0.69	2030	1871	1651	920.79	848.67	748.88	921	849	749

Fuente: Elaboración propia

* Fecha: 13 /12/ 2016.

4.3.5. Procesamiento de datos

En el ítem 4.3.4 se determinaron los resultados iniciales, los cuales en el presente ítem serán sometidos a tratamientos estadísticos con la finalidad de obtener los resultados finales de esta investigación.

4.3.5.1. Procesos realizados en el tratamiento estadístico de datos

Con los resultados iniciales obtenidos en el ítem 4.3.4 procedemos de la siguiente manera:

1º) **Tratamiento estadístico.** El tratamiento estadístico será ejecutado mediante el uso del programa Excel. Los valores estadísticos calculados son los siguientes:

-Desviación estándar (S.D). Es una medida de dispersión o variabilidad de los datos; cuando la distribución de frecuencias es larga y abatida, el valor “S.D” es grande, lo cual indica mucha variación, cuando hay poca variabilidad, los valores se aglomeran alrededor del promedio, y el valor “S.D” es pequeño.

La desviación estándar se define como la raíz cuadrada del promedio de la desviación al cuadrado de los resultados de la prueba y se calcula con la formula siguiente:

$$S.D = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde:

X_1, X_2, \dots, X_n : Valores individuales de los ensayos.

$\bar{X} = \left(\frac{\sum X}{n}\right)$: Valor promedio de los ensayos.

n: Número de ensayos.

Fórmula 53: Desviación Estándar.

Coefficiente de variación (C.V): Es una medida de variación relativa, que se define como el cociente entre la desviación estándar y el valor promedio de las pruebas, simbólicamente lo expresamos así:

$$C.V = \frac{S.D \times 100}{\bar{X}}$$

Fórmula 54: Coeficiente de Variación.

Media aritmética o valor promedio: En el desarrollo del presente trabajo se ha utilizado con mucha incidencia éste indicador o valor estadístico, que para datos agrupados es válida la siguiente fórmula:

$$M(X) = \frac{\sum X}{n}$$

Donde:

M(X): Valor promedio de los datos.

$\sum X$: Sumatoria de los “n” datos.

n: Número de datos que conforman el grupo.

Fórmula 54: Media aritmética o valor promedio.

Límite de exclusión del 5%: El Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino recomienda usar este indicador para los resultados relativos a los ensayos de carácter mecánico. Con el valor de este indicador, se espera que de toda la población existente de dicha especie solamente el 5% tenga una resistencia menor que este valor.

Este indicador se obtiene ordenando los resultados de los ensayos en forma creciente; el valor que define el límite de exclusión del 5% es el del ensayo número 0.05N, donde N es el número de probetas ensayadas. Se ha adoptado este criterio en lugar de suponer una distribución normal y determinar probabilísticamente el 5° percentil, porque representa un mejor estimado para toda la población de árboles de la especie y no sólo de los ensayados. (PADT REFORT, 1984).

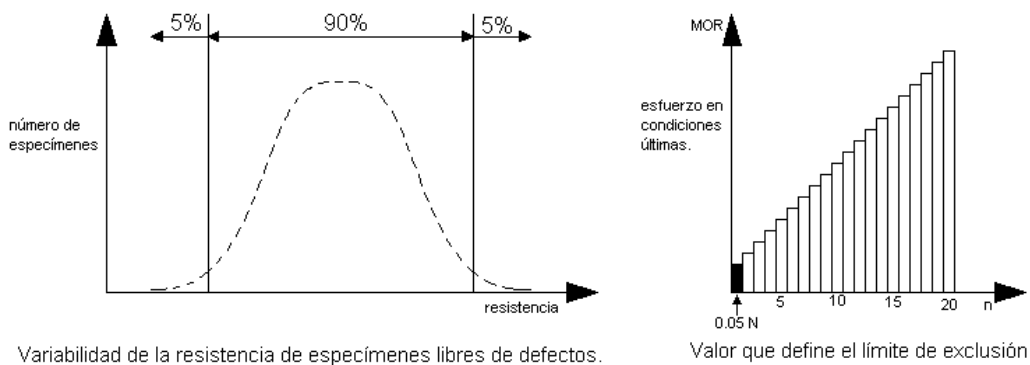


Figura 101: Explicación y deducción Gráfica del límite de exclusión.

Fuente: (PADT REFORT, 1984).

- 2º) Resultados.** Los resultados devendrán del tratamiento estadístico, se tendrá en cuenta las recomendaciones establecidas en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.
- 3º) Construcción de gráficos y curvas.** Una vez obtenidos y seleccionados los resultados a través del procesamiento estadístico, se construirán gráficos para una mejor diferenciación de los resultados finales; así mismo se construirán curvas con la finalidad de predecir comportamientos tanto de la madera *Cedrelinga cateniformis* como de *Inga sp.*, todos estos elementos servirán como ayuda en el análisis de los resultados finales de la investigación.
- 4º) Análisis de resultados.** Contando ya con los resultados finales, con los gráficos y curvas necesarias; se realizará un análisis de los resultados finales, el cuál consistirá en explicar la naturaleza de los mismos, precisar las diferencias más notorias, establecer la variación o no de los resultados y determinar elementos de correlación entre los resultados de *Cedrelinga cateniformis* como de *Inga sp.* para una misma propiedad física o mecánica.

Luego de realizado el análisis se establecen las conclusiones finales:

4.3.5.2. Procesamiento por tipo de ensayo realizado

4.3.5.2.1. Procesamiento para ensayos de carácter físico.

4.3.5.2.1.1. Procesamiento de datos: contenido de humedad

4.3.5.2.1.1.1. Tratamiento estadístico: contenido de humedad

Tabla 83: Tratamiento estadístico: Contenido de Humedad probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

<i>Cedrelinga cateniformis</i>			<i>Inga sp.</i>		
Nº	CÓDIGO PROBETA	Contenido de Humedad (C.H %)	Nº	CÓDIGO PROBETA	Contenido de Humedad (C.H %)
1	I-1-1	70.543	1	I-1-1	56.381
2	I-1-2	71.907	2	I-1-2	55.369
3	I-1-3	70.511	3	I-1-3	71.930
4	I-1-4	71.296	4	I-1-4	67.483
5	I-1-5	76.403	5	I-1-5	71.231
6	I-1-6	76.193	6	I-1-6	67.677
7	I-1-7	66.702	7	I-1-7	71.839
8	I-1-8	70.847	8	I-1-8	72.920
9	I-1-9	67.504	9	I-1-9	66.617
10	I-1-10	70.179	10	I-1-10	74.130
11	I-1-11	74.444	11	I-1-11	75.138
12	I-1-12	74.570	12	I-1-12	65.036
13	I-1-13	68.657	13	I-1-13	63.884
14	I-1-14	63.012	14	I-1-14	63.859
15	I-1-15	67.109	15	I-1-15	58.320
16	I-1-16	75.931	16	I-1-16	80.371
17	I-1-17	73.734	17	I-1-17	83.398
18	I-1-18	75.375	18	I-1-18	79.467
19	I-1-19	75.944	19	I-1-19	80.711
20	I-1-20	76.226	20	I-1-20	85.783
21	I-1-21	75.607	21	I-1-21	90.335
22	I-1-22	75.006	22	I-1-22	92.179
23	I-1-23	76.634	23	I-1-23	94.975
24	I-1-24	76.627	24	I-1-24	81.954
25	I-1-25	76.578	25	I-1-25	85.040
26	I-1-26	70.111	26	I-1-26	84.395
27	I-1-27	72.523	27	I-1-27	82.380
28	I-1-28	77.883	28	I-1-28	82.209
29	I-1-29	76.553	29	I-1-29	80.513
30	I-1-30	71.227	30	I-1-30	78.991
	M(X)	72.861		M(X)	75.484
	S(D.)	3.759		S(D.)	10.434
	CV%	5.160		CV%	13.823

Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2.1.2. Procesamiento de datos: Densidad

4.3.5.2.1.2.1. Tratamiento estadístico: Densidad

Tabla 84: Procesamiento estadístico: Densidad probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	DENSIDAD SATURADA		DENSIDAD VERDE		DENSIDAD ANHIDRA	DENSIDAD BÁSICA
		Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Verde (Gr./ Cm3)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)	(Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	81.886	0.890	75.051	0.860	0.545	0.489
2	I - 2 - 2	82.812	0.890	76.984	0.861	0.543	0.487
3	I - 2 - 3	81.505	0.884	73.391	0.852	0.540	0.487
4	I - 2 - 4	82.663	0.882	73.275	0.843	0.537	0.483
5	I - 2 - 5	77.783	0.881	69.195	0.837	0.550	0.495
6	I - 2 - 6	81.202	0.856	72.013	0.812	0.524	0.472
7	I - 2 - 7	78.688	0.882	70.204	0.844	0.546	0.494
8	I - 2 - 8	81.204	0.905	70.709	0.850	0.557	0.499
9	I - 2 - 9	78.874	0.888	70.637	0.844	0.550	0.497
10	I - 2 - 10	79.147	0.867	71.140	0.832	0.539	0.484
11	I - 2 - 11	77.248	0.872	69.379	0.837	0.548	0.492
12	I - 2 - 12	79.973	0.891	72.881	0.860	0.552	0.495
13	I - 2 - 13	78.647	0.902	70.587	0.862	0.559	0.505
14	I - 2 - 14	80.096	0.918	70.920	0.866	0.566	0.510
15	I - 2 - 15	72.432	0.896	63.570	0.846	0.576	0.519
16	II - 2 - 16	87.528	0.938	81.358	0.905	0.557	0.500
17	II - 2 - 17	91.544	0.969	85.730	0.937	0.562	0.506
18	II - 2 - 18	88.163	0.916	78.976	0.880	0.543	0.487
19	II - 2 - 19	78.255	0.901	68.939	0.863	0.566	0.505
20	II - 2 - 20	90.422	0.957	84.007	0.931	0.559	0.503
21	II - 2 - 21	89.422	0.974	83.272	0.929	0.571	0.514
22	II - 2 - 22	91.235	0.920	82.609	0.881	0.535	0.481
23	II - 2 - 23	87.782	0.926	79.080	0.885	0.550	0.493
24	II - 2 - 24	88.927	0.919	79.959	0.878	0.543	0.487
25	II - 2 - 25	80.719	0.848	75.373	0.818	0.523	0.469
26	II - 2 - 26	87.786	0.854	74.720	0.799	0.508	0.455
27	II - 2 - 27	83.763	0.865	72.924	0.819	0.525	0.471
28	II - 2 - 28	85.761	0.876	75.924	0.831	0.525	0.472
29	II - 2 - 29	81.839	0.885	71.780	0.833	0.537	0.487
30	II - 2 - 30	80.491	0.888	71.187	0.844	0.548	0.492
	M(X)	82.926	0.898	74.526	0.858	0.546	0.491
	S(D.)	4.834	0.032	5.287	0.034	0.015	0.014
	CV%	5.829	3.539	7.094	3.972	2.837	2.910

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85: Tratamiento estadístico: Densidad probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	DENSIDAD SATURADA		DENSIDAD VERDE		DENSIDAD ANHIDRA	DENSIDAD BÁSICA
		Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Verde (Gr./ Cm3)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)	(Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 1	76.114	1.178	73.420	1.158	0.787	0.669
2	I - 2 - 2	79.612	1.203	78.362	1.207	0.783	0.670
3	I - 2 - 3	78.506	1.205	78.391	1.208	0.794	0.675
4	I - 2 - 4	80.877	1.217	79.941	1.217	0.797	0.673
5	I - 2 - 5	82.717	1.212	80.936	1.204	0.784	0.663
6	I - 2 - 6	80.850	1.209	79.186	1.204	0.789	0.669
7	I - 2 - 7	79.512	1.216	78.081	1.213	0.801	0.677
8	I - 2 - 8	98.854	1.191	96.690	1.172	0.695	0.599
9	I - 2 - 9	79.803	1.220	78.247	1.203	0.799	0.678
10	I - 2 - 10	95.818	1.194	94.036	1.184	0.712	0.610
11	I - 2 - 11	98.199	1.192	96.710	1.188	0.700	0.601
12	I - 2 - 12	95.597	1.193	93.559	1.181	0.716	0.610
13	I - 2 - 13	74.352	1.203	72.000	1.195	0.811	0.690
14	I - 2 - 14	76.539	1.209	74.697	1.204	0.809	0.685
15	I - 2 - 15	75.401	1.199	72.322	1.177	0.796	0.683
16	II - 2 - 16	67.695	1.152	65.410	1.124	0.804	0.687
17	II - 2 - 17	73.549	1.190	70.509	1.158	0.805	0.686
18	II - 2 - 18	79.310	1.208	77.056	1.185	0.796	0.674
19	II - 2 - 19	77.361	1.205	74.857	1.190	0.801	0.679
20	II - 2 - 20	77.370	1.217	75.510	1.207	0.810	0.686
21	II - 2 - 21	76.190	1.225	74.832	1.217	0.825	0.695
22	II - 2 - 22	78.684	1.221	77.043	1.210	0.806	0.683
23	II - 2 - 23	77.606	1.224	76.384	1.214	0.811	0.689
24	II - 2 - 24	80.121	1.216	78.615	1.212	0.801	0.675
25	II - 2 - 25	69.586	1.190	67.061	1.174	0.821	0.702
26	II - 2 - 26	69.881	1.171	66.404	1.149	0.806	0.689
27	II - 2 - 27	69.068	1.203	66.485	1.186	0.836	0.712
28	II - 2 - 28	68.745	1.184	65.469	1.160	0.812	0.701
29	II - 2 - 29	67.597	1.177	63.843	1.148	0.819	0.702
30	II - 2 - 30	61.393	1.148	56.951	1.121	0.827	0.711
	M(X)	78.230	1.199	76.100	1.186	0.792	0.674
	S(D.)	9.029	0.020	9.536	0.027	0.037	0.030
	CV%	11.542	1.635	12.531	2.264	4.618	4.480

Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2.1.2.2. Construcción de curvas: densidad

Es posible construir curvas en el plano cartesiano, Densidad VS. Contenido de humedad, que relacionen los comportamientos tanto para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*, para lo se ha tenido que construir la siguiente tabulación.

Tabla 86: Tabla para construir curvas: Densidad VS. Contenido de humedad.

Tipos de Ensayos	<i>Cedrelinga cateniformis</i>		<i>Inga sp.</i>	
	(gr/Cm3.)	C.H.	(gr/Cm3.)	C.H.
Dens. Saturada	0.898	82.926	1.199	78.230
Dens. Verde	0.858	74.526	1.186	76.100
Dens. Anhidra	0.546	0.000	0.792	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Ubicando los puntos correlativos ilustrada en la tabla anterior en el sistema cartesiano “Densidad VS, Contenido de humedad”, obtenemos la siguiente gráfica.

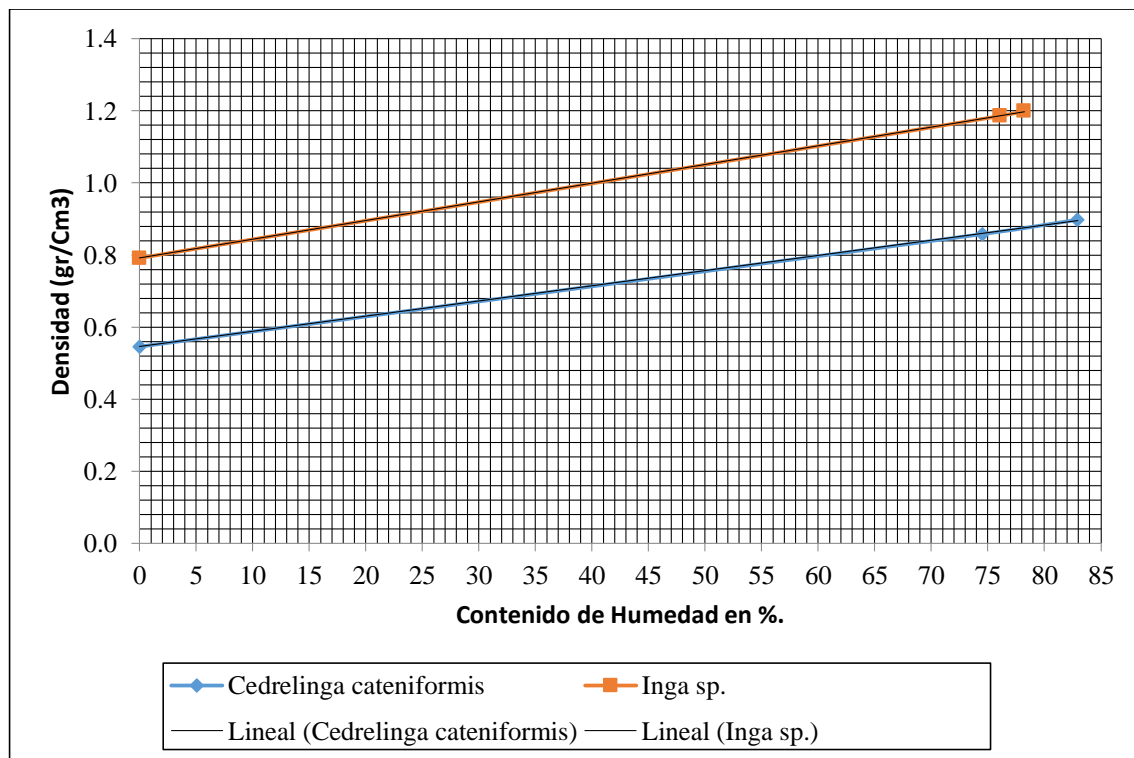


Figura 102: Curvas, Densidad VS. C.H, probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* (Fuente: Elaboración propia).

4.3.5.2.1.3. Procesamiento de datos: contracción

4.3.5.2.1.3.1. Tratamiento estadístico: contracción

Tabla 87: Tratamiento estadístico: Contracción Tangencial probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Tangencial
		Tangencial en Estado Verde CH ≥ 30%	Tangencial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 3 - 1	3.026	2.813	7.039
2	I - 3 - 2	3.023	2.801	7.344
3	I - 3 - 3	3.011	2.806	6.808
4	I - 3 - 4	3.010	2.807	6.744
5	I - 3 - 5	3.022	2.812	6.949
6	I - 3 - 6	3.026	2.822	6.742
7	I - 3 - 7	3.018	2.796	7.356
8	I - 3 - 8	3.023	2.781	8.005
9	I - 3 - 9	3.042	2.840	6.640
10	I - 3 - 10	3.000	2.782	7.267
11	I - 3 - 11	3.012	2.799	7.072
12	I - 3 - 12	3.014	2.809	6.802
13	I - 3 - 13	3.033	2.820	7.023
14	I - 3 - 14	3.020	2.804	7.152
15	I - 3 - 15	3.025	2.808	7.174
16	II - 3 - 16	3.018	2.824	6.428
17	II - 3 - 17	3.021	2.818	6.720
18	II - 3 - 18	3.038	2.851	6.155
19	II - 3 - 19	3.023	2.841	6.021
20	II - 3 - 20	3.034	2.852	5.999
21	II - 3 - 21	3.029	2.834	6.438
22	II - 3 - 22	3.024	2.845	5.919
23	II - 3 - 23	3.031	2.823	6.862
24	II - 3 - 24	3.017	2.856	5.336
25	II - 3 - 25	3.027	2.835	6.343
26	II - 3 - 26	3.021	2.833	6.223
27	II - 3 - 27	3.025	2.829	6.479
28	II - 3 - 28	3.022	2.837	6.122
29	II - 3 - 29	3.038	2.839	6.550
30	II - 3 - 30	3.030	2.823	6.832
	M(X)	3.023	2.821	6.685
	S(D.)	0.009	0.020	0.538
	CV%	0.299	0.703	8.054

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Tratamiento estadístico: Contracción Tangencial Total probetas de *Inga sp.*

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Tangencial
		Tangencial en Estado Verde CH ≥ 30%	Tangencial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total
$Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$				
1	I - 3 - 1	3.023	2.678	11.413
2	I - 3 - 2	3.009	2.677	11.034
3	I - 3 - 3	3.017	2.674	11.369
4	I - 3 - 4	3.023	2.683	11.247
5	I - 3 - 5	3.016	2.712	10.080
6	I - 3 - 6	3.019	2.712	10.169
7	I - 3 - 7	3.029	2.683	11.423
8	I - 3 - 8	3.024	2.694	10.913
9	I - 3 - 9	3.024	2.700	10.714
10	I - 3 - 10	3.022	2.704	10.523
11	I - 3 - 11	3.018	2.705	10.371
12	I - 3 - 12	3.013	2.720	9.725
13	I - 3 - 13	3.024	2.682	11.310
14	I - 3 - 14	3.014	2.693	10.650
15	I - 3 - 15	3.007	2.671	11.174
16	II - 3 - 16	3.015	2.700	10.448
17	II - 3 - 17	3.020	2.691	10.894
18	II - 3 - 18	3.017	2.684	11.037
19	II - 3 - 19	3.014	2.701	10.385
20	II - 3 - 20	3.012	2.697	10.458
21	II - 3 - 21	3.023	2.702	10.619
22	II - 3 - 22	3.024	2.726	9.854
23	II - 3 - 23	3.026	2.722	10.046
24	II - 3 - 24	3.018	2.705	10.371
25	II - 3 - 25	3.021	2.714	10.162
26	II - 3 - 26	3.010	2.691	10.598
27	II - 3 - 27	3.016	2.684	11.008
28	II - 3 - 28	3.019	2.688	10.964
29	II - 3 - 29	3.010	2.701	10.266
30	II - 3 - 30	3.019	2.705	10.401
	M(X)	3.018	2.697	10.654
	S(D.)	0.005	0.015	0.477
	CV%	0.182	0.540	4.478

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89: Tratamiento estadístico: Contracción Radial Total probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Radial
		Radial en Estado Verde CH ≥ 30%	Radial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 3 - 1	3.020	2.912	3.576
2	I - 3 - 2	3.015	2.921	3.118
3	I - 3 - 3	3.027	2.906	3.997
4	I - 3 - 4	3.023	2.910	3.738
5	I - 3 - 5	3.027	2.919	3.568
6	I - 3 - 6	3.025	2.917	3.570
7	I - 3 - 7	3.023	2.926	3.209
8	I - 3 - 8	3.021	2.920	3.343
9	I - 3 - 9	3.036	2.932	3.426
10	I - 3 - 10	3.028	2.928	3.303
11	I - 3 - 11	3.020	2.908	3.709
12	I - 3 - 12	3.028	2.924	3.435
13	I - 3 - 13	3.025	2.906	3.934
14	I - 3 - 14	3.025	2.925	3.306
15	I - 3 - 15	3.021	2.925	3.178
16	II - 3 - 16	3.029	2.874	5.117
17	II - 3 - 17	3.022	2.877	4.798
18	II - 3 - 18	2.993	2.870	4.110
19	II - 3 - 19	2.979	2.846	4.465
20	II - 3 - 20	3.009	2.862	4.885
21	II - 3 - 21	3.026	2.901	4.131
22	II - 3 - 22	2.973	2.847	4.238
23	II - 3 - 23	3.011	2.881	4.318
24	II - 3 - 24	3.013	2.860	5.078
25	II - 3 - 25	3.019	2.878	4.670
26	II - 3 - 26	3.023	2.892	4.333
27	II - 3 - 27	3.007	2.895	3.725
28	II - 3 - 28	3.017	2.887	4.309
29	II - 3 - 29	3.025	2.907	3.901
30	II - 3 - 30	3.012	2.883	4.283
	M(X)	3.017	2.898	3.959
	S(D.)	0.014	0.025	0.583
	CV%	0.463	0.869	14.716

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90: Tratamiento estadístico: Contracción Radial Total probetas de *Inga sp.*

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Radial
		Radial en Estado Verde CH ≥ 30%	Radial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 3 - 1	3.007	2.840	5.554
2	I - 3 - 2	3.009	2.851	5.251
3	I - 3 - 3	3.014	2.836	5.906
4	I - 3 - 4	3.011	2.842	5.613
5	I - 3 - 5	3.018	2.818	6.627
6	I - 3 - 6	3.019	2.828	6.327
7	I - 3 - 7	3.019	2.850	5.598
8	I - 3 - 8	3.013	2.842	5.675
9	I - 3 - 9	3.011	2.836	5.812
10	I - 3 - 10	3.023	2.825	6.550
11	I - 3 - 11	3.011	2.845	5.513
12	I - 3 - 12	3.024	2.819	6.779
13	I - 3 - 13	3.011	2.835	5.845
14	I - 3 - 14	3.014	2.841	5.740
15	I - 3 - 15	3.002	2.833	5.630
16	II - 3 - 16	3.016	2.856	5.305
17	II - 3 - 17	3.019	2.838	5.995
18	II - 3 - 18	3.005	2.826	5.957
19	II - 3 - 19	3.007	2.811	6.518
20	II - 3 - 20	3.004	2.821	6.092
21	II - 3 - 21	3.005	2.822	6.090
22	II - 3 - 22	3.006	2.816	6.321
23	II - 3 - 23	3.011	2.821	6.310
24	II - 3 - 24	3.018	2.760	8.549
25	II - 3 - 25	3.014	2.826	6.238
26	II - 3 - 26	3.014	2.819	6.470
27	II - 3 - 27	3.014	2.846	5.574
28	II - 3 - 28	3.016	2.817	6.598
29	II - 3 - 29	3.014	2.810	6.768
30	II - 3 - 30	2.999	2.827	5.735
	M(X)	3.012	2.829	6.098
	S(D.)	0.006	0.018	0.637
	CV%	0.202	0.634	10.439

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91: Tratamiento estadístico: Contracción Longitudinal Total probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Longitudinal
		Longitudinal en Estado Verde CH ≥ 30%	Longitudinal en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 3 - 1	10.013	9.971	0.419
2	I - 3 - 2	10.015	9.970	0.449
3	I - 3 - 3	10.015	9.958	0.569
4	I - 3 - 4	10.001	9.930	0.710
5	I - 3 - 5	10.011	9.972	0.390
6	I - 3 - 6	10.010	9.973	0.370
7	I - 3 - 7	10.009	9.952	0.569
8	I - 3 - 8	9.998	9.922	0.760
9	I - 3 - 9	10.013	9.953	0.599
10	I - 3 - 10	9.999	9.945	0.540
11	I - 3 - 11	10.010	9.957	0.529
12	I - 3 - 12	10.002	9.954	0.480
13	I - 3 - 13	9.979	9.937	0.421
14	I - 3 - 14	9.997	9.961	0.360
15	I - 3 - 15	10.010	9.968	0.420
16	I - 3 - 16	10.004	9.951	0.530
17	I - 3 - 17	9.997	9.951	0.460
18	I - 3 - 18	10.014	9.968	0.459
19	I - 3 - 19	10.007	9.969	0.380
20	I - 3 - 20	10.022	9.941	0.808
21	I - 3 - 21	10.003	9.955	0.480
22	I - 3 - 22	10.038	9.990	0.478
23	I - 3 - 23	10.025	9.996	0.289
24	I - 3 - 24	10.003	9.955	0.480
25	I - 3 - 25	10.016	9.949	0.669
26	I - 3 - 26	10.005	9.982	0.230
27	I - 3 - 27	10.008	9.970	0.380
28	I - 3 - 28	10.008	9.988	0.200
29	I - 3 - 29	10.010	9.951	0.589
30	I - 3 - 30	9.995	9.970	0.250
	M(X)	10.008	9.960	0.476
	S(D.)	0.011	0.017	0.147
	CV%	0.106	0.171	30.806

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92: Tratamiento estadístico: Contracción Longitudinal Total probetas de *Inga sp.*

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Longitudinal
		Longitudinal en Estado Verde CH ≥ 30%	Longitudinal en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 3 - 1	10.002	9.989	0.130
2	I - 3 - 2	10.001	9.986	0.150
3	I - 3 - 3	9.990	9.972	0.180
4	I - 3 - 4	10.004	9.994	0.100
5	I - 3 - 5	9.997	9.985	0.120
6	I - 3 - 6	10.006	9.994	0.120
7	I - 3 - 7	9.993	9.981	0.120
8	I - 3 - 8	10.005	9.992	0.130
9	I - 3 - 9	9.996	9.982	0.140
10	I - 3 - 10	10.004	9.990	0.140
11	I - 3 - 11	9.995	9.982	0.130
12	I - 3 - 12	9.976	9.948	0.281
13	I - 3 - 13	10.001	9.988	0.130
14	I - 3 - 14	9.996	9.972	0.240
15	I - 3 - 15	10.003	9.981	0.220
16	II - 3 - 16	9.996	9.981	0.150
17	II - 3 - 17	10.002	9.991	0.110
18	II - 3 - 18	10.004	9.994	0.100
19	II - 3 - 19	9.981	9.961	0.200
20	II - 3 - 20	10.006	9.987	0.190
21	II - 3 - 21	9.990	9.971	0.190
22	II - 3 - 22	9.993	9.971	0.220
23	II - 3 - 23	10.013	9.983	0.300
24	II - 3 - 24	9.992	9.976	0.160
25	II - 3 - 25	9.994	9.980	0.140
26	II - 3 - 26	10.002	9.989	0.130
27	II - 3 - 27	10.008	9.992	0.160
28	II - 3 - 28	10.005	9.985	0.200
29	II - 3 - 29	9.982	9.955	0.270
30	II - 3 - 30	9.988	9.959	0.290
	M(X)	9.998	9.980	0.171
	S(D.)	0.009	0.012	0.058
	CV%	0.086	0.121	34.059

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93: Tratamiento estadístico: Contracción Volumétrica Total probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	Contracción	Contracción	Contracción	Contracción Volumétrica
		Tangencial Total (Ctt)	Radial Total (Crt)	Longitudinal Total (Clt)	Total (Cvt) Cvt=(Ctt + Crt + Clt)%
1	I - 3 - 1	7.039	3.576	0.419	11.035
2	I - 3 - 2	7.344	3.118	0.449	10.911
3	I - 3 - 3	6.808	3.997	0.569	11.375
4	I - 3 - 4	6.744	3.738	0.710	11.192
5	I - 3 - 5	6.949	3.568	0.390	10.907
6	I - 3 - 6	6.742	3.570	0.370	10.681
7	I - 3 - 7	7.356	3.209	0.569	11.134
8	I - 3 - 8	8.005	3.343	0.760	12.109
9	I - 3 - 9	6.640	3.426	0.599	10.665
10	I - 3 - 10	7.267	3.303	0.540	11.109
11	I - 3 - 11	7.072	3.709	0.529	11.310
12	I - 3 - 12	6.802	3.435	0.480	10.716
13	I - 3 - 13	7.023	3.934	0.421	11.378
14	I - 3 - 14	7.152	3.306	0.360	10.818
15	I - 3 - 15	7.174	3.178	0.420	10.771
16	II - 3 - 16	6.428	5.117	0.530	12.075
17	II - 3 - 17	6.720	4.798	0.460	11.978
18	II - 3 - 18	6.155	4.110	0.459	10.724
19	II - 3 - 19	6.021	4.465	0.380	10.865
20	II - 3 - 20	5.999	4.885	0.808	11.692
21	II - 3 - 21	6.438	4.131	0.480	11.048
22	II - 3 - 22	5.919	4.238	0.478	10.636
23	II - 3 - 23	6.862	4.318	0.289	11.469
24	II - 3 - 24	5.336	5.078	0.480	10.894
25	II - 3 - 25	6.343	4.670	0.669	11.682
26	II - 3 - 26	6.223	4.333	0.230	10.786
27	II - 3 - 27	6.479	3.725	0.380	10.584
28	II - 3 - 28	6.122	4.309	0.200	10.631
29	II - 3 - 29	6.550	3.901	0.589	11.041
30	II - 3 - 30	6.832	4.283	0.250	11.365
	M(X)	6.685	3.959	0.476	11.119
	S(D.)	0.538	0.583	0.147	0.442
	CV%	8.054	14.716	30.806	3.971

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94: Tratamiento estadístico: Contracción Volumétrica Total probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	Contracción	Contracción	Contracción	Contracción Volumétrica
		Tangencial Total (Ctt)	Radial Total (Crt)	Longitudinal Total (Clf)	Total (Cvt) Cvt=(Ctt + Crt + Clf)%
1	I - 3 - 1	11.413	5.554	0.130	17.096
2	I - 3 - 2	11.034	5.251	0.150	16.434
3	I - 3 - 3	11.369	5.906	0.180	17.455
4	I - 3 - 4	11.247	5.613	0.100	16.960
5	I - 3 - 5	10.080	6.627	0.120	16.827
6	I - 3 - 6	10.169	6.327	0.120	16.615
7	I - 3 - 7	11.423	5.598	0.120	17.141
8	I - 3 - 8	10.913	5.675	0.130	16.718
9	I - 3 - 9	10.714	5.812	0.140	16.666
10	I - 3 - 10	10.523	6.550	0.140	17.213
11	I - 3 - 11	10.371	5.513	0.130	16.014
12	I - 3 - 12	9.725	6.779	0.281	16.784
13	I - 3 - 13	11.310	5.845	0.130	17.285
14	I - 3 - 14	10.650	5.740	0.240	16.630
15	I - 3 - 15	11.174	5.630	0.220	17.023
16	II - 3 - 16	10.448	5.305	0.150	15.903
17	II - 3 - 17	10.894	5.995	0.110	16.999
18	II - 3 - 18	11.037	5.957	0.100	17.094
19	II - 3 - 19	10.385	6.518	0.200	17.103
20	II - 3 - 20	10.458	6.092	0.190	16.740
21	II - 3 - 21	10.619	6.090	0.190	16.899
22	II - 3 - 22	9.854	6.321	0.220	16.395
23	II - 3 - 23	10.046	6.310	0.300	16.656
24	II - 3 - 24	10.371	8.549	0.160	19.080
25	II - 3 - 25	10.162	6.238	0.140	16.540
26	II - 3 - 26	10.598	6.470	0.130	17.198
27	II - 3 - 27	11.008	5.574	0.160	16.742
28	II - 3 - 28	10.964	6.598	0.200	17.762
29	II - 3 - 29	10.266	6.768	0.270	17.305
30	II - 3 - 30	10.401	5.735	0.290	16.426
	M(X)	10.654	6.098	0.171	16.923
	S(D.)	0.477	0.637	0.058	0.571
	CV%	4.478	10.439	34.059	3.375

Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2.1.3.2. Construcción de curvas:

Con los resultados obtenidos, es posible construir curvas que relacionen los diferentes tipos de contracción tanto para las especies de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*, para lo cual se ha tenido las siguientes consideraciones:

- Según la bibliografía estudiada, los cambios dimensionales se producen cuando varía el contenido de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra (PSF).
- Según el PADT-REFORT el PSF varía de 25 a 35 por ciento, nosotros hemos considerado el valor promedio del 30% para el PSF.
- La contracción total se da cuando los cambios dimensionales sufridos por la madera se producen por la variación del contenido de humedad del 30% (PSF) al 0% (Estado anhidro).
- Con los resultados obtenidos y las consideraciones anteriores se elaboró la siguiente tabla, la cual servirá de base para la construcción de las diferentes graficas de relación correspondientes a contracción:

Tabla 95: Tabla para construir curvas Contracción Vs. Contenido de humedad.

Variación C.H (%)	Contracción Tangencial		Contracción Radial		Contracción Longitudinal		Contracción Volumétrica	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Más del 30%.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30% a 0%.	6.685	10.654	3.959	6.098	0.476	0.171	11.119	16.923

Fuente: Elaboración propia

Una vez ubicados los puntos establecidos por la tabla anterior en un sistema cartesiano “Contenido de Humedad VS. % de Contracción” y luego de ajustar los puntos utilizando la regresión lineal, se obtuvieron las siguientes gráficas que servirán de una valiosa ayuda para el análisis de resultados y para posteriores estudios o aplicaciones.

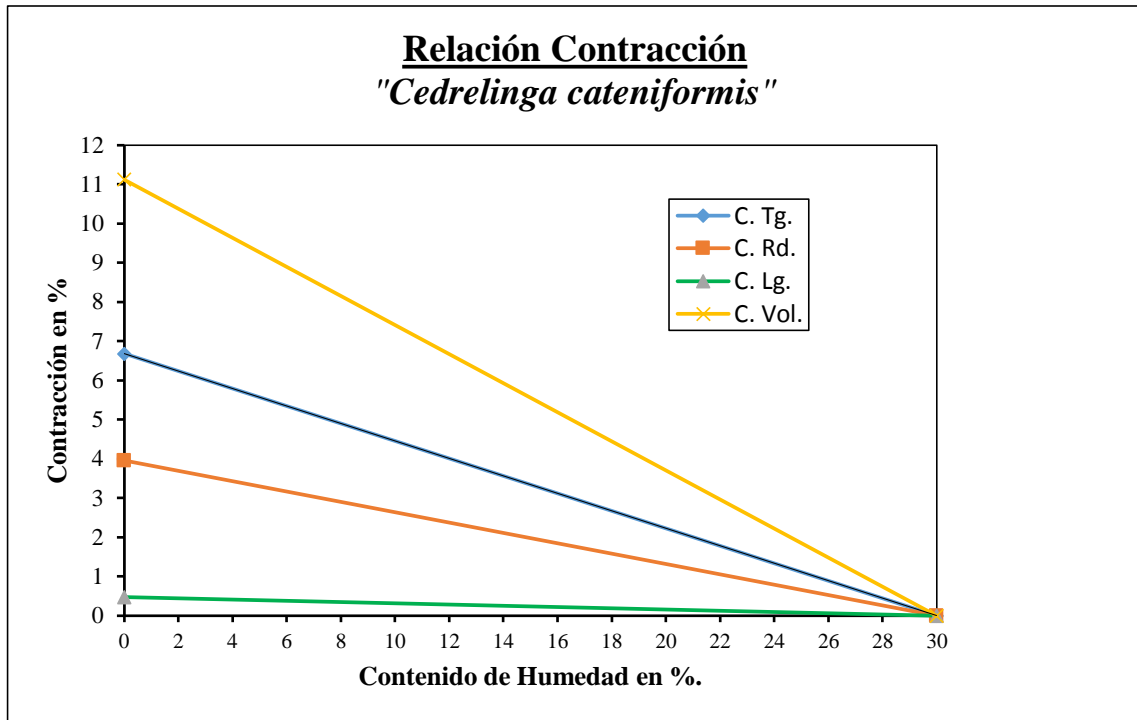


Figura 103: Valor promedio Contracción: probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

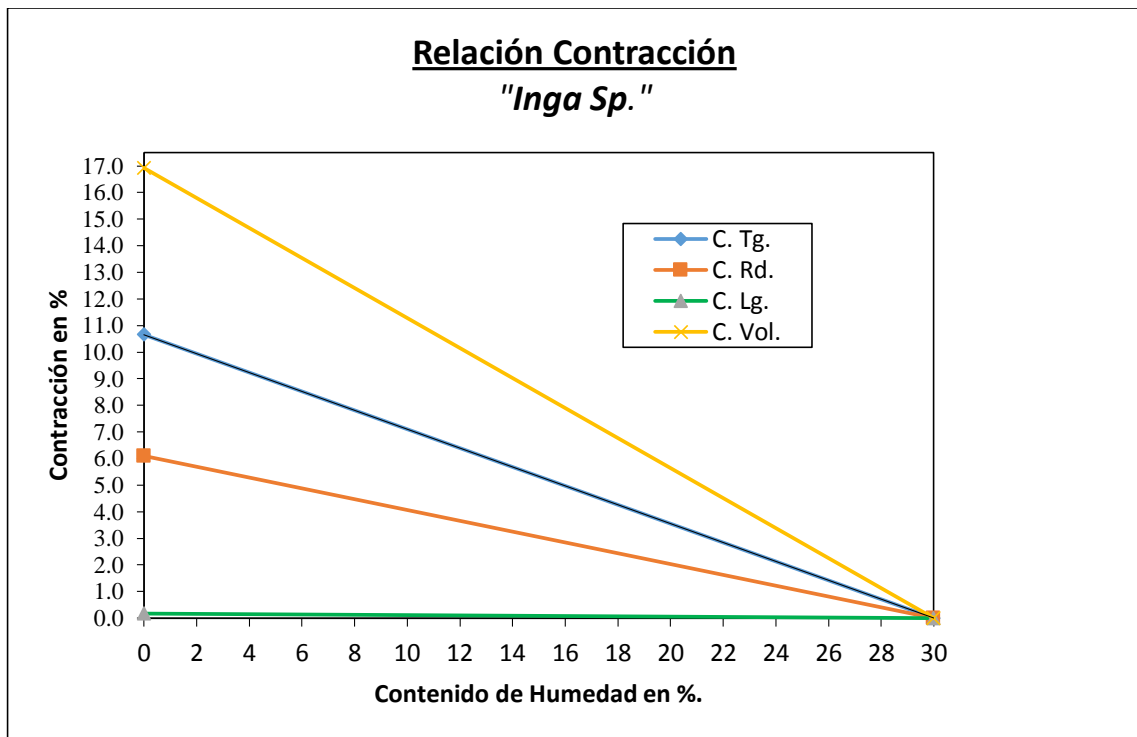


Figura 104: Valor promedio Contracción: probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

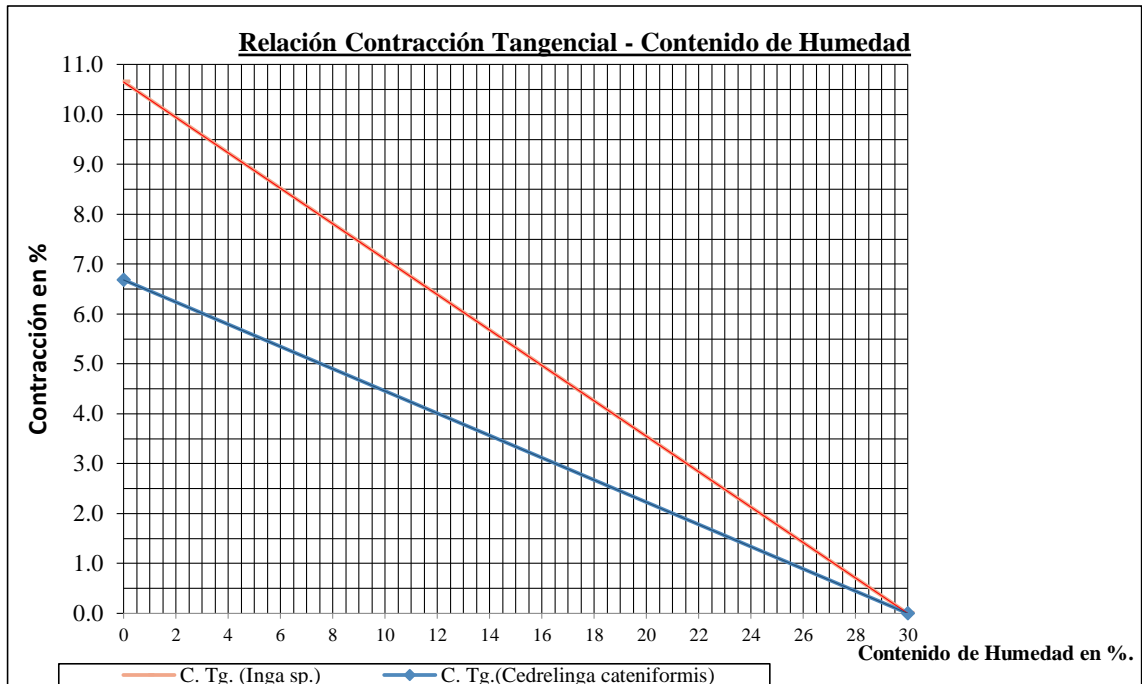


Figura 105: Curvas, Contrac.Tangencial VS C.H, probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

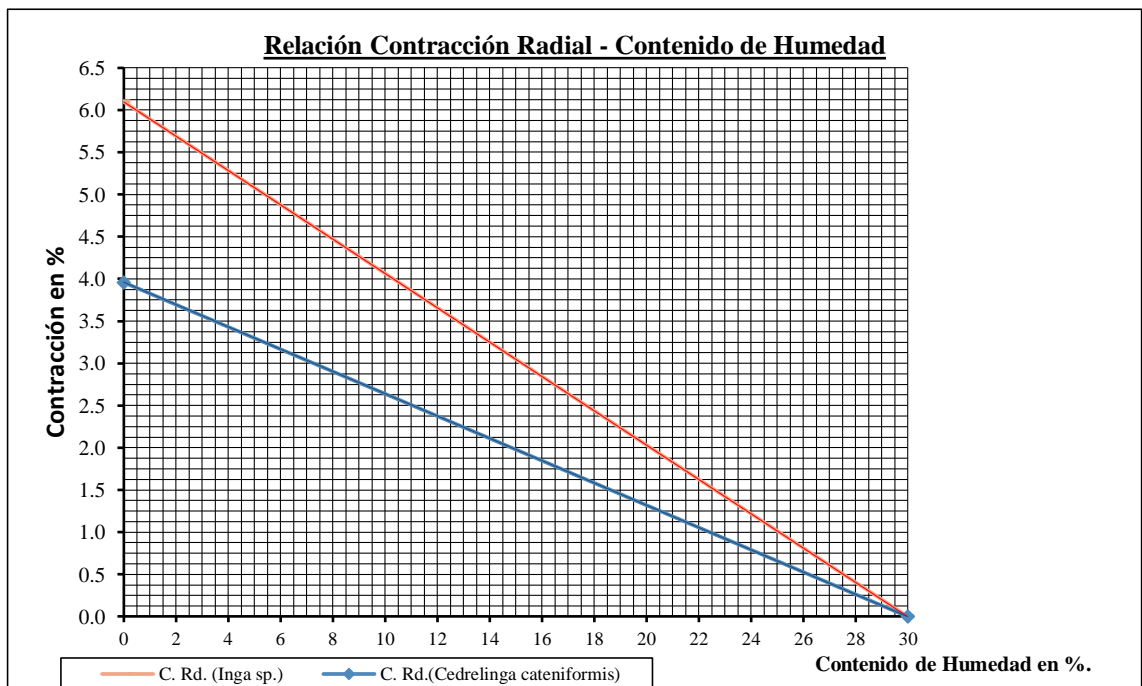


Figura 106: Curvas, Contrac. Radial VS C.H, probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

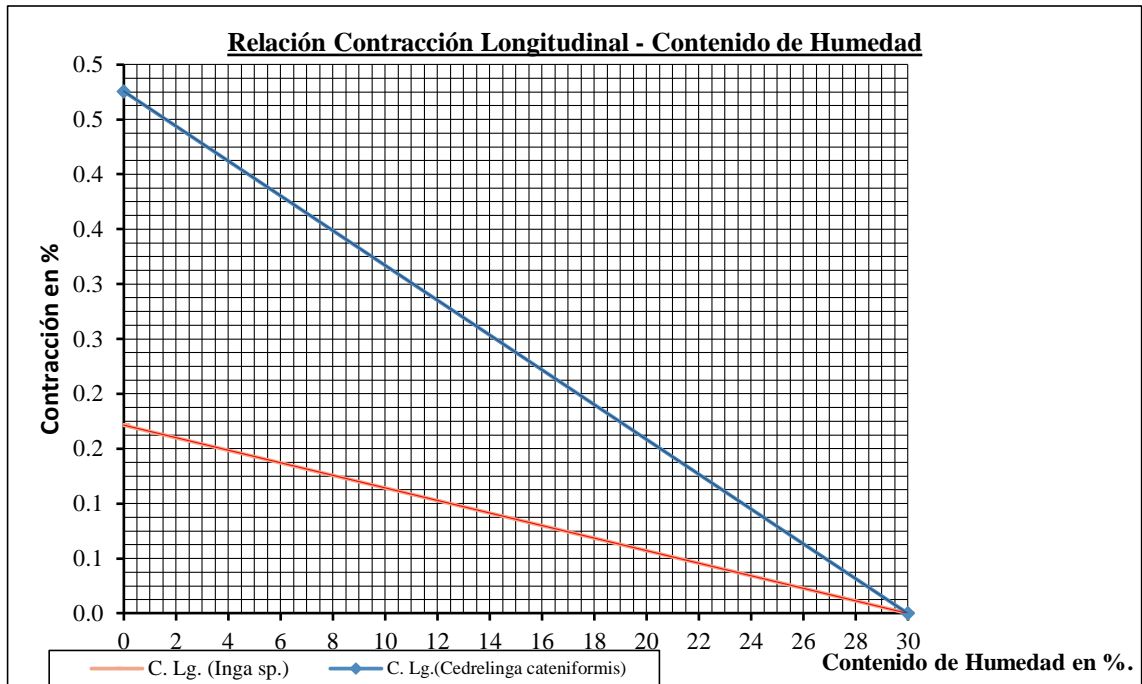


Figura 107: Curvas, Contrac. Longitudinal VS C.H, probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

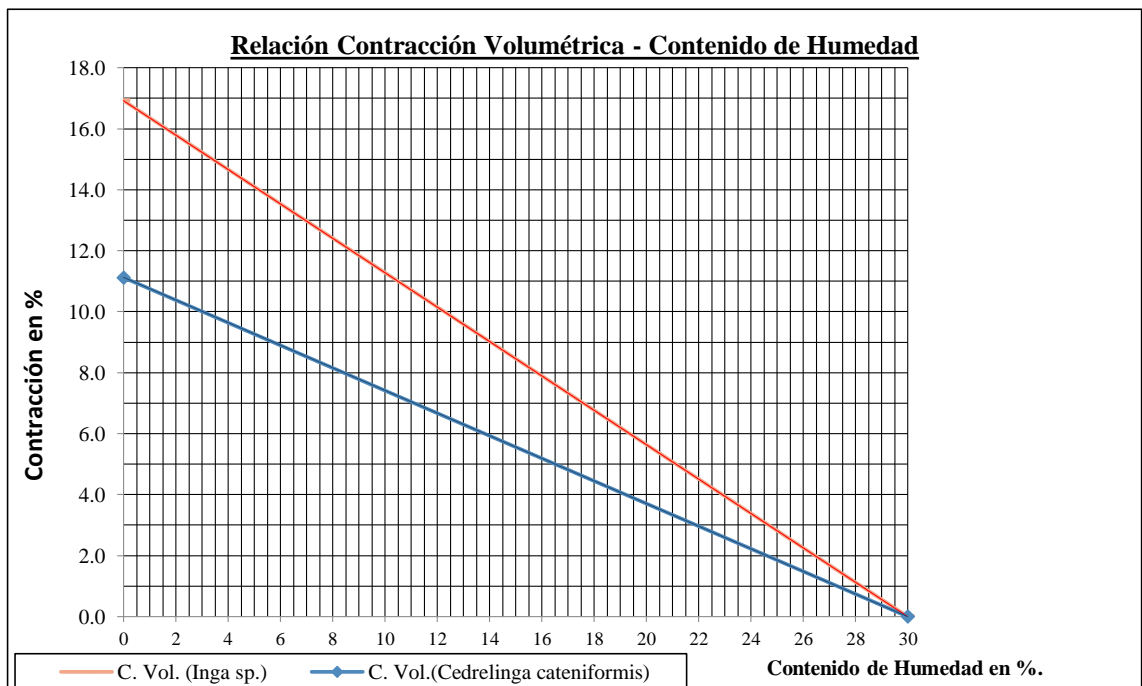


Figura 108: Curvas, Contrac. Volumétrica VS C.H, probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

4.3.5.2.2. Procesamiento para ensayos de carácter mecánico.

El procesamiento de resultados relativos a las propiedades mecánicas, difiere del procesamiento de resultados de las propiedades físicas en lo siguiente:

- i. Para el caso de las propiedades mecánicas se cuenta con tabulaciones y curvas de comportamiento Esfuerzo VS Deformación Unitaria; las cuales han sido elaboradas en el ítem 4.3.4.2.
- ii. Las tabulaciones, modelamientos y curvas elaboradas en el ítem 4.3.4.2 nos sirvieron para determinar y construir “modelamientos matemáticos de comportamiento promedio elástico y plástico dentro del sistema cartesiano Esfuerzo VS Deformación Unitaria”.
- iii. Los resultados que se obtengan de las “curvas de comportamiento promedio” serán contrastados con los resultados que se obtengan del procesamiento estadístico.

Se elaboraron “curvas de comportamiento promedio” para los ensayos de: compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, tracción paralela a la fibra y flexión estática; y su construcción tuvo la secuencia que se describe a continuación:

- 1º) Para cada uno de los ensayos especificados en el párrafo anterior, valiéndonos de los modelamientos matemáticos, los puntos de proporcionalidad elástica, de rotura y las tabulaciones elaboradas en el ítem 4.3.4.2; se construyó una “**tabla general**” donde se consignaron los puntos relativos a las tabulaciones por ensayo elaboradas en el ítem 4.3.4.2, de acuerdo al siguiente procedimiento:
 - a) Toda curva de comportamiento mecánico parte del punto (0,0), en su tramo elástico se comporta como una función lineal hasta el punto de proporcionalidad elástica a partir del cual comienza el tramo plástico cambiando su comportamiento a una función cuadrática o cúbica hasta su rotura.
 - b) De acuerdo a lo anterior se diseñó una nueva tabulación para cada ensayo con 31 puntos de la forma (X, Y), donde los puntos comprendidos entre el N°1 y el N°11 corresponden al tramo elástico y los puntos comprendidos entre el N°11 y el N°31 corresponden al tramo plástico.
 - c) En concordancia a las tabulaciones del ítem 4.3.4.2, le asignamos al punto

Nº1 el valor de “(0,0)””; al punto Nº11 le asignamos el valor correspondiente al punto de proporcionalidad elástica y a los puntos intermedios (Nº2, Nº3, Nº4, Nº5, Nº6, Nº7, Nº8, Nº9 y Nº10) se les asignó un valor representado por la expresión: “ (X_n, Y_n) ”, el cuál fue generado por las siguientes expresiones:

d) Finalmente los valores de los puntos Nº12 al Nº31; son los correspondientes a los puntos del tramo plástico de las tabulaciones ejecutadas anteriormente para cada ensayo en el ítem 4.3.4.2.

2º) Una vez consignados todos los valores en la “tabla general”, se procedió a determinar el promedio de los “X” y el promedio de los “Y” de cada punto con la finalidad de obtener una “**tabulación promedio**” cuya materialización de la curva correspondiente exprese el comportamiento promedio de todas las probetas para un determinado tipo de ensayo.

3º) Obtenida la tabulación de valores promedio para cada punto procedimos a construir la gráfica “Esfuerzo VS Deformación Unitaria” (promedio).

4º) Una vez construida la gráfica se ajustaron las curvas obtenidas mediante las regresiones correspondientes y se determinaron las funciones de comportamiento promedio relativos a cada tramo de la propiedad mecánica correspondiente.

5º) Al graficar las funciones promedio relativas a cada tramo, la función lineal no intersecaba al sistema Esfuerzo VS Deformación Unitaria en el punto (0,0), sino más bien existía un desfase diferencial, nosotros consideramos que ese error fue producido por el redondeo de los promedios respectivos para cada caso; es por eso que aplicando los criterios establecidos en el ítem 4.3.3(5) se trasladaron horizontalmente dichas curvas, obteniéndose las funciones de comportamiento promedio ajustadas para cada tramo de la propiedad mecánica correspondiente; así mismo se determinó el punto en el límite proporcional y el punto de rotura para cada caso.

6º) Finalmente se realizó la tabulación final e inmediatamente se construyeron las curvas que determinarían el comportamiento promedio para la respectiva propiedad mecánica del grupo de probetas correspondiente; así mismo se

compararon las curvas relativas de las especies *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

- **Bases para el análisis de resultados para ensayos de carácter mecánico.**

El Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, en su Sección III “Diseño Estructural” establece que el diseño de los elementos de madera debe hacerse para cargas de servicio o MÉTODO DE ESFUERZOS ADMISIBLES, donde se debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- a. **Requisitos de Resistencia.** Los elementos estructurales deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material.

$$\text{ESFUERZOS APLICADOS} < \text{ESFUERZOS ADMISIBLES}$$

- b. **Requisitos de Rigidez.** Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio. Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles.

$$\text{DEFORMACIONES} < \text{DEFORMACIONES ADMISIBLES}$$

Con referencia a lo anterior el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino ha elaborado varias tablas aplicables exclusivamente a madera estructural que cumpla en su totalidad con la norma de clasificación visual, en las cuales se establecen los valores de los esfuerzos admisibles para maderas de cada grupo estructural.

En la sección 1.5.1 (Módulo de Elasticidad MOE), del mismo manual establece que se tomará el valor del módulo de elasticidad relativo a Flexión Estática como el genérico de la especie, por ser las deflexiones en elementos a flexión el criterio básico en su dimensionamiento. Así mismo el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino al igual que para el caso de esfuerzos admisibles, también ha elaborado varias tablas en las cuáles se establecen los valores promedio y mínimo del módulo de elasticidad para maderas de cada grupo estructural; aplicable a elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras. Para cada grupo se presentan dos valores, en general deberá utilizarse el indicado como E_{\min} . El valor E_{promedio} deberá utilizarse sólo cuando exista una acción de conjunto garantizada, como en el caso de viguetas y entablados.

Hechas las consideraciones anteriores, en nuestra investigación, para las propiedades mecánicas se incidirá en el análisis de los valores mínimos y promedios relativo al Esfuerzo Admisible y al Módulo de elasticidad MOE (módulo de Young E).

4.3.5.2.2.1. Procesamiento de datos: compresión paralela a la fibra

4.3.5.2.2.1.1. Tratamiento estadístico: compresión paralela a la fibra

Tabla 96: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1.25 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)	Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	"X"	"Y"		
1	I-5-1	64.93	0.53	0.00269	214.05976	0.00336	236.07513	79576.119	118
2	I-5-2	75.94	0.58	0.00222	216.03607	0.00329	254.87432	97313.545	127
3	I-5-3	71.63	0.51	0.00245	170.61707	0.00436	223.79421	69639.620	112
4	I-5-4	76.08	0.49	0.00220	189.03070	0.00396	263.86753	85923.045	132
5	I-5-5	68.60	0.52	0.00252	223.55717	0.00398	279.41321	88713.163	140
6	I-5-6	80.72	0.49	0.00250	284.94915	0.00392	309.92335	113979.660	155
7	I-5-7	63.10	0.51	0.00257	191.89547	0.00424	240.80527	74667.498	120
8	I-5-8	66.69	0.55	0.00284	248.61006	0.00460	289.36736	87538.754	145
9	I-5-9	71.03	0.50	0.00279	234.57644	0.00360	263.18722	84077.577	132
10	I-5-10	70.69	0.51	0.00269	169.42319	0.00508	235.80847	62982.599	118
11	I-5-11	62.39	0.47	0.00209	176.81801	0.00474	245.00793	84601.919	123
12	I-5-12	71.93	0.45	0.00224	179.31330	0.00396	233.66044	80050.580	117
13	I-5-13	65.67	0.50	0.00225	206.66957	0.00437	294.67869	91853.142	147
14	I-5-14	67.26	0.41	0.00195	114.97835	0.00351	154.75375	58963.256	77
15	I-5-15	71.61	0.50	0.00239	152.21240	0.00528	217.86835	63687.197	109
16	II-5-16	61.27	0.46	0.00201	131.60038	0.00430	184.45113	65472.826	92
17	II-5-17	71.27	0.52	0.00229	199.56757	0.00485	270.25885	87147.410	135
18	II-5-18	68.20	0.48	0.00246	193.41550	0.00367	237.48291	78624.187	119
19	II-5-19	68.27	0.50	0.00212	169.07751	0.00414	219.39307	79753.542	110
20	II-5-20	66.86	0.51	0.00295	289.62639	0.00395	325.27501	98178.437	163
21	II-5-21	67.97	0.54	0.00491	214.99019	0.00609	225.73557	43786.189	113
22	II-5-22	66.35	0.46	0.00193	132.70605	0.00397	199.35460	68759.611	100
23	II-5-23	73.70	0.50	0.00243	174.58993	0.00406	224.10924	71847.708	112
24	II-5-24	69.88	0.53	0.00272	160.91638	0.00505	224.85885	59160.434	112
25	II-5-25	67.81	0.50	0.00161	181.92784	0.00380	299.91507	112998.658	150
26	II-5-26	71.00	0.51	0.00268	215.31984	0.00424	257.53271	80343.224	129
27	II-5-27	65.84	0.50	0.00230	138.12388	0.00422	187.26061	60053.861	94
28	II-5-28	79.53	0.50	0.00225	240.71216	0.00362	298.23845	106983.182	149
29	II-5-29	78.98	0.41	0.00194	185.27352	0.00335	241.76887	95501.814	121
30	II-5-30	61.46	0.41	0.00137	124.26359	0.00238	159.08159	90703.350	80
	M(X)	69.555	0.495	0.00241	190.82858	0.00413	243.26006	80762.737	121.630
	S(D)	5.101	0.039	0.001	43.313	0.001	42.206	16630.014	21.103
	CV%	7.334	7.900	24.546	22.698	17.174	17.350	20.591	17.350
	Límite de exclusión del 5%			0.00161	124	0.00360	159	65473	80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) $MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1.25 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)_x (F.T.)}{(F.S.)_x (F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-5-1	72.19	0.68	0.00204	402.70774	0.00281	454.81346	197405.755	227
2	I-5-2	73.53	0.69	0.00227	434.58959	0.00302	496.93170	191449.159	248
3	I-5-3	76.95	0.67	0.00279	433.35922	0.00338	458.73106	155325.885	229
4	I-5-4	76.71	0.66	0.00274	386.86096	0.00403	468.45802	141190.131	234
5	I-5-5	70.39	0.68	0.00313	376.27786	0.00444	437.37111	120216.569	219
6	I-5-6	77.85	0.66	0.00229	454.55050	0.00268	484.80297	198493.668	242
7	I-5-7	72.82	0.69	0.00242	362.82426	0.00350	426.58563	149927.380	213
8	I-5-8	76.85	0.67	0.00234	398.76018	0.00335	482.00719	170410.333	241
9	I-5-9	88.94	0.63	0.00196	255.79199	0.00436	400.81905	130506.117	200
10	I-5-10	74.65	0.68	0.00268	401.83905	0.00394	487.58210	149939.944	244
11	I-5-11	61.95	0.73	0.00240	435.59183	0.00340	511.23997	181496.596	256
12	I-5-12	71.73	0.71	0.00164	320.54539	0.00338	440.89792	195454.506	220
13	I-5-13	66.72	0.71	0.00240	403.17065	0.00347	474.85592	167987.771	237
14	I-5-14	72.53	0.70	0.00246	410.73651	0.00352	477.00141	166966.061	239
15	I-5-15	66.12	0.69	0.00228	358.75954	0.00381	471.82971	157350.675	236
16	II-5-16	72.58	0.67	0.00238	334.98692	0.00353	398.93430	140750.807	199
17	II-5-17	89.24	0.62	0.00275	302.00651	0.00495	408.91395	109820.549	204
18	II-5-18	72.12	0.69	0.00181	366.35201	0.00272	442.86650	202404.425	221
19	II-5-19	73.87	0.68	0.00243	368.92313	0.00401	466.64043	151820.218	233
20	II-5-20	71.05	0.68	0.00247	418.54124	0.00305	453.90747	169449.895	227
21	II-5-21	73.47	0.68	0.00207	349.13400	0.00355	473.52121	168663.768	237
22	II-5-22	73.87	0.69	0.00247	427.80912	0.00329	488.59617	173202.073	244
23	II-5-23	59.15	0.67	0.00199	308.67387	0.00370	430.75248	155112.497	215
24	II-5-24	53.08	0.69	0.00217	356.81143	0.00297	415.81989	164429.230	208
25	II-5-25	63.04	0.70	0.00154	302.64496	0.00288	426.53178	196522.701	213
26	II-5-26	50.35	0.68	0.00233	367.26905	0.00336	446.09006	157626.202	223
27	II-5-27	64.09	0.72	0.00201	394.66540	0.00297	470.88804	196350.945	235
28	II-5-28	53.62	0.69	0.00235	350.07897	0.00352	421.20104	148969.774	211
29	II-5-29	51.56	0.67	0.00256	327.95226	0.00402	411.69429	128106.352	206
30	II-5-30	62.26	0.67	0.00225	307.52225	0.00359	390.77766	136676.556	195
	M(X)	69.443	0.682	0.00231	370.65788	0.00351	450.70208	162467.551	225.351
	S(D)	9.585	0.023	0.000	48.579	0.001	32.209	25013.529	16.105
	CV%	13.803	3.316	14.727	13.106	15.108	7.146	15.396	7.146
	Límite de exclusión del 5%			0.00164	302	0.00272	399	120217	199

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.2.2.1.2. Construcción de curvas: compresión paralela a la fibra

Tabla 98: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00027	21.37260	0.00022	21.55548	0.00025	17.08234	0.00022	18.89283	0.00025	22.39393
3	0.00054	42.74520	0.00044	43.11097	0.00049	34.16468	0.00044	37.78566	0.00050	44.78786
4	0.00081	64.11779	0.00067	64.66645	0.00074	51.24702	0.00066	56.67849	0.00076	67.18178
5	0.00108	85.49039	0.00089	86.22194	0.00098	68.32936	0.00088	75.57132	0.00101	89.57571
6	0.00135	106.86299	0.00111	107.77742	0.00123	85.41170	0.00110	94.46414	0.00126	111.96964
7	0.00161	128.23559	0.00133	129.33290	0.00147	102.49403	0.00132	113.35697	0.00151	134.36357
8	0.00188	149.60818	0.00155	150.88839	0.00172	119.57637	0.00154	132.24980	0.00176	156.75749
9	0.00215	170.98078	0.00178	172.44387	0.00196	136.65871	0.00176	151.14263	0.00202	179.15142
10	0.00242	192.35338	0.00200	193.99936	0.00221	153.74105	0.00198	170.03546	0.00227	201.54535
11	0.00269	214.05976	0.00222	216.03607	0.00245	170.61707	0.00220	189.03070	0.00252	223.55717
12	0.00272	215.94950	0.00227	219.50122	0.00255	175.95878	0.00229	196.23378	0.00259	229.30172
13	0.00276	218.00635	0.00233	223.13266	0.00264	180.86992	0.00238	203.16383	0.00267	234.44063
14	0.00279	219.95235	0.00238	226.56747	0.00274	185.51511	0.00246	209.71940	0.00274	239.30160
15	0.00282	221.78750	0.00243	229.80564	0.00283	189.89435	0.00255	215.90049	0.00281	243.88463
16	0.00286	223.51182	0.00249	232.84718	0.00293	194.00766	0.00264	221.70708	0.00289	248.18971
17	0.00289	225.12528	0.00254	235.69209	0.00302	197.85502	0.00273	227.13919	0.00296	252.21686
18	0.00292	226.62790	0.00259	238.34036	0.00312	201.43643	0.00282	232.19681	0.00303	255.96607
19	0.00296	228.01967	0.00265	240.79200	0.00321	204.75191	0.00290	236.87994	0.00310	259.43733
20	0.00299	229.30059	0.00270	243.04700	0.00331	207.80144	0.00299	241.18859	0.00318	262.63066
21	0.00303	230.47067	0.00276	245.10537	0.00341	210.58503	0.00308	245.12275	0.00325	265.54604
22	0.00306	231.52991	0.00281	246.96710	0.00350	213.10267	0.00317	248.68242	0.00332	268.18349
23	0.00309	232.47829	0.00286	248.63220	0.00360	215.35437	0.00326	251.86761	0.00340	270.54299
24	0.00313	233.31583	0.00292	250.10067	0.00369	217.34013	0.00334	254.67830	0.00347	272.62456
25	0.00316	234.04253	0.00297	251.37250	0.00379	219.05995	0.00343	257.11451	0.00354	274.42818
26	0.00319	234.65837	0.00302	252.44770	0.00388	220.51382	0.00352	259.17624	0.00362	275.95386
27	0.00323	235.16338	0.00308	253.32627	0.00398	221.70175	0.00361	260.86347	0.00369	277.20160
28	0.00326	235.55753	0.00313	254.00820	0.00407	222.62374	0.00370	262.17622	0.00376	278.17141
29	0.00329	235.84084	0.00318	254.49349	0.00417	223.27978	0.00378	263.11448	0.00383	278.86327
30	0.00333	236.01330	0.00324	254.78216	0.00426	223.66988	0.00387	263.67826	0.00391	279.27719
31	0.00336	236.07513	0.00329	254.87432	0.00436	223.79421	0.00396	263.86753	0.00398	279.41321

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00025	28.47430	0.00026	19.19874	0.00028	24.89919	0.00028	23.41640	0.00027	16.91050
3	0.00050	56.94861	0.00051	38.39747	0.00057	49.79837	0.00056	46.83280	0.00054	33.82100
4	0.00075	85.42291	0.00077	57.59621	0.00085	74.69756	0.00084	70.24919	0.00081	50.73150
5	0.00100	113.89721	0.00103	76.79495	0.00114	99.59674	0.00112	93.66559	0.00108	67.64200
6	0.00125	142.37152	0.00129	95.99369	0.00142	124.49593	0.00140	117.08199	0.00135	84.55250
7	0.00150	170.84582	0.00154	115.19242	0.00170	149.39511	0.00167	140.49839	0.00161	101.46300
8	0.00175	199.32012	0.00180	134.39116	0.00199	174.29430	0.00195	163.91478	0.00188	118.37350
9	0.00200	227.79442	0.00206	153.58990	0.00227	199.19348	0.00223	187.33118	0.00215	135.28400
10	0.00225	256.26873	0.00231	172.78863	0.00256	224.09267	0.00251	210.74758	0.00242	152.19450
11	0.00250	284.94915	0.00257	191.89547	0.00284	248.61006	0.00279	234.57644	0.00269	169.42319
12	0.00257	287.32256	0.00265	196.71801	0.00293	252.77015	0.00283	237.05765	0.00281	175.64753
13	0.00264	289.63484	0.00274	201.22574	0.00302	256.52578	0.00287	239.74459	0.00293	181.82019
14	0.00271	291.82237	0.00282	205.49042	0.00310	260.07813	0.00291	242.28579	0.00305	187.65883
15	0.00278	293.88515	0.00290	209.51207	0.00319	263.42721	0.00295	244.68124	0.00317	193.16343
16	0.00286	295.82318	0.00299	213.29067	0.00328	266.57302	0.00299	246.93095	0.00329	198.33399
17	0.00293	297.63645	0.00307	216.82624	0.00337	269.51555	0.00303	249.03491	0.00341	203.17052
18	0.00300	299.32497	0.00315	220.11876	0.00346	272.25481	0.00307	250.99312	0.00353	207.67302
19	0.00307	300.88874	0.00324	223.16825	0.00354	274.79080	0.00311	252.80558	0.00365	211.84148
20	0.00314	302.32776	0.00332	225.97470	0.00363	277.12351	0.00315	254.47230	0.00377	215.67591
21	0.00321	303.64203	0.00341	228.53810	0.00372	279.25295	0.00320	255.99327	0.00389	219.17631
22	0.00328	304.83154	0.00349	230.85847	0.00381	281.17912	0.00324	257.36850	0.00400	222.34267
23	0.00335	305.89630	0.00357	232.93579	0.00390	282.90201	0.00328	258.59798	0.00412	225.17500
24	0.00342	306.83631	0.00366	234.77008	0.00398	284.42163	0.00332	259.68171	0.00424	227.67329
25	0.00349	307.65157	0.00374	236.36133	0.00407	285.73797	0.00336	260.61970	0.00436	229.83755
26	0.00357	308.34208	0.00382	237.70953	0.00416	286.85105	0.00340	261.41194	0.00448	231.66778
27	0.00364	308.90783	0.00391	238.81470	0.00425	287.76084	0.00344	262.05843	0.00460	233.16397
28	0.00371	309.34883	0.00399	239.67683	0.00434	288.46737	0.00348	262.55918	0.00472	234.32613
29	0.00378	309.66508	0.00407	240.29591	0.00442	288.97062	0.00352	262.91418	0.00484	235.15426
30	0.00385	309.85658	0.00416	240.67196	0.00451	289.27060	0.00356	263.12343	0.00496	235.64835
31	0.00392	309.92335	0.00424	240.80527	0.00460	289.36736	0.00360	263.18722	0.00508	235.80847

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 100: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00021	17.64228	0.00022	17.89160	0.00023	20.63595	0.00020	11.51971	0.00024	15.20211
3	0.00042	35.28456	0.00045	35.78320	0.00045	41.27191	0.00039	23.03942	0.00048	30.40421
4	0.00063	52.92685	0.00067	53.67481	0.00068	61.90786	0.00059	34.55913	0.00072	45.60632
5	0.00084	70.56913	0.00090	71.56641	0.00090	82.54382	0.00078	46.07884	0.00096	60.80843
6	0.00105	88.21141	0.00112	89.45801	0.00113	103.17977	0.00098	57.59855	0.00120	76.01053
7	0.00125	105.85369	0.00134	107.34961	0.00135	123.81573	0.00117	69.11826	0.00143	91.21264
8	0.00146	123.49598	0.00157	125.24122	0.00158	144.45168	0.00137	80.63797	0.00167	106.41475
9	0.00167	141.13826	0.00179	143.13282	0.00180	165.08763	0.00156	92.15768	0.00191	121.61685
10	0.00188	158.78054	0.00202	161.02442	0.00203	185.72359	0.00176	103.67739	0.00215	136.81896
11	0.00209	176.81801	0.00224	179.31333	0.00225	206.66957	0.00195	114.97835	0.00239	152.21240
12	0.00222	183.25212	0.00233	184.33950	0.00236	214.99591	0.00203	119.03524	0.00253	158.48336
13	0.00236	189.58540	0.00241	189.40750	0.00246	223.16214	0.00211	122.70474	0.00268	164.56286
14	0.00249	195.57613	0.00250	194.20081	0.00257	230.88700	0.00218	126.17540	0.00282	170.31414
15	0.00262	201.22431	0.00258	198.71943	0.00267	238.17048	0.00226	129.44721	0.00297	175.73719
16	0.00275	206.52993	0.00267	202.96337	0.00278	245.01258	0.00234	132.52018	0.00311	180.83203
17	0.00289	211.49300	0.00276	206.93262	0.00289	251.41330	0.00242	135.39431	0.00326	185.59865
18	0.00302	216.11351	0.00284	210.62719	0.00299	257.37264	0.00250	138.06959	0.00340	190.03705
19	0.00315	220.39148	0.00293	214.04707	0.00310	262.89061	0.00257	140.54603	0.00355	194.14723
20	0.00328	224.32689	0.00301	217.19226	0.00320	267.96720	0.00265	142.82363	0.00369	197.92919
21	0.00342	227.91974	0.00310	220.06277	0.00331	272.60241	0.00273	144.90238	0.00384	201.38293
22	0.00355	231.17005	0.00319	222.65859	0.00342	276.79624	0.00281	146.78229	0.00398	204.50845
23	0.00368	234.07780	0.00327	224.97972	0.00352	280.54870	0.00289	148.46336	0.00412	207.30575
24	0.00381	236.64300	0.00336	227.02617	0.00363	283.85977	0.00296	149.94558	0.00427	209.77483
25	0.00395	238.86564	0.00344	228.79793	0.00373	286.72947	0.00304	151.22896	0.00441	211.91569
26	0.00408	240.74573	0.00353	230.29501	0.00384	289.15779	0.00312	152.31349	0.00456	213.72834
27	0.00421	242.28327	0.00362	231.51740	0.00395	291.14473	0.00320	153.19918	0.00470	215.21276
28	0.00434	243.47826	0.00370	232.46510	0.00405	292.69030	0.00328	153.88603	0.00485	216.36896
29	0.00448	244.33069	0.00379	233.13812	0.00416	293.79448	0.00335	154.37403	0.00499	217.19694
30	0.00461	244.84057	0.00387	233.53644	0.00426	294.45729	0.00343	154.66319	0.00514	217.69670
31	0.00474	245.00793	0.00396	233.66044	0.00437	294.67869	0.00351	154.75375	0.00528	217.86835

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 101: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00020	13.16283	0.00023	19.95983	0.00025	19.33863	0.00021	16.88789	0.00030	28.97497
3	0.00040	26.32566	0.00046	39.91966	0.00049	38.67725	0.00042	33.77578	0.00059	57.94995
4	0.00060	39.48849	0.00069	59.87949	0.00074	58.01588	0.00064	50.66368	0.00089	86.92492
5	0.00080	52.65132	0.00092	79.83931	0.00098	77.35451	0.00085	67.55157	0.00118	115.89989
6	0.00101	65.81415	0.00115	99.79914	0.00123	96.69314	0.00106	84.43946	0.00148	144.87486
7	0.00121	78.97698	0.00137	119.75897	0.00148	116.03176	0.00127	101.32735	0.00177	173.84984
8	0.00141	92.13981	0.00160	139.71880	0.00172	135.37039	0.00148	118.21525	0.00207	202.82481
9	0.00161	105.30265	0.00183	159.67863	0.00197	154.70902	0.00170	135.10314	0.00236	231.79978
10	0.00181	118.46548	0.00206	179.63846	0.00221	174.04765	0.00191	151.99103	0.00266	260.77476
11	0.00201	131.60038	0.00229	199.56757	0.00246	193.41550	0.00212	169.07751	0.00295	289.62639
12	0.00212	136.77236	0.00242	206.47352	0.00252	197.69714	0.00222	173.88103	0.00300	293.19379
13	0.00224	141.66032	0.00255	213.00705	0.00258	201.78447	0.00232	178.55600	0.00305	296.49261
14	0.00235	146.28399	0.00267	219.18765	0.00264	205.65031	0.00242	182.97768	0.00310	299.61251
15	0.00247	150.64339	0.00280	225.01532	0.00270	209.29468	0.00252	187.14607	0.00315	302.55348
16	0.00258	154.73850	0.00293	230.49005	0.00276	212.71755	0.00263	191.06116	0.00320	305.31552
17	0.00270	158.56933	0.00306	235.61184	0.00282	215.91895	0.00273	194.72297	0.00325	307.89863
18	0.00281	162.13587	0.00319	240.38070	0.00288	218.89886	0.00283	198.13149	0.00330	310.30281
19	0.00293	165.43813	0.00331	244.79663	0.00294	221.65729	0.00293	201.28671	0.00335	312.52807
20	0.00304	168.47611	0.00344	248.85962	0.00300	224.19423	0.00303	204.18865	0.00340	314.57439
21	0.00316	171.24981	0.00357	252.56968	0.00307	226.50969	0.00313	206.83730	0.00345	316.44179
22	0.00327	173.75922	0.00370	255.92680	0.00313	228.60366	0.00323	209.23265	0.00350	318.13025
23	0.00338	176.00435	0.00383	258.93099	0.00319	230.47615	0.00333	211.37472	0.00355	319.63979
24	0.00350	177.98519	0.00395	261.58224	0.00325	232.12716	0.00343	213.26349	0.00360	320.97040
25	0.00361	179.70175	0.00408	263.88056	0.00331	233.55668	0.00353	214.89898	0.00365	322.12208
26	0.00373	181.15403	0.00421	265.82595	0.00337	234.76472	0.00364	216.28117	0.00370	323.09483
27	0.00384	182.34203	0.00434	267.41840	0.00343	235.75128	0.00374	217.41008	0.00375	323.88865
28	0.00396	183.26574	0.00447	268.65792	0.00349	236.51635	0.00384	218.28569	0.00380	324.50354
29	0.00407	183.92517	0.00459	269.54450	0.00355	237.05993	0.00394	218.90802	0.00385	324.93951
30	0.00419	184.32032	0.00472	270.07815	0.00361	237.38204	0.00404	219.27705	0.00390	325.19654
31	0.00430	184.45113	0.00485	270.25885	0.00367	237.48291	0.00414	219.39307	0.00395	325.27501

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 102: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00049	21.51299	0.00019	13.29378	0.00024	17.49070	0.00027	16.11878	0.00016	18.18527
3	0.00098	43.02598	0.00039	26.58755	0.00049	34.98139	0.00054	32.23757	0.00032	36.37054
4	0.00147	64.53897	0.00058	39.88133	0.00073	52.47209	0.00082	48.35635	0.00048	54.55582
5	0.00196	86.05196	0.00077	53.17510	0.00097	69.96279	0.00109	64.47514	0.00064	72.74109
6	0.00246	107.56495	0.00097	66.46888	0.00122	87.45348	0.00136	80.59392	0.00081	90.92636
7	0.00295	129.07794	0.00116	79.76266	0.00146	104.94418	0.00163	96.71271	0.00097	109.11163
8	0.00344	150.59094	0.00135	93.05643	0.00170	122.43487	0.00190	112.83149	0.00113	127.29690
9	0.00393	172.10393	0.00154	106.35021	0.00194	139.92557	0.00218	128.95028	0.00129	145.48217
10	0.00442	193.61692	0.00174	119.64398	0.00219	157.41627	0.00245	145.06906	0.00145	163.66745
11	0.00491	214.99019	0.00193	132.70605	0.00243	174.58993	0.00272	160.91638	0.00161	181.92784
12	0.00497	216.08748	0.00203	139.39393	0.00251	179.64667	0.00284	167.37783	0.00172	193.34837
13	0.00503	217.07391	0.00213	145.53151	0.00259	184.19244	0.00295	173.27002	0.00183	204.25214
14	0.00509	218.00716	0.00224	151.33778	0.00267	188.49314	0.00307	178.84368	0.00194	214.56757
15	0.00515	218.88722	0.00234	156.81275	0.00276	192.54877	0.00319	184.09879	0.00205	224.29468
16	0.00521	219.71411	0.00244	161.95641	0.00284	196.35932	0.00330	189.03536	0.00216	233.43344
17	0.00526	220.48781	0.00254	166.76877	0.00292	199.92480	0.00342	193.65339	0.00227	241.98387
18	0.00532	221.20832	0.00264	171.24981	0.00300	203.24521	0.00354	197.95287	0.00238	249.94597
19	0.00538	221.87566	0.00275	175.39955	0.00308	206.32055	0.00365	201.93381	0.00249	257.31973
20	0.00544	222.48981	0.00285	179.21799	0.00316	209.15081	0.00377	205.59621	0.00260	264.10515
21	0.00550	223.05079	0.00295	182.70511	0.00325	211.73600	0.00389	208.94007	0.00271	270.30225
22	0.00556	223.55858	0.00305	185.86093	0.00333	214.07612	0.00400	211.96539	0.00281	275.91100
23	0.00562	224.01318	0.00315	188.68544	0.00341	216.17117	0.00412	214.67216	0.00292	280.93142
24	0.00568	224.41461	0.00326	191.17865	0.00349	218.02115	0.00423	217.06040	0.00303	285.36351
25	0.00574	224.76285	0.00336	193.34055	0.00357	219.62605	0.00435	219.13009	0.00314	289.20726
26	0.00580	225.05791	0.00346	195.17114	0.00365	220.98588	0.00447	220.88123	0.00325	292.46268
27	0.00585	225.29979	0.00356	196.67042	0.00373	222.10064	0.00458	222.31384	0.00336	295.12976
28	0.00591	225.48849	0.00366	197.83840	0.00382	222.97033	0.00470	223.42790	0.00347	297.20851
29	0.00597	225.62400	0.00377	198.67507	0.00390	223.59494	0.00482	224.22342	0.00358	298.69892
30	0.00603	225.70634	0.00387	199.18044	0.00398	223.97449	0.00493	224.70040	0.00369	299.60100
31	0.00609	225.73557	0.00397	199.35460	0.00406	224.10924	0.00505	224.85885	0.00380	299.91507

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00027	21.51099	0.00023	13.79941	0.00023	24.07394	0.00019	18.47980	0.00014	12.43322	0.00024	19.07703
3	0.00054	43.02197	0.00046	27.59883	0.00045	48.14789	0.00039	36.95959	0.00027	24.86643	0.00048	38.15407
4	0.00080	64.53296	0.00069	41.39824	0.00068	72.22183	0.00058	55.43939	0.00041	37.29965	0.00072	57.23110
5	0.00107	86.04395	0.00092	55.19766	0.00090	96.29577	0.00078	73.91918	0.00055	49.73286	0.00096	76.30813
6	0.00134	107.55494	0.00115	68.99707	0.00113	120.36972	0.00097	92.39898	0.00069	62.16608	0.00121	95.38516
7	0.00161	129.06592	0.00138	82.79648	0.00135	144.44366	0.00116	110.87878	0.00082	74.59929	0.00145	114.46220
8	0.00188	150.57691	0.00161	96.59590	0.00158	168.51760	0.00136	129.35857	0.00096	87.03251	0.00169	133.53923
9	0.00214	172.08790	0.00184	110.39531	0.00180	192.59155	0.00155	147.83837	0.00110	99.46572	0.00193	152.61626
10	0.00241	193.59888	0.00207	124.19473	0.00203	216.66549	0.00175	166.31816	0.00123	111.89894	0.00217	171.69329
11	0.00268	215.31984	0.00230	138.12388	0.00225	240.71216	0.00194	185.27352	0.00137	124.26359	0.00241	190.82858
12	0.00276	219.30628	0.00240	142.80441	0.00232	246.33725	0.00201	190.43468	0.00142	127.71843	0.00250	195.90134
13	0.00284	223.22293	0.00249	147.35039	0.00239	251.65373	0.00208	195.71305	0.00147	130.94585	0.00258	200.75645
14	0.00291	226.92794	0.00259	151.65124	0.00246	256.68301	0.00215	200.70514	0.00152	133.99808	0.00267	205.34906
15	0.00299	230.42131	0.00268	155.70696	0.00252	261.42508	0.00222	205.41094	0.00157	136.87511	0.00276	209.67916
16	0.00307	233.70305	0.00278	159.51754	0.00259	265.87995	0.00229	209.83044	0.00162	139.57695	0.00284	213.74676
17	0.00315	236.77315	0.00288	163.08299	0.00266	270.04762	0.00236	213.96366	0.00167	142.10359	0.00293	217.55185
18	0.00323	239.63162	0.00297	166.40331	0.00273	273.92808	0.00243	217.81059	0.00172	144.45504	0.00301	221.09443
19	0.00330	242.27845	0.00307	169.47850	0.00280	277.52133	0.00250	221.37122	0.00177	146.63129	0.00310	224.3745
20	0.00338	244.71364	0.00316	172.30855	0.00287	280.82739	0.00257	224.64557	0.00182	148.63234	0.00319	227.39207
21	0.00346	246.93720	0.00326	174.89348	0.00294	283.84623	0.00265	227.63363	0.00188	150.45820	0.00327	230.14713
22	0.00354	248.94911	0.00336	177.23326	0.00300	286.57787	0.00272	230.33540	0.00193	152.10887	0.00336	232.63969
23	0.00362	250.74940	0.00345	179.32792	0.00307	289.02231	0.00279	232.75087	0.00198	153.58433	0.00344	234.86974
24	0.00369	252.33804	0.00355	181.17744	0.00314	291.17954	0.00286	234.88006	0.00203	154.88461	0.00353	236.83728
25	0.00377	253.71505	0.00364	182.78184	0.00321	293.04957	0.00293	236.72296	0.00208	156.00968	0.00362	238.54232
26	0.00385	254.88043	0.00374	184.14109	0.00328	294.63239	0.00300	238.27957	0.00213	156.95956	0.00370	239.98484
27	0.00393	255.83416	0.00384	185.25522	0.00335	295.92801	0.00307	239.54989	0.00218	157.73425	0.00379	241.16487
28	0.00401	256.57626	0.00393	186.12421	0.00341	296.93642	0.00314	240.53392	0.00223	158.33374	0.00387	242.08238
29	0.00408	257.10673	0.00403	186.74807	0.00348	297.65763	0.00321	241.23166	0.00228	158.75803	0.00396	242.73739
30	0.00416	257.42555	0.00412	187.12680	0.00355	298.09164	0.00328	241.64311	0.00233	159.00713	0.00405	243.1299
31	0.00424	257.53271	0.00422	187.26061	0.00362	298.23845	0.00335	241.76887	0.00238	159.08159	0.00413	243.26006

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Paralela a la Fibra
(Madera; *Cedrelinga cateniformis*)

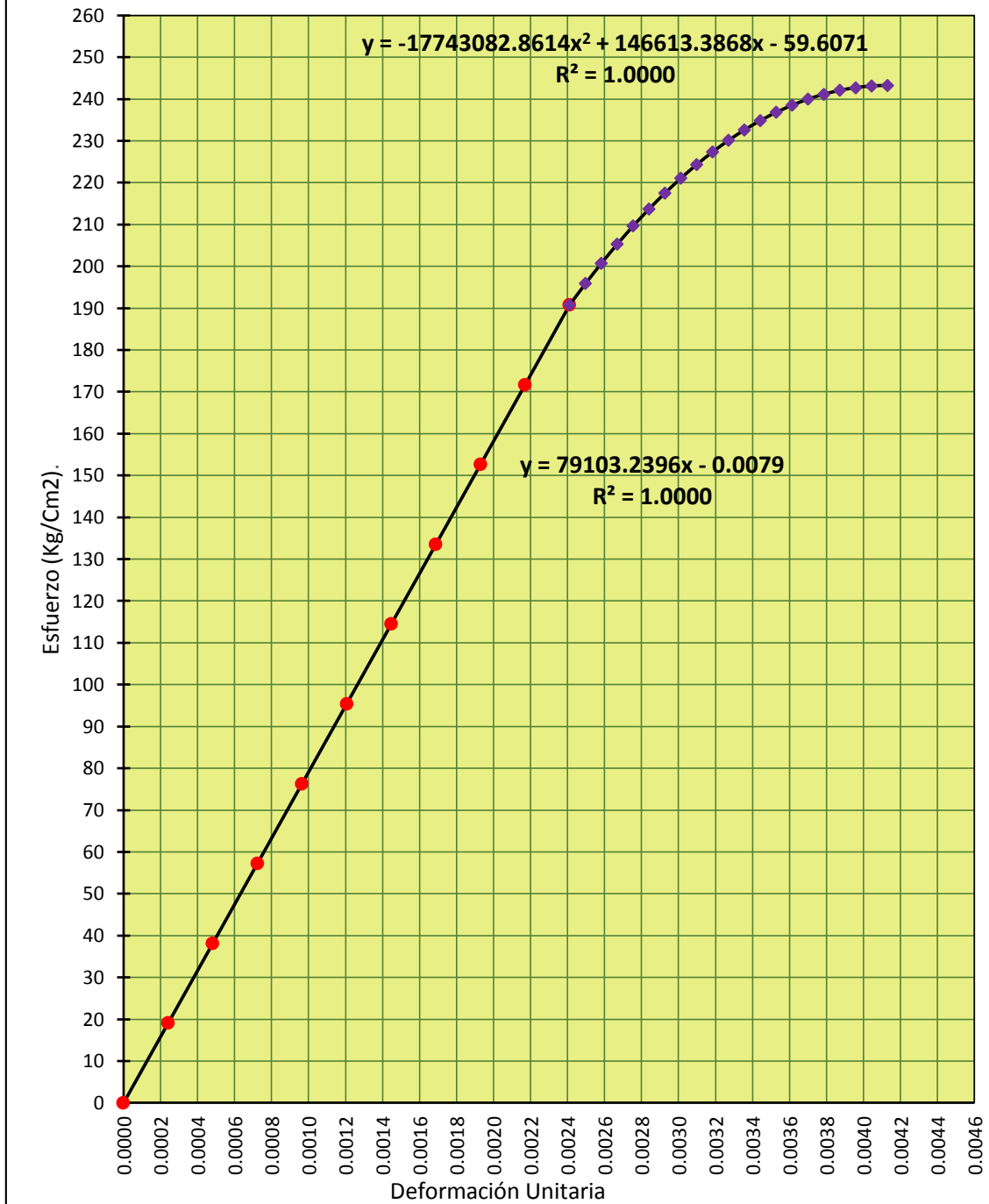


Figura 109: Ajuste, Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 104: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 79103.2396x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 17743082.8614x^2 + 146609.8428x - 59.5925$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00241, 190.83529)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.00413, 243.26424)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00024	19.06388
0.00048	38.12776
0.00072	57.19164
0.00096	76.25552
0.00121	95.31940
0.00145	114.38328
0.00169	133.44717
0.00193	152.51105
0.00217	171.57493
0.00241	190.83529
0.00250	195.80598
0.00258	200.66588
0.00267	205.26332
0.00275	209.59831
0.00284	213.67084
0.00293	217.48092
0.00301	221.02854
0.00310	224.31371
0.00318	227.33642
0.00327	230.09668
0.00336	232.59447
0.00344	234.82982
0.00353	236.80271
0.00361	238.51314
0.00370	239.96111
0.00379	241.14663
0.00387	242.0697
0.00396	242.73031
0.00404	243.12846
0.00413	243.26424

Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO PROMEDIO
ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Paralela a la Fibra
(Madera; *Cedrelinga cateniformis*)

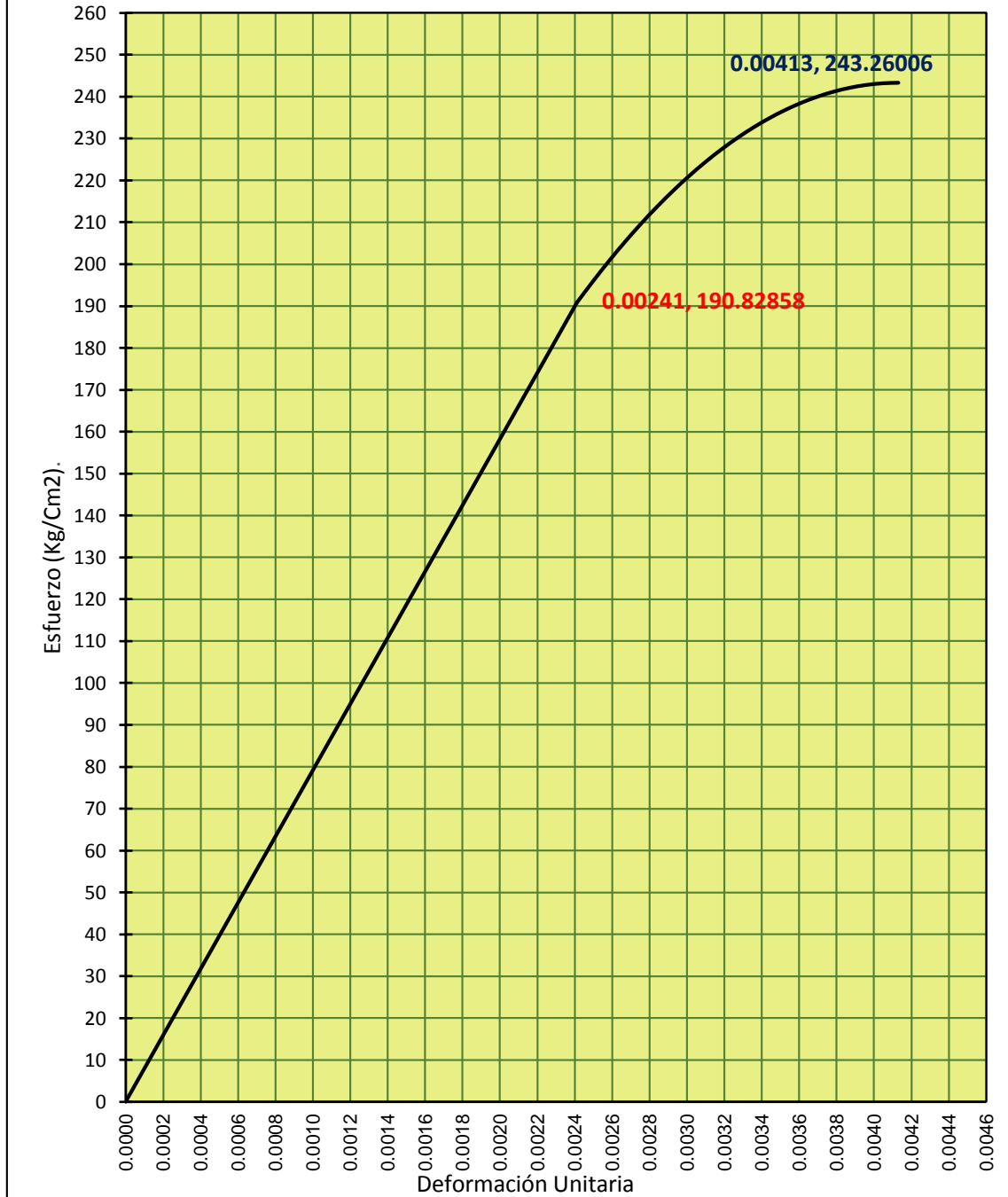


Figura 110: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia).

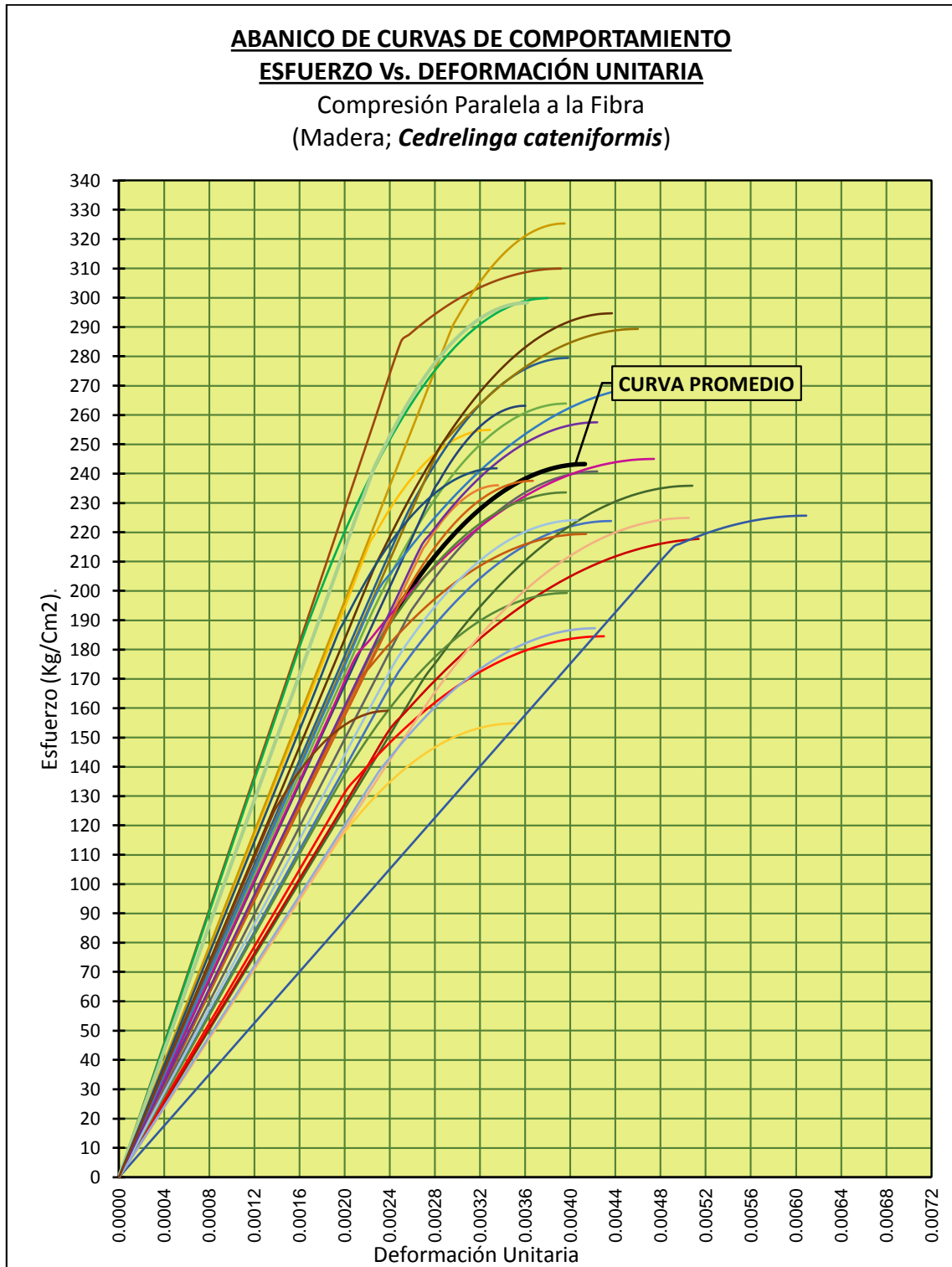


Figura 111: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Paralela a la Fibra (Probetas de *Cedrelinga cateniformis*).

(Fuente: Elaboración propia).

Construcción de curvas: compresión paralela a la fibra

Tabla 105: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00020	40.18131	0.00023	43.39178	0.00028	43.35616	0.00027	38.64101	0.00031	37.64913
3	0.00041	80.36262	0.00045	86.78355	0.00056	86.71233	0.00055	77.28202	0.00063	75.29826
4	0.00061	120.54394	0.00068	130.17533	0.00084	130.06849	0.00082	115.92303	0.00094	112.94740
5	0.00082	160.72525	0.00091	173.56711	0.00112	173.42466	0.00110	154.56405	0.00125	150.59653
6	0.00102	200.90656	0.00114	216.95888	0.00140	216.78082	0.00137	193.20506	0.00157	188.24566
7	0.00122	241.08787	0.00136	260.35066	0.00167	260.13699	0.00164	231.84607	0.00188	225.89479
8	0.00143	281.26919	0.00159	303.74244	0.00195	303.49315	0.00192	270.48708	0.00219	263.54392
9	0.00163	321.45050	0.00182	347.13421	0.00223	346.84932	0.00219	309.12809	0.00250	301.19306
10	0.00184	361.63181	0.00204	390.52599	0.00251	390.20548	0.00247	347.76910	0.00282	338.84219
11	0.00204	402.70774	0.00227	434.58959	0.00279	433.35922	0.00274	386.86096	0.00313	376.27786
12	0.00208	407.20307	0.00231	440.17753	0.00282	435.92289	0.00280	394.47222	0.00320	382.37904
13	0.00212	412.05436	0.00235	446.03295	0.00285	438.25013	0.00287	402.07815	0.00326	388.01100
14	0.00216	416.64503	0.00238	451.56965	0.00288	440.45216	0.00293	409.27164	0.00333	393.33877
15	0.00219	420.97509	0.00242	456.78762	0.00291	442.52900	0.00300	416.05268	0.00339	398.36237
16	0.00223	425.04452	0.00246	461.68688	0.00294	444.48063	0.00306	422.42129	0.00346	403.08178
17	0.00227	428.85334	0.00250	466.26741	0.00297	446.30705	0.00313	428.37745	0.00352	407.49701
18	0.00231	432.40154	0.00253	470.52922	0.00300	448.00827	0.00319	433.92117	0.00359	411.60805
19	0.00235	435.68911	0.00257	474.47231	0.00303	449.58429	0.00326	439.05245	0.00365	415.41492
20	0.00239	438.71607	0.00261	478.09668	0.00306	451.03511	0.00332	443.77128	0.00372	418.91760
21	0.00243	441.48242	0.00265	481.40232	0.00309	452.36072	0.00339	448.07768	0.00379	422.11610
22	0.00246	443.98814	0.00268	484.38924	0.00311	453.56113	0.00345	451.97163	0.00385	425.01041
23	0.00250	446.23324	0.00272	487.05745	0.00314	454.63633	0.00351	455.45314	0.00392	427.60055
24	0.00254	448.21773	0.00276	489.40692	0.00317	455.58633	0.00358	458.52221	0.00398	429.88650
25	0.00258	449.94159	0.00280	491.43768	0.00320	456.41113	0.00364	461.17884	0.00405	431.86827
26	0.00262	451.40484	0.00283	493.14972	0.00323	457.11072	0.00371	463.42303	0.00411	433.54585
27	0.00266	452.60747	0.00287	494.54303	0.00326	457.68511	0.00377	465.25477	0.00418	434.91926
28	0.00269	453.54948	0.00291	495.61762	0.00329	458.13429	0.00384	466.67408	0.00424	435.98848
29	0.00273	454.23087	0.00295	496.37349	0.00332	458.45827	0.00390	467.68094	0.00431	436.75352
30	0.00277	454.65164	0.00298	496.81064	0.00335	458.65705	0.00397	468.27536	0.00437	437.21437
31	0.00281	454.81346	0.00302	496.93170	0.00338	458.73106	0.00403	468.45802	0.00444	437.37111

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 106: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00023	45.42567	0.00024	36.30686	0.00023	39.95522	0.00020	25.63620	0.00027	40.21664
3	0.00046	90.85135	0.00048	72.61371	0.00047	79.91044	0.00039	51.27239	0.00054	80.43329
4	0.00069	136.27702	0.00073	108.92057	0.00070	119.86565	0.00059	76.90859	0.00080	120.64993
5	0.00092	181.70269	0.00097	145.22743	0.00094	159.82087	0.00078	102.54478	0.00107	160.86658
6	0.00115	227.12837	0.00121	181.53428	0.00117	199.77609	0.00098	128.18098	0.00134	201.08322
7	0.00137	272.55404	0.00145	217.84114	0.00140	239.73131	0.00118	153.81717	0.00161	241.29986
8	0.00160	317.97972	0.00169	254.14800	0.00164	279.68653	0.00137	179.45337	0.00188	281.51651
9	0.00183	363.40539	0.00194	290.45485	0.00187	319.64175	0.00157	205.08957	0.00214	321.73315
10	0.00206	408.83106	0.00218	326.76171	0.00211	359.59696	0.00176	230.72576	0.00241	361.94980
11	0.00229	454.55050	0.00242	362.82426	0.00234	398.76018	0.00196	255.79199	0.00268	401.83905
12	0.00231	457.28305	0.00247	369.20367	0.00239	407.52224	0.00208	270.39773	0.00274	410.45811
13	0.00233	460.09447	0.00253	375.07476	0.00244	415.11983	0.00220	283.75689	0.00281	418.35494
14	0.00235	462.75445	0.00258	380.62907	0.00249	422.30882	0.00232	296.39440	0.00287	425.82535
15	0.00237	465.26298	0.00264	385.86661	0.00254	429.08921	0.00244	308.31026	0.00293	432.86936
16	0.00239	467.62007	0.00269	390.78736	0.00259	435.46099	0.00256	319.50446	0.00300	439.48696
17	0.00241	469.82571	0.00274	395.39134	0.00264	441.42417	0.00268	329.97701	0.00306	445.67815
18	0.00243	471.87990	0.00280	399.67855	0.00269	446.97875	0.00280	339.72790	0.00312	451.44294
19	0.00245	473.78264	0.00285	403.64897	0.00274	452.12472	0.00292	348.75714	0.00318	456.78131
20	0.00247	475.53393	0.00291	407.30262	0.00279	456.86210	0.00304	357.06473	0.00325	461.69328
21	0.00249	477.13378	0.00296	410.63950	0.00285	461.19086	0.00316	364.65066	0.00331	466.17884
22	0.00250	478.58218	0.00301	413.65959	0.00290	465.11103	0.00328	371.51494	0.00337	470.23799
23	0.00252	479.87914	0.00307	416.36291	0.00295	468.62259	0.00340	377.65756	0.00344	473.87073
24	0.00254	481.02464	0.00312	418.74945	0.00300	471.72555	0.00352	383.07854	0.00350	477.07707
25	0.00256	482.01870	0.00318	420.81921	0.00305	474.41991	0.00364	387.77785	0.00356	479.85699
26	0.00258	482.86131	0.00323	422.57220	0.00310	476.70566	0.00376	391.75551	0.00363	482.21051
27	0.00260	483.55248	0.00328	424.00841	0.00315	478.58281	0.00388	395.01152	0.00369	484.13762
28	0.00262	484.09219	0.00334	425.12784	0.00320	480.05136	0.00400	397.54588	0.00375	485.63832
29	0.00264	484.48046	0.00339	425.93050	0.00325	481.11131	0.00412	399.35858	0.00381	486.71262
30	0.00266	484.71729	0.00345	426.41638	0.00330	481.76265	0.00424	400.44963	0.00388	487.36050
31	0.00268	484.80297	0.00350	426.58563	0.00335	482.00719	0.00436	400.81905	0.00394	487.58210

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 107: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00024	43.63157	0.00016	32.04047	0.00024	40.36936	0.00025	41.04958	0.00023	35.86859
3	0.00048	87.26314	0.00033	64.08093	0.00048	80.73872	0.00049	82.09916	0.00046	71.73718
4	0.00072	130.89471	0.00049	96.12140	0.00072	121.10808	0.00074	123.14874	0.00068	107.60576
5	0.00096	174.52628	0.00066	128.16186	0.00096	161.47744	0.00098	164.19832	0.00091	143.47435
6	0.00120	218.15784	0.00082	160.20233	0.00120	201.84680	0.00123	205.24790	0.00114	179.34294
7	0.00144	261.78941	0.00098	192.24279	0.00144	242.21616	0.00148	246.29748	0.00137	215.21153
8	0.00168	305.42098	0.00115	224.28326	0.00168	282.58551	0.00172	287.34707	0.00160	251.08012
9	0.00192	349.05255	0.00131	256.32372	0.00192	322.95487	0.00197	328.39665	0.00182	286.94870
10	0.00216	392.68412	0.00148	288.36419	0.00216	363.32423	0.00221	369.44623	0.00205	322.81729
11	0.00240	435.59183	0.00164	320.54539	0.00240	403.17065	0.00246	410.73651	0.00228	358.75954
12	0.00245	443.51386	0.00173	332.20707	0.00245	410.55447	0.00251	417.04433	0.00236	369.70310
13	0.00250	450.46076	0.00181	343.36454	0.00251	417.16396	0.00257	423.19986	0.00243	380.15205
14	0.00255	457.03185	0.00190	353.91791	0.00256	423.41510	0.00262	429.02207	0.00251	390.03724
15	0.00260	463.22711	0.00199	363.86718	0.00261	429.30788	0.00267	434.51096	0.00259	399.35866
16	0.00265	469.04656	0.00208	373.21235	0.00267	434.84230	0.00273	439.66653	0.00266	408.11632
17	0.00270	474.49018	0.00216	381.95341	0.00272	440.01836	0.00278	444.48877	0.00274	416.31021
18	0.00275	479.55799	0.00225	390.09037	0.00277	444.83606	0.00283	448.97768	0.00282	423.94034
19	0.00280	484.24998	0.00234	397.62324	0.00283	449.29540	0.00288	453.13328	0.00289	431.00670
20	0.00285	488.56615	0.00242	404.55199	0.00288	453.39637	0.00294	456.95555	0.00297	437.50930
21	0.00290	492.50650	0.00251	410.87665	0.00294	457.13899	0.00299	460.44450	0.00305	443.44813
22	0.00295	496.07103	0.00260	416.59721	0.00299	460.52325	0.00304	463.60012	0.00312	448.82320
23	0.00300	499.25974	0.00268	421.71366	0.00304	463.54915	0.00310	466.42242	0.00320	453.63450
24	0.00305	502.07263	0.00277	426.22601	0.00310	466.21669	0.00315	468.91140	0.00327	457.88203
25	0.00310	504.50971	0.00286	430.13426	0.00315	468.52587	0.00320	471.06706	0.00335	461.56580
26	0.00315	506.57096	0.00295	433.43841	0.00320	470.47669	0.00326	472.88939	0.00343	464.68580
27	0.00320	508.25640	0.00303	436.13845	0.00326	472.06914	0.00331	474.37840	0.00350	467.24204
28	0.00325	509.56601	0.00312	438.23439	0.00331	473.30324	0.00336	475.53409	0.00358	469.23452
29	0.00330	510.49981	0.00321	439.72624	0.00336	474.17898	0.00341	476.35645	0.00366	470.66322
30	0.00335	511.05779	0.00329	440.61398	0.00342	474.69636	0.00347	476.84549	0.00373	471.52817
31	0.00340	511.23997	0.00338	440.89792	0.00347	474.85592	0.00352	477.00141	0.00381	471.82971

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 108: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00024	33.56427	0.00028	30.18500	0.00018	36.66403	0.00024	36.83722	0.00025	41.85223
3	0.00048	67.12853	0.00055	60.37000	0.00036	73.32806	0.00049	73.67443	0.00049	83.70446
4	0.00071	100.69280	0.00083	90.55500	0.00054	109.99208	0.00073	110.51165	0.00074	125.55670
5	0.00095	134.25706	0.00110	120.74000	0.00072	146.65611	0.00097	147.34887	0.00099	167.40893
6	0.00119	167.82133	0.00138	150.92500	0.00091	183.32014	0.00122	184.18608	0.00124	209.26116
7	0.00143	201.38560	0.00165	181.11000	0.00109	219.98417	0.00146	221.02330	0.00148	251.11339
8	0.00167	234.94986	0.00193	211.29500	0.00127	256.64820	0.00170	257.86052	0.00173	292.96562
9	0.00190	268.51413	0.00220	241.48000	0.00145	293.31222	0.00194	294.69773	0.00198	334.81785
10	0.00214	302.07839	0.00248	271.66500	0.00163	329.97625	0.00219	331.53495	0.00222	376.67009
11	0.00238	334.98692	0.00275	302.00651	0.00181	366.35201	0.00243	368.92313	0.00247	418.54124
12	0.00244	341.66357	0.00286	312.29453	0.00186	373.99684	0.00251	378.05031	0.00250	422.00241
13	0.00250	347.51297	0.00297	322.18696	0.00190	381.02565	0.00259	387.13738	0.00253	425.29773
14	0.00255	353.04734	0.00308	331.54526	0.00195	387.67622	0.00267	395.73284	0.00256	428.41346
15	0.00261	358.26669	0.00319	340.36942	0.00199	393.94855	0.00275	403.83670	0.00259	431.34962
16	0.00267	363.17102	0.00330	348.65945	0.00204	399.84264	0.00283	411.44896	0.00262	434.10620
17	0.00273	367.76034	0.00341	356.41534	0.00208	405.35849	0.00290	418.56961	0.00264	436.68320
18	0.00278	372.03463	0.00352	363.63710	0.00213	410.49610	0.00298	425.19866	0.00267	439.08062
19	0.00284	375.99390	0.00363	370.32473	0.00217	415.25547	0.00306	431.33610	0.00270	441.29847
20	0.00290	379.63815	0.00374	376.47822	0.00222	419.63660	0.00314	436.98194	0.00273	443.33673
21	0.00296	382.96738	0.00385	382.09759	0.00227	423.63949	0.00322	442.13618	0.00276	445.19542
22	0.00301	385.98159	0.00396	387.18281	0.00231	427.26415	0.00330	446.79881	0.00279	446.87453
23	0.00307	388.68077	0.00407	391.73391	0.00236	430.51056	0.00338	450.96984	0.00282	448.37406
24	0.00313	391.06494	0.00418	395.75087	0.00240	433.37873	0.00346	454.64927	0.00285	449.69401
25	0.00319	393.13409	0.00429	399.23370	0.00245	435.86866	0.00354	457.83709	0.00288	450.83438
26	0.00324	394.88822	0.00440	402.18239	0.00249	437.98035	0.00362	460.53331	0.00291	451.79517
27	0.00330	396.32732	0.00451	404.59695	0.00254	439.71380	0.00369	462.73792	0.00293	452.57639
28	0.00336	397.45141	0.00462	406.47738	0.00258	441.06901	0.00377	464.45094	0.00296	453.17802
29	0.00342	398.26048	0.00473	407.82368	0.00263	442.04599	0.00385	465.67234	0.00299	453.60008
30	0.00347	398.75452	0.00484	408.63584	0.00267	442.64472	0.00393	466.40215	0.00302	453.84256
31	0.00353	398.93430	0.00495	408.91395	0.00272	442.86650	0.00401	466.64043	0.00305	453.90747

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 109: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00021	34.98608	0.00025	42.81429	0.00020	30.85555	0.00022	35.63687	0.00015	30.25328
3	0.00041	69.97216	0.00049	85.62858	0.00040	61.71110	0.00043	71.27374	0.00031	60.50656
4	0.00062	104.95824	0.00074	128.44287	0.00060	92.56665	0.00065	106.91061	0.00046	90.75984
5	0.00083	139.94432	0.00099	171.25716	0.00080	123.42219	0.00087	142.54748	0.00062	121.01312
6	0.00104	174.93040	0.00124	214.07146	0.00100	154.27774	0.00109	178.18435	0.00077	151.26640
7	0.00124	209.91648	0.00148	256.88575	0.00119	185.13329	0.00130	213.82122	0.00092	181.51968
8	0.00145	244.90256	0.00173	299.70004	0.00139	215.98884	0.00152	249.45809	0.00108	211.77297
9	0.00166	279.88864	0.00198	342.51433	0.00159	246.84439	0.00174	285.09496	0.00123	242.02625
10	0.00186	314.87472	0.00222	385.32862	0.00179	277.69994	0.00195	320.73183	0.00139	272.27953
11	0.00207	349.13400	0.00247	427.80912	0.00199	308.67387	0.00217	356.81143	0.00154	302.64496
12	0.00214	361.88703	0.00251	433.97533	0.00208	320.49463	0.00221	362.23025	0.00161	314.66976
13	0.00222	373.30582	0.00255	439.55706	0.00216	331.81194	0.00225	367.75078	0.00167	326.17624
14	0.00229	384.10868	0.00259	444.83803	0.00225	342.51656	0.00229	372.97131	0.00174	337.05839
15	0.00237	394.29561	0.00263	449.81821	0.00233	352.60847	0.00233	377.89182	0.00181	347.31618
16	0.00244	403.86662	0.00268	454.49762	0.00242	362.08769	0.00237	382.51232	0.00188	356.94964
17	0.00251	412.82171	0.00272	458.87626	0.00250	370.95421	0.00241	386.83281	0.00194	365.95875
18	0.00259	421.16087	0.00276	462.95412	0.00259	379.20803	0.00245	390.85328	0.00201	374.34352
19	0.00266	428.88410	0.00280	466.73120	0.00267	386.84915	0.00249	394.57375	0.00208	382.10394
20	0.00274	435.99141	0.00284	470.20751	0.00276	393.87758	0.00253	397.99420	0.00214	389.24002
21	0.00281	442.48280	0.00288	473.38304	0.00285	400.29331	0.00257	401.11464	0.00221	395.75175
22	0.00288	448.35826	0.00292	476.25779	0.00293	406.09634	0.00261	403.93507	0.00228	401.63915
23	0.00296	453.61779	0.00296	478.83177	0.00302	411.28668	0.00265	406.45549	0.00234	406.90220
24	0.00303	458.26140	0.00300	481.10498	0.00310	415.86431	0.00269	408.67589	0.00241	411.54090
25	0.00311	462.28909	0.00304	483.07740	0.00319	419.82925	0.00273	410.59629	0.00248	415.55526
26	0.00318	465.70085	0.00309	484.74906	0.00327	423.18149	0.00277	412.21667	0.00255	418.94528
27	0.00325	468.49668	0.00313	486.11993	0.00336	425.92103	0.00281	413.53704	0.00261	421.71095
28	0.00333	470.67659	0.00317	487.19003	0.00344	428.04788	0.00285	414.55740	0.00268	423.85228
29	0.00340	472.24058	0.00321	487.95936	0.00353	429.56203	0.00289	415.27774	0.00275	425.36927
30	0.00348	473.18864	0.00325	488.42791	0.00361	430.46348	0.00293	415.69808	0.00281	426.26191
31	0.00355	473.52121	0.00329	488.59617	0.00370	430.75248	0.00297	415.81989	0.00288	426.53178

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 110: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00022	36.74877	0.00020	39.38507	0.00024	35.00341	0.00026	32.73511	0.00023	30.72402	0.00023	37.06549
3	0.00045	73.49754	0.00040	78.77015	0.00047	70.00682	0.00051	65.47022	0.00045	61.44804	0.00046	74.13098
4	0.00067	110.24631	0.00060	118.15522	0.00071	105.01022	0.00077	98.20533	0.00068	92.17207	0.00069	111.19647
5	0.00089	146.99507	0.00080	157.54030	0.00094	140.01363	0.00102	130.94044	0.00090	122.89609	0.00092	148.26197
6	0.00112	183.74384	0.00101	196.92537	0.00118	175.01704	0.00128	163.67555	0.00113	153.62011	0.00116	185.32746
7	0.00134	220.49261	0.00121	236.31045	0.00141	210.02045	0.00154	196.41066	0.00135	184.34413	0.00139	222.39295
8	0.00156	257.24138	0.00141	275.69552	0.00165	245.02386	0.00179	229.14577	0.00158	215.06816	0.00162	259.45844
9	0.00178	293.99015	0.00161	315.08060	0.00188	280.02727	0.00205	261.88088	0.00180	245.79218	0.00185	296.52393
10	0.00201	330.73892	0.00181	354.46567	0.00212	315.03067	0.00230	294.61599	0.00203	276.51620	0.00208	333.58942
11	0.00223	367.26905	0.00201	394.66540	0.00235	350.07897	0.00256	327.95226	0.00225	307.52225	0.00231	370.65788
12	0.00229	375.11273	0.00206	401.47164	0.00241	356.99958	0.00263	335.61727	0.00232	315.42887	0.00237	378.464571
13	0.00234	382.37954	0.00211	408.55830	0.00247	363.59913	0.00271	343.40319	0.00238	323.17359	0.00243	385.868165
14	0.00240	389.25399	0.00215	415.26349	0.00253	369.84084	0.00278	350.76890	0.00245	330.49842	0.00249	392.871575
15	0.00246	395.73609	0.00220	421.58721	0.00258	375.72471	0.00285	357.71441	0.00252	337.40336	0.00255	399.474801
16	0.00251	401.82584	0.00225	427.52946	0.00264	381.25075	0.00293	364.23970	0.00259	343.88841	0.00261	405.677843
17	0.00257	407.52324	0.00230	433.09024	0.00270	386.41894	0.00300	370.34479	0.00265	349.95356	0.00267	411.480702
18	0.00263	412.82829	0.00235	438.26955	0.00276	391.22929	0.00307	376.02967	0.00272	355.59882	0.00273	416.883376
19	0.00268	417.74099	0.00239	443.06739	0.00282	395.68180	0.00314	381.29434	0.00279	360.82419	0.00279	421.885866
20	0.00274	422.26133	0.00244	447.48377	0.00288	399.77647	0.00322	386.13880	0.00285	365.62966	0.00285	426.488173
21	0.00280	426.38933	0.00249	451.51868	0.00294	403.51330	0.00329	390.56306	0.00292	370.01525	0.00291	430.690295
22	0.00285	430.12497	0.00254	455.17211	0.00299	406.89230	0.00336	394.56710	0.00299	373.98093	0.00297	434.492233
23	0.00291	433.46826	0.00259	458.44408	0.00305	409.91345	0.00344	398.15094	0.00305	377.52673	0.00303	437.893988
24	0.00296	436.41920	0.00263	461.33458	0.00311	412.57676	0.00351	401.31457	0.00312	380.65264	0.00309	440.895559
25	0.00302	438.97779	0.00268	463.84362	0.00317	414.88223	0.00358	404.05799	0.00319	383.35865	0.00315	443.496945
26	0.00308	441.14402	0.00273	465.97118	0.00323	416.82987	0.00366	406.38120	0.00326	385.64477	0.00321	445.698148
27	0.00313	442.91791	0.00278	467.71727	0.00329	418.41966	0.00373	408.28421	0.00332	387.51099	0.00327	447.499167
28	0.00319	444.29944	0.00283	469.08190	0.00334	419.65161	0.00380	409.76700	0.00339	388.95733	0.00333	448.900001
29	0.00325	445.28863	0.00287	470.06506	0.00340	420.52573	0.00387	410.82959	0.00346	389.98377	0.00339	449.900652
30	0.00330	445.88546	0.00292	470.66675	0.00346	421.04200	0.00395	411.47197	0.00352	390.59032	0.00345	450.501119
31	0.00336	446.09006	0.00297	470.88804	0.00352	421.20104	0.00402	411.69429	0.00359	390.77766	0.00351	450.702083

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Paralela a la Fibra
(Madera; *Inga sp.*)

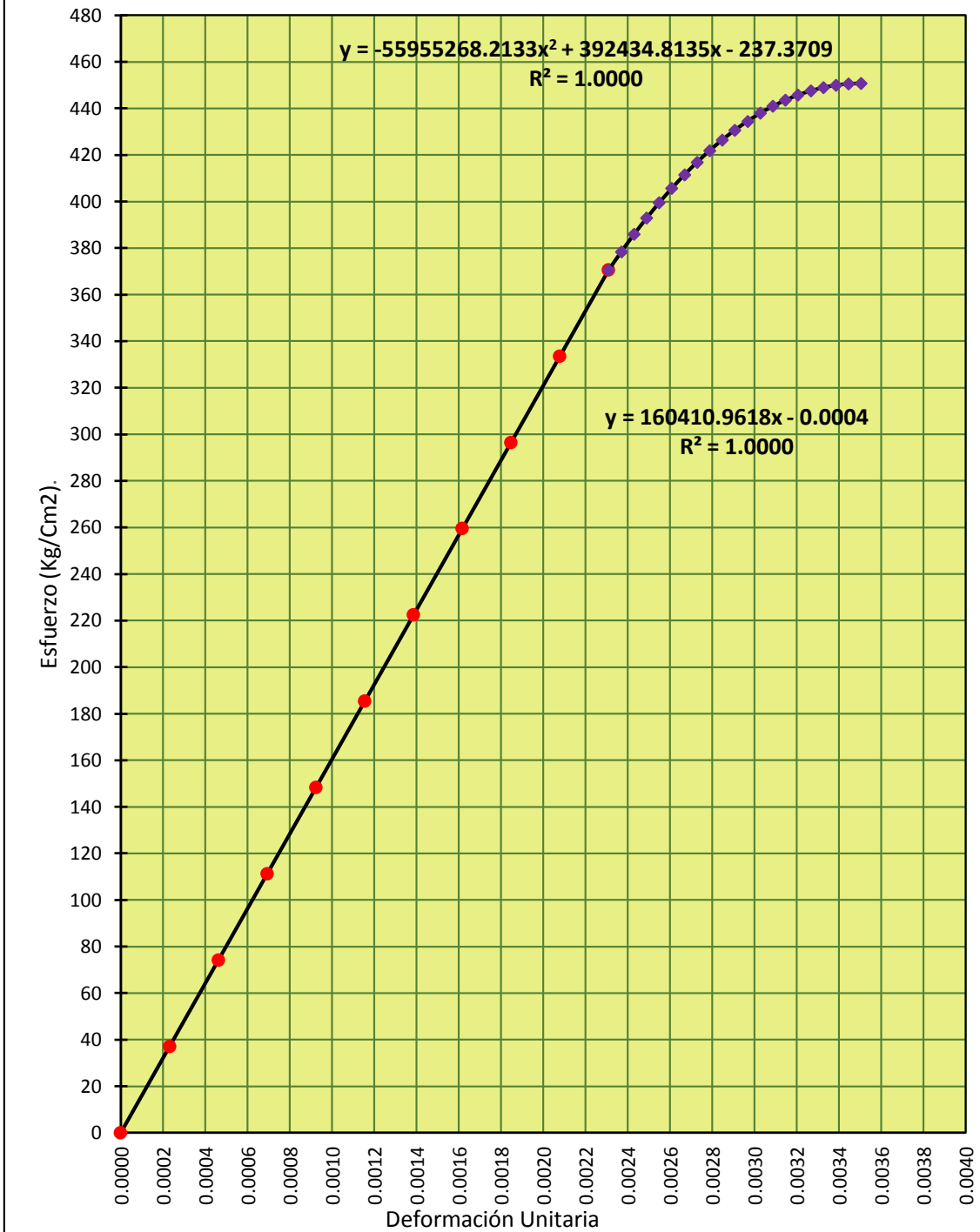


Figura 112: Ajuste, Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 111: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión paralela a la fibra, para madera *Inga sp.* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = 160410.9618x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = -55955268.2133x^2 + 392434.5344x - 237.3699$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00231, 370.68005)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.00351, 450.70141)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00023	37.05493
0.00046	74.10986
0.00069	111.16480
0.00092	148.21973
0.00116	185.27466
0.00139	222.32959
0.00162	259.38453
0.00185	296.43946
0.00208	333.49439
0.00231	370.68005
0.00237	378.404801
0.00243	385.835755
0.00249	392.863832
0.00255	399.489031
0.00261	405.711352
0.00267	411.530795
0.00273	416.94736
0.00279	421.961048
0.00285	426.571857
0.00291	430.779788
0.00297	434.584842
0.00303	437.987017
0.00309	440.986315
0.00315	443.582735
0.00321	445.776276
0.00327	447.56694
0.00333	448.954726
0.00339	449.939634
0.00345	450.521664
0.00351	450.70141

Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO PROMEDIO
ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Paralela a la Fibra
(Madera; *Inga sp.*)

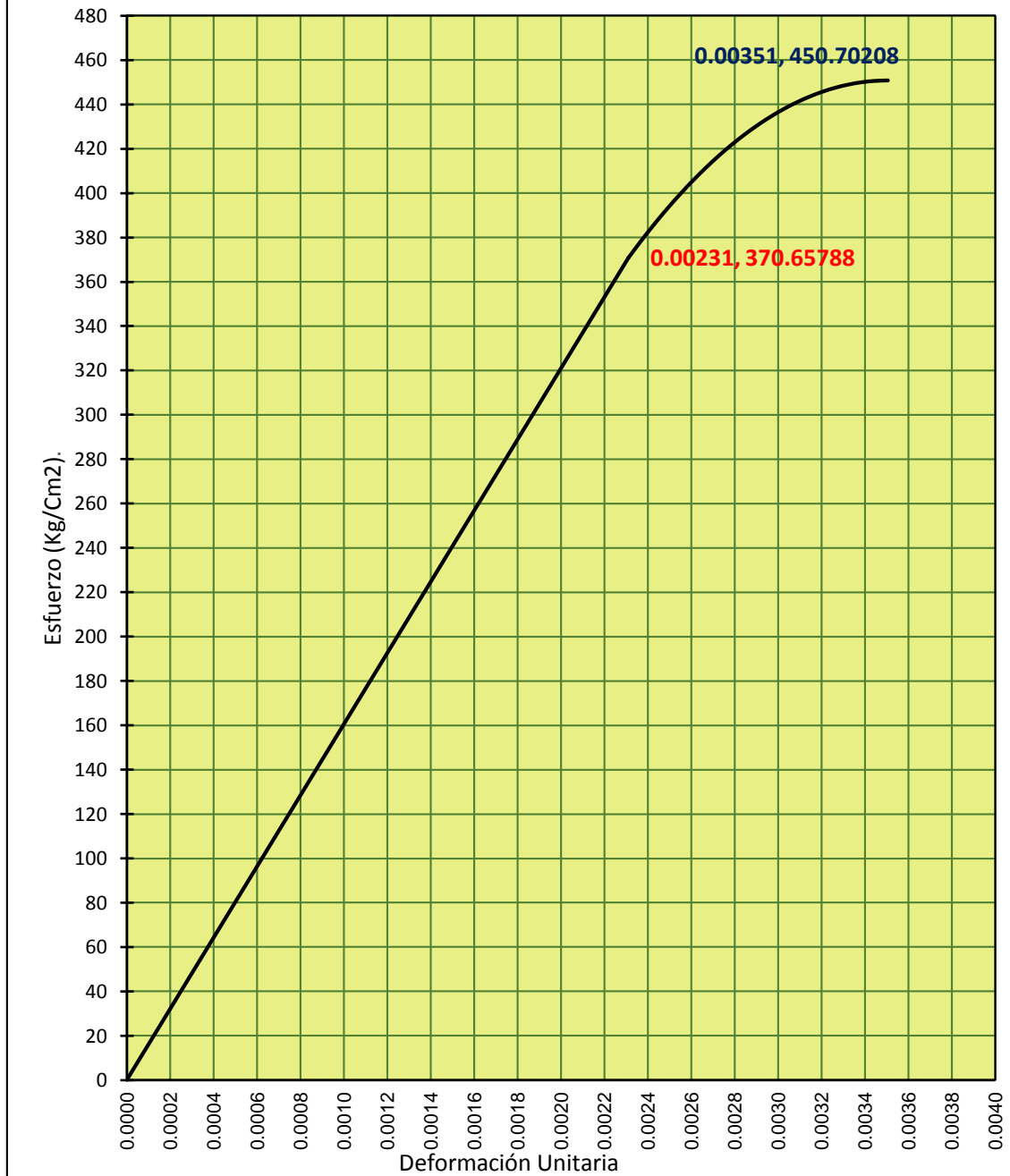


Figura 113: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

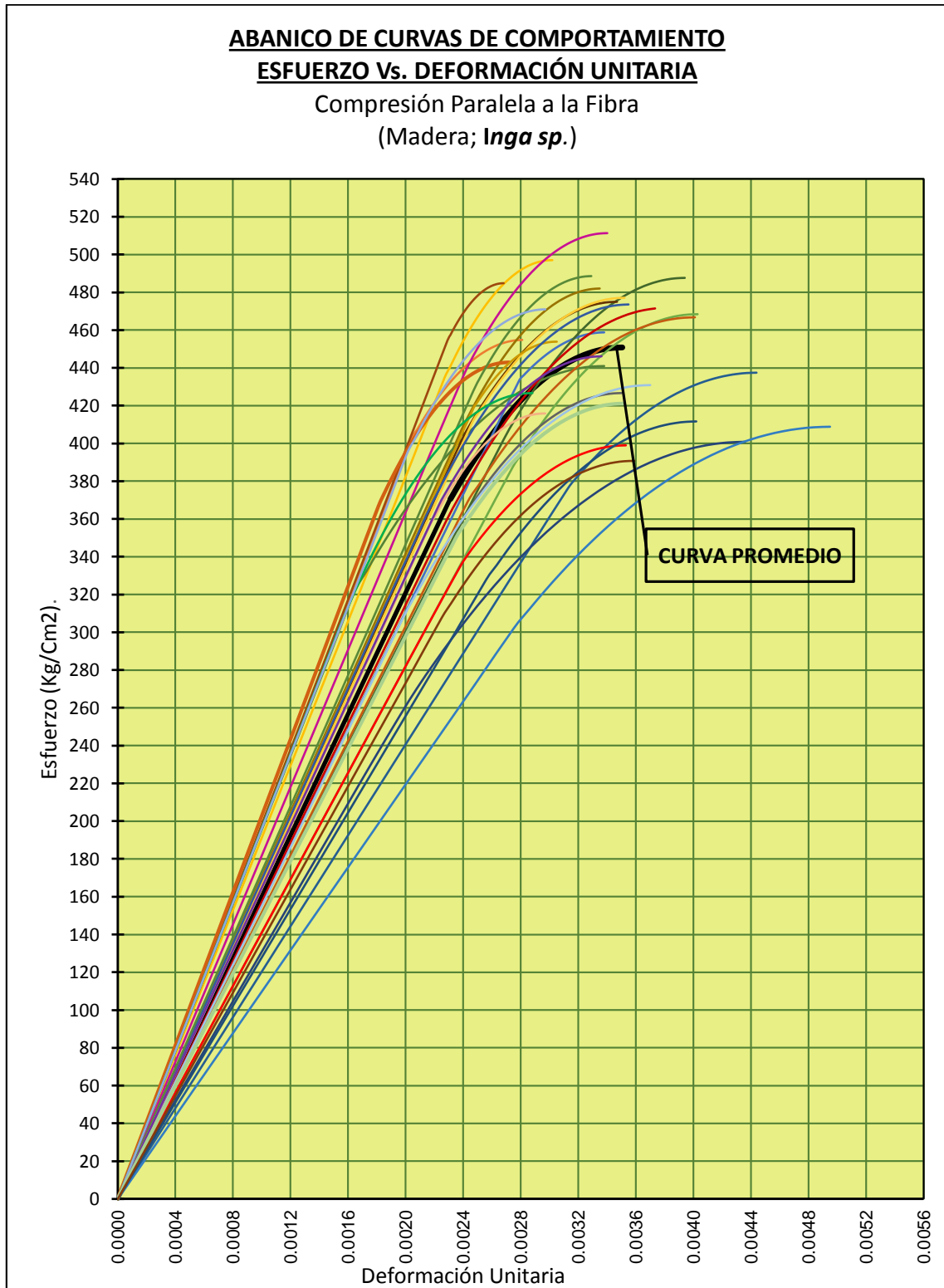


Figura 114: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Paralela a la Fibra (Probetas de *Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia).

4.3.5.2.2.2. Procesamiento de datos: compresión perpendicular a la fibra

4.3.5.2.2.2.1. Tratamiento estadístico: compresión perpendicular a la fibra

Tabla 112: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	$MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$ $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)_x (F.T.)}{(F.S.)_x (F.D.C.)} x \sigma_R$	
						F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1	
1	I-5-1	50.23	0.51	0.00887	63.25855	7131.742	40
2	I-5-2	51.40	0.48	0.01034	64.89909	6276.508	41
3	I-5-3	53.48	0.56	0.00801	65.14474	8132.926	41
4	I-5-4	56.04	0.47	0.00895	42.35831	4732.772	26
5	I-5-5	62.18	0.51	0.01008	55.69986	5525.780	35
6	I-5-6	55.85	0.51	0.00751	57.39661	7642.691	36
7	I-5-7	45.83	0.51	0.00781	60.45173	7740.298	38
8	I-5-8	53.03	0.47	0.01026	51.69304	5038.308	32
9	I-5-9	54.00	0.44	0.01446	40.75124	2818.205	25
10	I-5-10	60.57	0.52	0.01344	67.75816	5041.530	42
11	I-5-11	52.23	0.48	0.01628	63.98515	3930.292	40
12	I-5-12	59.72	0.50	0.00899	55.17437	6137.305	34
13	I-5-13	43.33	0.49	0.01331	58.69575	4409.899	37
14	I-5-14	45.43	0.46	0.00927	42.41186	4575.174	27
15	I-5-15	63.12	0.47	0.00815	47.87144	5873.796	30
16	II-5-16	58.26	0.52	0.01183	44.66740	3775.773	28
17	II-5-17	48.07	0.55	0.01474	62.68481	4252.701	39
18	II-5-18	57.25	0.52	0.02309	62.98943	2727.996	39
19	II-5-19	60.02	0.48	0.01194	61.34587	5137.845	38
20	II-5-20	37.74	0.45	0.00996	41.73106	4189.865	26
21	II-5-21	66.49	0.48	0.00964	49.46309	5131.026	31
22	II-5-22	57.42	0.45	0.00914	41.94074	4588.702	26
23	II-5-23	48.45	0.50	0.01279	55.19465	4315.453	34
24	II-5-24	52.10	0.53	0.00943	47.78963	5067.829	30
25	II-5-25	51.13	0.48	0.00852	62.70596	7359.854	39
26	II-5-26	62.53	0.51	0.01008	54.54580	5411.290	34
27	II-5-27	47.31	0.52	0.01281	67.91049	5301.365	42
28	II-5-28	47.31	0.52	0.01072	46.76349	4362.266	29
29	II-5-29	49.68	0.51	0.01614	67.28762	4168.998	42
30	II-5-30	58.16	0.56	0.01636	68.71512	4200.191	43
M(X)		53.612	0.499	0.01143	55.77617	5166.613	34.860
S(D)		6.647	0.031	0.003	9.210	1372.267	5.756
CV%		12.399	6.247	30.038	16.512	26.560	16.512
Límite de exclusión del 5%				0.00781	42	3776	26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 113: Procesamiento Estadístico, COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	$MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
1	I-5-1	70.06	0.65	0.00816	70.05454	8585.115	44
2	I-5-2	43.04	0.71	0.01159	82.34749	7105.047	51
3	I-5-3	37.62	0.71	0.00925	76.18796	8236.536	48
4	I-5-4	60.12	0.70	0.00847	73.81307	8714.648	46
5	I-5-5	48.13	0.69	0.00887	74.77539	8430.145	47
6	I-5-6	40.45	0.69	0.00906	71.45411	7886.767	45
7	I-5-7	80.38	0.63	0.00847	82.16568	9700.789	51
8	I-5-8	60.65	0.68	0.00934	75.68694	8103.527	47
9	I-5-9	64.19	0.66	0.00979	76.62630	7826.997	48
10	I-5-10	45.75	0.71	0.00947	91.27782	9638.629	57
11	I-5-11	40.82	0.71	0.00836	79.91826	9559.600	50
12	I-5-12	47.30	0.61	0.01241	71.89551	5793.353	45
13	I-5-13	39.39	0.69	0.00842	66.53425	7901.930	42
14	I-5-14	55.98	0.67	0.00962	72.61111	7547.932	45
15	I-5-15	61.67	0.68	0.00972	74.37031	7651.266	46
16	II-5-16	44.12	0.68	0.00913	88.29499	9670.864	55
17	II-5-17	39.79	0.66	0.00895	74.79752	8357.265	47
18	II-5-18	42.68	0.69	0.00935	84.82707	9072.414	53
19	II-5-19	47.74	0.71	0.01104	80.89529	7327.472	51
20	II-5-20	59.34	0.69	0.00817	80.21590	9818.348	50
21	II-5-21	61.63	0.70	0.00784	75.80525	9669.037	47
22	II-5-22	46.95	0.68	0.00927	76.26890	8227.497	48
23	II-5-23	38.76	0.68	0.01087	62.46519	5746.568	39
24	II-5-24	52.89	0.67	0.00827	81.77563	9888.226	51
25	II-5-25	68.34	0.69	0.00789	73.77273	9350.156	46
26	II-5-26	74.11	0.63	0.01183	81.42547	6882.964	51
27	II-5-27	61.74	0.68	0.00672	62.05554	9234.455	39
28	II-5-28	61.80	0.67	0.00915	75.32392	8232.122	47
29	II-5-29	54.20	0.68	0.00803	72.47894	9026.020	45
30	II-5-30	61.16	0.68	0.01245	92.34519	7417.284	58
	M(X)	53.693	0.679	0.00933	76.74888	8353.433	47.968
	S(D)	11.633	0.025	0.001	7.171	1125.960	4.482
	CV%	21.666	3.646	14.988	9.344	13.479	9.344
	Límite de exclusión del 5%			0.00784	62	5793	39

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.2.2.2. Construcción de curvas: compresión perpendicular a la fibra

Tabla 114: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	I-7-1		I-7-2		I-7-3		I-7-4		I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00089	6.32932	0.00103	6.49223	0.00125	9.02635	0.00090	4.23585	0.00101	5.57260
3	0.00177	12.65864	0.00207	12.98446	0.00250	18.05270	0.00179	8.47171	0.00202	11.14520
4	0.00266	18.98796	0.00310	19.47669	0.00374	27.07906	0.00269	12.70756	0.00302	16.71780
5	0.00355	25.31728	0.00414	25.96892	0.00499	36.10541	0.00358	16.94341	0.00403	22.29040
6	0.00444	31.64660	0.00517	32.46116	0.00624	45.13176	0.00448	21.17926	0.00504	27.86300
7	0.00532	37.97592	0.00620	38.95339	0.00749	54.15811	0.00537	25.41512	0.00605	33.43560
8	0.00621	44.30524	0.00724	45.44562	0.00874	63.18447	0.00627	29.65097	0.00706	39.00820
9	0.00710	50.63456	0.00827	51.93785	0.00998	72.21082	0.00716	33.88682	0.00806	44.58080
10	0.00798	56.96387	0.00931	58.43008	0.01123	81.23717	0.00806	38.12267	0.00907	50.15340
11	0.00887	63.25855	0.01034	64.89909	0.01248	90.29216	0.00895	42.35831	0.01008	55.69986
12	0.01165	68.90033	0.01225	70.19158	0.01362	93.21211	0.01241	47.31039	0.01271	60.26357
13	0.01443	73.80481	0.01417	74.69977	0.01476	95.85626	0.01587	51.62142	0.01534	64.21171
14	0.01721	78.04599	0.01608	78.50454	0.01590	98.23536	0.01932	55.34815	0.01797	67.60868
15	0.01999	81.68729	0.01799	81.67580	0.01704	100.37078	0.02278	58.54720	0.02060	70.51008
16	0.02277	84.79213	0.01991	84.28340	0.01819	102.28390	0.02624	61.27520	0.02324	72.97151
17	0.02554	87.42391	0.02182	86.39723	0.01933	103.99610	0.02970	63.58879	0.02587	75.04857
18	0.02832	89.64607	0.02373	88.08717	0.02047	105.52877	0.03315	65.54459	0.02850	76.79685
19	0.03110	91.52201	0.02564	89.42309	0.02161	106.90329	0.03661	67.19924	0.03113	78.27195
20	0.03388	93.11515	0.02756	90.47487	0.02275	108.14104	0.04007	68.60936	0.03376	79.52946
21	0.03666	94.48891	0.02947	91.31239	0.02389	109.26340	0.04353	69.83160	0.03639	80.62500
22	0.03944	95.70671	0.03138	92.00554	0.02503	110.29175	0.04698	70.92257	0.03902	81.61414
23	0.04222	96.83197	0.03330	92.62417	0.02617	111.24748	0.05044	71.93892	0.04165	82.55250
24	0.04500	97.92809	0.03521	93.23818	0.02731	112.15197	0.05390	72.93727	0.04428	83.49567
25	0.04778	99.05851	0.03712	93.91744	0.02845	113.02660	0.05736	73.97425	0.04691	84.49923
26	0.05056	100.28663	0.03904	94.73183	0.02960	113.89275	0.06081	75.10650	0.04955	85.61881
27	0.05333	101.67587	0.04095	95.75123	0.03074	114.77181	0.06427	76.39064	0.05218	86.90998
28	0.05611	103.28965	0.04286	97.04551	0.03188	115.68516	0.06773	77.88331	0.05481	88.42835
29	0.05889	105.19139	0.04477	98.68455	0.03302	116.65417	0.07119	79.64113	0.05744	90.22951
30	0.06167	107.44450	0.04669	100.73824	0.03416	117.70023	0.07464	81.72075	0.06007	92.36907
31	0.06445	110.11241	0.04860	103.27644	0.03530	118.84473	0.07810	84.17878	0.06270	94.90261

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 115: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00075	5.73706	0.00078	6.04187	0.00103	5.16917	0.00145	4.07469	0.00134	6.77533
3	0.00150	11.47411	0.00156	12.08374	0.00205	10.33833	0.00289	8.14939	0.00269	13.55065
4	0.00225	17.21117	0.00234	18.12561	0.00308	15.50750	0.00434	12.22408	0.00403	20.32598
5	0.00300	22.94822	0.00312	24.16748	0.00410	20.67667	0.00578	16.29877	0.00538	27.10131
6	0.00376	28.68528	0.00391	30.20936	0.00513	25.84583	0.00723	20.37346	0.00672	33.87663
7	0.00451	34.42234	0.00469	36.25123	0.00616	31.01500	0.00868	24.44816	0.00806	40.65196
8	0.00526	40.15939	0.00547	42.29310	0.00718	36.18417	0.01012	28.52285	0.00941	47.42728
9	0.00601	45.89645	0.00625	48.33497	0.00821	41.35333	0.01157	32.59754	0.01075	54.20261
10	0.00676	51.63351	0.00703	54.37684	0.00923	46.52250	0.01301	36.67223	0.01210	60.97794
11	0.00751	57.39661	0.00781	60.45173	0.01026	51.69304	0.01446	40.75124	0.01344	67.75816
12	0.00929	62.29866	0.00908	64.99219	0.01214	56.05549	0.01660	43.51193	0.01510	71.20236
13	0.01108	66.49347	0.01036	68.94874	0.01402	59.77410	0.01873	45.94623	0.01676	74.28214
14	0.01286	70.03581	0.01163	72.35559	0.01591	62.90751	0.02087	48.08013	0.01841	77.02433
15	0.01465	72.99057	0.01291	75.26328	0.01779	65.51473	0.02301	49.94177	0.02007	79.45796
16	0.01643	75.42265	0.01418	77.72231	0.01967	67.65478	0.02515	51.55929	0.02173	81.61204
17	0.01822	77.39692	0.01546	79.78323	0.02155	69.38668	0.02728	52.96083	0.02339	83.51556
18	0.02000	78.97827	0.01673	81.49656	0.02343	70.76944	0.02942	54.17455	0.02505	85.19755
19	0.02179	80.23159	0.01801	82.91282	0.02532	71.86207	0.03156	55.22857	0.02670	86.68702
20	0.02357	81.22176	0.01928	84.08255	0.02720	72.72360	0.03369	56.15105	0.02836	88.01297
21	0.02536	82.01367	0.02056	85.05626	0.02908	73.41303	0.03583	56.97012	0.03002	89.20443
22	0.02714	82.67220	0.02183	85.88449	0.03096	73.98939	0.03797	57.71393	0.03168	90.29039
23	0.02892	83.26223	0.02310	86.61776	0.03284	74.51168	0.04010	58.41062	0.03334	91.29987
24	0.03071	83.84866	0.02438	87.30660	0.03473	75.03892	0.04224	59.08834	0.03499	92.26188
25	0.03249	84.49636	0.02565	88.00154	0.03661	75.63013	0.04438	59.77521	0.03665	93.20543
26	0.03428	85.27023	0.02693	88.75310	0.03849	76.34432	0.04652	60.49940	0.03831	94.15954
27	0.03606	86.23515	0.02820	89.61181	0.04037	77.24051	0.04865	61.28903	0.03997	95.15321
28	0.03785	87.45600	0.02948	90.62820	0.04225	78.37771	0.05079	62.17225	0.04163	96.21545
29	0.03963	88.99767	0.03075	91.85279	0.04414	79.81494	0.05293	63.17721	0.04328	97.37528
30	0.04142	90.92504	0.03203	93.33611	0.04602	81.61121	0.05506	64.33204	0.04494	98.66171
31	0.04320	93.30300	0.03330	95.12868	0.04790	83.82554	0.05720	65.66489	0.04660	100.10375

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 116: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00163	6.39871	0.00090	5.51289	0.00133	5.86997	0.00093	4.24321	0.00082	4.78653
3	0.00326	12.79741	0.00180	11.02578	0.00266	11.73993	0.00185	8.48641	0.00163	9.57306
4	0.00488	19.19612	0.00270	16.53868	0.00399	17.60990	0.00278	12.72962	0.00245	14.35959
5	0.00651	25.59482	0.00360	22.05157	0.00532	23.47986	0.00371	16.97282	0.00326	19.14611
6	0.00814	31.99353	0.00450	27.56446	0.00666	29.34983	0.00464	21.21603	0.00408	23.93264
7	0.00977	38.39223	0.00539	33.07735	0.00799	35.21980	0.00556	25.45923	0.00489	28.71917
8	0.01140	44.79094	0.00629	38.59025	0.00932	41.08976	0.00649	29.70244	0.00571	33.50570
9	0.01302	51.18964	0.00719	44.10314	0.01065	46.95973	0.00742	33.94564	0.00652	38.29223
10	0.01465	57.58835	0.00809	49.61603	0.01198	52.82970	0.00834	38.18885	0.00734	43.07876
11	0.01628	63.98515	0.00899	55.17437	0.01331	58.69575	0.00927	42.41186	0.00815	47.87144
12	0.01763	65.81784	0.01118	59.67594	0.01480	60.96549	0.01147	47.71860	0.01025	52.07245
13	0.01898	67.47240	0.01337	63.56827	0.01629	63.01831	0.01366	52.32680	0.01235	55.70369
14	0.02033	68.96297	0.01556	66.89285	0.01778	64.87318	0.01586	56.30545	0.01444	58.81608
15	0.02168	70.30294	0.01775	69.70762	0.01927	66.54760	0.01806	59.71223	0.01654	61.46280
16	0.02304	71.50574	0.01994	72.07051	0.02076	68.05909	0.02025	62.60481	0.01864	63.69702
17	0.02439	72.58477	0.02213	74.03945	0.02225	69.42515	0.02245	65.04087	0.02074	65.57193
18	0.02574	73.55345	0.02432	75.67238	0.02374	70.66330	0.02465	67.07808	0.02283	67.14071
19	0.02709	74.42519	0.02651	77.02721	0.02523	71.79103	0.02684	68.77411	0.02493	68.45654
20	0.02844	75.21340	0.02870	78.16189	0.02672	72.82588	0.02904	70.18664	0.02703	69.57258
21	0.02979	75.93150	0.03090	79.13435	0.02821	73.78533	0.03124	71.37334	0.02913	70.54203
22	0.03114	76.59289	0.03309	80.00252	0.02969	74.68690	0.03343	72.39190	0.03122	71.41806
23	0.03249	77.21099	0.03528	80.82432	0.03118	75.54811	0.03563	73.29997	0.03332	72.25385
24	0.03384	77.79921	0.03747	81.65769	0.03267	76.38646	0.03782	74.15524	0.03542	73.10258
25	0.03519	78.37097	0.03966	82.56057	0.03416	77.21945	0.04002	75.01538	0.03752	74.01743
26	0.03655	78.93967	0.04185	83.59087	0.03565	78.06461	0.04222	75.93807	0.03961	75.05157
27	0.03790	79.51873	0.04404	84.80655	0.03714	78.93944	0.04441	76.98097	0.04171	76.25820
28	0.03925	80.12155	0.04623	86.26551	0.03863	79.86144	0.04661	78.20177	0.04381	77.69047
29	0.04060	80.76156	0.04842	88.02571	0.04012	80.84814	0.04881	79.65813	0.04591	79.40158
30	0.04195	81.45217	0.05061	90.14506	0.04161	81.91703	0.05100	81.40774	0.04800	81.44471
31	0.04330	82.20678	0.05280	92.68150	0.04310	83.08563	0.05320	83.50827	0.05010	83.87302

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 117: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00118	4.46825	0.00147	6.27038	0.00231	6.30030	0.00119	6.13626	0.00100	4.17245
3	0.00237	8.93650	0.00295	12.54076	0.00462	12.60061	0.00239	12.27251	0.00199	8.34489
4	0.00355	13.40475	0.00442	18.81115	0.00693	18.90091	0.00358	18.40877	0.00299	12.51734
5	0.00473	17.87299	0.00590	25.08153	0.00924	25.20121	0.00478	24.54503	0.00398	16.68979
6	0.00592	22.34124	0.00737	31.35191	0.01155	31.50151	0.00597	30.68129	0.00498	20.86224
7	0.00710	26.80949	0.00884	37.62229	0.01385	37.80182	0.00716	36.81754	0.00598	25.03468
8	0.00828	31.27774	0.01032	43.89267	0.01616	44.10212	0.00836	42.95380	0.00697	29.20713
9	0.00946	35.74599	0.01179	50.16305	0.01847	50.40242	0.00955	49.09006	0.00797	33.37958
10	0.01065	40.21424	0.01327	56.43344	0.02078	56.70273	0.01075	55.22632	0.00896	37.55202
11	0.01183	44.66740	0.01474	62.68481	0.02309	62.98943	0.01194	61.34587	0.00996	41.73106
12	0.01492	48.90074	0.01655	64.79567	0.02508	65.02553	0.01417	64.93259	0.01198	44.52537
13	0.01802	52.63300	0.01837	67.35804	0.02706	66.88494	0.01640	68.07881	0.01399	46.93557
14	0.02111	55.91490	0.02018	69.66614	0.02905	68.58639	0.01862	70.82671	0.01601	48.99645
15	0.02420	58.79138	0.02199	71.74362	0.03103	70.14334	0.02085	73.21283	0.01803	50.74521
16	0.02730	61.30738	0.02381	73.61411	0.03302	71.56926	0.02308	75.27376	0.02005	52.21903
17	0.03039	63.50784	0.02562	75.30124	0.03500	72.87759	0.02531	77.04605	0.02206	53.45507
18	0.03348	65.43771	0.02743	76.82865	0.03699	74.08180	0.02754	78.56627	0.02408	54.49053
19	0.03658	67.14193	0.02924	78.21999	0.03897	75.19534	0.02976	79.87099	0.02610	55.36259
20	0.03967	68.66543	0.03106	79.49888	0.04096	76.23167	0.03199	80.99677	0.02811	56.10842
21	0.04277	70.05317	0.03287	80.68896	0.04295	77.20424	0.03422	81.98018	0.03013	56.76521
22	0.04586	71.35007	0.03468	81.81388	0.04493	78.12651	0.03645	82.85778	0.03215	57.37014
23	0.04895	72.60110	0.03650	82.89726	0.04692	79.01194	0.03868	83.66615	0.03416	57.96038
24	0.05205	73.85117	0.03831	83.96275	0.04890	79.87398	0.04090	84.44184	0.03618	58.57312
25	0.05514	75.14525	0.04012	85.03398	0.05089	80.72609	0.04313	85.22143	0.03820	59.24554
26	0.05823	76.52827	0.04194	86.13458	0.05287	81.58173	0.04536	86.04148	0.04022	60.01482
27	0.06133	78.04517	0.04375	87.28820	0.05486	82.45435	0.04759	86.93855	0.04223	60.91814
28	0.06442	79.74089	0.04556	88.51847	0.05684	83.35742	0.04982	87.94921	0.04425	61.99269
29	0.06751	81.66038	0.04737	89.84903	0.05883	84.30438	0.05204	89.11004	0.04627	63.27563
30	0.07061	83.84858	0.04919	91.30352	0.06081	85.30869	0.05427	90.45758	0.04828	64.80415
31	0.07370	86.35042	0.05100	92.90556	0.06280	86.38381	0.05650	92.02842	0.05030	66.61544

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 118: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00096	4.94397	0.00091	4.18998	0.00128	5.51959	0.00094	4.77723	0.00085	6.27291
3	0.00193	9.88794	0.00183	8.37996	0.00256	11.03917	0.00189	9.55445	0.00170	12.54582
4	0.00289	14.83191	0.00274	12.56994	0.00384	16.55876	0.00283	14.33168	0.00256	18.81874
5	0.00386	19.77588	0.00366	16.75993	0.00512	22.07835	0.00377	19.10890	0.00341	25.09165
6	0.00482	24.71985	0.00457	20.94991	0.00640	27.59793	0.00472	23.88613	0.00426	31.36456
7	0.00578	29.66382	0.00548	25.13989	0.00767	33.11752	0.00566	28.66336	0.00511	37.63747
8	0.00675	34.60779	0.00640	29.32987	0.00895	38.63711	0.00660	33.44058	0.00596	43.91039
9	0.00771	39.55176	0.00731	33.51985	0.01023	44.15669	0.00754	38.21781	0.00682	50.18330
10	0.00868	44.49573	0.00823	37.70983	0.01151	49.67628	0.00849	42.99503	0.00767	56.45621
11	0.00964	49.46309	0.00914	41.94074	0.01279	55.19465	0.00943	47.78963	0.00852	62.70596
12	0.01158	53.82365	0.01181	45.67801	0.01479	59.49011	0.01146	52.51960	0.01069	65.67572
13	0.01352	57.58669	0.01449	48.95158	0.01679	63.30591	0.01349	56.59209	0.01286	68.28167
14	0.01545	60.79782	0.01716	51.79078	0.01879	66.68017	0.01552	60.06151	0.01503	70.56282
15	0.01739	63.51368	0.01983	54.23833	0.02079	69.65047	0.01754	62.99089	0.01720	72.55360
16	0.01933	65.79087	0.02251	56.33694	0.02279	72.25438	0.01957	65.44325	0.01937	74.28843
17	0.02127	67.68603	0.02518	58.12931	0.02479	74.52949	0.02160	67.48160	0.02153	75.80176
18	0.02321	69.25577	0.02785	59.65818	0.02679	76.51337	0.02363	69.16897	0.02370	77.12800
19	0.02514	70.55672	0.03052	60.96625	0.02879	78.24360	0.02566	70.56837	0.02587	78.30160
20	0.02708	71.64550	0.03320	62.09623	0.03079	79.75775	0.02769	71.74284	0.02804	79.35699
21	0.02902	72.57873	0.03587	63.09084	0.03280	81.09341	0.02972	72.75537	0.03021	80.32860
22	0.03096	73.41303	0.03854	63.99279	0.03480	82.28815	0.03174	73.66900	0.03238	81.25086
23	0.03290	74.20502	0.04122	64.84480	0.03680	83.37956	0.03377	74.54675	0.03455	82.15820
24	0.03483	75.01134	0.04389	65.68958	0.03880	84.40519	0.03580	75.45163	0.03672	83.08506
25	0.03677	75.88858	0.04656	66.56985	0.04080	85.40265	0.03783	76.44666	0.03889	84.06587
26	0.03871	76.89339	0.04924	67.52831	0.04280	86.40950	0.03986	77.59487	0.04106	85.13506
27	0.04065	78.08238	0.05191	68.60769	0.04480	87.46331	0.04189	78.95928	0.04322	86.32706
28	0.04259	79.51218	0.05458	69.85069	0.04680	88.60168	0.04391	80.60289	0.04539	87.67631
29	0.04452	81.23940	0.05725	71.30004	0.04880	89.86217	0.04594	82.58875	0.04756	89.21723
30	0.04646	83.32067	0.05993	72.99844	0.05080	91.28236	0.04797	84.97985	0.04973	90.98427
31	0.04840	85.81260	0.06260	74.98861	0.05280	94.14544	0.05000	87.83923	0.05190	93.01185

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 119: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00101	5.45003	0.00128	6.78880	0.00107	4.67776	0.00161	6.73019	0.00164	6.87342	0.00116	5.66124
3	0.00202	10.90007	0.00256	13.57759	0.00214	9.35552	0.00323	13.46038	0.00327	13.74685	0.00232	11.32249
4	0.00302	16.35010	0.00384	20.36639	0.00322	14.03329	0.00484	20.19057	0.00491	20.62027	0.00347	16.98373
5	0.00403	21.80014	0.00512	27.15519	0.00429	18.71105	0.00646	26.92077	0.00654	27.49370	0.00463	22.64497
6	0.00504	27.25017	0.00641	33.94399	0.00536	23.38881	0.00807	33.65096	0.00818	34.36712	0.00579	28.30622
7	0.00605	32.70021	0.00769	40.73278	0.00643	28.06657	0.00968	40.38115	0.00982	41.24055	0.00695	33.96746
8	0.00706	38.15024	0.00897	47.52158	0.00750	32.74434	0.01130	47.11134	0.01145	48.11397	0.00811	39.62870
9	0.00806	43.60028	0.01025	54.31038	0.00858	37.42210	0.01291	53.84153	0.01309	54.98739	0.00926	45.28994
10	0.00907	49.05031	0.01153	61.09917	0.00965	42.09986	0.01453	60.57172	0.01472	61.86082	0.01042	50.95119
11	0.01008	54.54580	0.01281	67.91049	0.01072	46.76349	0.01614	67.28762	0.01636	68.71512	0.01158	56.61442
12	0.01248	59.38540	0.01464	71.88828	0.01281	50.03901	0.01757	69.40363	0.01815	71.32460	0.01363	60.38656
13	0.01488	63.58249	0.01648	75.35763	0.01490	52.87541	0.01901	71.33607	0.01993	73.63808	0.01568	63.70420
14	0.01728	67.17858	0.01831	78.35546	0.01699	55.31790	0.02044	73.10692	0.02172	75.68829	0.01773	66.58425
15	0.01968	70.23345	0.02015	80.92860	0.01908	57.40690	0.02187	74.73290	0.02351	77.50094	0.01978	69.06929
16	0.02209	72.80684	0.02198	83.12382	0.02117	59.18286	0.02331	76.23072	0.02530	79.10175	0.02183	71.20193
17	0.02449	74.95853	0.02382	84.98794	0.02325	60.68623	0.02474	77.61711	0.02708	80.51641	0.02387	73.02474
18	0.02689	76.74827	0.02565	86.56775	0.02534	61.95742	0.02617	78.90879	0.02887	81.77063	0.02592	74.58033
19	0.02929	78.23583	0.02749	87.91004	0.02743	63.03690	0.02760	80.12248	0.03066	82.89013	0.02797	75.91128
20	0.03169	79.48096	0.02932	89.06162	0.02952	63.96509	0.02904	81.27490	0.03244	83.90061	0.03002	77.06020
21	0.03409	80.54343	0.03116	90.06928	0.03161	64.78244	0.03047	82.38279	0.03423	84.82777	0.03207	78.06966
22	0.03649	81.48301	0.03299	90.97982	0.03370	65.52938	0.03190	83.46285	0.03602	85.69732	0.03412	78.98227
23	0.03889	82.35944	0.03482	91.84003	0.03579	66.24636	0.03334	84.53181	0.03780	86.53498	0.03617	79.84061
24	0.04129	83.23250	0.03666	92.69673	0.03788	66.97381	0.03477	85.60640	0.03959	87.36644	0.03822	80.68728
25	0.04369	84.16195	0.03849	93.59669	0.03997	67.75217	0.03620	86.70333	0.04138	88.21741	0.04027	81.56487
26	0.04610	85.20754	0.04033	94.58673	0.04206	68.62189	0.03764	87.83933	0.04317	89.11361	0.04232	82.51597
27	0.04850	86.42904	0.04216	95.71363	0.04414	69.62340	0.03907	89.03112	0.04495	90.08073	0.04437	83.58317
28	0.05090	87.88621	0.04400	97.02420	0.04623	70.79714	0.04050	90.29542	0.04674	91.14449	0.04641	84.80907
29	0.05330	89.63882	0.04583	98.56524	0.04832	72.18355	0.04193	91.64895	0.04853	92.33059	0.04846	86.23626
30	0.05570	91.74662	0.04767	100.38354	0.05041	73.82307	0.04337	93.10844	0.05031	93.66474	0.05051	87.90734
31	0.05810	94.26938	0.04950	102.52590	0.05250	75.75613	0.04480	94.69060	0.05210	95.17265	0.05256	89.90640

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Perpendicular a la Fibra
 (Madera; *Cedrelinga cateniformis*)

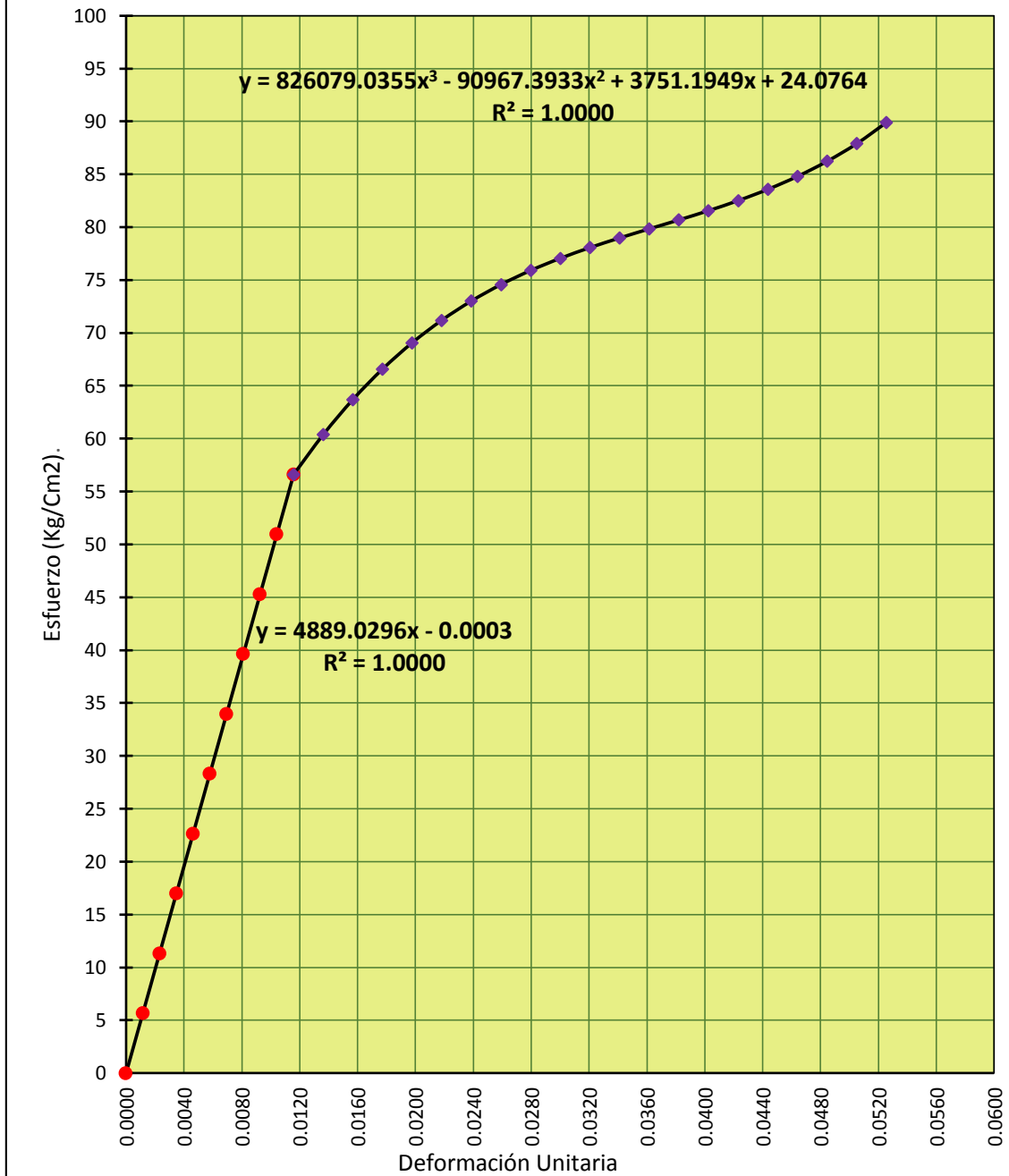


Figura 115: Ajuste, Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 120: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis* ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 4889.0296x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*, será:

$$Y = 826079.0355x^3 - 90967.2412x^2 + 3751.1837x + 24.0766$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.01157, 56.58938)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00116	5.65661
0.00231	11.31321
0.00347	16.96982
0.00463	22.62643
0.00579	28.28304
0.00694	33.93964
0.00810	39.59625
0.00926	45.25286
0.01041	50.90947
0.01157	56.58938
0.01362	60.379178
0.01567	63.69778
0.01772	66.578395
0.01977	69.063692
0.02182	71.196341
0.02387	73.01901
0.02592	74.57437
0.02797	75.90509
0.03002	77.053839
0.03207	78.063287
0.03411	78.976103
0.03616	79.834956
0.03821	80.682516
0.04026	81.561453
0.04231	82.514435
0.04436	83.584132
0.04641	84.813214
0.04846	86.24435
0.05051	87.920209
0.05256	89.883461

Fuente: Elaboración propia.

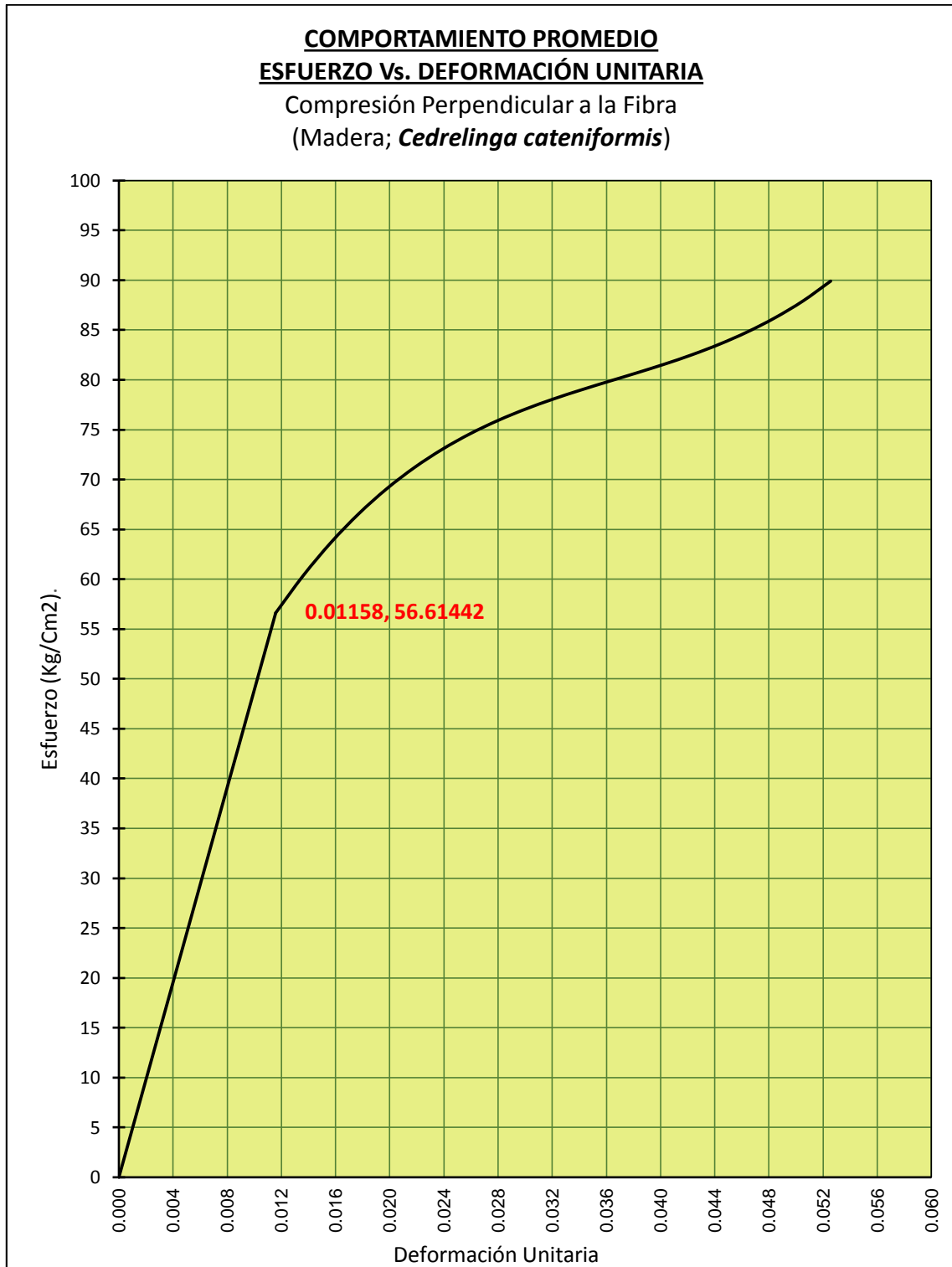


Figura 116: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia)

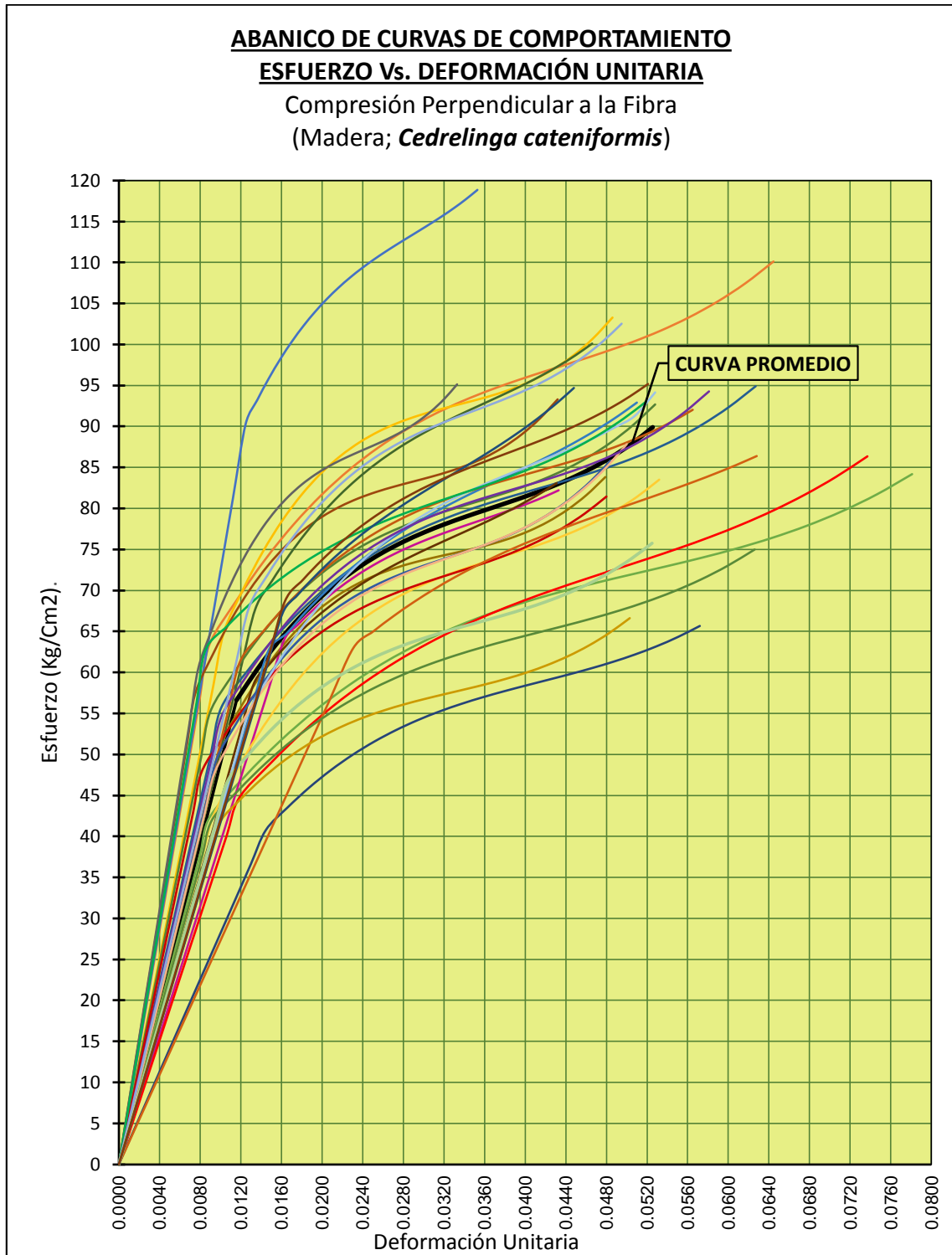


Figura 117: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Perpendicular a la Fibra. (Probetas de *Cedrelinga cateniformis*).

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 121: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00082	7.00205	0.00116	8.23395	0.00093	7.61811	0.00085	7.37633	0.00089	7.46934
3	0.00163	14.00411	0.00232	16.46790	0.00185	15.23622	0.00169	14.75266	0.00177	14.93869
4	0.00245	21.00616	0.00348	24.70186	0.00278	22.85432	0.00254	22.12899	0.00266	22.40803
5	0.00326	28.00821	0.00464	32.93581	0.00370	30.47243	0.00339	29.50532	0.00355	29.87737
6	0.00408	35.01027	0.00580	41.16976	0.00463	38.09054	0.00424	36.88165	0.00444	37.34672
7	0.00490	42.01232	0.00695	49.40371	0.00555	45.70865	0.00508	44.25798	0.00532	44.81606
8	0.00571	49.01437	0.00811	57.63766	0.00648	53.32675	0.00593	51.63431	0.00621	52.28540
9	0.00653	56.01643	0.00927	65.87162	0.00740	60.94486	0.00678	59.01064	0.00710	59.75475
10	0.00734	63.01848	0.01043	74.10557	0.00833	68.56297	0.00762	66.38697	0.00798	67.22409
11	0.00816	70.05454	0.01159	82.34749	0.00925	76.18796	0.00847	73.81307	0.00887	74.77539
12	0.01098	78.96576	0.01397	88.08927	0.01155	83.98358	0.01059	82.61115	0.01135	84.05186
13	0.01380	87.24697	0.01634	93.23921	0.01385	90.95068	0.01270	90.58183	0.01382	92.36124
14	0.01663	94.92178	0.01872	97.84269	0.01614	97.15128	0.01482	97.76844	0.01630	99.74993
15	0.01945	102.02686	0.02109	101.94796	0.01844	102.65044	0.01694	104.23938	0.01878	106.30308
16	0.02227	108.59885	0.02347	105.60328	0.02074	107.51321	0.01905	110.06302	0.02125	112.10580
17	0.02509	114.67442	0.02584	108.85690	0.02304	111.80465	0.02117	115.30777	0.02373	117.24325
18	0.02791	120.29021	0.02822	111.75705	0.02533	115.58982	0.02329	120.04200	0.02621	121.80054
19	0.03074	125.48289	0.03059	114.35200	0.02763	118.93377	0.02540	124.33411	0.02868	125.86282
20	0.03356	130.28911	0.03297	116.69000	0.02993	121.90156	0.02752	128.25248	0.03116	129.51522
21	0.03638	134.74552	0.03535	118.81928	0.03223	124.55825	0.02964	131.86550	0.03364	132.84288
22	0.03920	138.88879	0.03772	120.78811	0.03452	126.96888	0.03175	135.24156	0.03611	135.93093
23	0.04202	142.75556	0.04010	122.64472	0.03682	129.19852	0.03387	138.44904	0.03859	138.86449
24	0.04485	146.38250	0.04247	124.43738	0.03912	131.31222	0.03598	141.55634	0.04106	141.72872
25	0.04767	149.80625	0.04485	126.21432	0.04142	133.37504	0.03810	144.63184	0.04354	144.60874
26	0.05049	153.06348	0.04722	128.02380	0.04371	135.45203	0.04022	147.74393	0.04602	147.58968
27	0.05331	156.19084	0.04960	129.91406	0.04601	137.60826	0.04233	150.96099	0.04849	150.75668
28	0.05613	159.22499	0.05197	131.93336	0.04831	139.90877	0.04445	154.35142	0.05097	154.19488
29	0.05896	162.20257	0.05435	134.12995	0.05061	142.41862	0.04657	157.98360	0.05345	157.98941
30	0.06178	165.16026	0.05672	136.55207	0.05290	145.20287	0.04868	161.92592	0.05592	162.22540
31	0.06460	168.13470	0.05910	139.24798	0.05520	148.32658	0.05080	166.24677	0.05840	166.98799

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 122: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00091	7.14717	0.00085	8.21188	0.00093	7.57223	0.00098	7.66593	0.00095	9.12673
3	0.00181	14.29434	0.00169	16.42377	0.00187	15.14446	0.00196	15.33187	0.00189	18.25345
4	0.00272	21.44151	0.00254	24.63565	0.00280	22.71669	0.00294	22.99780	0.00284	27.38018
5	0.00362	28.58868	0.00339	32.84753	0.00374	30.28892	0.00392	30.66374	0.00379	36.50691
6	0.00453	35.73585	0.00424	41.05942	0.00467	37.86115	0.00490	38.32967	0.00474	45.63363
7	0.00544	42.88302	0.00508	49.27130	0.00560	45.43338	0.00587	45.99561	0.00568	54.76036
8	0.00634	50.03019	0.00593	57.48318	0.00654	53.00562	0.00685	53.66154	0.00663	63.88709
9	0.00725	57.17736	0.00678	65.69507	0.00747	60.57785	0.00783	61.32748	0.00758	73.01381
10	0.00815	64.32453	0.00762	73.90695	0.00841	68.15008	0.00881	68.99341	0.00852	82.14054
11	0.00906	71.45411	0.00847	82.16568	0.00934	75.68694	0.00979	76.62630	0.00947	91.27782
12	0.01198	78.05592	0.01044	92.86215	0.01171	83.93410	0.01180	85.52780	0.01164	98.45056
13	0.01489	83.97808	0.01241	102.64954	0.01408	91.40818	0.01381	93.69406	0.01380	104.91968
14	0.01781	89.28147	0.01438	111.56748	0.01644	98.18711	0.01582	101.19438	0.01597	110.73716
15	0.02073	94.02171	0.01636	119.68306	0.01881	104.33288	0.01783	108.07867	0.01814	115.95878
16	0.02365	98.25443	0.01833	127.06338	0.02118	109.90750	0.01984	114.39679	0.02030	120.64028
17	0.02656	102.03527	0.02030	133.77554	0.02355	114.97300	0.02185	120.19864	0.02247	124.83743
18	0.02948	105.41984	0.02227	139.88662	0.02592	119.59137	0.02386	125.53410	0.02464	128.60599
19	0.03240	108.46379	0.02424	145.46372	0.02828	123.82462	0.02587	130.45305	0.02680	132.00170
20	0.03531	111.22274	0.02621	150.57394	0.03065	127.73478	0.02788	135.00537	0.02897	135.08034
21	0.03823	113.75231	0.02819	155.28436	0.03302	131.38384	0.02990	139.24096	0.03114	137.89766
22	0.04115	116.10815	0.03016	159.66209	0.03539	134.83382	0.03191	143.20969	0.03330	140.50942
23	0.04406	118.34587	0.03213	163.77422	0.03776	138.14673	0.03392	146.96145	0.03547	142.97138
24	0.04698	120.52111	0.03410	167.68783	0.04012	141.38458	0.03593	150.54612	0.03763	145.33929
25	0.04990	122.68949	0.03607	171.47003	0.04249	144.60937	0.03794	154.01359	0.03980	147.66892
26	0.05282	124.90665	0.03804	175.18791	0.04486	147.88313	0.03995	157.41374	0.04197	150.01602
27	0.05573	127.22822	0.04001	178.90857	0.04723	151.26785	0.04196	160.79645	0.04413	152.43636
28	0.05865	129.70981	0.04199	182.69909	0.04960	154.82555	0.04397	164.21161	0.04630	154.98569
29	0.06157	132.40707	0.04396	186.62657	0.05196	158.61824	0.04598	167.70910	0.04847	157.71977
30	0.06448	135.37562	0.04593	190.75811	0.05433	162.70793	0.04799	171.33881	0.05063	160.69435
31	0.06740	138.67110	0.04790	195.16079	0.05670	167.15663	0.05000	175.15063	0.05280	163.96521

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 123: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00084	7.99385	0.00124	7.19179	0.00084	6.65233	0.00096	7.25566	0.00097	7.43409
3	0.00167	15.98770	0.00248	14.38358	0.00168	13.30465	0.00192	14.51132	0.00194	14.86818
4	0.00251	23.98155	0.00372	21.57537	0.00253	19.95698	0.00289	21.76698	0.00292	22.30227
5	0.00334	31.97541	0.00496	28.76715	0.00337	26.60930	0.00385	29.02264	0.00389	29.73637
6	0.00418	39.96926	0.00621	35.95894	0.00421	33.26163	0.00481	36.27830	0.00486	37.17046
7	0.00502	47.96311	0.00745	43.15073	0.00505	39.91395	0.00577	43.53396	0.00583	44.60455
8	0.00585	55.95696	0.00869	50.34252	0.00589	46.56628	0.00673	50.78962	0.00680	52.03864
9	0.00669	63.95081	0.00993	57.53431	0.00674	53.21860	0.00770	58.04528	0.00778	59.47273
10	0.00752	71.94466	0.01117	64.72610	0.00758	59.87093	0.00866	65.30093	0.00875	66.90682
11	0.00836	79.91826	0.01241	71.89551	0.00842	66.53425	0.00962	72.61111	0.00972	74.37031
12	0.01126	88.62387	0.01472	77.64737	0.01084	74.56158	0.01210	81.68388	0.01135	81.19924
13	0.01416	96.30151	0.01704	82.78939	0.01326	81.61848	0.01458	89.75556	0.01299	87.40419
14	0.01707	103.04463	0.01935	87.38146	0.01568	87.78345	0.01706	96.88472	0.01462	93.01958
15	0.01997	108.93989	0.02167	91.47344	0.01810	93.13997	0.01954	103.15805	0.01626	98.09667
16	0.02287	114.07396	0.02398	95.11516	0.02052	97.77149	0.02202	108.66223	0.01789	102.68673
17	0.02577	118.53352	0.02630	98.35643	0.02293	101.76149	0.02449	113.48396	0.01952	106.84102
18	0.02867	122.40522	0.02861	101.24711	0.02535	105.19345	0.02697	117.70993	0.02116	110.61080
19	0.03158	125.77575	0.03093	103.83702	0.02777	108.15082	0.02945	121.42683	0.02279	114.04734
20	0.03448	128.73177	0.03324	106.17599	0.03019	110.71709	0.03193	124.72135	0.02443	117.20191
21	0.03738	131.35994	0.03556	108.31386	0.03261	112.97572	0.03441	127.68018	0.02606	120.12577
22	0.04028	133.74694	0.03787	110.30046	0.03503	115.01018	0.03689	130.39002	0.02769	122.87018
23	0.04318	135.97944	0.04018	112.18562	0.03745	116.90394	0.03937	132.93756	0.02933	125.48642
24	0.04609	138.14410	0.04250	114.01917	0.03987	118.74048	0.04185	135.40948	0.03096	128.02573
25	0.04899	140.32760	0.04481	115.85096	0.04229	120.60325	0.04433	137.89249	0.03260	130.53940
26	0.05189	142.61660	0.04713	117.73080	0.04471	122.57574	0.04681	140.47326	0.03423	133.07867
27	0.05479	145.09778	0.04944	119.70854	0.04712	124.74141	0.04928	143.23850	0.03586	135.69483
28	0.05769	147.85780	0.05176	121.83400	0.04954	127.18373	0.05176	146.27489	0.03750	138.43913
29	0.06060	150.98332	0.05407	124.15702	0.05196	129.98618	0.05424	149.66912	0.03913	141.36284
30	0.06350	154.56103	0.05639	126.72744	0.05438	133.23221	0.05672	153.50789	0.04077	144.51721
31	0.06640	158.67759	0.05870	129.59507	0.05680	137.00531	0.05920	157.87789	0.04240	147.95353

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 124: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00091	8.83026	0.00090	7.48085	0.00094	8.48049	0.00110	8.09087	0.00082	8.03479
3	0.00183	17.66052	0.00179	14.96171	0.00187	16.96097	0.00221	16.18173	0.00163	16.06957
4	0.00274	26.49078	0.00269	22.44256	0.00281	25.44146	0.00331	24.27260	0.00245	24.10436
5	0.00365	35.32104	0.00358	29.92341	0.00374	33.92194	0.00442	32.36347	0.00327	32.13915
6	0.00457	44.15131	0.00448	37.40426	0.00468	42.40243	0.00552	40.45434	0.00409	40.17393
7	0.00548	52.98157	0.00537	44.88512	0.00561	50.88291	0.00662	48.54520	0.00490	48.20872
8	0.00639	61.81183	0.00627	52.36597	0.00655	59.36340	0.00773	56.63607	0.00572	56.24350
9	0.00730	70.64209	0.00716	59.84682	0.00748	67.84389	0.00883	64.72694	0.00654	64.27829
10	0.00822	79.47235	0.00806	67.32767	0.00842	76.32437	0.00994	72.81781	0.00735	72.31308
11	0.00913	88.29499	0.00895	74.79752	0.00935	84.82707	0.01104	80.89529	0.00817	80.21590
12	0.01119	94.87369	0.01147	81.93192	0.01160	93.78225	0.01341	88.40579	0.01048	89.79647
13	0.01325	100.72071	0.01399	88.23413	0.01386	101.59194	0.01578	95.15981	0.01279	98.32153
14	0.01531	105.89778	0.01650	93.77824	0.01611	108.34728	0.01814	101.22391	0.01510	105.93348
15	0.01736	110.46398	0.01902	98.63445	0.01836	114.14979	0.02051	106.65855	0.01742	112.71633
16	0.01942	114.47839	0.02154	102.87292	0.02061	119.10103	0.02288	111.52421	0.01973	118.75408
17	0.02148	118.00012	0.02406	106.56383	0.02287	123.30252	0.02525	115.88133	0.02204	124.13074
18	0.02354	121.08823	0.02657	109.77735	0.02512	126.85579	0.02762	119.79039	0.02435	128.93031
19	0.02560	123.80182	0.02909	112.58368	0.02737	129.86240	0.02998	123.31186	0.02666	133.23680
20	0.02766	126.19997	0.03161	115.05297	0.02962	132.42387	0.03235	126.50618	0.02897	137.13422
21	0.02972	128.34177	0.03413	117.25541	0.03188	134.64175	0.03472	129.43384	0.03129	140.70657
22	0.03177	130.28630	0.03664	119.26118	0.03413	136.61756	0.03709	132.15528	0.03360	144.03786
23	0.03383	132.09265	0.03916	121.14044	0.03638	138.45285	0.03946	134.73099	0.03591	147.21210
24	0.03589	133.81991	0.04168	122.96339	0.03863	140.24915	0.04182	137.22141	0.03822	150.31329
25	0.03795	135.52716	0.04420	124.80018	0.04089	142.10800	0.04419	139.68702	0.04053	153.42543
26	0.04001	137.27348	0.04671	126.72101	0.04314	144.13094	0.04656	142.18827	0.04284	156.63254
27	0.04207	139.11797	0.04923	128.79605	0.04539	146.41950	0.04893	144.78564	0.04515	160.01863
28	0.04412	141.11971	0.05175	131.09547	0.04764	149.07522	0.05130	147.53958	0.04747	163.66769
29	0.04618	143.33779	0.05427	133.68945	0.04990	152.19963	0.05366	150.51056	0.04978	167.66373
30	0.04824	145.83128	0.05678	136.64816	0.05215	155.89428	0.05603	153.75905	0.05209	172.09076
31	0.05030	148.65928	0.05930	140.04179	0.05440	160.26070	0.05840	157.34550	0.05440	177.03279

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00078	7.57955	0.00093	7.62271	0.00109	6.24456	0.00083	8.17918	0.00079	7.37806
3	0.00157	15.15909	0.00185	15.24543	0.00217	12.48911	0.00165	16.35836	0.00158	14.75612
4	0.00235	22.73864	0.00278	22.86814	0.00326	18.73367	0.00248	24.53754	0.00237	22.13418
5	0.00314	30.31819	0.00371	30.49086	0.00435	24.97822	0.00331	32.71671	0.00316	29.51224
6	0.00392	37.89773	0.00464	38.11357	0.00544	31.22278	0.00414	40.89589	0.00395	36.89030
7	0.00470	45.47728	0.00556	45.73628	0.00652	37.46734	0.00496	49.07507	0.00473	44.26836
8	0.00549	53.05683	0.00649	53.35900	0.00761	43.71189	0.00579	57.25425	0.00552	51.64642
9	0.00627	60.63637	0.00742	60.98171	0.00870	49.95645	0.00662	65.43343	0.00631	59.02448
10	0.00706	68.21592	0.00834	68.60443	0.00978	56.20100	0.00744	73.61261	0.00710	66.40254
11	0.00784	75.80525	0.00927	76.26890	0.01087	62.46519	0.00827	81.77563	0.00789	73.77273
12	0.01022	85.80045	0.01148	85.26496	0.01312	70.16865	0.01067	90.01684	0.01032	83.31135
13	0.01261	94.82739	0.01368	93.15708	0.01537	77.10874	0.01306	97.24946	0.01274	91.99514
14	0.01499	102.95584	0.01589	100.01921	0.01762	83.32775	0.01546	103.56073	0.01517	99.89208
15	0.01737	110.26008	0.01810	105.94739	0.01988	88.88031	0.01786	109.03188	0.01759	107.06669
16	0.01976	116.81435	0.02030	111.03769	0.02213	93.82104	0.02025	113.74414	0.02002	113.58348
17	0.02214	122.69292	0.02251	115.38617	0.02438	98.20456	0.02265	117.77875	0.02244	119.50698
18	0.02452	127.97005	0.02472	119.08888	0.02663	102.08549	0.02505	121.21692	0.02487	124.90170
19	0.02690	132.71999	0.02692	122.24188	0.02888	105.51845	0.02744	124.13990	0.02729	129.83217
20	0.02929	137.01701	0.02913	124.94123	0.03113	108.55807	0.02984	126.62890	0.02972	134.36290
21	0.03167	140.93536	0.03134	127.28300	0.03339	111.25896	0.03224	128.76516	0.03215	138.55840
22	0.03405	144.54930	0.03354	129.36323	0.03564	113.67575	0.03463	130.62991	0.03457	142.48321
23	0.03644	147.93309	0.03575	131.27799	0.03789	115.86305	0.03703	132.30438	0.03700	146.20184
24	0.03882	151.16100	0.03795	133.12333	0.04014	117.87549	0.03942	133.86979	0.03942	149.77880
25	0.04120	154.30727	0.04016	134.99532	0.04239	119.76769	0.04182	135.40738	0.04185	153.27862
26	0.04359	157.44618	0.04237	136.99001	0.04464	121.59427	0.04422	136.99838	0.04427	156.76581
27	0.04597	160.65197	0.04457	139.20346	0.04689	123.40986	0.04661	138.72400	0.04670	160.30490
28	0.04835	163.99891	0.04678	141.73174	0.04915	125.26907	0.04901	140.66550	0.04912	163.96040
29	0.05073	167.56126	0.04899	144.67089	0.05140	127.22653	0.05141	142.90408	0.05155	167.79683
30	0.05312	171.41328	0.05119	148.11698	0.05365	129.33685	0.05380	145.52099	0.05397	171.87871
31	0.05550	175.62922	0.05340	152.16606	0.05590	131.65466	0.05620	148.59745	0.05640	176.27056

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 126: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00118	8.14478	0.00067	6.20330	0.00092	7.53183	0.00080	7.25158	0.00125	9.23499	0.00093	7.67464
3	0.00237	16.28956	0.00134	12.40661	0.00183	15.06366	0.00161	14.50316	0.00249	18.46999	0.00187	15.34928
4	0.00355	24.43434	0.00202	18.60991	0.00275	22.59550	0.00241	21.75475	0.00374	27.70498	0.00280	23.02392
5	0.00473	32.57911	0.00269	24.81322	0.00366	30.12733	0.00321	29.00633	0.00498	36.93998	0.00373	30.69857
6	0.00592	40.72389	0.00336	31.01652	0.00458	37.65916	0.00402	36.25791	0.00623	46.17497	0.00467	38.37321
7	0.00710	48.86867	0.00403	37.21983	0.00549	45.19099	0.00482	43.50949	0.00747	55.40997	0.00560	46.04785
8	0.00828	57.01345	0.00470	43.42313	0.00641	52.72282	0.00562	50.76107	0.00872	64.64496	0.00653	53.72249
9	0.00946	65.15823	0.00538	49.62644	0.00732	60.25466	0.00642	58.01266	0.00996	73.87996	0.00747	61.39713
10	0.01065	73.30301	0.00605	55.82974	0.00824	67.78649	0.00723	65.26424	0.01121	83.11495	0.00840	69.07177
11	0.01183	81.42547	0.00672	62.05554	0.00915	75.32392	0.00803	72.47894	0.01245	92.34519	0.00933	76.74888
12	0.01374	89.76850	0.00881	74.67499	0.01149	84.75062	0.01047	81.66782	0.01435	100.58705	0.01164	85.16831
13	0.01565	97.51795	0.01091	85.96075	0.01384	93.20466	0.01292	89.96262	0.01626	108.18233	0.01394	92.73643
14	0.01756	104.71944	0.01300	96.00958	0.01618	100.76187	0.01536	97.44710	0.01816	115.17643	0.01625	99.51888
15	0.01946	111.40400	0.01510	104.93383	0.01852	107.50094	0.01780	104.18891	0.02006	121.61187	0.01855	105.58333
16	0.02137	117.60263	0.01719	112.84584	0.02086	113.50056	0.02025	110.25569	0.02196	127.53114	0.02085	110.99744
17	0.02328	123.34635	0.01928	119.85797	0.02321	118.83943	0.02269	115.71508	0.02387	132.97677	0.02316	115.82889
18	0.02519	128.66617	0.02138	126.08257	0.02555	123.59625	0.02513	120.63471	0.02577	137.99126	0.02546	120.14534
19	0.02710	133.59311	0.02347	131.63197	0.02789	127.84970	0.02758	125.08223	0.02767	142.61712	0.02777	124.01444
20	0.02901	138.15817	0.02557	136.61853	0.03023	131.67848	0.03002	129.12526	0.02957	146.89687	0.03007	127.50388
21	0.03092	142.39239	0.02766	141.15459	0.03258	135.16129	0.03247	132.83146	0.03148	150.87301	0.03238	130.68130
22	0.03282	146.32676	0.02975	145.35251	0.03492	138.37682	0.03491	136.26846	0.03338	154.58805	0.03468	133.61438
23	0.03473	149.99230	0.03185	149.32462	0.03726	141.40376	0.03735	139.50391	0.03528	158.08451	0.03698	136.37078
24	0.03664	153.42003	0.03394	153.18328	0.03960	144.32081	0.03980	142.60543	0.03718	161.40488	0.03929	139.01817
25	0.03855	156.64096	0.03604	157.04083	0.04195	147.20666	0.04224	145.64067	0.03909	164.59170	0.04159	141.62421
26	0.04046	159.68610	0.03813	161.00963	0.04429	150.14000	0.04468	148.67726	0.04099	167.68746	0.04390	144.25656
27	0.04237	162.58647	0.04022	165.20201	0.04663	153.19953	0.04713	151.78286	0.04289	170.73467	0.04620	146.98290
28	0.04427	165.37308	0.04232	169.73033	0.04897	156.46395	0.04957	155.02509	0.04479	173.77585	0.04851	149.87088
29	0.04618	168.07694	0.04441	174.70693	0.05132	160.01195	0.05201	158.47159	0.04670	176.85350	0.05081	152.98817
30	0.04809	170.72907	0.04651	180.24416	0.05366	163.92221	0.05446	162.19001	0.04860	180.01014	0.05312	156.40244
31	0.05000	173.36049	0.04860	186.45437	0.05600	168.27345	0.05690	166.24799	0.05050	183.28827	0.05542	160.18134

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Perpendicular a la Fibra
 (Madera; *Inga sp.*)

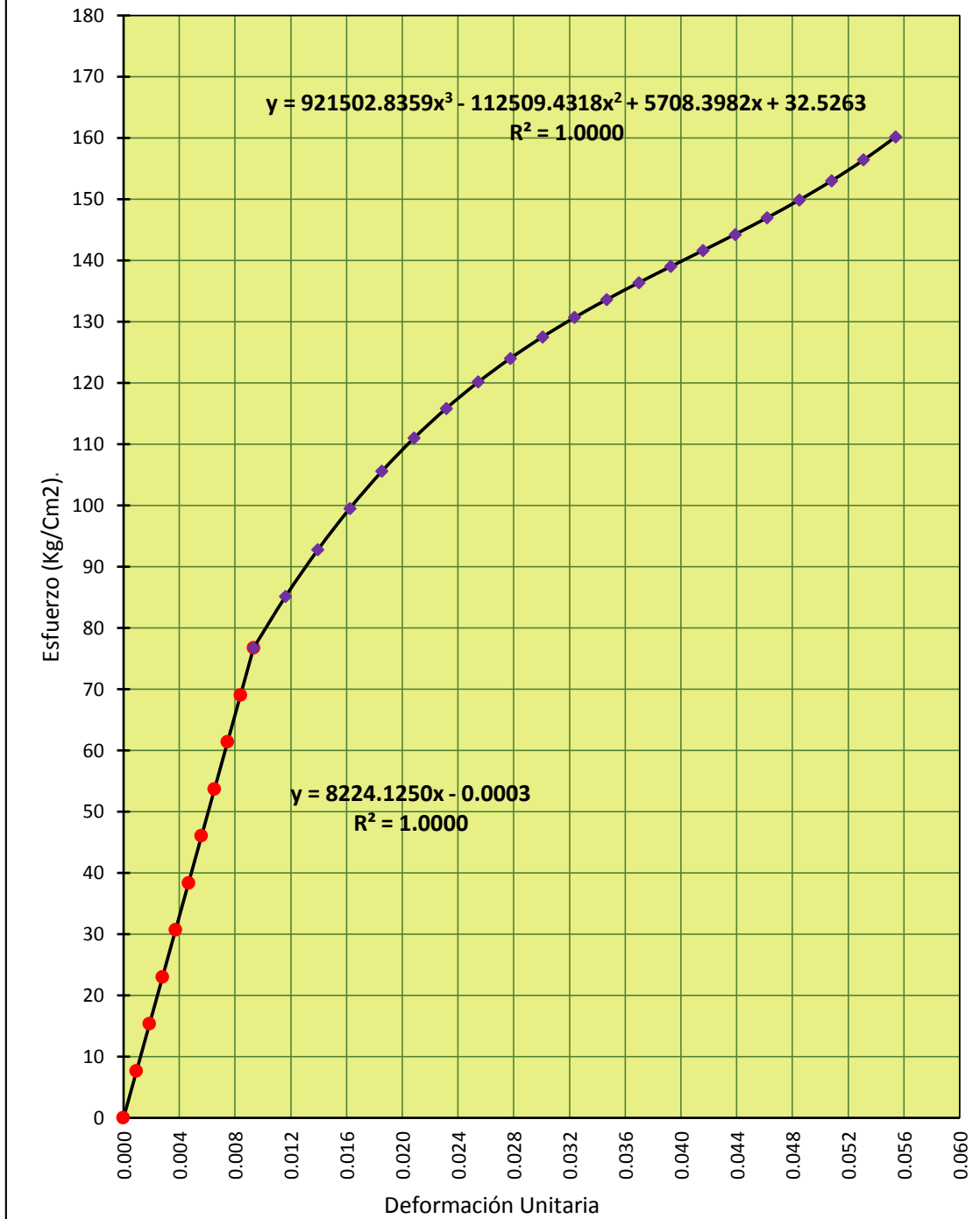


Figura 118: Ajuste, Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de *Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 127: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Inga sp.* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = 8224.1250x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = 921502.8359x^3 - 112509.3310x^2 + 5708.3900x + 32.5665$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00933, 76.74857)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00093	7.67311
0.00187	15.34622
0.00280	23.01933
0.00373	30.69243
0.00467	38.36554
0.00560	46.03865
0.00653	53.71176
0.00746	61.38487
0.00840	69.05798
0.00933	76.74857
0.01163	85.16256
0.01394	92.73136
0.01624	99.51444
0.01855	105.57947
0.02085	110.99411
0.02316	115.82603
0.02546	120.14290
0.02777	124.01239
0.03007	127.50217
0.03238	130.67989
0.03468	133.61323
0.03698	136.36986
0.03929	139.01744
0.04159	141.62364
0.04390	144.25612
0.04620	146.98256
0.04851	149.87062
0.05081	152.98797
0.05312	156.40228
0.05542	160.18120

Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO PROMEDIO
ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Compresión Perpendicular a la Fibra
(Madera; *Inga sp.*)

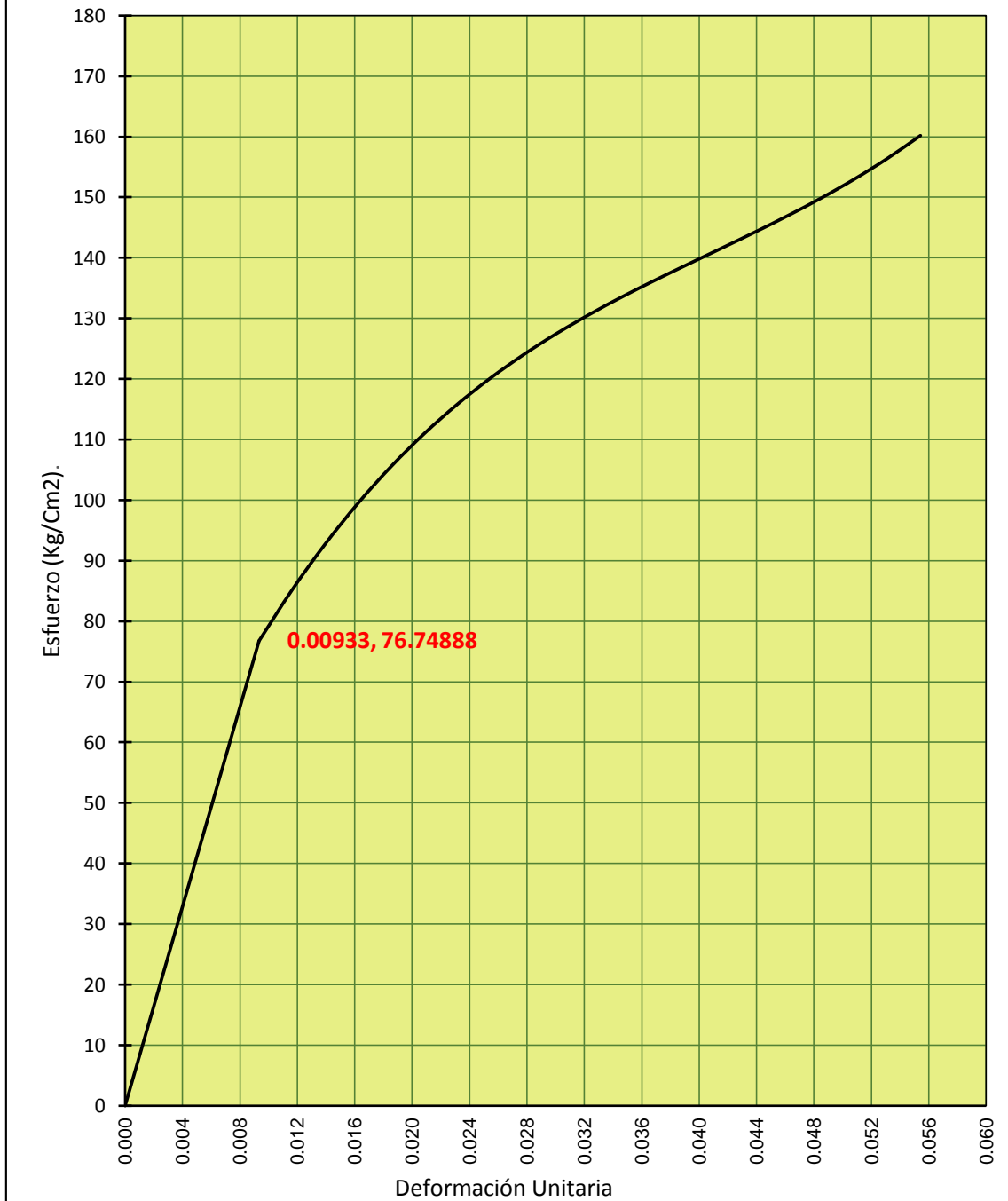


Figura 119: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia)

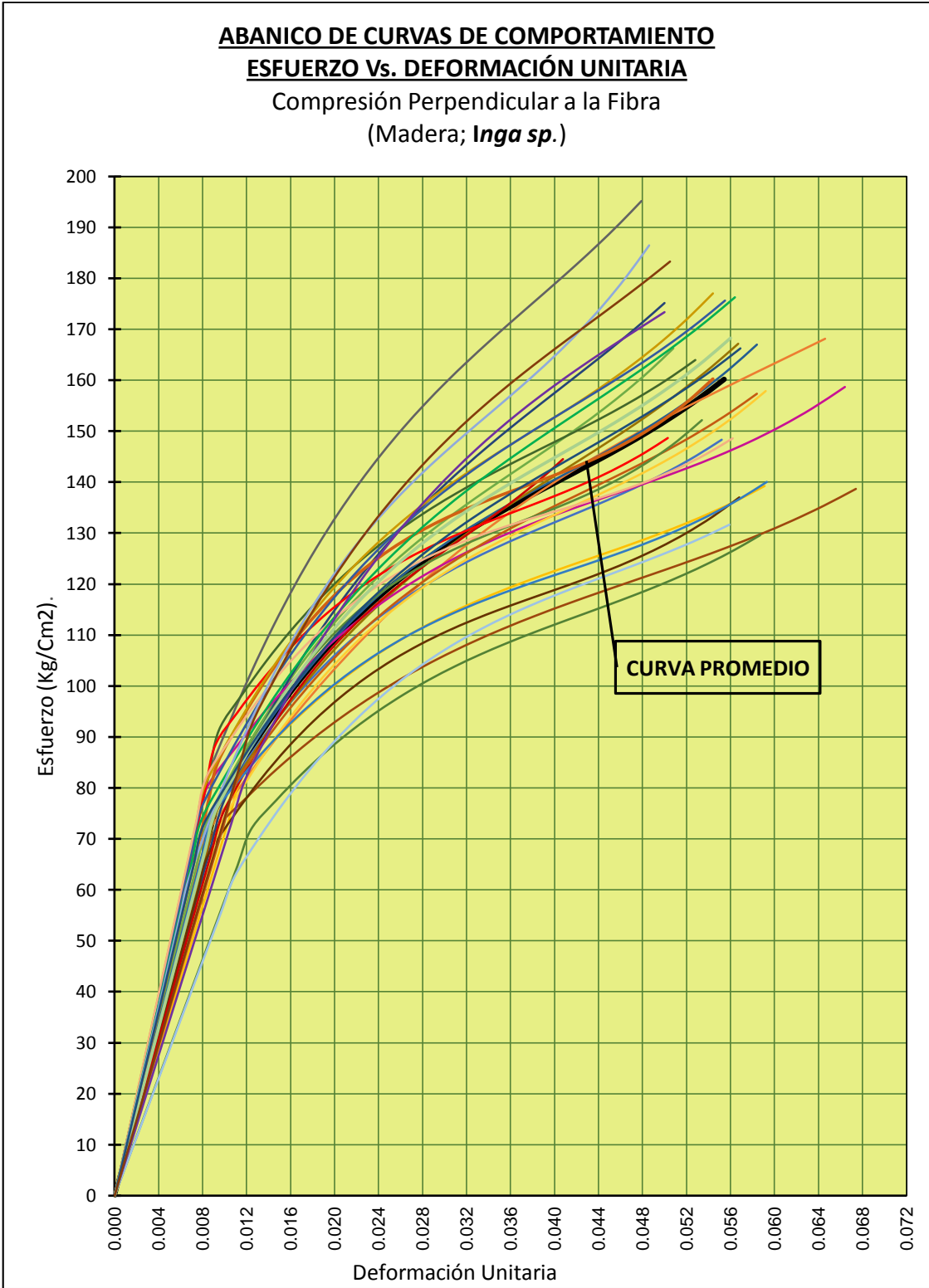


Figura 120: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Compresión Perpendicular a la Fibra (Probetas de *Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia).

4.3.5.2.2.3. Procesamiento de datos: Tracción Paralela a la fibra

4.3.5.2.2.3.1. Tratamiento estadístico: Tracción Paralela a la fibra

Tabla 128: Procesamiento Estadístico, TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) $MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-6-1	74.95	0.55	0.00560	554.29250	0.00738	607.04121	98980.80357	190
2	I-6-2	75.10	0.58	0.00416	279.83218	0.00673	342.90208	67267.35096	107
3	I-6-3	70.77	0.58	0.00813	470.71624	0.01182	538.32239	57898.67651	169
4	I-6-4	72.08	0.51	0.00538	375.80286	0.00750	430.43998	69851.83271	135
5	I-6-5	71.92	0.54	0.00580	477.38018	0.00793	532.91273	82306.92759	167
6	I-6-6	69.08	0.55	0.00536	625.79921	0.00733	695.36157	116753.58396	218
7	I-6-7	73.05	0.44	0.00618	360.82237	0.00831	385.68765	58385.49676	121
8	I-6-8	65.95	0.52	0.00754	710.52599	0.00927	751.56540	94234.21618	235
9	I-6-9	69.04	0.55	0.00632	580.10651	0.00828	635.02091	91789.00475	199
10	I-6-10	72.22	0.49	0.01003	335.27887	0.01339	364.35186	33427.60419	114
11	I-6-11	67.15	0.49	0.00734	530.21252	0.00947	559.17477	72236.03815	175
12	I-6-12	71.09	0.53	0.00601	476.57770	0.00694	501.49209	79297.45424	157
13	I-6-13	69.98	0.55	0.00630	361.95329	0.00865	390.99491	57452.90317	122
14	I-6-14	75.97	0.50	0.00841	501.78049	0.01849	581.50013	59664.74316	182
15	I-6-15	74.03	0.53	0.00675	785.76771	0.00857	854.61330	116410.03111	268
16	II-6-16	71.65	0.53	0.00705	429.94730	0.00936	460.69801	60985.43262	144
17	II-6-17	68.71	0.57	0.00553	410.48661	0.00804	452.03875	74229.04340	142
18	II-6-18	62.91	0.60	0.00807	270.31351	0.01073	305.20908	33496.09789	96
19	II-6-19	75.56	0.49	0.00757	695.88444	0.00831	713.40575	91926.61030	223
20	II-6-20	64.56	0.54	0.00739	678.98363	0.00911	714.06142	91878.70501	224
21	II-6-21	69.86	0.56	0.00640	437.33887	0.00791	459.77805	68334.19844	144
22	II-6-22	81.67	0.50	0.01009	452.89029	0.01306	480.07674	44885.06343	150
23	II-6-23	70.12	0.46	0.00628	495.18336	0.00700	507.31313	78850.85350	159
24	II-6-24	82.60	0.49	0.00993	502.16976	0.01386	528.92776	50570.97281	166
25	II-6-25	70.09	0.56	0.00801	259.14330	0.01249	287.10431	32352.47191	90
26	II-6-26	72.23	0.58	0.00730	402.43657	0.00997	430.20576	55128.29726	135
27	II-6-27	77.26	0.50	0.00647	367.49643	0.00949	445.72614	56800.06646	140
28	II-6-28	67.22	0.49	0.01527	389.15312	0.01865	404.50176	25484.81467	127
29	II-6-29	70.09	0.51	0.00880	326.65990	0.01228	351.26743	37120.44318	110
30	II-6-30	69.61	0.51	0.00646	390.63880	0.00866	452.84852	60470.40248	142
M(X)		71.551	0.527	0.007	464.51915	0.010	505.48479	67282.338	158.239
S(D)		4.380	0.038	0.002	134.848	0.003	139.484	23925.458	43.665
CV%		6.121	7.249	28.334	29.030	30.970	27.594	35.560	27.594
Límite de exclusión del 5%				0.00536	270	0.00694	305	32352	96

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 129: Procesamiento Estadístico, TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE = $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)	Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	"X"	"Y"		
1	I-6-1	76.56	0.74	0.00531	879.23467	0.00709	978.95324	165580.91714	306
2	I-6-2	63.46	0.68	0.00648	1127.42363	0.00657	1129.44138	173985.12809	354
3	I-6-3	70.99	0.80	0.00756	877.22695	0.00785	882.67413	116035.31085	276
4	I-6-4	63.72	0.68	0.00498	708.03100	0.00533	716.57949	142174.89960	224
5	I-6-5	69.17	0.70	0.00466	804.11842	0.00477	806.95231	172557.60086	253
6	I-6-6	64.02	0.66	0.00736	938.55760	0.00729	941.90312	127521.41304	295
7	I-6-7	70.36	0.76	0.00593	1199.15705	0.00596	1199.60575	202218.72681	376
8	I-6-8	79.82	0.73	0.00725	967.17964	0.00740	969.35609	133404.08828	303
9	I-6-9	84.08	0.73	0.00691	1177.63862	0.00702	1179.37499	170425.27062	369
10	I-6-10	64.26	0.78	0.00580	1014.00606	0.00585	1014.67947	174828.63103	318
11	I-6-11	55.84	0.82	0.00721	919.89670	0.00732	920.88530	127586.22746	288
12	I-6-12	56.22	0.83	0.00682	939.04886	0.00701	942.94621	185884.01037	282
13	I-6-13	65.68	0.76	0.00482	895.96093	0.00497	899.45098	162404.09407	352
14	I-6-14	68.32	0.71	0.00691	1122.21229	0.00702	1123.86686	162404.09407	352
15	I-6-15	74.77	0.74	0.00495	900.64919	0.00514	903.71454	181949.33131	283
16	II-6-16	63.78	0.72	0.00621	895.08464	0.00643	899.28964	144136.01288	282
17	II-6-17	59.66	0.72	0.00789	928.50447	0.00821	936.72826	117681.17490	293
18	II-6-18	73.05	0.72	0.00562	903.40773	0.00582	906.51648	160748.70641	284
19	II-6-19	62.46	0.74	0.00701	936.78349	0.00718	939.38057	133635.30528	294
20	II-6-20	68.82	0.71	0.00651	936.97232	0.00671	940.21231	143928.15975	294
21	II-6-21	73.62	0.67	0.00637	958.52821	0.00660	963.38932	150475.38619	302
22	II-6-22	60.02	0.74	0.00613	864.23201	0.00619	864.53138	140984.01468	271
23	II-6-23	58.08	0.68	0.00627	887.56153	0.00642	889.46079	141556.86284	278
24	II-6-24	55.93	0.66	0.00563	929.02089	0.00581	931.82946	165012.59147	292
25	II-6-25	77.13	0.76	0.00748	936.04834	0.00757	936.74981	125140.15241	293
26	II-6-26	88.13	0.62	0.00889	1179.77588	0.00907	1182.40257	132708.19798	370
27	II-6-27	79.54	0.68	0.00688	925.88005	0.00699	926.73273	134575.58866	290
28	II-6-28	72.65	0.77	0.00672	949.73001	0.00692	953.25771	141328.87054	298
29	II-6-29	74.41	0.72	0.00827	1207.15612	0.00843	1209.32639	145968.09190	379
30	II-6-30	72.44	0.75	0.00639	927.93029	0.00659	931.25255	145216.00782	292
	M(X)	68.900	0.726	0.007	961.23192	0.007	967.38146	150735.162	304.720
	S(D)	8.423	0.048	0.001	118.938	0.001	117.074	21440.966	37.686
	CV%	12.225	6.656	15.771	12.373	14.966	12.102	14.224	12.367
	Límite de exclusión del 5%			0.00482	804	0.00497	807	117681	253

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.2.3.2. Construcción de curvas: Tracción Paralela a la Fibra

Tabla 130: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00056	55.42776	0.00042	28.01592	0.00081	47.08621	0.00054	37.57910	0.00058	47.74773
3	0.00112	110.85553	0.00083	56.03184	0.00163	94.17242	0.00108	75.15821	0.00116	95.49546
4	0.00168	166.28329	0.00125	84.04775	0.00244	141.25862	0.00161	112.73731	0.00174	143.24319
5	0.00224	221.71106	0.00166	112.06367	0.00325	188.34483	0.00215	150.31641	0.00232	190.99093
6	0.00280	277.13882	0.00208	140.07959	0.00407	235.43104	0.00269	187.89552	0.00290	238.73866
7	0.00336	332.56659	0.00250	168.09551	0.00488	282.51725	0.00323	225.47462	0.00348	286.48639
8	0.00392	387.99435	0.00291	196.11142	0.00569	329.60346	0.00377	263.05372	0.00406	334.23412
9	0.00448	443.42212	0.00333	224.12734	0.00650	376.68967	0.00430	300.63283	0.00464	381.98185
10	0.00504	498.84988	0.00374	252.14326	0.00732	423.77587	0.00484	338.21193	0.00522	429.72958
11	0.00560	554.29250	0.00416	279.83218	0.00813	470.71624	0.00538	375.80286	0.00580	477.38018
12	0.00569	559.43371	0.00429	286.20512	0.00831	477.39749	0.00549	381.12990	0.00591	482.85357
13	0.00578	564.31943	0.00442	292.02494	0.00850	483.64820	0.00559	386.19165	0.00601	487.98772
14	0.00587	568.94069	0.00455	297.52968	0.00868	489.56067	0.00570	390.97935	0.00612	492.84415
15	0.00596	573.29750	0.00467	302.71934	0.00887	495.13490	0.00580	395.49299	0.00623	497.42286
16	0.00605	577.38986	0.00480	307.59390	0.00905	500.37090	0.00591	399.73258	0.00633	501.72385
17	0.00613	581.21777	0.00493	312.15338	0.00924	505.26866	0.00602	403.69811	0.00644	505.74713
18	0.00622	584.78123	0.00506	316.39778	0.00942	509.82818	0.00612	407.38959	0.00655	509.49269
19	0.00631	588.08024	0.00519	320.32708	0.00961	514.04946	0.00623	410.80701	0.00665	512.96054
20	0.00640	591.11479	0.00532	323.94130	0.00979	517.93251	0.00633	413.95038	0.00676	516.15066
21	0.00649	593.88489	0.00545	327.24043	0.00998	521.47732	0.00644	416.81970	0.00687	519.06307
22	0.00658	596.39054	0.00557	330.22448	0.01016	524.68389	0.00655	419.41496	0.00697	521.69776
23	0.00667	598.63174	0.00570	332.89344	0.01034	527.55222	0.00665	421.73616	0.00708	524.05474
24	0.00676	600.60849	0.00583	335.24731	0.01053	530.08232	0.00676	423.78331	0.00718	526.13400
25	0.00685	602.32079	0.00596	337.28609	0.01071	532.27418	0.00686	425.55641	0.00729	527.93554
26	0.00693	603.76863	0.00609	339.00979	0.01090	534.12780	0.00697	427.05545	0.00740	529.45936
27	0.00702	604.95203	0.00622	340.41840	0.01108	535.64319	0.00708	428.28043	0.00750	530.70547
28	0.00711	605.87097	0.00634	341.51192	0.01127	536.82034	0.00718	429.23136	0.00761	531.67386
29	0.00720	606.52546	0.00647	342.29036	0.01145	537.65925	0.00729	429.90824	0.00772	532.36453
30	0.00729	606.91550	0.00660	342.75371	0.01164	538.15992	0.00739	430.31106	0.00782	532.77748
31	0.00738	607.04121	0.00673	342.90208	0.01182	538.32239	0.00750	430.43998	0.00793	532.91273

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 131: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00054	62.52971	0.00062	36.07520	0.00075	71.07206	0.00063	57.97102	0.00100	33.49743
3	0.00107	125.05941	0.00124	72.15040	0.00151	142.14413	0.00126	115.94204	0.00201	66.99486
4	0.00161	187.58912	0.00185	108.22560	0.00226	213.21619	0.00190	173.91306	0.00301	100.49229
5	0.00214	250.11882	0.00247	144.30079	0.00302	284.28826	0.00253	231.88409	0.00401	133.98971
6	0.00268	312.64853	0.00309	180.37599	0.00377	355.36032	0.00316	289.85511	0.00502	167.48714
7	0.00322	375.17823	0.00371	216.45119	0.00452	426.43238	0.00379	347.82613	0.00602	200.98457
8	0.00375	437.70794	0.00433	252.52639	0.00528	497.50445	0.00442	405.79715	0.00702	234.48200
9	0.00429	500.23764	0.00494	288.60159	0.00603	568.57651	0.00506	463.76817	0.00802	267.97943
10	0.00482	562.76735	0.00556	324.67679	0.00679	639.64858	0.00569	521.73919	0.00903	301.47686
11	0.00536	625.79921	0.00618	360.82237	0.00754	710.52599	0.00632	580.10651	0.01003	335.27887
12	0.00546	632.32086	0.00629	363.22043	0.00763	714.61207	0.00642	585.23485	0.01020	337.96684
13	0.00556	638.79726	0.00639	365.52233	0.00771	718.39606	0.00652	590.33072	0.01037	340.66732
14	0.00566	644.92272	0.00650	367.69985	0.00780	721.97570	0.00661	595.15153	0.01053	343.22204
15	0.00575	650.69723	0.00661	369.75298	0.00789	725.35101	0.00671	599.69728	0.01070	345.63101
16	0.00585	656.12080	0.00671	371.68174	0.00797	728.52197	0.00681	603.96797	0.01087	347.89422
17	0.00595	661.19343	0.00682	373.48612	0.00806	731.48859	0.00691	607.96359	0.01104	350.01168
18	0.00605	665.91512	0.00693	375.16612	0.00815	734.25087	0.00701	611.68415	0.01121	351.98338
19	0.00615	670.28586	0.00703	376.72174	0.00823	736.80881	0.00710	615.12965	0.01137	353.80932
20	0.00625	674.30566	0.00714	378.15298	0.00832	739.16240	0.00720	618.30009	0.01154	355.48952
21	0.00635	677.97451	0.00725	379.45984	0.00841	741.31166	0.00730	621.19546	0.01171	357.02395
22	0.00644	681.29242	0.00735	380.64232	0.00849	743.25657	0.00740	623.81578	0.01188	358.41264
23	0.00654	684.25939	0.00746	381.70043	0.00858	744.99714	0.00750	626.16103	0.01205	359.65556
24	0.00664	686.87542	0.00756	382.63415	0.00866	746.53337	0.00759	628.23122	0.01221	360.75274
25	0.00674	689.14050	0.00767	383.44349	0.00875	747.86526	0.00769	630.02634	0.01238	361.70415
26	0.00684	691.05464	0.00778	384.12846	0.00884	748.99281	0.00779	631.54641	0.01255	362.50981
27	0.00694	692.61784	0.00788	384.68904	0.00892	749.91601	0.00789	632.79141	0.01272	363.16972
28	0.00703	693.83009	0.00799	385.12525	0.00901	750.63487	0.00799	633.76135	0.01289	363.68387
29	0.00713	694.69140	0.00810	385.43708	0.00910	751.14939	0.00808	634.45623	0.01305	364.05227
30	0.00723	695.20177	0.00820	385.62453	0.00918	751.45957	0.00818	634.87605	0.01322	364.27491
31	0.00733	695.36157	0.00831	385.68765	0.00927	751.56540	0.00828	635.02091	0.01339	364.35186

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 132: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00073	52.99722	0.00060	47.65479	0.00063	36.17678	0.00084	50.18221	0.00068	78.55833
3	0.00147	105.99443	0.00120	95.30959	0.00126	72.35356	0.00168	100.36441	0.00135	157.11667
4	0.00220	158.99165	0.00180	142.96438	0.00189	108.53035	0.00252	150.54662	0.00203	235.67500
5	0.00294	211.98887	0.00240	190.61917	0.00252	144.70713	0.00336	200.72883	0.00270	314.23333
6	0.00367	264.98609	0.00301	238.27396	0.00315	180.88391	0.00421	250.91104	0.00338	392.79167
7	0.00440	317.98330	0.00361	285.92876	0.00378	217.06069	0.00505	301.09324	0.00405	471.35000
8	0.00514	370.98052	0.00421	333.58355	0.00441	253.23747	0.00589	351.27545	0.00473	549.90833
9	0.00587	423.97774	0.00481	381.23834	0.00504	289.41425	0.00673	401.45766	0.00540	628.46667
10	0.00661	476.97496	0.00541	428.89314	0.00567	325.59104	0.00757	451.63987	0.00608	707.02500
11	0.00734	530.21252	0.00601	476.57770	0.00630	361.95329	0.00841	501.78049	0.00675	785.76771
12	0.00745	532.94939	0.00606	478.97810	0.00642	364.70951	0.00891	509.55918	0.00684	792.37449
13	0.00755	535.63212	0.00610	481.27495	0.00654	367.40037	0.00942	516.92875	0.00693	798.75623
14	0.00766	538.17014	0.00615	483.44825	0.00665	369.94597	0.00992	523.90018	0.00702	804.79287
15	0.00777	540.56344	0.00620	485.49800	0.00677	372.34629	0.01043	530.47348	0.00711	810.48438
16	0.00787	542.81202	0.00624	487.42421	0.00689	374.60135	0.01093	536.64865	0.00721	815.83079
17	0.00798	544.91588	0.00629	489.22687	0.00701	376.71113	0.01143	542.42568	0.00730	820.83208
18	0.00809	546.87503	0.00634	490.90598	0.00712	378.67565	0.01194	547.80458	0.00739	825.48826
19	0.00819	548.68946	0.00638	492.46155	0.00724	380.49490	0.01244	552.78535	0.00748	829.79932
20	0.00830	550.35917	0.00643	493.89356	0.00736	382.16888	0.01295	557.36798	0.00757	833.76528
21	0.00841	551.88416	0.00648	495.20203	0.00748	383.69758	0.01345	561.55247	0.00766	837.38612
22	0.00851	553.26444	0.00652	496.38695	0.00759	385.08102	0.01395	565.33884	0.00775	840.66184
23	0.00862	554.50000	0.00657	497.44833	0.00771	386.31920	0.01446	568.72707	0.00784	843.59245
24	0.00872	555.59084	0.00661	498.38616	0.00783	387.41210	0.01496	571.71716	0.00793	846.17795
25	0.00883	556.53697	0.00666	499.20044	0.00794	388.35973	0.01547	574.30912	0.00802	848.41834
26	0.00894	557.33838	0.00671	499.89117	0.00806	389.16209	0.01597	576.50295	0.00812	850.31361
27	0.00904	557.99507	0.00675	500.45836	0.00818	389.81918	0.01647	578.29864	0.00821	851.86377
28	0.00915	558.50704	0.00680	500.90199	0.00830	390.33101	0.01698	579.69620	0.00830	853.06882
29	0.00926	558.87430	0.00685	501.22208	0.00841	390.69756	0.01748	580.69563	0.00839	853.92875
30	0.00936	559.09684	0.00689	501.41863	0.00853	390.91885	0.01799	581.29692	0.00848	854.44357
31	0.00947	559.17477	0.00694	501.49209	0.00865	390.99491	0.01849	581.50013	0.00857	854.61330

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 133: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00071	43.00826	0.00055	41.06684	0.00081	27.01648	0.00076	69.54318	0.00074	67.91493
3	0.00141	86.01652	0.00111	82.13368	0.00161	54.03295	0.00151	139.08637	0.00148	135.82987
4	0.00212	129.02479	0.00166	123.20052	0.00242	81.04943	0.00227	208.62955	0.00222	203.74480
5	0.00282	172.03305	0.00221	164.26737	0.00323	108.06591	0.00303	278.17274	0.00296	271.65974
6	0.00353	215.04131	0.00277	205.33421	0.00404	135.08239	0.00379	347.71592	0.00370	339.57467
7	0.00423	258.04957	0.00332	246.40105	0.00484	162.09886	0.00454	417.25910	0.00443	407.48961
8	0.00494	301.05784	0.00387	287.46789	0.00565	189.11534	0.00530	486.80229	0.00517	475.40454
9	0.00564	344.06610	0.00442	328.53473	0.00646	216.13182	0.00606	556.34547	0.00591	543.31948
10	0.00635	387.07436	0.00498	369.60157	0.00726	243.14830	0.00681	625.88865	0.00665	611.23441
11	0.00705	429.94730	0.00553	410.48661	0.00807	270.31351	0.00757	695.88444	0.00739	678.98363
12	0.00717	433.00496	0.00566	414.60317	0.00820	273.60584	0.00761	697.37205	0.00748	682.47561
13	0.00728	435.84946	0.00578	418.43242	0.00834	276.84033	0.00764	699.00616	0.00756	685.71840
14	0.00740	438.53986	0.00591	422.05512	0.00847	279.90024	0.00768	700.55246	0.00765	688.78559
15	0.00751	441.07614	0.00603	425.47127	0.00860	282.78558	0.00772	702.01096	0.00773	691.67719
16	0.00763	443.45832	0.00616	428.68087	0.00874	285.49634	0.00776	703.38165	0.00782	694.39319
17	0.00774	445.68638	0.00628	431.68392	0.00887	288.03253	0.00779	704.66454	0.00791	696.93359
18	0.00786	447.76034	0.00641	434.48041	0.00900	290.39415	0.00783	705.85961	0.00799	699.29839
19	0.00797	449.68018	0.00653	437.07035	0.00913	292.58119	0.00787	706.96689	0.00808	701.48759
20	0.00809	451.44592	0.00666	439.45374	0.00927	294.59366	0.00790	707.98635	0.00816	703.50119
21	0.00821	453.05755	0.00679	441.63058	0.00940	296.43156	0.00794	708.91801	0.00825	705.33920
22	0.00832	454.51507	0.00691	443.60086	0.00953	298.09488	0.00798	709.76186	0.00834	707.00161
23	0.00844	455.81848	0.00704	445.36459	0.00967	299.58363	0.00801	710.51791	0.00842	708.48842
24	0.00855	456.96778	0.00716	446.92177	0.00980	300.89781	0.00805	711.18615	0.00851	709.79963
25	0.00867	457.96297	0.00729	448.27240	0.00993	302.03741	0.00809	711.76659	0.00859	710.93524
26	0.00878	458.80405	0.00741	449.41647	0.01007	303.00244	0.00813	712.25921	0.00868	711.89526
27	0.00890	459.49103	0.00754	450.35400	0.01020	303.79289	0.00816	712.66404	0.00877	712.67967
28	0.00901	460.02389	0.00766	451.08497	0.01033	304.40878	0.00820	712.98105	0.00885	713.28849
29	0.00913	460.40264	0.00779	451.60939	0.01046	304.85008	0.00824	713.21026	0.00894	713.72171
30	0.00924	460.62729	0.00791	451.92725	0.01060	305.11682	0.00827	713.35166	0.00902	713.97933
31	0.00936	460.69801	0.00804	452.03875	0.01073	305.20908	0.00831	713.40575	0.00911	714.06142

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 134: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00064	43.72672	0.00101	45.28555	0.00063	49.50963	0.00099	50.23489	0.00080	25.92419
3	0.00128	87.45344	0.00202	90.57110	0.00126	99.01925	0.00199	100.46977	0.00160	51.84838
4	0.00192	131.18015	0.00303	135.85665	0.00188	148.52888	0.00298	150.70466	0.00240	77.77257
5	0.00256	174.90687	0.00404	181.14220	0.00251	198.03851	0.00397	200.93954	0.00320	103.69677
6	0.00320	218.63359	0.00505	226.42775	0.00314	247.54813	0.00497	251.17443	0.00401	129.62096
7	0.00384	262.36031	0.00605	271.71330	0.00377	297.05776	0.00596	301.40931	0.00481	155.54515
8	0.00448	306.08703	0.00706	316.99885	0.00440	346.56739	0.00695	351.64420	0.00561	181.46934
9	0.00512	349.81374	0.00807	362.28440	0.00502	396.07701	0.00794	401.87908	0.00641	207.39353
10	0.00576	393.54046	0.00908	407.56995	0.00565	445.58664	0.00894	452.11397	0.00721	233.31772
11	0.00640	437.33887	0.01009	452.89029	0.00628	495.18336	0.00993	502.16976	0.00801	259.14330
12	0.00648	439.49409	0.01024	455.53159	0.00632	496.32461	0.01013	504.81913	0.00823	261.90217
13	0.00655	441.56862	0.01039	458.05070	0.00635	497.44294	0.01032	507.28713	0.00846	264.48363
14	0.00663	443.53126	0.01054	460.43345	0.00639	498.50127	0.01052	509.62190	0.00868	266.92565
15	0.00670	445.38202	0.01068	462.67984	0.00642	499.49960	0.01072	511.82343	0.00891	269.22822
16	0.00678	447.12089	0.01083	464.78987	0.00646	500.43793	0.01091	513.89172	0.00913	271.39134
17	0.00685	448.74788	0.01098	466.76353	0.00650	501.31625	0.01111	515.82678	0.00935	273.41501
18	0.00693	450.26298	0.01113	468.60083	0.00653	502.13457	0.01131	517.62860	0.00958	275.29923
19	0.00700	451.66621	0.01128	470.30177	0.00657	502.89289	0.01150	519.29719	0.00980	277.04400
20	0.00708	452.95754	0.01143	471.86634	0.00660	503.59121	0.01170	520.83254	0.01003	278.64933
21	0.00716	454.13700	0.01158	473.29456	0.00664	504.22952	0.01190	522.23465	0.01025	280.11520
22	0.00723	455.20457	0.01172	474.58641	0.00668	504.80783	0.01209	523.50353	0.01047	281.44163
23	0.00731	456.16025	0.01187	475.74189	0.00671	505.32614	0.01229	524.63916	0.01070	282.62861
24	0.00738	457.00406	0.01202	476.76102	0.00675	505.78445	0.01248	525.64157	0.01092	283.67614
25	0.00746	457.73597	0.01217	477.64378	0.00678	506.18275	0.01268	526.51073	0.01115	284.58422
26	0.00753	458.35601	0.01232	478.39018	0.00682	506.52105	0.01288	527.24666	0.01137	285.35285
27	0.00761	458.86416	0.01247	479.00021	0.00686	506.79935	0.01307	527.84935	0.01159	285.98203
28	0.00768	459.26043	0.01261	479.47389	0.00689	507.01765	0.01327	528.31881	0.01182	286.47177
29	0.00776	459.54481	0.01276	479.81120	0.00693	507.17594	0.01347	528.65503	0.01204	286.82205
30	0.00783	459.71731	0.01291	480.01215	0.00696	507.27423	0.01366	528.85801	0.01227	287.03289
31	0.00791	459.77805	0.01306	480.07674	0.00700	507.31313	0.01386	528.92776	0.01249	287.10431

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 135: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00073	40.25635	0.00065	36.75048	0.00153	38.89099	0.00088	32.64946	0.00065	39.07042	0.00073	46.44733
3	0.00129	71.13793	0.00129	73.50096	0.00305	77.78198	0.00176	65.29891	0.00129	78.14083	0.00146	92.58216
4	0.00185	102.01952	0.00194	110.25144	0.00458	116.67296	0.00264	97.94837	0.00194	117.21125	0.00219	138.71700
5	0.00241	132.90110	0.00259	147.00193	0.00611	155.56395	0.00352	130.59782	0.00258	156.28166	0.00292	184.85184
6	0.00297	163.78269	0.00324	183.75241	0.00764	194.45494	0.00440	163.24728	0.00323	195.35208	0.00364	230.98667
7	0.00353	194.66427	0.00388	220.50289	0.00916	233.34593	0.00528	195.89673	0.00388	234.42249	0.00437	277.12151
8	0.00409	225.54586	0.00453	257.25337	0.01069	272.23692	0.00616	228.54619	0.00452	273.49291	0.00510	323.25634
9	0.00465	256.42744	0.00518	294.00385	0.01222	311.12791	0.00704	261.19564	0.00517	312.56332	0.00583	369.39118
10	0.00521	287.30902	0.00582	330.75433	0.01374	350.01889	0.00792	293.84510	0.00581	351.63374	0.00655	415.52601
11	0.00730	402.43657	0.00647	367.49643	0.01527	389.15312	0.00880	326.65990	0.00646	390.63880	0.00733	464.51915
12	0.00743	405.18899	0.00662	375.15713	0.01544	390.56923	0.00897	329.00412	0.00657	396.76171	0.00746	468.492
13	0.00757	407.75482	0.00677	382.41624	0.01561	391.99537	0.00915	331.28789	0.00668	402.51254	0.00759	472.28416
14	0.00770	410.18184	0.00692	389.28146	0.01578	393.34452	0.00932	333.44810	0.00679	407.95237	0.00773	475.8713
15	0.00783	412.47008	0.00707	395.75278	0.01595	394.61669	0.00950	335.48475	0.00690	413.08122	0.00786	479.25342
16	0.00797	414.61951	0.00723	401.83023	0.01612	395.81188	0.00967	337.39785	0.00701	417.89908	0.00799	482.43052
17	0.00810	416.63016	0.00738	407.51378	0.01628	396.93009	0.00984	339.18739	0.00712	422.40596	0.00812	485.4026
18	0.00823	418.50201	0.00753	412.80344	0.01645	397.97131	0.01002	340.85337	0.00723	426.60185	0.00825	488.16966
19	0.00837	420.23506	0.00768	417.69921	0.01662	398.93555	0.01019	342.39580	0.00734	430.48675	0.00839	490.7317
20	0.00850	421.82932	0.00783	422.20110	0.01679	399.82281	0.01037	343.81467	0.00745	434.06066	0.00852	493.08872
21	0.00864	423.28478	0.00798	426.30910	0.01696	400.63308	0.01054	345.10998	0.00756	437.32358	0.00865	495.24072
22	0.00877	424.60145	0.00813	430.02321	0.01713	401.36637	0.01071	346.28174	0.00767	440.27552	0.00878	497.1877
23	0.00890	425.77933	0.00828	433.34343	0.01730	402.02267	0.01089	347.32993	0.00778	442.91647	0.00891	498.92966
24	0.00904	426.81841	0.00843	436.26976	0.01747	402.60199	0.01106	348.25457	0.00789	445.24643	0.00904	500.4666
25	0.00917	427.71869	0.00858	438.80220	0.01764	403.10433	0.01124	349.05566	0.00800	447.26541	0.00918	501.79852
26	0.00930	428.48018	0.00874	440.94075	0.01781	403.52969	0.01141	349.73318	0.00811	448.97340	0.00931	502.92542
27	0.00944	429.10287	0.00889	442.68542	0.01797	403.87806	0.01158	350.28715	0.00822	450.37040	0.00944	503.84731
28	0.00957	429.58678	0.00904	444.03620	0.01814	404.14945	0.01176	350.71756	0.00833	451.45641	0.00957	504.56417
29	0.00970	429.93188	0.00919	444.99308	0.01831	404.34385	0.01193	351.02442	0.00844	452.23143	0.00970	505.07601
30	0.00984	430.13819	0.00934	445.55608	0.01848	404.46128	0.01211	351.20772	0.00855	452.69547	0.00983	505.38283
31	0.00997	430.20576	0.00949	445.72614	0.01865	404.50176	0.01228	351.26743	0.00866	452.84852	0.00997	505.48479

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Tracción Paralela a la Fibra
(Madera; *Cedrelinga cateniformis*)

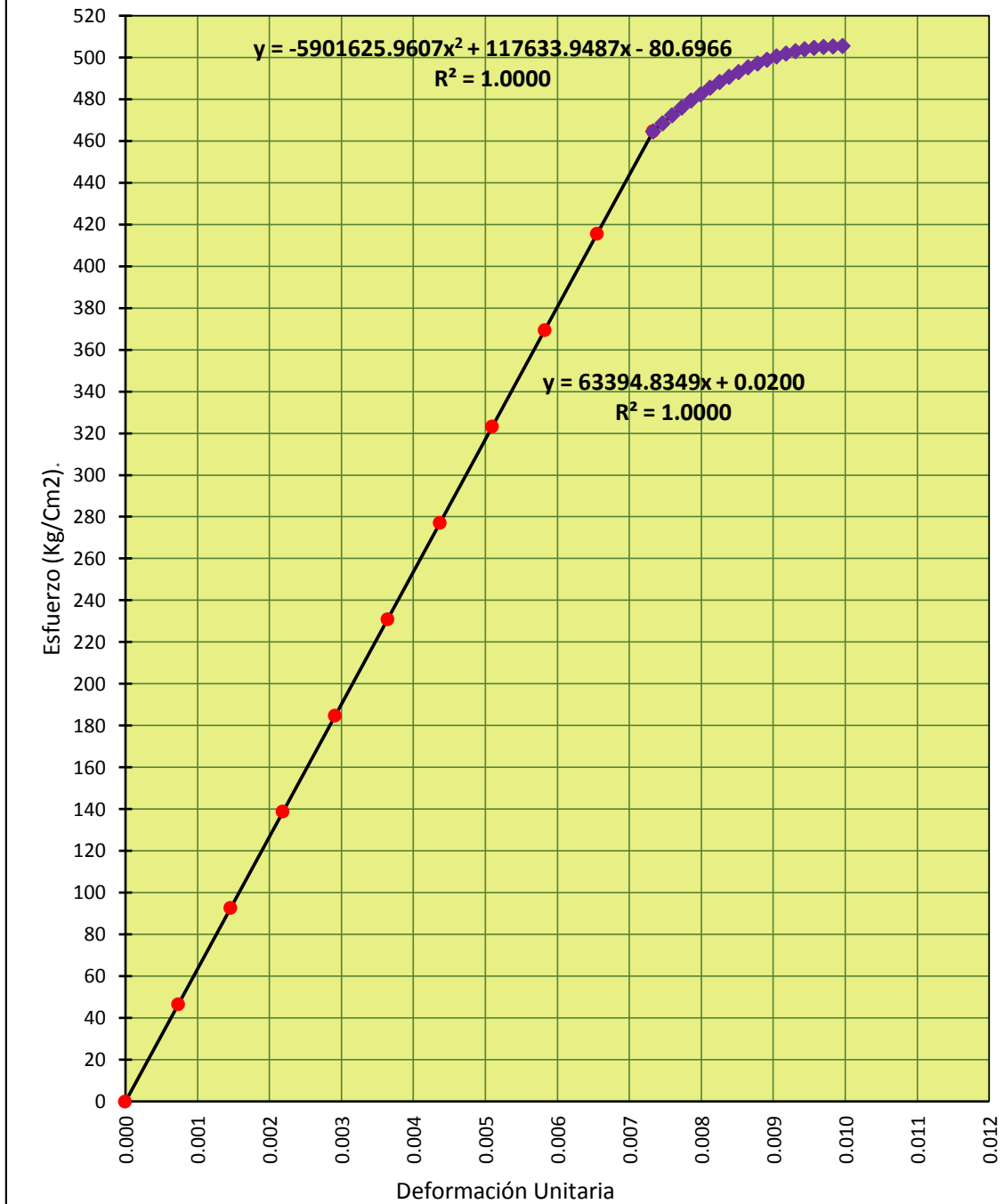


Figura 121: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 136: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 63394.8349x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = -5901625.9607x^2 + 117637.6724x - 80.73370$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00732, 464.24835)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.00997, 505.48702)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00073	46.47402
0.00147	92.94804
0.00220	139.42206
0.00293	185.89608
0.00367	232.37010
0.00440	278.84412
0.00513	325.31814
0.00586	371.79216
0.00660	418.26618
0.00732	464.24835
0.00745	468.18619
0.00759	472.01437
0.00772	475.63534
0.00785	479.04908
0.00798	482.25561
0.00812	485.25491
0.00825	488.04699
0.00838	490.63185
0.00851	493.00949
0.00865	495.17991
0.00878	497.14311
0.00891	498.89909
0.00904	500.44785
0.00918	501.78938
0.00931	502.92370
0.00944	503.85079
0.00957	504.57067
0.00971	505.08332
0.00984	505.38875
0.00997	505.48702

Fuente: Elaboración propia.

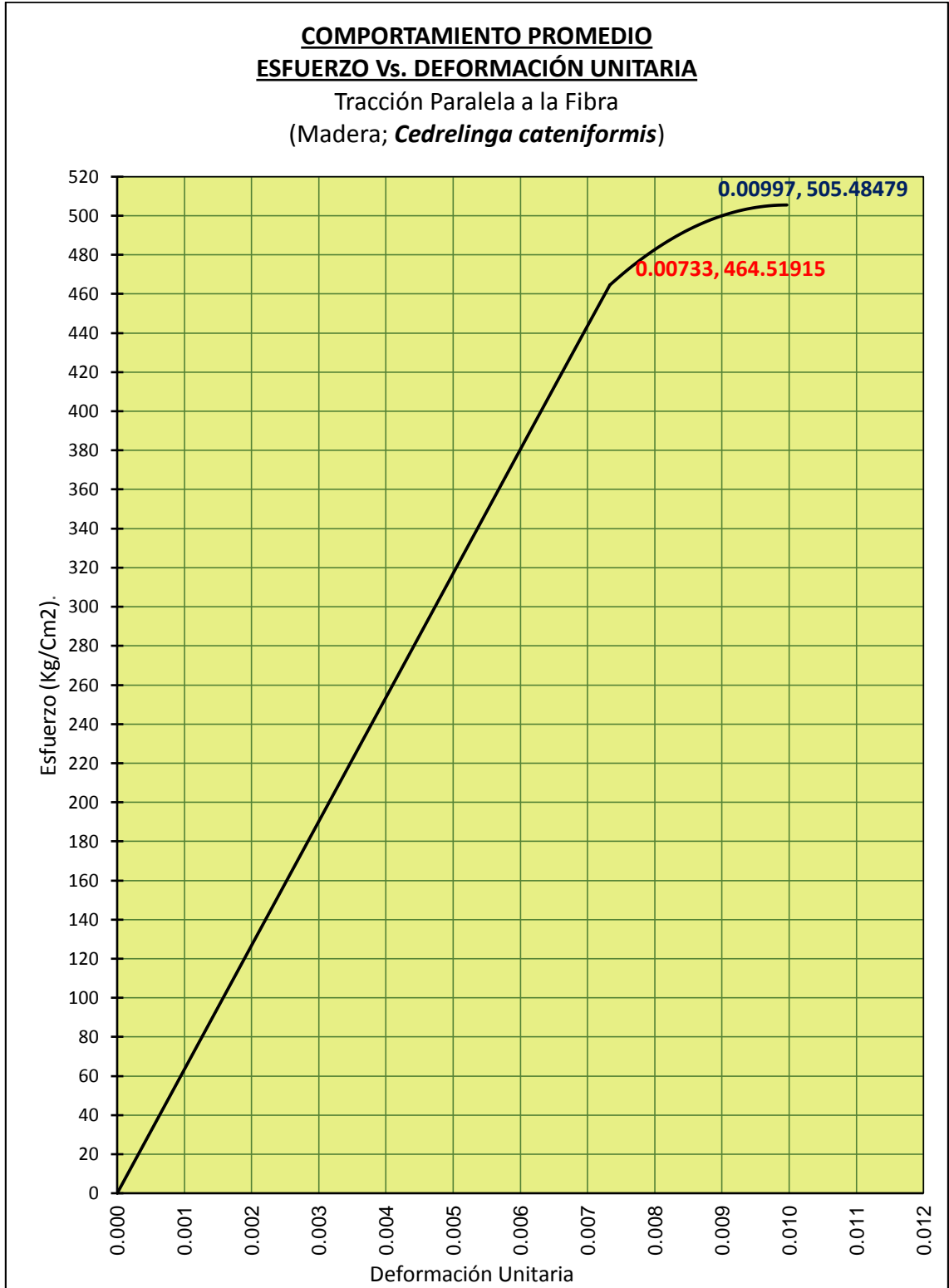


Figura 122: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia)

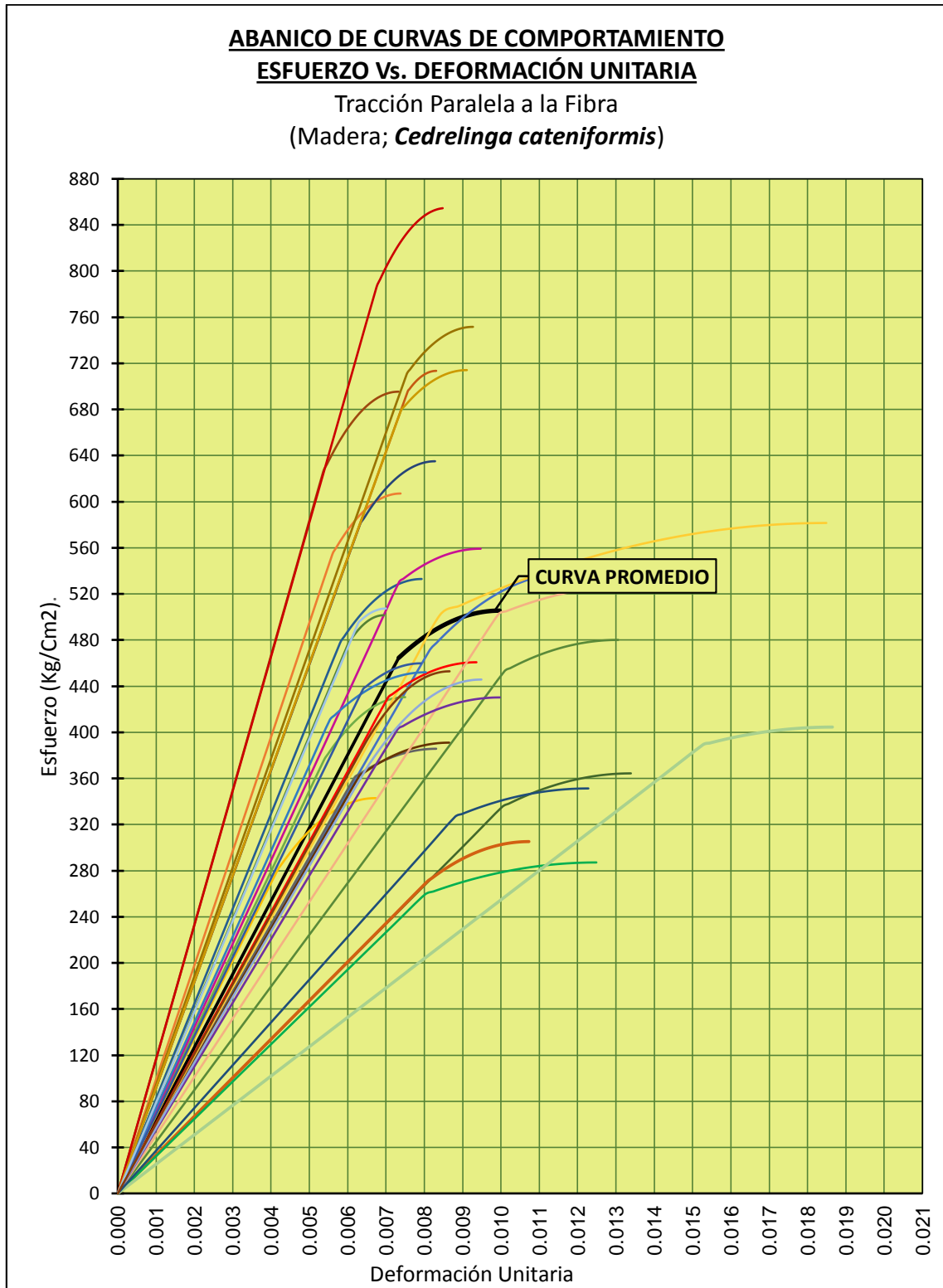


Figura 123: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Tracción Paralela a la Fibra (Probetas de *Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 137: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00053	87.99653	0.00065	112.73495	0.00076	87.70295	0.00050	70.86558	0.00047	80.36092
3	0.00106	175.99306	0.00130	225.46989	0.00151	175.40590	0.00100	141.73115	0.00093	160.72185
4	0.00159	263.98959	0.00194	338.20484	0.00227	263.10885	0.00149	212.59673	0.00140	241.08277
5	0.00212	351.98612	0.00259	450.93978	0.00302	350.81180	0.00199	283.46230	0.00186	321.44370
6	0.00266	439.98264	0.00324	563.67473	0.00378	438.51475	0.00249	354.32788	0.00233	401.80462
7	0.00319	527.97917	0.00389	676.40967	0.00454	526.21770	0.00299	425.19345	0.00280	482.16555
8	0.00372	615.97570	0.00454	789.14462	0.00529	613.92065	0.00349	496.05903	0.00326	562.52647
9	0.00425	703.97223	0.00518	901.87957	0.00605	701.62360	0.00398	566.92461	0.00373	642.88740
10	0.00478	791.96876	0.00583	1014.61451	0.00680	789.32655	0.00448	637.79018	0.00419	723.24832
11	0.00531	879.23467	0.00648	1127.42363	0.00756	877.22695	0.00498	708.03100	0.00466	804.11842
12	0.00540	889.38902	0.00648	1127.59752	0.00757	877.70232	0.00500	709.04069	0.00467	804.24651
13	0.00549	898.55697	0.00649	1127.78050	0.00759	878.21470	0.00502	709.80228	0.00467	804.51291
14	0.00558	907.23002	0.00649	1127.95391	0.00760	878.69923	0.00503	710.52332	0.00468	804.76551
15	0.00567	915.40818	0.00650	1128.11777	0.00762	879.15591	0.00505	711.20382	0.00468	805.00430
16	0.00576	923.09145	0.00650	1128.27206	0.00763	879.58472	0.00507	711.84378	0.00469	805.22930
17	0.00584	930.27982	0.00651	1128.41680	0.00765	879.98568	0.00509	712.44319	0.00469	805.44049
18	0.00593	936.97329	0.00651	1128.55198	0.00766	880.35877	0.00510	713.00206	0.00470	805.63788
19	0.00602	943.17187	0.00652	1128.67760	0.00768	880.70401	0.00512	713.52038	0.00470	805.82146
20	0.00611	948.87556	0.00652	1128.79366	0.00769	881.02139	0.00514	713.99816	0.00471	805.99125
21	0.00620	954.08435	0.00653	1128.90016	0.00771	881.31092	0.00516	714.43539	0.00472	806.14723
22	0.00629	958.79825	0.00653	1128.99710	0.00772	881.57258	0.00517	714.83209	0.00472	806.28941
23	0.00638	963.01725	0.00653	1129.08448	0.00773	881.80639	0.00519	715.18823	0.00473	806.41778
24	0.00647	966.74135	0.00654	1129.16231	0.00775	882.01234	0.00521	715.50384	0.00473	806.53236
25	0.00656	969.97057	0.00654	1129.23057	0.00776	882.19043	0.00523	715.77889	0.00474	806.63313
26	0.00664	972.70489	0.00655	1129.28928	0.00778	882.34066	0.00524	716.01341	0.00474	806.72010
27	0.00673	974.94431	0.00655	1129.33843	0.00779	882.46304	0.00526	716.20738	0.00475	806.79326
28	0.00682	976.68884	0.00656	1129.37801	0.00781	882.55755	0.00528	716.36081	0.00475	806.85263
29	0.00691	977.93847	0.00656	1129.40804	0.00782	882.62421	0.00530	716.47369	0.00476	806.89819
30	0.00700	978.69321	0.00657	1129.42851	0.00784	882.66301	0.00531	716.54603	0.00476	806.92995
31	0.00709	978.95324	0.00657	1129.44138	0.00785	882.67413	0.00533	716.57949	0.00477	806.95231

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 138: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00074	97.87011	0.00059	119.86251	0.00073	96.77884	0.00069	117.76115	0.00058	101.50444
3	0.00147	195.74021	0.00119	239.72503	0.00145	193.55768	0.00138	235.52229	0.00116	160.37187
4	0.00221	293.61032	0.00178	359.58754	0.00218	290.33652	0.00207	353.28344	0.00174	240.55780
5	0.00294	391.48042	0.00237	479.45006	0.00290	387.11536	0.00276	471.04458	0.00232	320.74374
6	0.00368	489.35053	0.00297	599.31257	0.00363	483.89420	0.00346	588.80573	0.00290	400.92967
7	0.00442	587.22063	0.00356	719.17508	0.00435	580.67304	0.00415	706.56687	0.00348	481.11560
8	0.00515	685.09074	0.00415	839.03760	0.00508	677.45188	0.00484	824.32802	0.00406	561.30154
9	0.00589	782.96084	0.00474	958.90011	0.00580	774.23072	0.00553	942.08916	0.00464	641.48747
10	0.00662	880.83095	0.00534	1078.76263	0.00653	871.00956	0.00622	1059.85031	0.00522	721.67341
11	0.00736	938.55760	0.00593	1199.15705	0.00725	967.17964	0.00691	1177.63862	0.00580	1014.00606
12	0.00736	941.65865	0.00593	1199.12078	0.00726	967.55164	0.00692	1177.80444	0.00580	1014.19625
13	0.00735	941.68486	0.00593	1199.16731	0.00727	967.74428	0.00692	1177.96648	0.00581	1014.24658
14	0.00735	941.70958	0.00593	1199.21150	0.00727	967.92629	0.00693	1178.11970	0.00581	1014.29414
15	0.00735	941.73282	0.00594	1199.25333	0.00728	968.09768	0.00693	1178.26410	0.00581	1014.33894
16	0.00734	941.75458	0.00594	1199.29281	0.00729	968.25845	0.00694	1178.39968	0.00581	1014.38097
17	0.00734	941.77485	0.00594	1199.32993	0.00730	968.40860	0.00694	1178.52644	0.00582	1014.42023
18	0.00734	941.79363	0.00594	1199.36471	0.00730	968.54813	0.00695	1178.64438	0.00582	1014.45673
19	0.00733	941.81093	0.00594	1199.39714	0.00731	968.67703	0.00695	1178.75350	0.00582	1014.49045
20	0.00733	941.82674	0.00594	1199.42721	0.00732	968.79531	0.00696	1178.85380	0.00582	1014.52141
21	0.00733	941.84107	0.00595	1199.45493	0.00733	968.90297	0.00697	1178.94528	0.00583	1014.54961
22	0.00732	941.85391	0.00595	1199.48031	0.00733	969.00001	0.00697	1179.02794	0.00583	1014.57503
23	0.00732	941.86526	0.00595	1199.50333	0.00734	969.08642	0.00698	1179.10177	0.00583	1014.59769
24	0.00731	941.87513	0.00595	1199.52400	0.00735	969.16222	0.00698	1179.16679	0.00583	1014.61758
25	0.00731	941.88351	0.00595	1199.54231	0.00736	969.22739	0.00699	1179.22299	0.00584	1014.63471
26	0.00731	941.89041	0.00595	1199.55828	0.00736	969.28193	0.00699	1179.27037	0.00584	1014.64906
27	0.00730	941.89583	0.00595	1199.57190	0.00737	969.32586	0.00700	1179.30892	0.00584	1014.66065
28	0.00730	941.89975	0.00596	1199.58316	0.00738	969.35916	0.00700	1179.33866	0.00584	1014.66947
29	0.00730	941.90219	0.00596	1199.59207	0.00738	969.38184	0.00701	1179.35957	0.00585	1014.67553
30	0.00729	941.90315	0.00596	1199.59863	0.00739	969.39390	0.00701	1179.37167	0.00585	1014.67882
31	0.00729	941.90312	0.00596	1199.60575	0.00740	969.35609	0.00702	1179.37499	0.00585	1014.67947

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 139: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00072	91.96641	0.00068	93.86357	0.00048	89.65015	0.00069	112.21864	0.00050	89.98236
3	0.00144	183.93281	0.00136	187.72714	0.00096	179.30029	0.00138	224.43727	0.00099	179.96473
4	0.00216	275.89922	0.00205	281.59070	0.00145	268.95044	0.00207	336.65591	0.00149	269.94709
5	0.00288	367.86562	0.00273	375.45427	0.00193	358.60058	0.00276	448.87455	0.00198	359.92946
6	0.00361	459.83203	0.00341	469.31784	0.00241	448.25073	0.00346	561.09319	0.00248	449.91182
7	0.00433	551.79844	0.00409	563.18141	0.00289	537.90087	0.00415	673.31182	0.00297	539.89419
8	0.00505	643.76484	0.00477	657.04498	0.00337	627.55102	0.00484	785.53046	0.00347	629.87655
9	0.00577	735.73125	0.00546	750.90854	0.00386	717.20116	0.00553	897.74910	0.00396	719.85891
10	0.00649	827.69765	0.00614	844.77211	0.00434	806.85131	0.00622	1009.96774	0.00446	809.84128
11	0.00721	919.89670	0.00682	939.04886	0.00482	895.96093	0.00691	1122.21229	0.00495	900.64919
12	0.00722	919.96313	0.00683	939.32039	0.00483	896.41201	0.00692	1122.37018	0.00496	900.81411
13	0.00722	920.05826	0.00684	939.69975	0.00484	896.71778	0.00692	1122.52459	0.00497	901.11729
14	0.00723	920.14820	0.00685	940.05816	0.00484	897.00733	0.00693	1122.67060	0.00498	901.40373
15	0.00723	920.23297	0.00686	940.39561	0.00485	897.28068	0.00693	1122.80821	0.00499	901.67345
16	0.00724	920.31257	0.00687	940.71210	0.00486	897.53783	0.00694	1122.93741	0.00500	901.92643
17	0.00724	920.38698	0.00688	941.00763	0.00487	897.77876	0.00694	1123.05820	0.00501	902.16269
18	0.00725	920.45622	0.00689	941.28221	0.00487	898.00348	0.00695	1123.17059	0.00502	902.38221
19	0.00725	920.52028	0.00690	941.53583	0.00488	898.21200	0.00695	1123.27458	0.00503	902.58499
20	0.00726	920.57917	0.00691	941.76849	0.00489	898.40430	0.00696	1123.37015	0.00504	902.77105
21	0.00727	920.63288	0.00692	941.98019	0.00490	898.58040	0.00697	1123.45733	0.00505	902.94037
22	0.00727	920.68141	0.00692	942.17093	0.00490	898.74029	0.00697	1123.53610	0.00505	903.09296
23	0.00728	920.72476	0.00693	942.34072	0.00491	898.88397	0.00698	1123.60646	0.00506	903.22882
24	0.00728	920.76294	0.00694	942.48955	0.00492	899.01144	0.00698	1123.66842	0.00507	903.34795
25	0.00729	920.79594	0.00695	942.61742	0.00493	899.12270	0.00699	1123.72197	0.00508	903.45035
26	0.00729	920.82376	0.00696	942.72433	0.00493	899.21776	0.00699	1123.76712	0.00509	903.53601
27	0.00730	920.84641	0.00697	942.81028	0.00494	899.29660	0.00700	1123.80386	0.00510	903.60495
28	0.00730	920.86388	0.00698	942.87528	0.00495	899.35924	0.00700	1123.83220	0.00511	903.65715
29	0.00731	920.87617	0.00699	942.91932	0.00495	899.40566	0.00701	1123.85213	0.00512	903.69261
30	0.00731	920.88329	0.00700	942.94240	0.00496	899.43588	0.00701	1123.86366	0.00513	903.71135
31	0.00732	920.88530	0.00701	942.94621	0.00497	899.45098	0.00702	1123.86686	0.00514	903.71454

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 140: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00062	89.45932	0.00079	92.82266	0.00056	90.32505	0.00070	93.68964	0.00065	93.65066
3	0.00124	178.91864	0.00158	185.64533	0.00112	180.65009	0.00140	187.37928	0.00130	187.30133
4	0.00186	268.37796	0.00237	278.46799	0.00169	270.97514	0.00210	281.06892	0.00195	280.95199
5	0.00248	357.83727	0.00316	371.29066	0.00225	361.30019	0.00280	374.75856	0.00260	374.60266
6	0.00311	447.29659	0.00395	464.11332	0.00281	451.62523	0.00351	468.44820	0.00326	468.25332
7	0.00373	536.75591	0.00473	556.93598	0.00337	541.95028	0.00421	562.13784	0.00391	561.90399
8	0.00435	626.21523	0.00552	649.75865	0.00393	632.27533	0.00491	655.82749	0.00456	655.55465
9	0.00497	715.67455	0.00631	742.58131	0.00450	722.60037	0.00561	749.51713	0.00521	749.20532
10	0.00559	805.13387	0.00710	835.40398	0.00506	812.92542	0.00631	843.20677	0.00586	842.85598
11	0.00621	895.08464	0.00789	928.50447	0.00562	903.40773	0.00701	936.78349	0.00651	936.97232
12	0.00622	895.37653	0.00791	929.20215	0.00563	903.69013	0.00702	937.06414	0.00652	937.19604
13	0.00623	895.78101	0.00792	929.98127	0.00564	903.98739	0.00703	937.30546	0.00653	937.51216
14	0.00624	896.16343	0.00794	930.71782	0.00565	904.26814	0.00704	937.53351	0.00654	937.81079
15	0.00625	896.52379	0.00795	931.41182	0.00566	904.53238	0.00704	937.74829	0.00655	938.09192
16	0.00627	896.86209	0.00797	932.06325	0.00567	904.78011	0.00705	937.94980	0.00656	938.35555
17	0.00628	897.17833	0.00799	932.67212	0.00568	905.01132	0.00706	938.13804	0.00657	938.60169
18	0.00629	897.47251	0.00800	933.23843	0.00569	905.22602	0.00707	938.31300	0.00658	938.83033
19	0.00630	897.74462	0.00802	933.76218	0.00570	905.42421	0.00708	938.47470	0.00659	939.04149
20	0.00631	897.99468	0.00803	934.24337	0.00571	905.60589	0.00709	938.62312	0.00660	939.23514
21	0.00632	898.22268	0.00805	934.68200	0.00572	905.77105	0.00710	938.75828	0.00661	939.41130
22	0.00633	898.42862	0.00807	935.07807	0.00573	905.91970	0.00710	938.88016	0.00662	939.56997
23	0.00634	898.61249	0.00808	935.43157	0.00574	906.05184	0.00711	938.98878	0.00663	939.71114
24	0.00635	898.77431	0.00810	935.74252	0.00575	906.16746	0.00712	939.08412	0.00664	939.83482
25	0.00636	898.91406	0.00811	936.01090	0.00576	906.26658	0.00713	939.16619	0.00665	939.94100
26	0.00638	899.03176	0.00813	936.23672	0.00577	906.34918	0.00714	939.23499	0.00666	940.02969
27	0.00639	899.12739	0.00815	936.41998	0.00578	906.41526	0.00715	939.29052	0.00667	940.10088
28	0.00640	899.20097	0.00816	936.56068	0.00579	906.46484	0.00715	939.33278	0.00668	940.15458
29	0.00641	899.25248	0.00818	936.65882	0.00580	906.49790	0.00716	939.36177	0.00669	940.19078
30	0.00642	899.28194	0.00819	936.71440	0.00581	906.51445	0.00717	939.37748	0.00670	940.20949
31	0.00643	899.28964	0.00821	936.72826	0.00582	906.51648	0.00718	939.38057	0.00671	940.21231

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 141: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00064	95.81688	0.00061	86.37783	0.00063	88.72686	0.00056	92.97214	0.00075	93.58076
3	0.00127	191.63377	0.00123	172.75565	0.00125	177.45372	0.00113	185.94427	0.00150	187.16151
4	0.00191	287.45065	0.00184	259.13348	0.00188	266.18057	0.00169	278.91641	0.00224	280.74227
5	0.00255	383.26754	0.00245	345.51131	0.00251	354.90743	0.00225	371.88855	0.00299	374.32302
6	0.00319	479.08442	0.00307	431.88913	0.00314	443.63429	0.00282	464.86068	0.00374	467.90378
7	0.00382	574.90131	0.00368	518.26696	0.00376	532.36115	0.00338	557.83282	0.00449	561.48453
8	0.00446	670.71819	0.00429	604.64478	0.00439	621.08801	0.00394	650.80495	0.00524	655.06529
9	0.00510	766.53508	0.00490	691.02261	0.00502	709.81487	0.00450	743.77709	0.00598	748.64604
10	0.00573	862.35196	0.00552	777.40044	0.00564	798.54172	0.00507	836.74923	0.00673	842.22680
11	0.00637	958.52821	0.00613	864.23201	0.00627	887.56153	0.00563	929.02089	0.00748	936.04834
12	0.00638	958.90721	0.00613	864.22959	0.00628	887.69738	0.00564	929.41489	0.00748	936.08762
13	0.00639	959.36357	0.00614	864.26110	0.00629	887.87676	0.00565	929.66569	0.00749	936.15354
14	0.00640	959.79544	0.00614	864.29088	0.00629	888.04653	0.00566	929.90274	0.00749	936.21600
15	0.00642	960.20282	0.00614	864.31891	0.00630	888.20667	0.00567	930.12604	0.00750	936.27501
16	0.00643	960.58569	0.00615	864.34521	0.00631	888.35719	0.00568	930.33559	0.00750	936.33056
17	0.00644	960.94407	0.00615	864.36977	0.00632	888.49810	0.00568	930.53139	0.00751	936.38266
18	0.00645	961.27795	0.00615	864.39260	0.00632	888.62938	0.00569	930.71344	0.00751	936.43130
19	0.00646	961.58734	0.00615	864.41368	0.00633	888.75105	0.00570	930.88175	0.00752	936.47649
20	0.00647	961.87223	0.00616	864.43303	0.00634	888.86309	0.00571	931.03630	0.00752	936.51822
21	0.00649	962.13262	0.00616	864.45064	0.00635	888.96552	0.00572	931.17711	0.00753	936.55650
22	0.00650	962.36851	0.00616	864.46652	0.00635	889.05832	0.00573	931.30417	0.00753	936.59132
23	0.00651	962.57990	0.00617	864.48066	0.00636	889.14150	0.00574	931.41748	0.00753	936.62269
24	0.00652	962.76680	0.00617	864.49306	0.00637	889.21507	0.00575	931.51704	0.00754	936.65060
25	0.00653	962.92920	0.00617	864.50372	0.00638	889.27901	0.00576	931.60286	0.00754	936.67506
26	0.00654	963.06711	0.00618	864.51265	0.00638	889.33334	0.00577	931.67492	0.00755	936.69606
27	0.00655	963.18051	0.00618	864.51983	0.00639	889.37804	0.00577	931.73323	0.00755	936.71360
28	0.00657	963.26942	0.00618	864.52529	0.00640	889.41313	0.00578	931.77780	0.00756	936.72769
29	0.00658	963.33383	0.00618	864.52900	0.00640	889.43860	0.00579	931.80862	0.00756	936.73833
30	0.00659	963.37375	0.00619	864.53098	0.00641	889.45444	0.00580	931.82569	0.00757	936.74550
31	0.00660	963.38932	0.00619	864.53138	0.00642	889.46079	0.00581	931.82946	0.00757	936.74981

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 142: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00089	117.91668	0.00069	92.53586	0.00067	94.86909	0.00083	120.64312	0.00064	92.78972	0.00065	96.24318
3	0.00142	188.34836	0.00138	185.07172	0.00134	189.73818	0.00165	241.28624	0.00128	185.57944	0.00129	189.48229
4	0.00195	258.78003	0.00206	277.60759	0.00202	284.60727	0.00248	361.92936	0.00192	278.36916	0.00193	283.43202
5	0.00248	329.21171	0.00275	370.14345	0.00269	379.47636	0.00331	482.57248	0.00256	371.15888	0.00257	377.38175
6	0.00301	399.64338	0.00344	462.67931	0.00336	474.34545	0.00414	603.21559	0.00320	463.94860	0.00321	471.33147
7	0.00354	470.07506	0.00413	555.21517	0.00403	569.21453	0.00496	723.85871	0.00383	556.73832	0.00384	565.28120
8	0.00408	540.50673	0.00482	647.75104	0.00470	664.08362	0.00579	844.50183	0.00447	649.52804	0.00448	659.23093
9	0.00461	610.93841	0.00550	740.28690	0.00538	758.95271	0.00662	965.14495	0.00511	742.31776	0.00512	753.18066
10	0.00514	681.37008	0.00619	832.82276	0.00605	853.82180	0.00744	1085.78807	0.00575	835.10748	0.00576	847.13039
11	0.00889	1179.77588	0.00688	925.88005	0.00672	949.73001	0.00827	1207.15612	0.00639	927.93029	0.00651	961.23192
12	0.00890	1179.90638	0.00689	925.90684	0.00673	949.82228	0.00828	1207.23989	0.00640	928.24234	0.00652	961.9057
13	0.00891	1180.16258	0.00689	925.99457	0.00674	950.16074	0.00829	1207.45317	0.00641	928.54576	0.00653	962.4666
14	0.00892	1180.40491	0.00690	926.07738	0.00675	950.48166	0.00829	1207.65496	0.00642	928.83306	0.00654	962.9973
15	0.00893	1180.63337	0.00690	926.15526	0.00676	950.78503	0.00830	1207.84525	0.00643	929.10425	0.00655	963.4976
16	0.00894	1180.84796	0.00691	926.22821	0.00677	951.07085	0.00831	1208.02404	0.00644	929.35933	0.00656	963.9677
17	0.00894	1181.04868	0.00691	926.29624	0.00678	951.33912	0.00832	1208.19134	0.00645	929.59829	0.00657	964.4074
18	0.00895	1181.23553	0.00692	926.35934	0.00679	951.58984	0.00833	1208.34714	0.00646	929.82113	0.00658	964.8168
19	0.00896	1181.40852	0.00692	926.41752	0.00680	951.82301	0.00833	1208.49144	0.00647	930.02786	0.00659	965.1959
20	0.00897	1181.56763	0.00693	926.47078	0.00681	952.03863	0.00834	1208.62425	0.00648	930.21848	0.00660	965.5447
21	0.00898	1181.71287	0.00694	926.51911	0.00682	952.23671	0.00835	1208.74556	0.00649	930.39298	0.00661	965.8633
22	0.00899	1181.84425	0.00694	926.56251	0.00683	952.41723	0.00836	1208.85537	0.00650	930.55136	0.00662	966.1515
23	0.00900	1181.96176	0.00695	926.60099	0.00684	952.58021	0.00837	1208.95369	0.00651	930.69363	0.00663	966.4094
24	0.00901	1182.06539	0.00695	926.63455	0.00685	952.72564	0.00837	1209.04051	0.00652	930.81979	0.00664	966.637
25	0.00902	1182.15516	0.00696	926.66318	0.00686	952.85352	0.00838	1209.11583	0.00653	930.92983	0.00665	966.8343
26	0.00903	1182.23106	0.00696	926.68688	0.00687	952.96385	0.00839	1209.17966	0.00654	931.02375	0.00667	967.0013
27	0.00903	1182.29309	0.00697	926.70566	0.00688	953.05663	0.00840	1209.23199	0.00655	931.10156	0.00668	967.138
28	0.00904	1182.34125	0.00697	926.71952	0.00689	953.13187	0.00841	1209.27283	0.00656	931.16326	0.00669	967.2444
29	0.00905	1182.37554	0.00698	926.72844	0.00690	953.18955	0.00841	1209.30216	0.00657	931.20884	0.00670	967.3205
30	0.00906	1182.39596	0.00698	926.73245	0.00691	953.22969	0.00842	1209.32000	0.00658	931.23830	0.00671	967.3663
31	0.00907	1182.40257	0.00699	926.73273	0.00692	953.25771	0.00843	1209.32639	0.00659	931.25255	0.00672	967.3815

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Tracción Paralela a la Fibra
(Madera; *Inga sp.*)

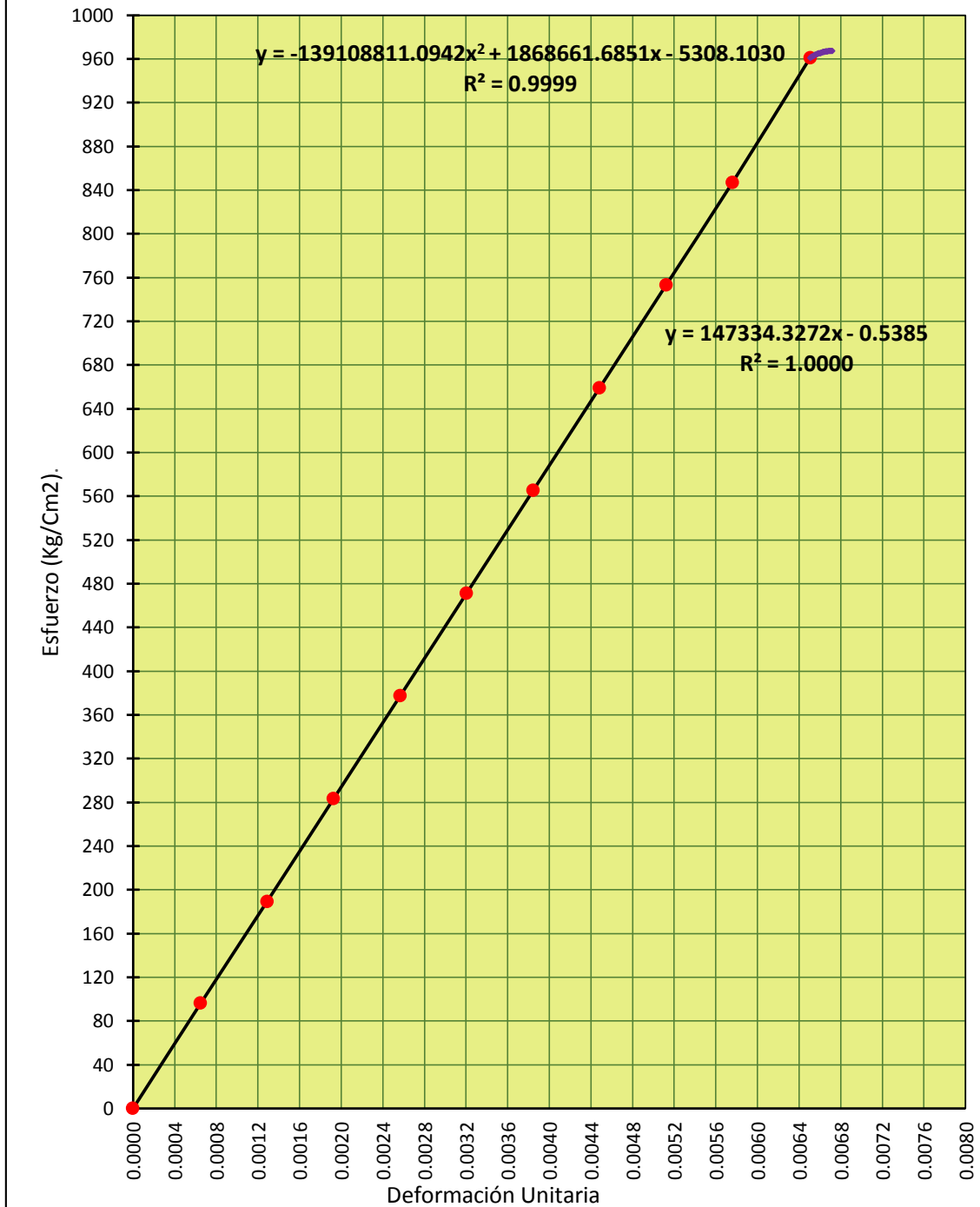


Figura 124: Ajuste, Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 143: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA, probetas de *Inga sp.*

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para tracción paralela a la fibra, para madera *Inga sp.* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = 147334.3272x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = -139108811.0940x^2 + 1867644.8128x - 5301.27500$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00654, 963.04299)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01128, 466.55408)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00065	96.34020
0.00131	192.68040
0.00196	289.02059
0.00262	385.36079
0.00327	481.70099
0.00392	578.04119
0.00458	674.38138
0.00523	770.72158
0.00588	867.06178
0.00654	963.04299
0.00655	963.61446
0.00656	963.99318
0.00657	964.35179
0.00657	964.69029
0.00658	965.00870
0.00659	965.30701
0.00660	965.58521
0.00661	965.84332
0.00662	966.08132
0.00663	966.29922
0.00663	966.49702
0.00664	966.67472
0.00665	966.83232
0.00666	966.96982
0.00667	967.08721
0.00668	967.18451
0.00668	967.26170
0.00669	967.31879
0.00670	967.35578
0.00671	967.37385

Fuente: Elaboración propia.

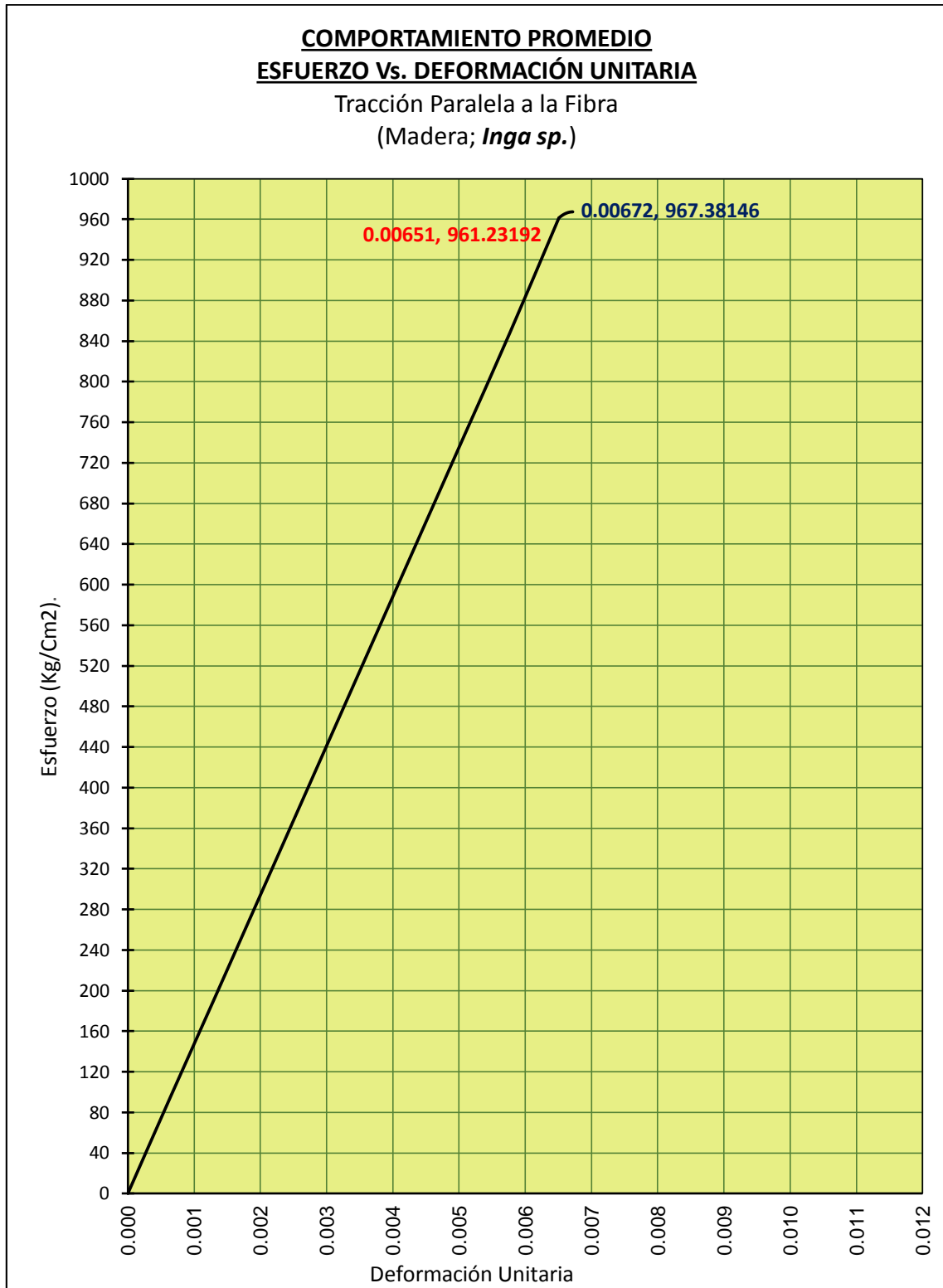


Figura 125: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de *Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia)

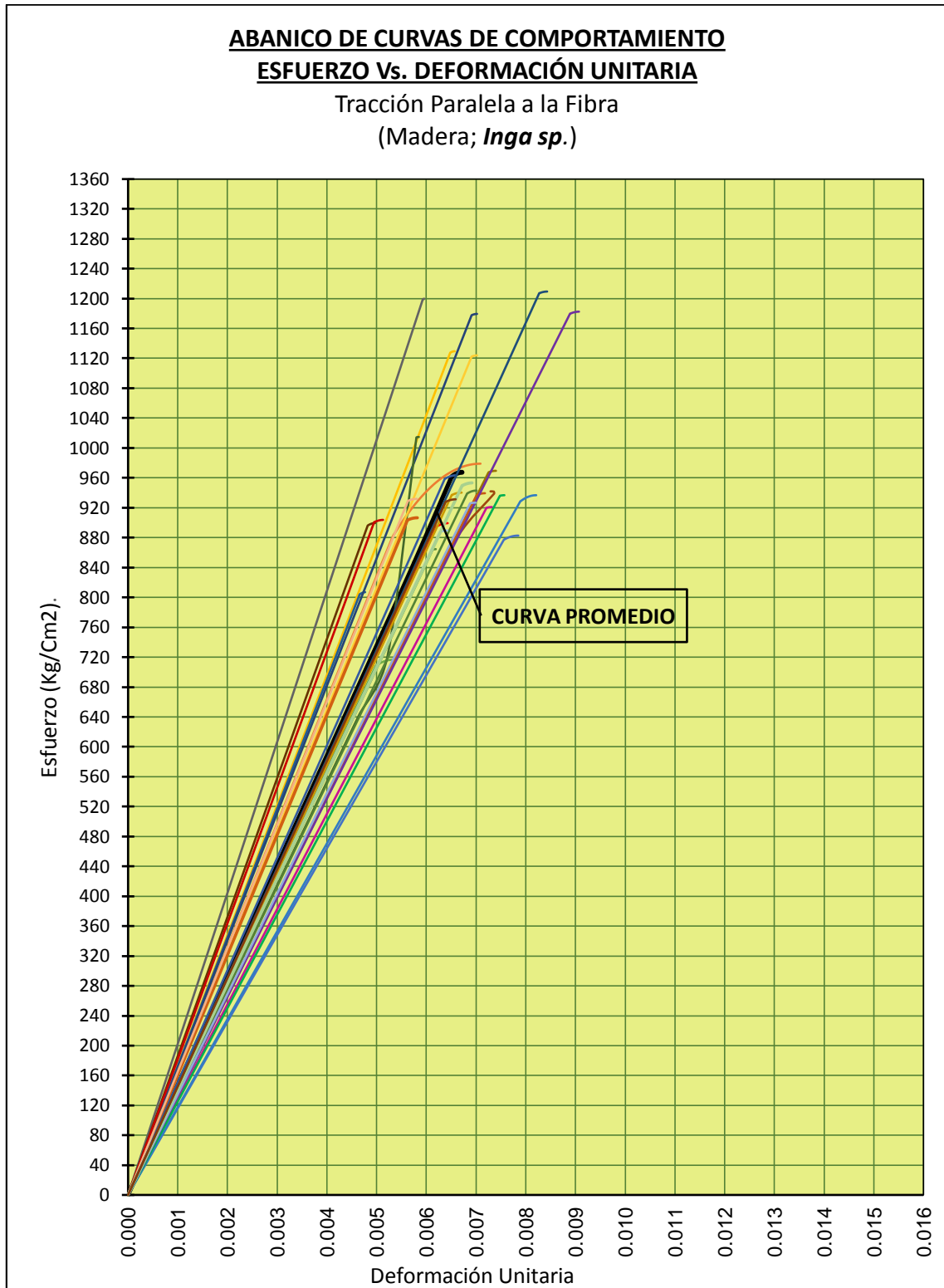


Figura 126: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Tracción Paralela a la Fibra (Probetas de *Inga sp.*).
 (Fuente: Elaboración propia).

4.3.5.2.2.4. Procesamiento de datos: flexión estática

4.3.5.2.2.4.1. Tratamiento estadístico: flexión estática

Tabla 144: Procesamiento Estadístico, FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm ³)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm ²) MOE = $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm ²) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)_x (F.T.)}{(F.S.)_x (F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm ²) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm ²) "Y"		
1	I-7-1	74.95	0.55	0.00404	351.01302	0.01047	516.24665	86884.411	162
2	I-7-2	75.10	0.58	0.00431	326.78284	0.01428	525.84363	75819.684	165
3	I-7-3	70.77	0.58	0.00520	383.87220	0.01341	586.24213	73821.577	184
4	I-7-4	72.08	0.51	0.00312	245.69733	0.01048	408.16037	78749.144	128
5	I-7-5	71.92	0.54	0.00409	243.79355	0.00986	376.60666	59607.225	118
6	I-7-6	69.08	0.55	0.00509	342.77086	0.01055	491.69454	67342.016	154
7	I-7-7	73.05	0.44	0.00448	225.24259	0.00794	297.20045	50277.364	93
8	I-7-8	65.95	0.52	0.00406	232.75463	0.00972	328.95456	57328.727	103
9	I-7-9	69.04	0.55	0.00383	239.59006	0.01081	385.79183	62556.151	121
10	I-7-10	72.22	0.49	0.00404	344.14384	0.01219	543.10537	85184.119	170
11	I-7-11	67.15	0.49	0.00444	291.37176	0.01049	437.70420	65624.270	137
12	I-7-12	71.09	0.53	0.00358	274.84948	0.01006	484.95615	76773.598	152
13	I-7-13	69.98	0.55	0.00383	284.72119	0.01055	465.24508	74339.736	146
14	I-7-14	75.97	0.50	0.00372	285.76441	0.01046	467.49522	76818.390	146
15	I-7-15	74.03	0.53	0.00453	339.53486	0.00958	466.88549	74952.508	146
16	II-7-16	71.65	0.53	0.00359	268.63336	0.01085	479.82614	74828.234	150
17	II-7-17	68.71	0.57	0.00334	286.39395	0.01234	448.34574	85746.692	140
18	II-7-18	62.91	0.60	0.00338	207.46802	0.00784	326.62951	61381.071	102
19	II-7-19	75.56	0.49	0.00459	312.65246	0.01089	431.87923	68116.004	135
20	II-7-20	64.56	0.54	0.00348	204.93336	0.00796	325.40796	58888.897	102
21	II-7-21	69.86	0.56	0.00289	275.62739	0.00811	466.23194	95372.799	146
22	II-7-22	81.67	0.50	0.00375	318.14979	0.01378	519.40962	84839.944	163
23	II-7-23	70.12	0.46	0.00423	289.50013	0.01191	459.59902	68439.747	144
24	II-7-24	82.60	0.49	0.00418	323.78797	0.01584	595.23978	77461.237	186
25	II-7-25	70.09	0.56	0.00477	360.34509	0.01270	549.01781	75544.044	172
26	II-7-26	72.23	0.58	0.00409	332.51126	0.01446	547.77619	81298.597	171
27	II-7-27	77.26	0.50	0.00435	294.16624	0.00952	401.07269	67624.423	126
28	II-7-28	67.22	0.49	0.00239	223.72100	0.00834	435.56486	93607.113	136
29	II-7-29	70.09	0.51	0.00461	403.06267	0.01206	569.79927	87432.249	178
30	II-7-30	69.61	0.51	0.00461	392.72844	0.01322	541.04371	85190.551	169
	M(X)	71.551	0.527	0.004	296.85279	0.011	462.63253	74395.017	144.824
	S(D)	4.380	0.038	0.001	54.681	0.002	80.648	11121.158	25.246
	CV%	6.121	7.249	15.708	18.420	18.932	17.432	14.949	17.432
	Límite de exclusión del 5%			0.00289	207	0.00794	325	57329	102

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 145: Procesamiento Estadístico, FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DEROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def.Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)	Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	"X"	"Y"		
1	I-7-1	76.56	0.74	0.00275	436.79776	0.00829	743.97701	158835.549	233
2	I-7-2	63.46	0.68	0.00418	681.50788	0.01059	1092.37499	163040.163	342
3	I-7-3	70.99	0.80	0.00455	690.26699	0.01087	1088.82574	151707.031	341
4	I-7-4	63.72	0.68	0.00323	552.54317	0.01036	856.77239	171065.997	268
5	I-7-5	69.17	0.70	0.00423	582.35027	0.01127	830.33331	137671.459	260
6	I-7-6	64.02	0.66	0.00416	530.85204	0.00887	752.12638	127608.663	235
7	I-7-7	70.36	0.76	0.00503	676.33204	0.01044	968.17412	134459.650	303
8	I-7-8	79.82	0.73	0.00342	313.44648	0.01279	489.39906	91651.018	153
9	I-7-9	84.08	0.73	0.00433	597.10625	0.01231	915.01858	137899.827	286
10	I-7-10	64.26	0.78	0.00903	1212.06419	0.01228	1317.90017	134226.378	413
11	I-7-11	55.84	0.82	0.00375	554.38090	0.01229	847.02536	147834.907	265
12	I-7-12	56.22	0.83	0.00351	509.25504	0.00919	832.29967	145086.906	261
13	I-7-13	65.68	0.76	0.00408	517.28575	0.01116	767.98481	126785.723	240
14	I-7-14	68.32	0.71	0.00382	507.60986	0.00965	779.62029	132882.162	244
15	I-7-15	74.77	0.74	0.00416	497.37550	0.01015	820.10678	119561.418	257
16	II-7-16	63.78	0.72	0.00369	486.70455	0.01136	839.27342	131898.252	263
17	II-7-17	59.66	0.72	0.00439	546.59930	0.01376	897.13178	124510.091	281
18	II-7-18	73.05	0.72	0.00327	429.62397	0.00943	809.42230	131383.477	253
19	II-7-19	62.46	0.74	0.00367	526.65769	0.00992	878.40394	143503.458	275
20	II-7-20	68.82	0.71	0.00428	680.60089	0.01463	894.79458	159018.900	280
21	II-7-21	73.62	0.67	0.00337	557.54052	0.01224	950.48460	165442.291	298
22	II-7-22	60.02	0.74	0.00394	542.12314	0.01125	809.48181	137594.706	253
23	II-7-23	58.08	0.68	0.00335	568.17593	0.01179	853.51162	169604.755	267
24	II-7-24	55.93	0.66	0.00316	497.55491	0.01344	919.67219	157454.085	288
25	II-7-25	77.13	0.76	0.00341	535.30886	0.01158	802.18504	156982.070	251
26	II-7-26	88.13	0.62	0.00413	628.30535	0.00979	884.44968	152132.046	277
27	II-7-27	79.54	0.68	0.00436	621.06074	0.00916	805.70247	142445.124	252
28	II-7-28	72.65	0.77	0.00449	662.07122	0.01605	928.74000	147454.615	291
29	II-7-29	74.41	0.72	0.00292	436.03376	0.00870	769.98114	149326.630	241
30	II-7-30	72.44	0.75	0.00489	692.61171	0.01228	910.77767	141638.387	285
M(X)		68.900	0.726	0.004	575.67156	0.011	868.53170	143023.525	271.888
S(D)		8.423	0.048	0.001	149.460	0.002	137.955	16798.635	43.186
CV%		12.225	6.656	27.057	25.963	16.261	15.884	11.745	15.884
Límite de exclusión del 5%				0.00292	430	0.00870	744	119561	233

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.2.2.4.2. Construcción de curvas: flexión estática

Tabla 146: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00040	35.06356	0.00043	32.69609	0.00052	38.39836	0.00031	24.58279	0.00041	24.33141
3	0.00081	70.12713	0.00086	65.39218	0.00104	76.79672	0.00062	49.16558	0.00082	48.66282
4	0.00121	105.19069	0.00129	98.08827	0.00156	115.19508	0.00094	73.74838	0.00123	72.99423
5	0.00162	140.25426	0.00172	130.78436	0.00208	153.59344	0.00125	98.33117	0.00164	97.32564
6	0.00202	175.31782	0.00216	163.48046	0.00260	191.99180	0.00156	122.91396	0.00205	121.65705
7	0.00242	210.38138	0.00259	196.17655	0.00312	230.39016	0.00187	147.49675	0.00245	145.98846
8	0.00283	245.44495	0.00302	228.87264	0.00364	268.78852	0.00218	172.07954	0.00286	170.31987
9	0.00323	280.50851	0.00345	261.56873	0.00416	307.18688	0.00250	196.66234	0.00327	194.65128
10	0.00364	315.57208	0.00388	294.26482	0.00468	345.58524	0.00281	221.24513	0.00368	218.98269
11	0.00404	351.01302	0.00431	326.78284	0.00520	383.87220	0.00312	245.69733	0.00409	243.79355
12	0.00436	366.91779	0.00481	346.26795	0.00561	403.66640	0.00349	261.60916	0.00438	256.40671
13	0.00468	382.21928	0.00531	364.66538	0.00602	422.37520	0.00386	276.63528	0.00467	268.72575
14	0.00500	396.69388	0.00581	382.06880	0.00643	440.07294	0.00422	290.84885	0.00496	280.37893
15	0.00533	410.34158	0.00630	398.47821	0.00684	456.75962	0.00459	304.24988	0.00524	291.36625
16	0.00565	423.16238	0.00680	413.89362	0.00725	472.43524	0.00496	316.83836	0.00553	301.68771
17	0.00597	435.15629	0.00730	428.31501	0.00766	487.09979	0.00533	328.61430	0.00582	311.34332
18	0.00629	446.32329	0.00780	441.74240	0.00807	500.75329	0.00570	339.57770	0.00611	320.33307
19	0.00661	456.66340	0.00830	454.17577	0.00848	513.39572	0.00606	349.72855	0.00640	328.65696
20	0.00693	466.17661	0.00880	465.61514	0.00889	525.02709	0.00643	359.06686	0.00669	336.31499
21	0.00726	474.86292	0.00930	476.06050	0.00931	535.64740	0.00680	367.59262	0.00698	343.30716
22	0.00758	482.72234	0.00979	485.51185	0.00972	545.25665	0.00717	375.30584	0.00726	349.63348
23	0.00790	489.75485	0.01029	493.96919	0.01013	553.85484	0.00754	382.20652	0.00755	355.29393
24	0.00822	495.96047	0.01079	501.43253	0.01054	561.44197	0.00790	388.29465	0.00784	360.28853
25	0.00854	501.33919	0.01129	507.90185	0.01095	568.01803	0.00827	393.57024	0.00813	364.61727
26	0.00886	505.89101	0.01179	513.37716	0.01136	573.58303	0.00864	398.03328	0.00842	368.28016
27	0.00918	509.61594	0.01229	517.85847	0.01177	578.13697	0.00901	401.68379	0.00871	371.27718
28	0.00951	512.51396	0.01278	521.34576	0.01218	581.67985	0.00938	404.52174	0.00899	373.60835
29	0.00983	514.58509	0.01328	523.83905	0.01259	584.21167	0.00974	406.54715	0.00928	375.27366
30	0.01015	515.82932	0.01378	525.33833	0.01300	585.73243	0.01011	407.76002	0.00957	376.27311
31	0.01047	516.24665	0.01428	525.84363	0.01341	586.24213	0.01048	408.16037	0.00986	376.60666

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 147: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00051	34.26283	0.00045	22.54202	0.00041	23.28410	0.00038	23.95857	0.00040	34.36828
3	0.00102	68.52565	0.00090	45.08403	0.00081	46.56820	0.00077	47.91713	0.00081	68.73656
4	0.00153	102.78848	0.00134	67.62605	0.00122	69.85230	0.00115	71.87570	0.00121	103.10484
5	0.00204	137.05130	0.00179	90.16806	0.00162	93.13640	0.00153	95.83426	0.00162	137.47312
6	0.00255	171.31413	0.00224	112.71008	0.00203	116.42050	0.00192	119.79283	0.00202	171.84140
7	0.00305	205.57696	0.00269	135.25210	0.00244	139.70460	0.00230	143.75139	0.00242	206.20968
8	0.00356	239.83978	0.00314	157.79411	0.00284	162.98870	0.00268	167.70996	0.00283	240.57796
9	0.00407	274.10261	0.00358	180.33613	0.00325	186.27280	0.00306	191.66852	0.00323	274.94624
10	0.00458	308.36543	0.00403	202.87814	0.00365	209.55690	0.00345	215.62709	0.00364	309.31452
11	0.00509	342.77086	0.00448	225.24259	0.00406	232.75463	0.00383	239.59006	0.00404	344.14384
12	0.00536	357.18744	0.00465	232.39164	0.00434	242.17830	0.00418	253.84000	0.00445	363.30546
13	0.00564	370.97437	0.00483	239.03496	0.00463	251.07028	0.00453	267.36209	0.00486	381.73565
14	0.00591	384.01601	0.00500	245.31913	0.00491	259.48172	0.00488	280.15337	0.00526	399.16950
15	0.00618	396.31237	0.00517	251.24416	0.00519	267.41263	0.00523	292.21384	0.00567	415.60701
16	0.00646	407.86343	0.00535	256.81004	0.00548	274.86301	0.00558	303.54351	0.00608	431.04819
17	0.00673	418.66920	0.00552	262.01677	0.00576	281.83285	0.00592	314.14238	0.00649	445.49303
18	0.00700	428.72968	0.00569	266.86435	0.00604	288.32216	0.00627	324.01043	0.00689	458.94153
19	0.00727	438.04487	0.00586	271.35278	0.00632	294.33093	0.00662	333.14768	0.00730	471.39370
20	0.00755	446.61477	0.00604	275.48207	0.00661	299.85917	0.00697	341.55413	0.00771	482.84953
21	0.00782	454.43938	0.00621	279.25221	0.00689	304.90687	0.00732	349.22977	0.00812	493.30902
22	0.00809	461.51870	0.00638	282.66320	0.00717	309.47404	0.00767	356.17460	0.00852	502.77217
23	0.00837	467.85273	0.00656	285.71504	0.00746	313.56068	0.00802	362.38863	0.00893	511.23899
24	0.00864	473.44147	0.00673	288.40773	0.00774	317.16678	0.00837	367.87185	0.00934	518.70946
25	0.00891	478.28492	0.00690	290.74128	0.00802	320.29235	0.00872	372.62426	0.00975	525.18360
26	0.00919	482.38308	0.00707	292.71568	0.00831	322.93739	0.00907	376.64587	0.01015	530.66141
27	0.00946	485.73596	0.00725	294.33093	0.00859	325.10189	0.00941	379.93667	0.01056	535.14287
28	0.00973	488.34354	0.00742	295.58703	0.00887	326.78586	0.00976	382.49667	0.01097	538.62800
29	0.01000	490.20583	0.00759	296.48398	0.00915	327.98929	0.01011	384.32586	0.01138	541.11679
30	0.01028	491.32283	0.00777	297.02179	0.00944	328.71219	0.01046	385.42425	0.01178	542.60924
31	0.01055	491.69454	0.00794	297.20045	0.00972	328.95456	0.01081	385.79183	0.01219	543.10537

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 148: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

Nº	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00044	29.14194	0.00036	27.47256	0.00038	28.49367	0.00037	28.55844	0.00045	33.95144
3	0.00089	58.28388	0.00072	54.94512	0.00077	56.98734	0.00074	57.11688	0.00091	67.90289
4	0.00133	87.42582	0.00107	82.41769	0.00115	85.48100	0.00112	85.67532	0.00136	101.85433
5	0.00178	116.56776	0.00143	109.89025	0.00153	113.97467	0.00149	114.23376	0.00181	135.80578
6	0.00222	145.70970	0.00179	137.36281	0.00192	142.46834	0.00186	142.79220	0.00227	169.75722
7	0.00266	174.85164	0.00215	164.83537	0.00230	170.96201	0.00223	171.35064	0.00272	203.70866
8	0.00311	203.99358	0.00251	192.30793	0.00268	199.45568	0.00260	199.90908	0.00317	237.66011
9	0.00355	233.13552	0.00286	219.78050	0.00306	227.94934	0.00298	228.46752	0.00362	271.61155
10	0.00400	262.27746	0.00322	247.25306	0.00345	256.44301	0.00335	257.02596	0.00408	305.56300
11	0.00444	291.37176	0.00358	274.84948	0.00383	284.72119	0.00372	285.76441	0.00453	339.53486
12	0.00474	305.67622	0.00390	295.22812	0.00417	302.47533	0.00406	303.36205	0.00478	351.94618
13	0.00505	319.21351	0.00423	314.66164	0.00450	319.17066	0.00439	320.17761	0.00504	363.73367
14	0.00535	332.01875	0.00455	333.04540	0.00484	334.96283	0.00473	336.08461	0.00529	374.88361
15	0.00565	344.09194	0.00488	350.37941	0.00517	349.85183	0.00507	351.08306	0.00554	385.39598
16	0.00595	355.43308	0.00520	366.66365	0.00551	363.83766	0.00541	365.17296	0.00579	395.27079
17	0.00626	366.04217	0.00552	381.89813	0.00585	376.92033	0.00574	378.35431	0.00605	404.50804
18	0.00656	375.91921	0.00585	396.08285	0.00618	389.09982	0.00608	390.62710	0.00630	413.10773
19	0.00686	385.06420	0.00617	409.21781	0.00652	400.37615	0.00642	401.99134	0.00655	421.06985
20	0.00716	393.47714	0.00650	421.30301	0.00685	410.74931	0.00675	412.44703	0.00680	428.39441
21	0.00747	401.15803	0.00682	432.33846	0.00719	420.21930	0.00709	421.99417	0.00706	435.08141
22	0.00777	408.10687	0.00714	442.32414	0.00753	428.78613	0.00743	430.63276	0.00731	441.13084
23	0.00807	414.32366	0.00747	451.26006	0.00786	436.44978	0.00776	438.36279	0.00756	446.54272
24	0.00837	419.80840	0.00779	459.14622	0.00820	443.21027	0.00810	445.18427	0.00781	451.31703
25	0.00868	424.56109	0.00812	465.98262	0.00853	449.06759	0.00844	451.09720	0.00807	455.45378
26	0.00898	428.58173	0.00844	471.76926	0.00887	454.02174	0.00878	456.10158	0.00832	458.95296
27	0.00928	431.87032	0.00876	476.50615	0.00921	458.07273	0.00911	460.19741	0.00857	461.81459
28	0.00958	434.42686	0.00909	480.19327	0.00954	461.22054	0.00945	463.38468	0.00882	464.03865
29	0.00989	436.25135	0.00941	482.83063	0.00988	463.46519	0.00979	465.66341	0.00908	465.62514
30	0.01019	437.34379	0.00974	484.41823	0.01021	464.80667	0.01012	467.03358	0.00933	466.57408
31	0.01049	437.70420	0.01006	484.95615	0.01055	465.24508	0.01046	467.49522	0.00958	466.88549

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 149: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00036	26.88084	0.00033	28.63015	0.00034	20.74982	0.00046	31.27901	0.00035	20.48502
3	0.00072	53.76169	0.00067	57.26029	0.00068	41.49964	0.00092	62.55803	0.00070	40.97004
4	0.00108	80.64253	0.00100	85.89044	0.00101	62.24946	0.00138	93.83704	0.00104	61.45506
5	0.00144	107.52337	0.00134	114.52058	0.00135	82.99928	0.00184	125.11606	0.00139	81.94008
6	0.00180	134.40422	0.00167	143.15073	0.00169	103.74910	0.00230	156.39507	0.00174	102.42510
7	0.00215	161.28506	0.00200	171.78088	0.00203	124.49892	0.00275	187.67408	0.00209	122.91012
8	0.00251	188.16590	0.00234	200.41102	0.00237	145.24874	0.00321	218.95310	0.00244	143.39514
9	0.00287	215.04674	0.00267	229.04117	0.00270	165.99856	0.00367	250.23211	0.00278	163.88016
10	0.00323	241.92759	0.00301	257.67131	0.00304	186.74838	0.00413	281.51113	0.00313	184.36518
11	0.00359	268.63336	0.00334	286.39395	0.00338	207.46802	0.00459	312.65246	0.00348	204.93336
12	0.00395	289.33654	0.00379	302.14964	0.00360	219.12017	0.00491	324.34221	0.00370	216.60497
13	0.00432	308.84967	0.00424	317.13417	0.00383	230.14928	0.00522	335.36021	0.00393	227.75045
14	0.00468	327.30865	0.00469	331.30870	0.00405	240.58164	0.00554	345.78285	0.00415	238.29382
15	0.00504	344.71348	0.00514	344.67323	0.00427	250.41726	0.00585	355.61014	0.00438	248.23507
16	0.00541	361.06416	0.00559	357.22776	0.00450	259.65613	0.00617	364.84208	0.00460	257.57422
17	0.00577	376.36069	0.00604	368.97230	0.00472	268.29825	0.00648	373.47868	0.00482	266.31125
18	0.00613	390.60306	0.00649	379.90683	0.00494	276.34362	0.00680	381.51992	0.00505	274.44617
19	0.00649	403.79128	0.00694	390.03136	0.00516	283.79225	0.00711	388.96581	0.00527	281.97897
20	0.00686	415.92535	0.00739	399.34589	0.00539	290.64413	0.00743	395.81635	0.00550	288.90967
21	0.00722	427.00527	0.00784	407.85042	0.00561	296.89926	0.00774	402.07155	0.00572	295.23825
22	0.00758	437.03103	0.00829	415.54495	0.00583	302.55764	0.00806	407.73139	0.00594	300.96472
23	0.00795	446.00264	0.00874	422.42949	0.00606	307.61927	0.00837	412.79588	0.00617	306.08908
24	0.00831	453.92011	0.00919	428.50402	0.00628	312.08416	0.00869	417.26502	0.00639	310.61133
25	0.00867	460.78341	0.00964	433.76855	0.00650	315.95229	0.00900	421.13882	0.00662	314.53146
26	0.00904	466.59257	0.01009	438.22308	0.00673	319.22368	0.00932	424.41726	0.00684	317.84949
27	0.00940	471.34758	0.01054	441.86761	0.00695	321.89832	0.00963	427.10035	0.00706	320.56540
28	0.00976	475.04843	0.01099	444.70215	0.00717	323.97622	0.00995	429.18809	0.00729	322.67920
29	0.01012	477.69513	0.01144	446.72668	0.00739	325.45736	0.01026	430.68049	0.00751	324.19088
30	0.01049	479.28768	0.01189	447.94121	0.00762	326.34176	0.01058	431.57753	0.00774	325.10046
31	0.01085	479.82614	0.01234	448.34574	0.00784	326.62951	0.01089	431.87923	0.00796	325.40796

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 150: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00029	27.53303	0.00038	31.82738	0.00042	28.24879	0.00042	32.34024	0.00048	36.00158
3	0.00058	55.06606	0.00075	63.65475	0.00085	56.49757	0.00084	64.68048	0.00095	72.00315
4	0.00087	82.59909	0.00113	95.48213	0.00127	84.74636	0.00125	97.02073	0.00143	108.00473
5	0.00116	110.13212	0.00150	127.30950	0.00169	112.99514	0.00167	129.36097	0.00191	144.00630
6	0.00145	137.66515	0.00188	159.13688	0.00212	141.24393	0.00209	161.70121	0.00239	180.00788
7	0.00173	165.19818	0.00225	190.96425	0.00254	169.49272	0.00251	194.04145	0.00286	216.00945
8	0.00202	192.73121	0.00263	222.79163	0.00296	197.74150	0.00293	226.38169	0.00334	252.01103
9	0.00231	220.26424	0.00300	254.61900	0.00338	225.99029	0.00334	258.72194	0.00382	288.01260
10	0.00260	247.79727	0.00338	286.44638	0.00381	254.23907	0.00376	291.06218	0.00429	324.01418
11	0.00289	275.62739	0.00375	318.14979	0.00423	289.50013	0.00418	323.78797	0.00477	360.34509
12	0.00315	294.00122	0.00425	337.82554	0.00461	299.75202	0.00476	350.05568	0.00517	378.54252
13	0.00341	311.64924	0.00475	356.43667	0.00500	316.12764	0.00535	375.19610	0.00556	396.00436
14	0.00367	328.34357	0.00525	374.04180	0.00538	331.61853	0.00593	398.97698	0.00596	412.52293
15	0.00393	344.08420	0.00576	390.64092	0.00577	346.22468	0.00651	421.39829	0.00636	428.09823
16	0.00420	358.87114	0.00626	406.23403	0.00615	359.94609	0.00710	442.46005	0.00675	442.73025
17	0.00446	372.70438	0.00676	420.82114	0.00653	372.78277	0.00768	462.16225	0.00715	456.41900
18	0.00472	385.58393	0.00726	434.40223	0.00692	384.73471	0.00826	480.50490	0.00755	469.16447
19	0.00498	397.50979	0.00776	446.97731	0.00730	395.80192	0.00884	497.48799	0.00794	480.96667
20	0.00524	408.48195	0.00826	458.54639	0.00769	405.98439	0.00943	513.11153	0.00834	491.82560
21	0.00550	418.50042	0.00877	469.10946	0.00807	415.28212	0.01001	527.37551	0.00874	501.74125
22	0.00576	427.56519	0.00927	478.66651	0.00845	423.69512	0.01059	540.27993	0.00913	510.71363
23	0.00602	435.67627	0.00977	487.21756	0.00884	431.22338	0.01118	551.82480	0.00953	518.74274
24	0.00628	442.83366	0.01027	494.76260	0.00922	437.86691	0.01176	562.01011	0.00992	525.82857
25	0.00654	449.03735	0.01077	501.30163	0.00961	443.62570	0.01234	570.83587	0.01032	531.97113
26	0.00681	454.28734	0.01127	506.83465	0.00999	448.49975	0.01293	578.30207	0.01072	537.17042
27	0.00707	458.58365	0.01177	511.36166	0.01037	452.48907	0.01351	584.40871	0.01111	541.42643
28	0.00733	461.92626	0.01228	514.88267	0.01076	455.59365	0.01409	589.15580	0.01151	544.73917
29	0.00759	464.31517	0.01278	517.39766	0.01114	457.81350	0.01467	592.54333	0.01191	547.10864
30	0.00785	465.75040	0.01328	518.90665	0.01153	459.14861	0.01526	594.57131	0.01230	548.53483
31	0.00811	466.23194	0.01378	519.40962	0.01191	459.59902	0.01584	595.23978	0.01270	549.01781

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 151: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00041	33.26970	0.00044	29.44254	0.00024	22.31997	0.00046	40.32644	0.00046	39.25277	0.00040	29.65644
3	0.00082	66.53939	0.00087	58.88508	0.00048	44.63994	0.00092	80.65287	0.00092	78.50553	0.00080	59.31289
4	0.00123	99.80909	0.00131	88.32762	0.00072	66.95991	0.00138	120.97931	0.00138	117.75830	0.00121	88.96933
5	0.00164	133.07878	0.00174	117.77016	0.00096	89.27988	0.00184	161.30574	0.00184	157.01107	0.00161	118.62578
6	0.00205	166.34848	0.00218	147.21270	0.00120	111.59986	0.00231	201.63218	0.00231	196.26384	0.00201	148.28222
7	0.00245	199.61818	0.00261	176.65524	0.00143	133.91983	0.00277	241.95862	0.00277	235.51660	0.00241	177.93866
8	0.00286	232.88787	0.00305	206.09778	0.00167	156.23980	0.00323	282.28505	0.00323	274.76937	0.00281	207.59511
9	0.00327	266.15757	0.00348	235.54032	0.00191	178.55977	0.00369	322.61149	0.00369	314.02214	0.00322	237.25155
10	0.00368	299.42726	0.00392	264.98286	0.00215	200.87974	0.00415	362.93792	0.00415	353.27490	0.00362	266.90800
11	0.00409	332.51126	0.00435	294.16624	0.00239	223.72100	0.00461	403.06267	0.00461	392.72844	0.00402	296.85279
12	0.00461	353.58050	0.00461	304.74043	0.00269	244.02461	0.00498	419.40657	0.00504	407.10958	0.00437	312.76836
13	0.00513	373.47965	0.00487	314.62175	0.00299	263.66435	0.00536	434.81481	0.00547	420.83064	0.00472	328.12748
14	0.00565	392.30343	0.00513	323.96849	0.00328	282.24202	0.00573	449.39051	0.00590	433.81037	0.00507	342.65642
15	0.00616	410.05184	0.00538	332.78065	0.00358	299.75760	0.00610	463.13368	0.00633	446.04878	0.00542	356.35519
16	0.00668	426.72487	0.00564	341.05823	0.00388	316.21112	0.00647	476.04431	0.00676	457.54587	0.00577	369.2238
17	0.00720	442.32254	0.00590	348.80124	0.00418	331.60256	0.00685	488.12240	0.00719	468.30163	0.00612	381.26223
18	0.00772	456.84485	0.00616	356.00966	0.00447	345.93192	0.00722	499.36795	0.00762	478.31608	0.00647	392.4705
19	0.00824	470.29178	0.00642	362.68351	0.00477	359.19921	0.00759	509.78097	0.00805	487.58921	0.00682	402.84859
20	0.00876	482.66334	0.00668	368.82278	0.00507	371.40442	0.00796	519.36145	0.00848	496.12101	0.00717	412.39652
21	0.00928	493.95954	0.00694	374.42748	0.00537	382.54756	0.00834	528.10939	0.00892	503.91150	0.00752	421.11427
22	0.00979	504.18036	0.00719	379.49759	0.00566	392.62863	0.00871	536.02479	0.00935	510.96066	0.00787	429.00186
23	0.01031	513.32582	0.00745	384.03313	0.00596	401.64762	0.00908	543.10766	0.00978	517.26850	0.00822	436.05928
24	0.01083	521.39590	0.00771	388.03409	0.00626	409.60453	0.00945	549.35799	0.01021	522.83502	0.00857	442.28652
25	0.01135	528.39062	0.00797	391.50047	0.00656	416.49937	0.00983	554.77578	0.01064	527.66022	0.00892	447.6836
26	0.01187	534.30997	0.00823	394.43227	0.00685	422.33213	0.01020	559.36104	0.01107	531.74410	0.00927	452.25051
27	0.01239	539.15395	0.00849	396.82950	0.00715	427.10282	0.01057	563.11375	0.01150	535.08666	0.00962	455.98724
28	0.01290	542.92256	0.00874	398.69215	0.00745	430.81143	0.01094	566.03393	0.01193	537.68790	0.00997	458.89381
29	0.01342	545.61580	0.00900	400.02022	0.00775	433.45797	0.01132	568.12157	0.01236	539.54781	0.01032	460.97021
30	0.01394	547.23368	0.00926	400.81371	0.00804	435.04244	0.01169	569.37668	0.01279	540.66641	0.01067	462.21644
31	0.01446	547.77619	0.00952	401.07269	0.00834	435.56486	0.01206	569.79927	0.01322	541.04371	0.01102	462.63253

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Flexión Estática
(Madera; *Cedrelinga cateniformis*)

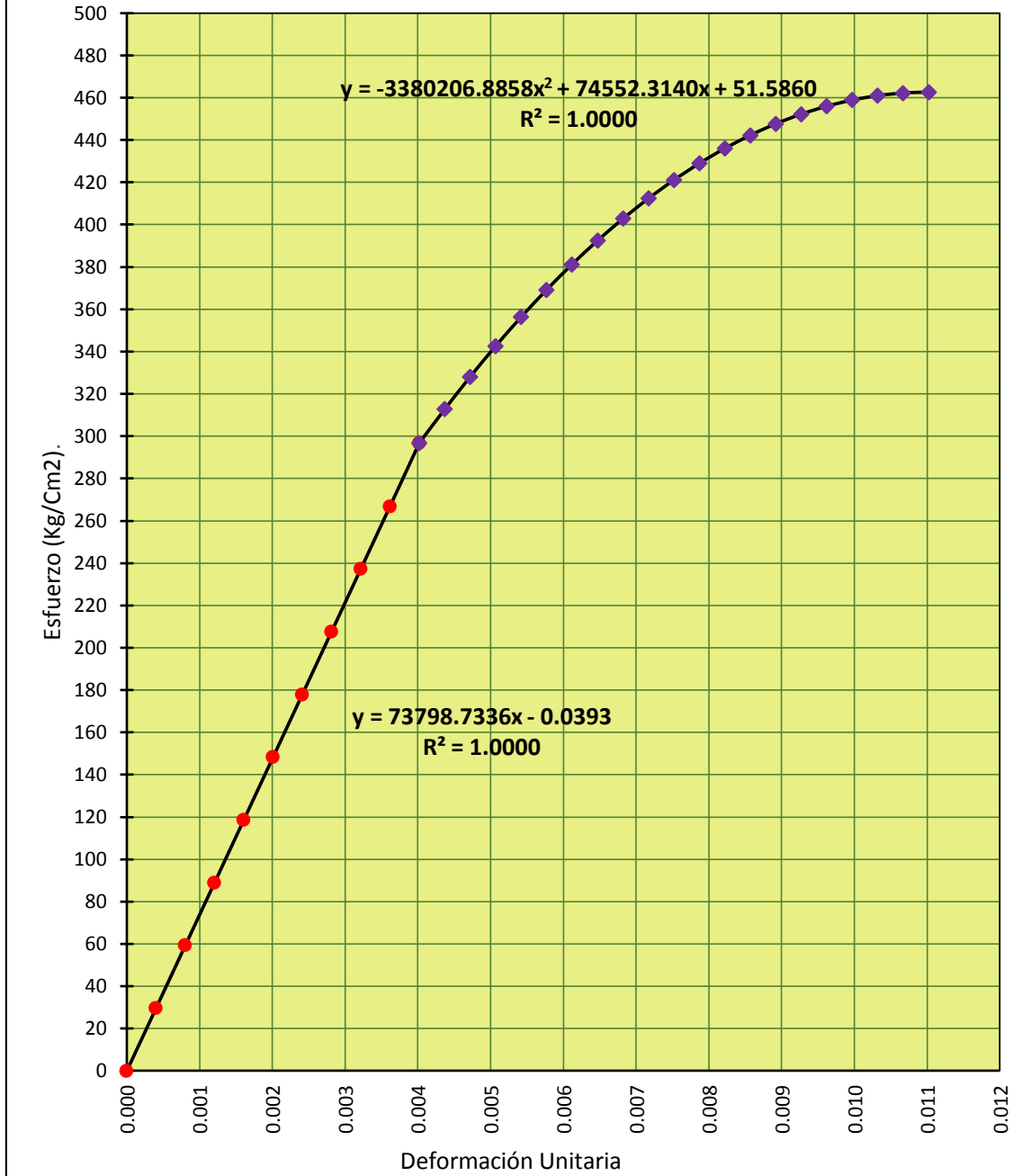


Figura 127: Ajuste, Flexión Estática (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 152: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 73798.7336x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = -3380206.8858x^2 + 74548.7139x + 51.62570$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00402, 296.71314)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01103, 462.65903)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.0004	29.668854
0.0008	59.337708
0.00121	89.006562
0.00161	118.67542
0.00201	148.34427
0.00241	178.01312
0.00281	207.68198
0.00322	237.35083
0.00362	267.01969
0.00402	296.71315
0.00437	312.85661
0.00472	328.19856
0.00507	342.71188
0.00542	356.39658
0.00577	369.25266
0.00612	381.28011
0.00647	392.47894
0.00682	402.84915
0.00717	412.39073
0.00752	421.10368
0.00787	428.98802
0.00822	436.04373
0.00857	442.27081
0.00892	447.66927
0.00927	452.23911
0.00962	455.98032
0.00997	458.89291
0.01032	460.97688
0.01067	462.23222
0.01103	462.65903

Fuente: Elaboración propia.

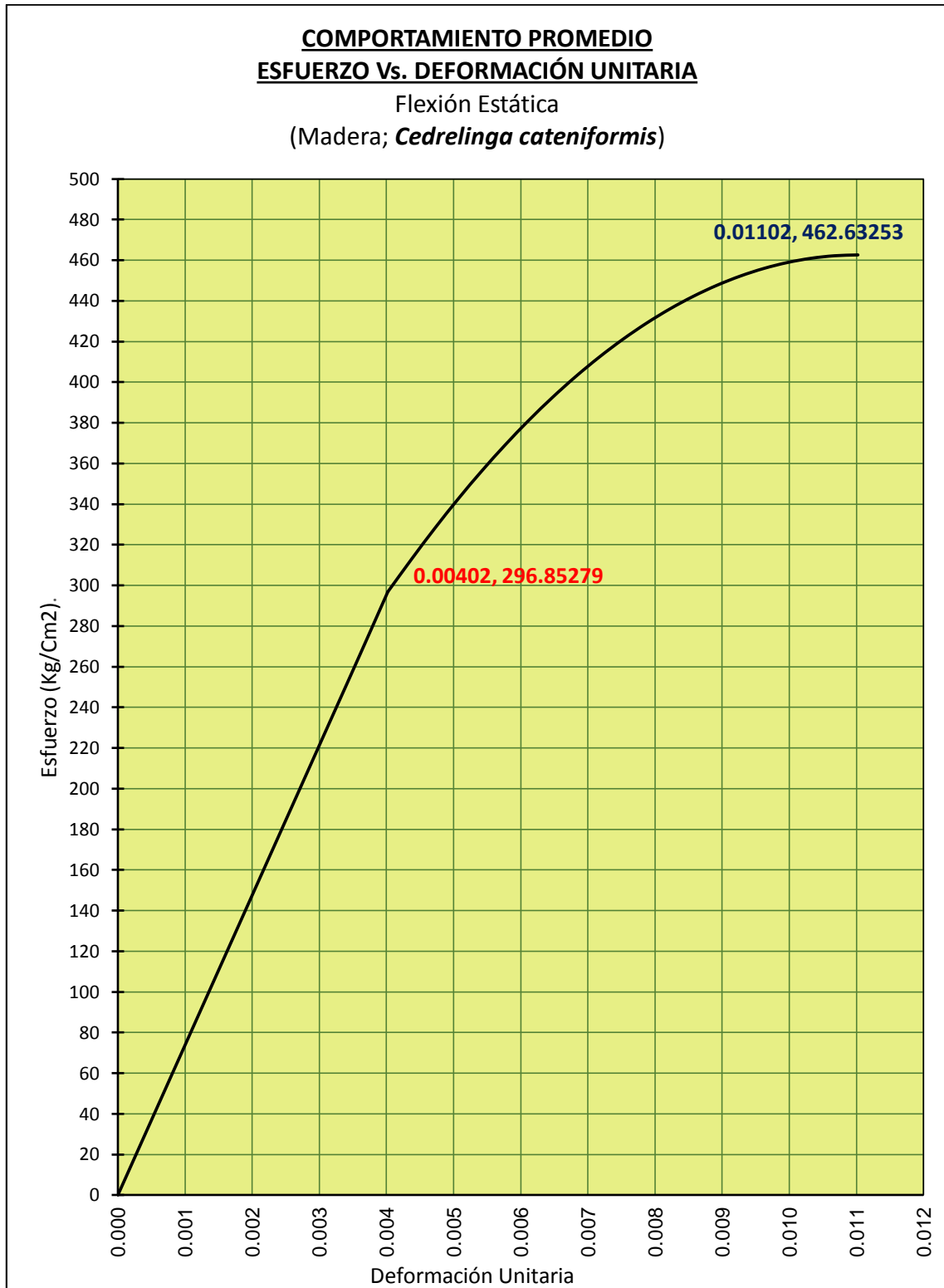


Figura 128: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Flexión Estática (Probeta de *Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia)

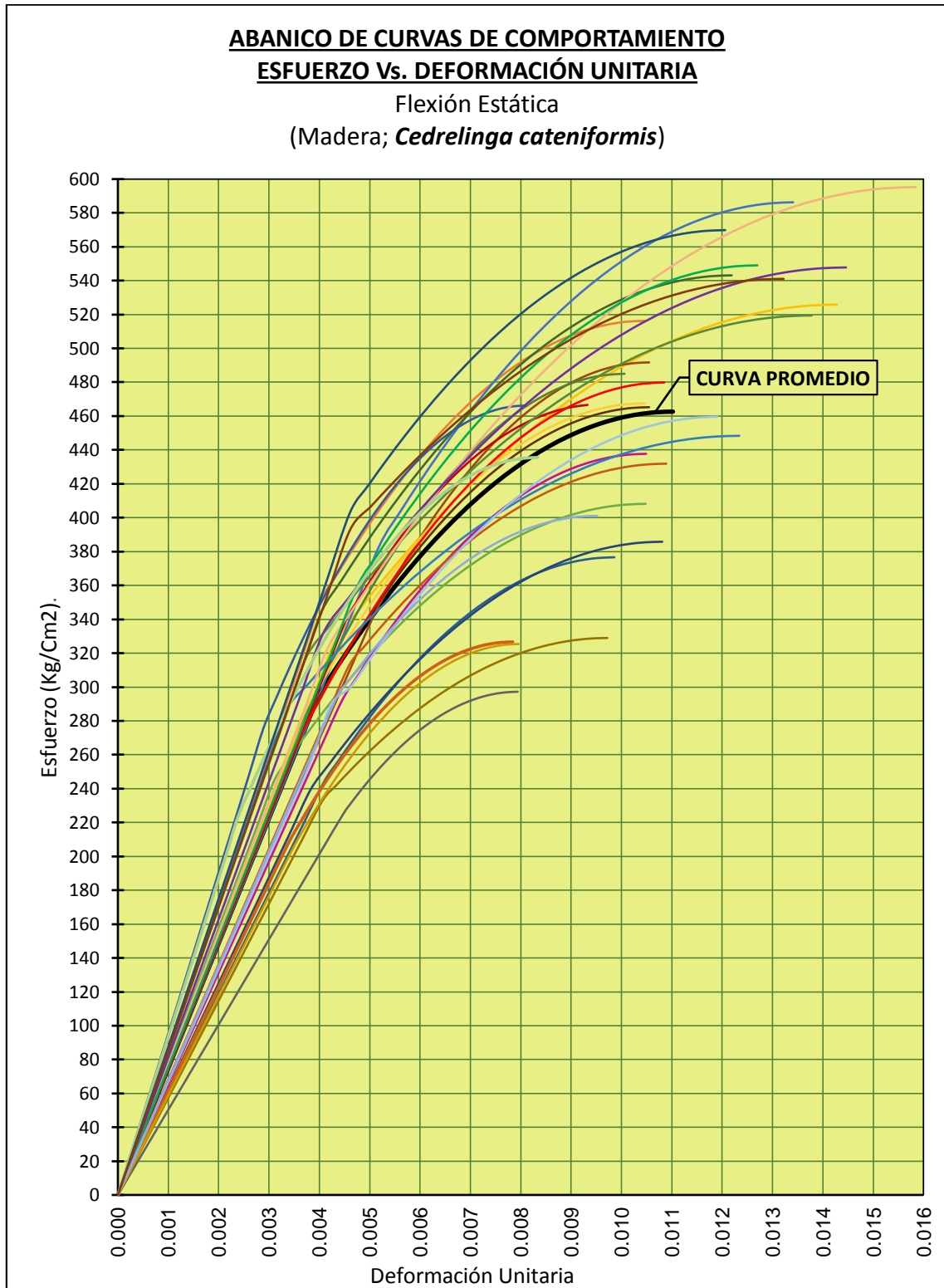


Figura 129: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Flexión Estática (Probetas de *Cedrelinga cateniformis*).
 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 153: TABULACIÓN GENERAL (Parte 1), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00028	43.61473	0.00042	68.22596	0.00046	68.98392	0.00032	55.17680	0.00042	58.24033
3	0.00055	87.22945	0.00084	136.45192	0.00091	137.96783	0.00065	110.35360	0.00085	116.48066
4	0.00083	130.84418	0.00125	204.67788	0.00137	206.95175	0.00097	165.53039	0.00127	174.72100
5	0.00110	174.45890	0.00167	272.90384	0.00182	275.93566	0.00129	220.70719	0.00169	232.96133
6	0.00138	218.07363	0.00209	341.12980	0.00228	344.91958	0.00162	275.88399	0.00212	291.20166
7	0.00165	261.68835	0.00251	409.35576	0.00273	413.90349	0.00194	331.06079	0.00254	349.44199
8	0.00193	305.30308	0.00293	477.58172	0.00319	482.88741	0.00226	386.23759	0.00296	407.68232
9	0.00220	348.91780	0.00334	545.80768	0.00364	551.87132	0.00258	441.41438	0.00338	465.92266
10	0.00248	392.53253	0.00376	614.03364	0.00410	620.85524	0.00291	496.59118	0.00381	524.16299
11	0.00275	436.79776	0.00418	681.50788	0.00455	690.26699	0.00323	552.54317	0.00423	582.35027
12	0.00303	466.30313	0.00450	722.12877	0.00487	728.87899	0.00359	581.87465	0.00458	606.54603
13	0.00330	494.72874	0.00482	760.10505	0.00518	765.80026	0.00394	610.06891	0.00493	629.47567
14	0.00358	521.61977	0.00514	796.02692	0.00550	800.72441	0.00430	636.73806	0.00529	651.16626
15	0.00386	546.97623	0.00546	829.89439	0.00581	833.65144	0.00466	661.88210	0.00564	671.61781
16	0.00414	570.79810	0.00578	861.70745	0.00613	864.58134	0.00501	685.50104	0.00599	690.83033
17	0.00441	593.08539	0.00610	891.46611	0.00645	893.51413	0.00537	707.59487	0.00634	708.80380
18	0.00469	613.83810	0.00642	919.17036	0.00676	920.44980	0.00573	728.16359	0.00669	725.53824
19	0.00497	633.05624	0.00674	944.82020	0.00708	945.38835	0.00608	747.20721	0.00705	741.03363
20	0.00524	650.73979	0.00706	968.41564	0.00739	968.32978	0.00644	764.72572	0.00740	755.28998
21	0.00552	666.88876	0.00739	989.95668	0.00771	989.27409	0.00680	780.71912	0.00775	768.30730
22	0.00580	681.50316	0.00771	1009.44331	0.00803	1008.22128	0.00715	795.18741	0.00810	780.08557
23	0.00607	694.58297	0.00803	1026.87554	0.00834	1025.17135	0.00751	808.13060	0.00845	790.62480
24	0.00635	706.12820	0.00835	1042.25336	0.00866	1040.12429	0.00786	819.54868	0.00881	799.92500
25	0.00663	716.13885	0.00867	1055.57677	0.00897	1053.08012	0.00822	829.44166	0.00916	807.98615
26	0.00691	724.61493	0.00899	1066.84578	0.00929	1064.03883	0.00858	837.80952	0.00951	814.80827
27	0.00718	731.55642	0.00931	1076.06039	0.00961	1073.00042	0.00893	844.65228	0.00986	820.39134
28	0.00746	736.96333	0.00963	1083.22059	0.00992	1079.96489	0.00929	849.96994	0.01021	824.73537
29	0.00774	740.83566	0.00995	1088.32639	0.01024	1084.93224	0.00965	853.76248	0.01057	827.84037
30	0.00801	743.17342	0.01027	1091.37778	0.01055	1087.90247	0.01000	856.02992	0.01092	829.70632
31	0.00829	743.97701	0.01059	1092.37499	0.01087	1088.82574	0.01036	856.77239	0.01127	830.33331

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 154: TABULACIÓN GENERAL (Parte 2), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00042	53.06330	0.00050	67.58308	0.00034	31.36140	0.00043	59.65095	0.00090	121.26658
3	0.00083	106.12659	0.00101	135.16616	0.00068	62.72280	0.00087	119.30189	0.00181	242.53316
4	0.00125	159.18989	0.00151	202.74924	0.00103	94.08420	0.00130	178.95284	0.00271	363.79974
5	0.00166	212.25318	0.00201	270.33232	0.00137	125.44560	0.00173	238.60378	0.00361	485.06632
6	0.00208	265.31648	0.00252	337.91540	0.00171	156.80700	0.00217	298.25473	0.00452	606.33290
7	0.00250	318.37978	0.00302	405.49848	0.00205	188.16840	0.00260	357.90568	0.00542	727.59947
8	0.00291	371.44307	0.00352	473.08156	0.00239	219.52980	0.00303	417.55662	0.00632	848.86605
9	0.00333	424.50637	0.00402	540.66464	0.00274	250.89120	0.00346	477.20757	0.00722	970.13263
10	0.00374	477.56966	0.00453	608.24772	0.00308	282.25260	0.00390	536.85851	0.00813	1091.39921
11	0.00416	530.85204	0.00503	676.33204	0.00342	313.44648	0.00433	597.10625	0.00903	1212.06419
12	0.00440	552.29966	0.00530	704.44344	0.00389	330.64991	0.00473	627.79771	0.00919	1222.64989
13	0.00463	572.79969	0.00557	731.49464	0.00436	346.90685	0.00513	657.24269	0.00936	1232.41618
14	0.00487	592.19052	0.00584	757.08243	0.00483	362.28581	0.00553	685.09566	0.00952	1241.65435
15	0.00510	610.47214	0.00611	781.20682	0.00529	376.78681	0.00593	711.35661	0.00968	1250.36440
16	0.00534	627.64455	0.00638	803.86781	0.00576	390.40983	0.00633	736.02556	0.00984	1258.54632
17	0.00557	643.70776	0.00665	825.06538	0.00623	403.15489	0.00672	759.10250	0.01001	1266.20012
18	0.00581	658.66177	0.00692	844.79956	0.00670	415.02198	0.00712	780.58743	0.01017	1273.32579
19	0.00604	672.50657	0.00719	863.07033	0.00717	426.01109	0.00752	800.48034	0.01033	1279.92334
20	0.00628	685.24216	0.00746	879.87769	0.00764	436.12224	0.00792	818.78125	0.01049	1285.99276
21	0.00652	696.86855	0.00774	895.22165	0.00811	445.35542	0.00832	835.49015	0.01066	1291.53406
22	0.00675	707.38574	0.00801	909.10220	0.00857	453.71064	0.00872	850.60703	0.01082	1296.54723
23	0.00699	716.79372	0.00828	921.51935	0.00904	461.18788	0.00912	864.13191	0.01098	1301.03228
24	0.00722	725.09250	0.00855	932.47310	0.00951	467.78715	0.00952	876.06478	0.01114	1304.98920
25	0.00746	732.28207	0.00882	941.96344	0.00998	473.50846	0.00992	886.40563	0.01131	1308.41800
26	0.00769	738.36243	0.00909	949.99037	0.01045	478.35179	0.01032	895.15448	0.01147	1311.31867
27	0.00793	743.33359	0.00936	956.55390	0.01092	482.31716	0.01071	902.31132	0.01163	1313.69122
28	0.00816	747.19555	0.00963	961.65402	0.01138	485.40456	0.01111	907.87614	0.01179	1315.53564
29	0.00840	749.94830	0.00990	965.29074	0.01185	487.61399	0.01151	911.84896	0.01196	1316.85194
30	0.00863	751.59185	0.01017	967.46406	0.01232	488.94545	0.01191	914.22977	0.01212	1317.64011
31	0.00887	752.12638	0.01044	968.17412	0.01279	489.39906	0.01231	915.01858	0.01228	1317.90017

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 155: TABULACIÓN GENERAL (Parte 3), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. I-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00038	55.49288	0.00035	50.98802	0.00041	51.73889	0.00038	50.76054	0.00042	49.73987
3	0.00075	110.98575	0.00070	101.97603	0.00082	103.47778	0.00076	101.52108	0.00083	99.47974
4	0.00113	166.47863	0.00105	152.96405	0.00122	155.21666	0.00115	152.28163	0.00125	149.21962
5	0.00150	221.97150	0.00140	203.95206	0.00163	206.95555	0.00153	203.04217	0.00166	198.95949
6	0.00188	277.46438	0.00176	254.94008	0.00204	258.69444	0.00191	253.80271	0.00208	248.69936
7	0.00225	332.95725	0.00211	305.92809	0.00245	310.43333	0.00229	304.56325	0.00250	298.43923
8	0.00263	388.45013	0.00246	356.91611	0.00286	362.17222	0.00267	355.32379	0.00291	348.17910
9	0.00300	443.94300	0.00281	407.90412	0.00326	413.91110	0.00306	406.08434	0.00333	397.91898
10	0.00338	499.43588	0.00316	458.89214	0.00367	465.64999	0.00344	456.84488	0.00374	447.65885
11	0.00375	554.38090	0.00351	509.25504	0.00408	517.28575	0.00382	507.60986	0.00416	497.37550
12	0.00418	583.11072	0.00379	541.19644	0.00443	541.78043	0.00411	534.12320	0.00446	528.87069
13	0.00460	610.12864	0.00408	571.03574	0.00479	564.96436	0.00440	559.28010	0.00476	558.73034
14	0.00503	635.68792	0.00436	599.26192	0.00514	586.89514	0.00469	583.07745	0.00506	586.97539
15	0.00546	659.78856	0.00465	625.87499	0.00550	607.57275	0.00499	605.51524	0.00536	613.60584
16	0.00589	682.43058	0.00493	650.87493	0.00585	626.99721	0.00528	626.59348	0.00566	638.62168
17	0.00631	703.61397	0.00521	674.26175	0.00620	645.16850	0.00557	646.31215	0.00596	662.02291
18	0.00674	723.33872	0.00550	696.03545	0.00656	662.08663	0.00586	664.67128	0.00626	683.80954
19	0.00717	741.60484	0.00578	716.19604	0.00691	677.75161	0.00615	681.67084	0.00656	703.98157
20	0.00759	758.41233	0.00607	734.74350	0.00727	692.16342	0.00644	697.31085	0.00686	722.53899
21	0.00802	773.76118	0.00635	751.67784	0.00762	705.32208	0.00674	711.59131	0.00716	739.48181
22	0.00845	787.65141	0.00663	766.99906	0.00797	717.22757	0.00703	724.51221	0.00745	754.81002
23	0.00887	800.08300	0.00692	780.70716	0.00833	727.87990	0.00732	736.07355	0.00775	768.52363
24	0.00930	811.05596	0.00720	792.80215	0.00868	737.27908	0.00761	746.27534	0.00805	780.62264
25	0.00973	820.57029	0.00749	803.28401	0.00904	745.42509	0.00790	755.11757	0.00835	791.10704
26	0.01016	828.62599	0.00777	812.15275	0.00939	752.31795	0.00819	762.60024	0.00865	799.97683
27	0.01058	835.22305	0.00805	819.40837	0.00974	757.95764	0.00848	768.72336	0.00895	807.23202
28	0.01101	840.36148	0.00834	825.05087	0.01010	762.34418	0.00878	773.48692	0.00925	812.87261
29	0.01144	844.04128	0.00862	829.08026	0.01045	765.47755	0.00907	776.89093	0.00955	816.89859
30	0.01186	846.26245	0.00891	831.49652	0.01081	767.35776	0.00936	778.93538	0.00985	819.30997
31	0.01229	847.02536	0.00919	832.29967	0.01116	767.98481	0.00965	779.62029	0.01015	820.10678

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 156: TABULACIÓN GENERAL (Parte 4), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-16		CÓDIGO DE PROB. II-7-17		CÓDIGO DE PROB. II-7-18		CÓDIGO DE PROB. II-7-19		CÓDIGO DE PROB. II-7-20	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00037	48.62756	0.00044	54.54092	0.00033	42.99265	0.00037	52.64211	0.00043	68.05457
3	0.00074	97.25512	0.00088	109.08184	0.00065	85.98530	0.00073	105.28423	0.00086	136.10914
4	0.00111	145.88267	0.00132	163.62276	0.00098	128.97796	0.00110	157.92634	0.00128	204.16370
5	0.00148	194.51023	0.00176	218.16368	0.00131	171.97061	0.00147	210.56845	0.00171	272.21827
6	0.00185	243.13779	0.00220	272.70461	0.00164	214.96326	0.00184	263.21057	0.00214	340.27284
7	0.00221	291.76535	0.00263	327.24553	0.00196	257.95591	0.00220	315.85268	0.00257	408.32741
8	0.00258	340.39291	0.00307	381.78645	0.00229	300.94856	0.00257	368.49479	0.00300	476.38198
9	0.00295	389.02046	0.00351	436.32737	0.00262	343.94122	0.00294	421.13690	0.00342	544.43654
10	0.00332	437.64802	0.00395	490.86829	0.00294	386.93387	0.00330	473.77902	0.00385	612.49111
11	0.00369	486.70455	0.00439	546.59930	0.00327	429.62397	0.00367	526.66769	0.00428	680.60089
12	0.00407	520.81487	0.00486	580.12548	0.00358	466.90744	0.00398	560.76994	0.00480	701.47355
13	0.00446	553.45967	0.00533	612.61346	0.00389	502.01006	0.00430	593.30782	0.00532	721.28937
14	0.00484	584.33961	0.00580	643.34551	0.00419	535.21540	0.00461	624.08790	0.00583	740.03396
15	0.00522	613.45468	0.00626	672.32162	0.00450	566.52346	0.00492	653.11016	0.00635	757.70733
16	0.00561	640.80488	0.00673	699.54178	0.00481	595.93423	0.00523	680.37461	0.00687	774.30947
17	0.00599	666.39021	0.00720	725.00602	0.00512	623.44773	0.00555	705.88125	0.00739	789.84038
18	0.00637	690.21068	0.00767	748.71431	0.00543	649.06395	0.00586	729.63007	0.00790	804.30007
19	0.00676	712.26628	0.00814	770.66667	0.00573	672.78288	0.00617	751.62108	0.00842	817.68854
20	0.00714	732.55701	0.00861	790.86308	0.00604	694.60454	0.00648	771.85428	0.00894	830.00578
21	0.00753	751.08288	0.00908	809.30356	0.00635	714.52892	0.00680	790.32967	0.00946	841.25179
22	0.00791	767.84388	0.00954	825.98811	0.00666	732.55602	0.00711	807.04724	0.00997	851.42658
23	0.00829	782.84001	0.01001	840.91671	0.00697	748.68583	0.00742	822.00700	0.01049	860.53015
24	0.00868	796.07128	0.01048	854.08937	0.00727	762.91837	0.00773	835.20895	0.01101	868.56249
25	0.00906	807.53768	0.01095	865.50610	0.00758	775.25363	0.00805	846.65309	0.01153	875.52360
26	0.00944	817.23921	0.01142	875.16689	0.00789	785.69161	0.00836	856.33941	0.01204	881.41350
27	0.00983	825.17587	0.01189	883.07174	0.00820	794.23230	0.00867	864.26793	0.01256	886.23216
28	0.01021	831.34767	0.01235	889.22066	0.00851	800.87572	0.00898	870.43862	0.01308	889.97960
29	0.01059	835.75460	0.01282	893.61363	0.00881	805.62186	0.00930	874.85151	0.01360	892.65582
30	0.01098	838.39667	0.01329	896.25067	0.00912	808.47072	0.00961	877.50659	0.01411	894.26081
31	0.01136	839.27342	0.01376	897.13178	0.00943	809.42230	0.00992	878.40394	0.01463	894.79458

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 157: TABULACIÓN GENERAL (Parte 5), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-21		CÓDIGO DE PROB. II-7-22		CÓDIGO DE PROB. II-7-23		CÓDIGO DE PROB. II-7-24		CÓDIGO DE PROB. II-7-25	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00034	55.73441	0.00039	54.24789	0.00034	56.81835	0.00032	49.69100	0.00034	53.54621
3	0.00067	111.46882	0.00079	108.49578	0.00067	113.63669	0.00063	99.38200	0.00068	107.09241
4	0.00101	167.20322	0.00118	162.74367	0.00101	170.45504	0.00095	149.07300	0.00102	160.63862
5	0.00135	222.93763	0.00158	216.99156	0.00134	227.27338	0.00126	198.76400	0.00136	214.18483
6	0.00169	278.67204	0.00197	271.23945	0.00168	284.09173	0.00158	248.45500	0.00171	267.73104
7	0.00202	334.40645	0.00236	325.48734	0.00201	340.91007	0.00190	298.14600	0.00205	321.27724
8	0.00236	390.14086	0.00276	379.73523	0.00235	397.72842	0.00221	347.83700	0.00239	374.82345
9	0.00270	445.87526	0.00315	433.98312	0.00268	454.54676	0.00253	397.52800	0.00273	428.36966
10	0.00303	501.60967	0.00355	488.23101	0.00302	511.36511	0.00284	447.21900	0.00307	481.91586
11	0.00337	557.54052	0.00394	542.12314	0.00335	568.17593	0.00316	497.55491	0.00341	535.30886
12	0.00381	595.77394	0.00431	568.36161	0.00377	595.97994	0.00367	538.41941	0.00382	561.39552
13	0.00426	632.14575	0.00467	593.07527	0.00419	622.35628	0.00419	577.50746	0.00423	586.08346
14	0.00470	666.55064	0.00504	616.45303	0.00462	647.30794	0.00470	614.48193	0.00464	609.43641
15	0.00514	698.98860	0.00540	638.49488	0.00504	670.83494	0.00522	649.34284	0.00504	631.45439
16	0.00559	729.45964	0.00577	659.20083	0.00546	692.93726	0.00573	682.09018	0.00545	652.13739
17	0.00603	757.96376	0.00613	678.57088	0.00588	713.61491	0.00624	712.72396	0.00586	671.48541
18	0.00647	784.50095	0.00650	696.60503	0.00630	732.86789	0.00676	741.24416	0.00627	689.49845
19	0.00692	809.07122	0.00686	713.30327	0.00673	750.69620	0.00727	767.65080	0.00668	706.17652
20	0.00736	831.67457	0.00723	728.66561	0.00715	767.09984	0.00779	791.94387	0.00709	721.51960
21	0.00781	852.31100	0.00760	742.69205	0.00757	782.07880	0.00830	814.12337	0.00750	735.52771
22	0.00825	870.98051	0.00796	755.38259	0.00799	795.63309	0.00881	834.18930	0.00790	748.20084
23	0.00869	887.68309	0.00833	766.73722	0.00841	807.76271	0.00933	852.14167	0.00831	759.53899
24	0.00914	902.41875	0.00869	776.75596	0.00884	818.46766	0.00984	867.98046	0.00872	769.54217
25	0.00958	915.18749	0.00906	785.43878	0.00926	827.74794	0.01036	881.70569	0.00913	778.21037
26	0.01002	925.98930	0.00942	792.78571	0.00968	835.60354	0.01087	893.31736	0.00954	785.54358
27	0.01047	934.82419	0.00979	798.79673	0.01010	842.03447	0.01138	902.81545	0.00995	791.54182
28	0.01091	941.69216	0.01015	803.47186	0.01052	847.04073	0.01190	910.19997	0.01035	796.20509
29	0.01135	946.59321	0.01052	806.81108	0.01095	850.62232	0.01241	915.47093	0.01076	799.53337
30	0.01180	949.52734	0.01088	808.81439	0.01137	852.77923	0.01293	918.62832	0.01117	801.52668
31	0.01224	950.48460	0.01125	809.48181	0.01179	853.51162	0.01344	919.67219	0.01158	802.18504

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 158: TABULACIÓN GENERAL (Parte 6), FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO DE PROB. II-7-26		CÓDIGO DE PROB. II-7-27		CÓDIGO DE PROB. II-7-28		CÓDIGO DE PROB. II-7-29		CÓDIGO DE PROB. II-7-30		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00041	62.76402	0.00044	62.14264	0.00045	66.06002	0.00029	43.56260	0.00049	69.13824	0.00041	57.54835
3	0.00083	125.52805	0.00087	124.28529	0.00090	132.12005	0.00058	87.12521	0.00098	138.27649	0.00081	115.09669
4	0.00124	188.29207	0.00131	186.42793	0.00135	198.18007	0.00088	130.68781	0.00147	207.41473	0.00122	172.64504
5	0.00165	251.05609	0.00174	248.57058	0.00180	264.24009	0.00117	174.25042	0.00196	276.55297	0.00162	230.19339
6	0.00207	313.82012	0.00218	310.71322	0.00225	330.30012	0.00146	217.81302	0.00245	345.69122	0.00203	287.74174
7	0.00248	376.58414	0.00262	372.85586	0.00269	396.36014	0.00175	261.37562	0.00293	414.82946	0.00243	345.29008
8	0.00289	439.34816	0.00305	434.99851	0.00314	462.42016	0.00204	304.93823	0.00342	483.96770	0.00284	402.83843
9	0.00330	502.11218	0.00349	497.14115	0.00359	528.48018	0.00234	348.50083	0.00391	553.10594	0.00324	460.38678
10	0.00372	564.87621	0.00392	559.28380	0.00404	594.54021	0.00263	392.06344	0.00440	622.24419	0.00365	517.93513
11	0.00413	628.30535	0.00436	621.06074	0.00449	662.07122	0.00292	436.03376	0.00489	692.61171	0.00405	575.67189
12	0.00441	652.90952	0.00460	639.23533	0.00507	687.66095	0.00321	468.30000	0.00526	713.40802	0.00441	604.13964
13	0.00470	676.62865	0.00484	656.29116	0.00565	712.37635	0.00350	499.21177	0.00563	733.62607	0.00477	631.23868
14	0.00498	699.06637	0.00508	672.42539	0.00622	735.75541	0.00379	528.45311	0.00600	752.75188	0.00512	656.87288
15	0.00526	720.22266	0.00532	687.63801	0.00680	757.79813	0.00408	556.02404	0.00637	770.78544	0.00548	681.04224
16	0.00555	740.09752	0.00556	701.92904	0.00738	778.50451	0.00437	581.92454	0.00674	787.72677	0.00584	703.74676
17	0.00583	758.69096	0.00580	715.29847	0.00796	797.87456	0.00465	606.15463	0.00711	803.57585	0.00620	724.98644
18	0.00611	776.00298	0.00604	727.74629	0.00854	815.90828	0.00494	628.71429	0.00748	818.33269	0.00655	744.76128
19	0.00639	792.03357	0.00628	739.27252	0.00911	832.60566	0.00523	649.60354	0.00785	831.99729	0.00691	763.07127
20	0.00668	806.78274	0.00652	749.87715	0.00969	847.96670	0.00552	668.82236	0.00822	844.56965	0.00727	779.91643
21	0.00696	820.25049	0.00676	759.56017	0.01027	861.99140	0.00581	686.37076	0.00859	856.04976	0.00762	795.29675
22	0.00724	832.43681	0.00700	768.32160	0.01085	874.67977	0.00610	702.24875	0.00895	866.43764	0.00798	809.21222
23	0.00753	843.34170	0.00724	776.16143	0.01143	886.03181	0.00639	716.45631	0.00932	875.73327	0.00834	821.66285
24	0.00781	852.96518	0.00748	783.07965	0.01200	896.04751	0.00668	728.99346	0.00969	883.93666	0.00870	832.64864
25	0.00809	861.30723	0.00772	789.07628	0.01258	904.72687	0.00697	739.86018	0.01006	891.04780	0.00905	842.1696
26	0.00838	868.36785	0.00796	794.15131	0.01316	912.06989	0.00726	749.05649	0.01043	897.06671	0.00941	850.22571
27	0.00866	874.14705	0.00820	798.30473	0.01374	918.07658	0.00754	756.58237	0.01080	901.99337	0.00977	856.81698
28	0.00894	878.64483	0.00844	801.53656	0.01432	922.74694	0.00783	762.43784	0.01117	905.82779	0.01012	861.9434
29	0.00922	881.86118	0.00868	803.84679	0.01489	926.08096	0.00812	766.62288	0.01154	908.56997	0.01048	865.60499
30	0.00951	883.79611	0.00892	805.23541	0.01547	928.07864	0.00841	769.13751	0.01191	910.21991	0.01084	867.80174
31	0.00979	884.44968	0.00916	805.70247	0.01605	928.74000	0.00870	769.98174	0.01228	910.77767	0.01120	868.53172

Fuente: Elaboración propia.

LÍNEAS DE TENDENCIA PROMEDIO
DISPERSOGRAMA: ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN UNITARIA

Flexión Estática
(Madera; *Inga sp.*)

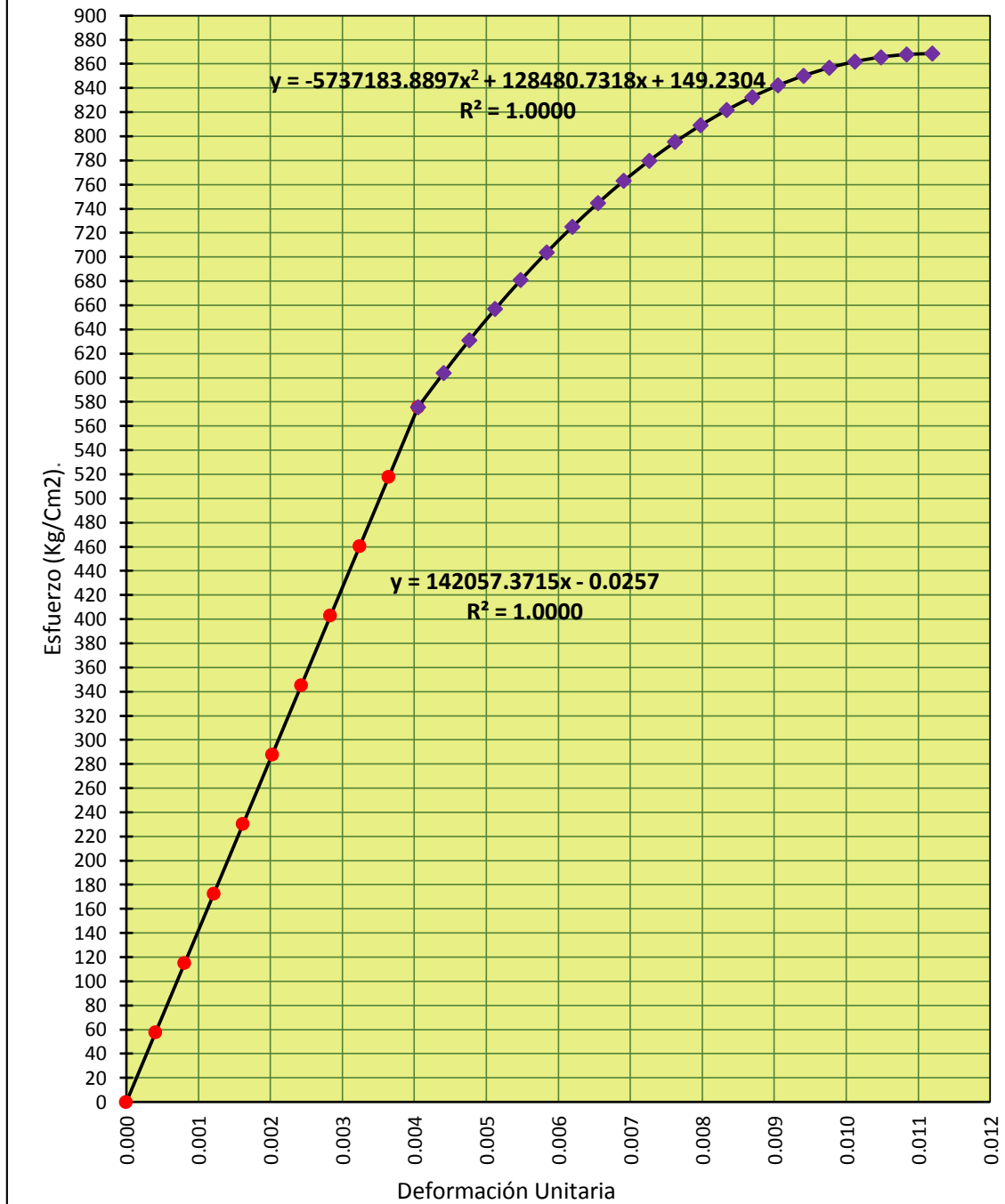


Figura 130: Ajuste, Flexión Estática (Probeta de *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 159: Modelamientos Matemáticos de Comportamiento, Punto de Fluencia, Punto de Rotura y Tabulación Promedio Final: FLEXIÓN ESTÁTICA, probetas de *Inga sp.*

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para flexión estática, para madera *Inga sp.* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = 142057.3715x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que precedirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Inga sp.*; será:

$$Y = 5737183.8897x^2 + 128478.6559x + 149.2536$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00405, 575.70056)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01120, 868.54229)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00051	72.7812
0.00102	145.5624
0.00154	218.3436
0.00205	291.1248
0.00256	363.906
0.00307	436.6872
0.00359	509.4684
0.0041	582.2496
0.00461	655.0308
0.00405	575.70056
0.00441	604.07242
0.00477	631.19034
0.00512	656.84177
0.00548	681.02671
0.00584	703.74514
0.0062	724.99709
0.00655	744.78253
0.00691	763.10148
0.00727	779.95394
0.00763	795.33989
0.00798	809.25936
0.00834	821.71232
0.0087	832.69879
0.00906	842.21877
0.00941	850.27225
0.00977	856.85923
0.01013	861.97971
0.01049	865.63371
0.01084	867.82120
0.0112	868.54229

Fuente: Elaboración propia.

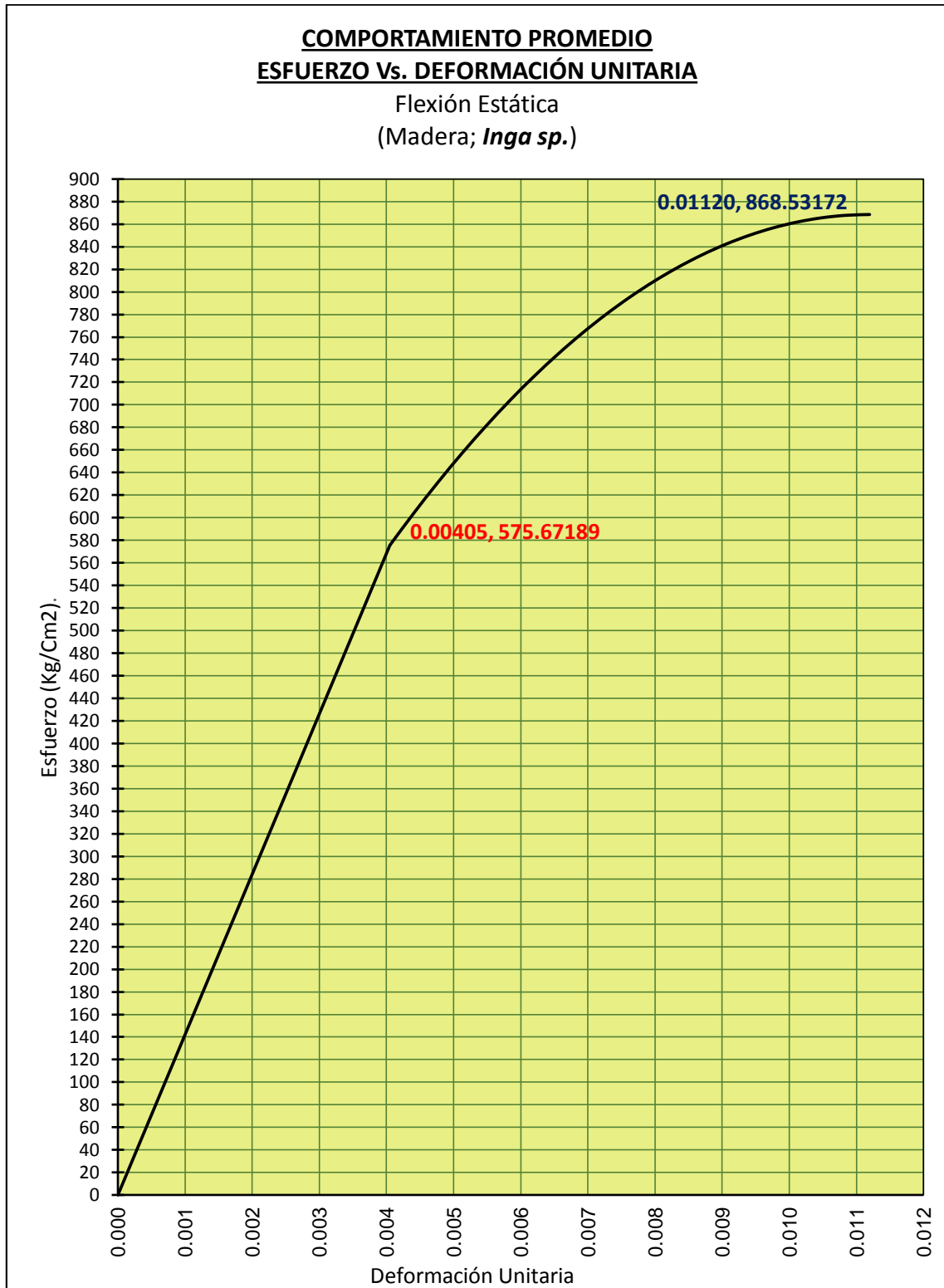


Figura 131: CURVA DE COMPORTAMIENTO PROMEDIO: Flexión Estática (Probeta de *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

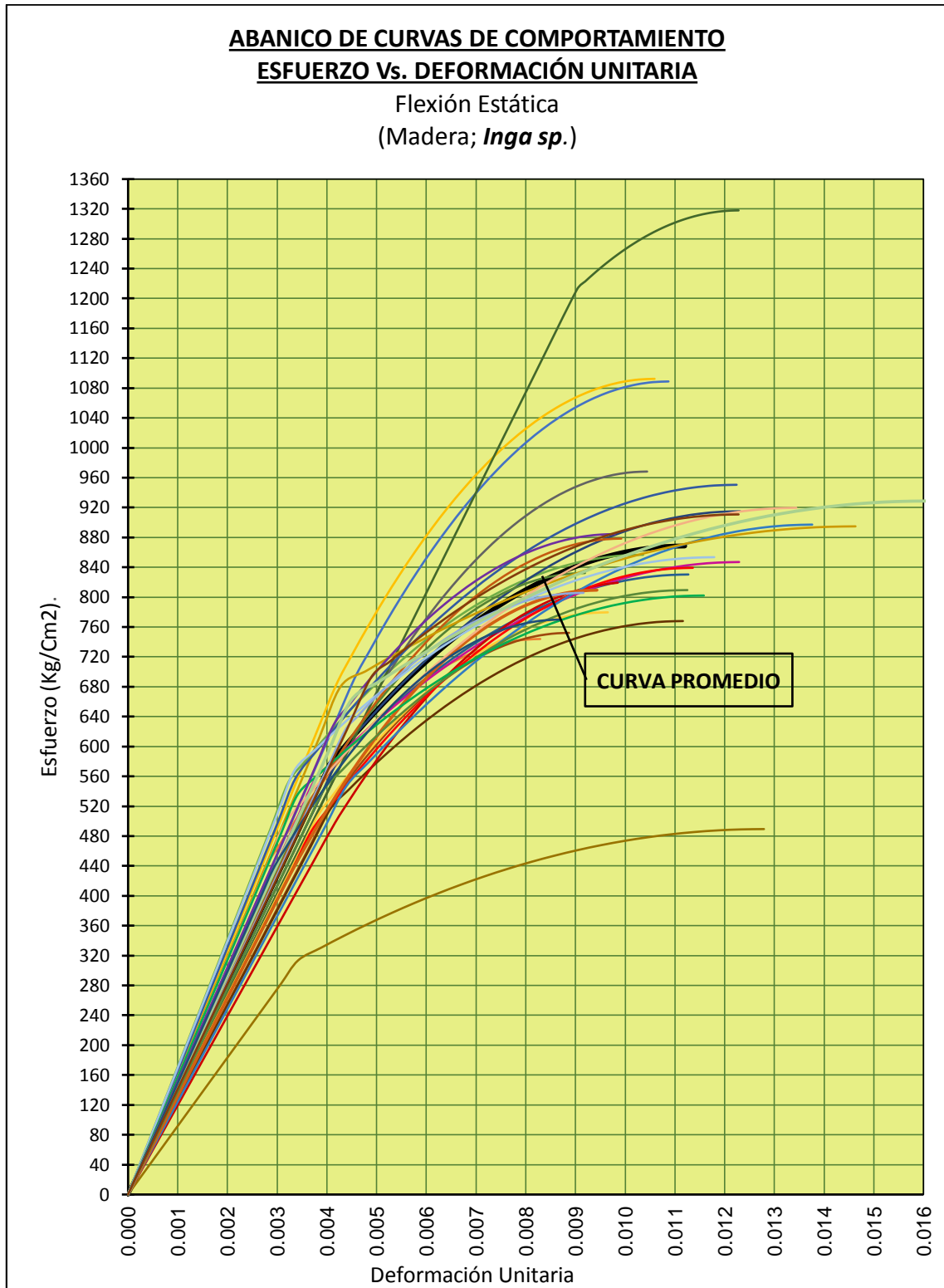


Figura 132: Curva de Comportamiento Promedio VS Curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a Flexión Estática (Probetas de *Inga sp.*)
 (Fuente: Elaboración propia).

4.3.5.2.2.5. Procesamiento de datos: corte paralelo a la fibra

4.3.5.2.2.5.1. Tratamiento estadístico: corte paralelo a la fibra

Tabla 160: Tratamiento estadístico: Corte Paralelo a la Fibra, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	ESFUERZO DE CORTE (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
					F.C.=1; F.T.=1; F.S.=4 F.D.C.=1 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)_x (F.T.)}{(F.S.)_x (F.D.C.)} x \sigma_R$
1	I-8-1	62.21	0.50	89.128	22
2	I-8-2	63.23	0.40	85.063	21
3	I-8-3	67.37	0.50	70.626	18
4	I-8-4	60.80	0.53	87.089	22
5	I-8-5	65.19	0.55	118.687	30
6	I-8-6	61.31	0.53	103.516	26
7	I-8-7	74.74	0.50	96.568	24
8	I-8-8	72.74	0.50	108.026	27
9	I-8-9	76.21	0.50	106.558	27
10	I-8-10	61.77	0.49	81.411	20
11	I-8-11	63.99	0.49	85.917	21
12	I-8-12	64.11	0.53	93.994	23
13	I-8-13	62.29	0.55	94.555	24
14	I-8-14	65.77	0.49	90.286	23
15	I-8-15	63.87	0.53	96.082	24
16	II-8-16	76.14	0.50	99.166	25
17	II-8-17	66.18	0.51	95.407	24
18	II-8-18	67.21	0.50	79.447	20
19	II-8-19	59.12	0.49	72.625	18
20	II-8-20	70.94	0.53	120.451	30
21	II-8-21	62.19	0.47	87.929	22
22	II-8-22	71.17	0.52	95.121	24
23	II-8-23	69.52	0.50	77.755	19
24	II-8-24	65.70	0.47	83.183	21
25	II-8-25	66.18	0.49	67.387	17
26	II-8-26	66.80	0.45	67.254	17
27	II-8-27	70.18	0.47	89.553	22
28	II-8-28	67.78	0.51	93.919	23
29	II-8-29	63.10	0.64	114.657	29
30	II-8-30	63.56	0.50	102.424	26
	M(X)	66.378	0.505	91.793	22.948
	S(D)	4.566	0.039	13.911	3.478
	CV%	6.879	7.687	15.155	15.155
	Límite de exclusión del 5%			67	17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 161: Tratamiento estadístico: Corte Paralelo a la Fibra, probetas de *Inga sp.*

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	ESFUERZO DE CORTE (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
					F.C.=1; F.T.=1; F.S.=4 F.D.C.=1 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.) \times (F.T.)}{(F.S.) \times (F.D.C.)} \times \sigma_R$
1	I-8-1	82.26	0.68	129.079	32
2	I-8-2	70.56	0.72	119.210	30
3	I-8-3	66.31	0.73	107.175	27
4	I-8-4	79.32	0.70	98.915	25
5	I-8-5	55.24	0.68	79.443	20
6	I-8-6	61.63	0.71	113.598	28
7	I-8-7	62.04	0.75	104.383	26
8	I-8-8	76.05	0.71	116.421	29
9	I-8-9	55.10	0.67	129.744	32
10	I-8-10	72.78	0.71	128.646	32
11	I-8-11	71.97	0.75	121.193	30
12	I-8-12	55.69	0.68	126.293	32
13	I-8-13	50.02	0.68	91.791	23
14	I-8-14	59.25	0.73	150.506	38
15	I-8-15	61.99	0.71	143.835	36
16	II-8-16	59.21	0.67	104.002	26
17	II-8-17	78.51	0.71	112.185	28
18	II-8-18	83.02	0.66	118.772	30
19	II-8-19	73.98	0.71	131.800	33
20	II-8-20	70.54	0.73	134.026	34
21	II-8-21	88.85	0.65	135.816	34
22	II-8-22	90.86	0.65	127.510	32
23	II-8-23	75.26	0.72	110.152	28
24	II-8-24	68.22	0.69	130.553	33
25	II-8-25	65.73	0.70	111.784	28
26	II-8-26	73.44	0.72	169.417	42
27	II-8-27	65.49	0.68	115.300	29
28	II-8-28	82.22	0.66	148.348	37
29	II-8-29	52.77	0.72	130.091	33
30	II-8-30	81.34	0.67	131.010	33
	M(X)	69.654	0.700	122.367	30.592
	S(D)	10.944	0.027	18.288	4.572
	CV%	15.712	3.907	14.946	14.946
	Límite de exclusión del 5%			92	23

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.2.2.6. Procesamiento de datos: Dureza

4.3.5.2.2.6.1. Tratamiento estadístico: Dureza

Tabla 162: Tratamiento estadístico: Dureza, probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

N°	CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	DUREZA JANKA	
				LADOS	EXTREMOS
1	I-9-1	55.85	0.59	535.47	527
2	I-9-2	66.90	0.52	486.25	474
3	I-9-3	71.78	0.56	501.90	510
4	I-9-4	61.72	0.63	632.99	519
5	I-9-5	62.04	0.53	525.71	427
6	I-9-6	63.04	0.49	451.32	442
7	I-9-7	75.15	0.44	389.64	322
8	I-9-8	66.24	0.55	527.30	482
9	I-9-9	67.93	0.51	432.95	443
10	I-9-10	70.57	0.47	447.24	401
11	I-9-11	61.79	0.56	549.98	532
12	I-9-12	59.43	0.54	427.28	427
13	I-9-13	63.75	0.50	425.02	413
14	I-9-14	67.59	0.48	369.00	347
15	I-9-15	71.81	0.46	398.03	347
16	II-9-16	63.47	0.48	410.50	345
17	II-9-17	98.50	0.45	371.72	336
18	II-9-18	83.93	0.42	332.26	316
19	II-9-19	62.84	0.49	413.22	404
20	II-9-20	58.38	0.50	421.61	394
21	II-9-21	65.26	0.48	355.39	346
22	II-9-22	67.66	0.49	387.59	363
23	II-9-23	63.67	0.51	429.10	376
24	II-9-24	69.16	0.51	456.09	369
25	II-9-25	69.31	0.47	399.84	438
26	II-9-26	63.04	0.49	440.44	379
27	II-9-27	70.01	0.46	386.23	402
28	II-9-28	78.09	0.43	349.04	318
29	II-9-29	68.02	0.48	411.86	327
30	II-9-30	75.49	0.43	342.69	315
	M(X)	68.081	0.497	433.589	401.338
	S(D)	8.321	0.048	69.390	67.040
	CV%	12.222	9.605	16.004	16.704
	Límite de exclusión del 5%			343	316

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 163: Tratamiento estadístico: Dureza, probetas de *Inga sp.*

N°	CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./Cm3)	DUREZA JANKA	
				LADOS	EXTREMOS
1	I-9-1	86.83	0.61	737.09	662
2	I-9-2	82.44	0.64	777.91	717
3	I-9-3	81.63	0.64	814.42	689
4	I-9-4	80.55	0.64	782.22	660
5	I-9-5	79.53	0.64	805.58	691
6	I-9-6	91.43	0.59	612.12	596
7	I-9-7	92.00	0.60	658.16	535
8	I-9-8	94.88	0.58	707.15	638
9	I-9-9	81.82	0.64	760.45	549
10	I-9-10	72.00	0.69	880.20	726
11	I-9-11	91.75	0.60	750.47	630
12	I-9-12	67.35	0.70	903.78	705
13	I-9-13	61.06	0.74	906.73	739
14	I-9-14	88.96	0.62	699.67	599
15	I-9-15	85.81	0.61	661.34	583
16	II-9-16	77.78	0.65	808.30	649
17	II-9-17	79.53	0.66	811.25	663
18	II-9-18	65.88	0.68	808.75	769
19	II-9-19	82.72	0.65	784.94	708
20	II-9-20	82.02	0.64	749.79	663
21	II-9-21	77.51	0.65	777.23	688
22	II-9-22	80.96	0.64	799.68	665
23	II-9-23	81.13	0.65	776.32	671
24	II-9-24	78.53	0.65	799.68	682
25	II-9-25	71.26	0.68	823.50	782
26	II-9-26	68.08	0.67	750.92	660
27	II-9-27	73.14	0.68	848.90	743
28	II-9-28	68.80	0.68	821.23	755
29	II-9-29	67.01	0.66	712.37	581
30	II-9-30	68.16	0.69	884.73	749
	M(X)	78.684	0.649	780.496	671.573
	S(D)	8.837	0.034	70.538	63.593
	CV%	11.231	5.254	9.038	9.469
	Límite de exclusión del 5%			658	549

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.3. Propiedades de la madera *Inga sp.* :

- Grupo de madera = B
- Flexión paralela (Fm) = 233.00 Kg/cm².
- Tracción paralela (Ft) = 253.00 kg/cm².
- Corte paralelo (Fv) = 23.00 kg/cm².
- Compresión perpendicular (Fm) = 39.00 kg/cm².
- Compresión paralela (Fc//) = 199.00 kg/cm².
- Peso específico = 0.67 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 119561.00 kg/cm².

4.3.6.4. Diseño de elementos de la armadura de cubierta

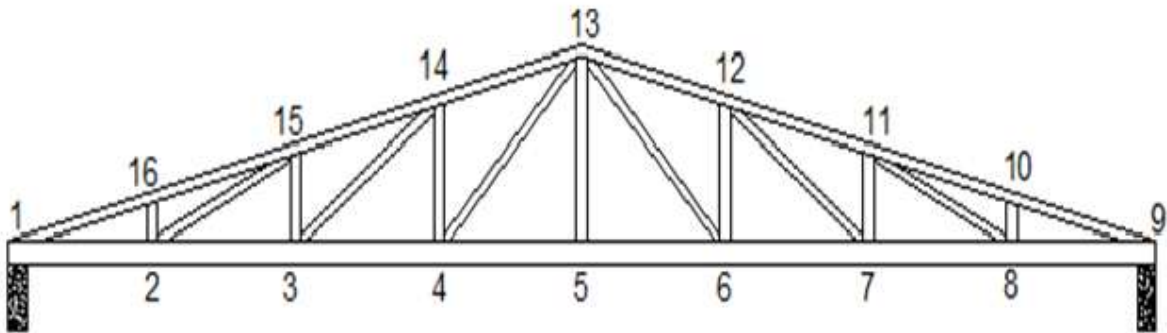


Figura 134: Elementos de la armadura seleccionada

4.3.6.4.1. Geometría:

- Luz (L) = 14.00 m.
- Altura = 2.00 m.
- Angulo de inclinación = 15.95°.
- Ancho tributario = 2.31 m.
- Altura sobre el terreno = 5.60 m.

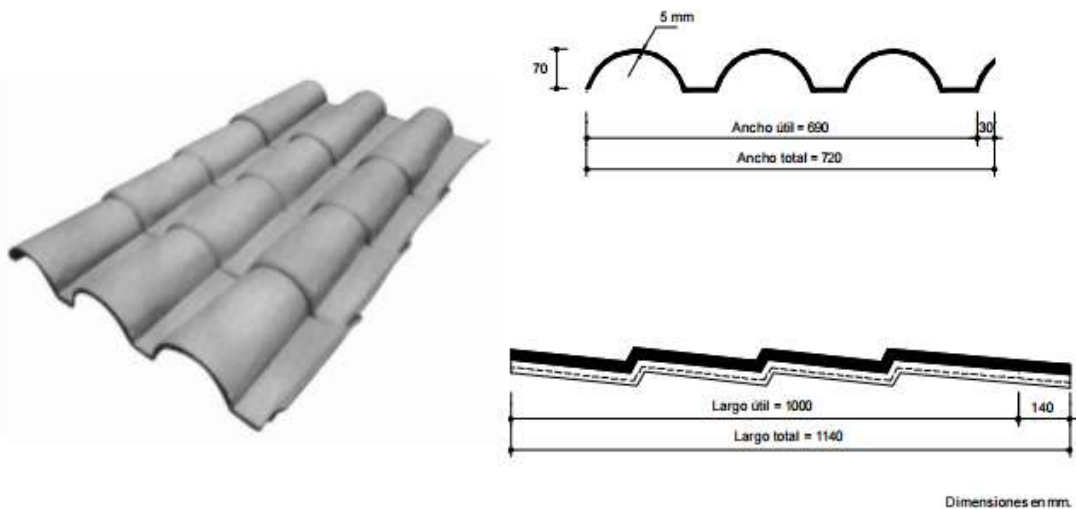
4.3.6.4.2. Cargas actuantes en la armadura:

4.3.6.4.2.1. Normas empleadas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú) – Normas Técnicas de Edificaciones (N.T.E):
 - N.T.E E – 020: CARGAS.
 - N.T.E E – 010: MADERA.

4.3.6.4.2.2. Metrado de cargas

- **Cobertura:** (Teja andina 1.14 x 0.72, espesor 5mm.)



CODIGO	MEDIDAS DEL PRODUCTO				MEDIDAS UTILES		
	LONGITUD m.	ANCHO m.	ESPESOR mm.	PESO (Aprox. kg)	LONGITUD m.	ANCHO m.	AREA m ² .
036 101	1.14	0.72	5	8.4	1.00	0.69	0.69

$$\text{Peso unitario} = \frac{8.40 \text{ kg}}{1.00 \text{ m} \times 0.69 \text{ m}} = 12.174 \text{ kg/m}^2$$

Estados de cargas

- **Carga muerta:** el valor de las cargas muertas empleadas comprende el peso propio de los elementos (armaduras de madera, correas, arriostres, planchas, etc), según características de los materiales.
 - Cobertura de teja andina = 12.174 kg/m²
 - Falso cielo raso y luminarias = 00.000 kg/m²
 - Carga muerta (Cm o Wm) = 12.174 kg/m²**
- **Carga viva:** el valor de la carga viva empleada es de 30.000 kg/m² (coberturas), según especificaciones de la NTP E-020 ARTICULO 7.

$$\text{Carga viva (Cv o S/C)} = 30.000 \text{ kg/m}^2$$

- **Carga de viento:**

- **Velocidad de diseño (Vh):** La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (según Mapa Eólico del Perú). La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$Vh = V \times \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

Vh = Velocidad de diseño en la altura h (km/h).

V = Velocidad de diseño hasta 10 m. (E.020). = 75.00 km/h.

H = Altura sobre el terreno. = 5.60 m.

$$Vh = 75 \times \left(\frac{5.60}{10}\right)^{0.22}$$

$$Vh = 66.018 \text{ km/h}$$

- **Carga exterior de viento (Ph):** La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$Ph = 0.005 \times C \times (Vh)^2$$

Ph = Presión del viento a una altura h (kg/m²)

C = Factor de Forma (E.020).

Vh = Velocidad de diseño en la altura h

Tabla 164: Factores de forma (C)*

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas (planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Fuente: RNE-E.020, Cargas.

Barlovento:

Cuando: $C = +0.70$

$$Ph = 0.005 \times 0.70 \times (66.02)^2$$

$$Ph = 15.254 \text{kg/m}^2$$

Cuando: $C = -0.30$

$$Ph = 0.005 \times -0.30 \times (66.02)^2$$

$$Ph = -6.538 \text{kg/m}^2$$

Sotavento:

Cuando: $C = -0.60$

$$Ph = 0.005 \times -0.60 \times (66.02)^2$$

$$Ph = -13.075 \text{kg/m}^2$$

Las envolventes de diseño serán lo estipulado por la norma E-020 para diseño por esfuerzos admisibles.

Cargas por cada cercha

- **Transferencia cargas de viento:**

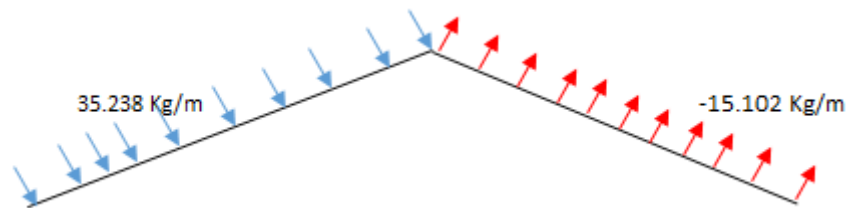
Barlovento:

Presión: $Ph = 15.254 \text{ kg/m}^2$
Ancho tributario: $At = 2.31 \text{ m}$

$$P = 15.254 \text{ kg/m}^2 \times 2.31\text{m}$$
$$P = 35.238 \text{ kg/m}$$

Succión: $Ph = -6.538 \text{ kg/m}^2$
Ancho tributario: $At = 2.31 \text{ m}$

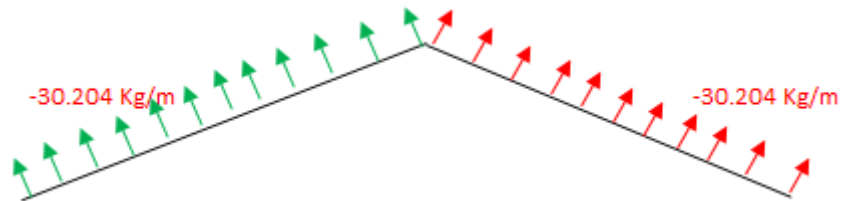
$$P = -6.538 \text{ kg/m}^2 \times 2.31\text{m}$$
$$Ph = -15.102 \text{ kg/m}^2$$



Sotavento:

Succión: $Ph = -13.075 \text{ kg/m}^2$
Ancho tributario: $At = 2.31 \text{ m}$

$$P = -13.075 \text{ kg/m}^2 \times 2.31\text{m}$$
$$Ph = -30.204 \text{ kg/m}^2$$



4.3.6.5. Diseño de elementos estructurales para la madera *Cedrelinga cateniformis*:

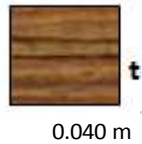
4.3.6.5.1. Diseño de correas (viguetas)

- Para elementos simplemente apoyados

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Flexión estática (Fm) = 102.000 Kg/cm².
- Corte paralelo (Fv) = 17.000 kg/cm².
- Compresión perpendicular (F_c[⊥]) = 26.000 kg/cm².
- Peso específico (Pesp.) = 0.490 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 57329.000 kg/cm².
- Carga muerta (Wm) = 12.174 kg/cm².
- Carga viva (S/C) = 30.000 kg/cm²
- Ancho tributaria (L) = 2.310 m.
- S = 1.000 m.

Sección: La base de la sección se adoptó a una dimensión comercial.



Calculo de Momento máximo y Fuerza Cortante:

Carga distribuida (W):

$$W = Wm + S/C$$

$$W = \left(12.174 \frac{kg}{m^2} + 30.000 \frac{kg}{m^2} \right) \times 1.000 m$$

$$W = 42.174 kg/m$$

Momento Flector (M):

$$M = W \times \frac{L^2}{8}$$

$$M = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{(2.310m)^2}{8}$$

$$M = 28.131 \text{ kg.m}$$

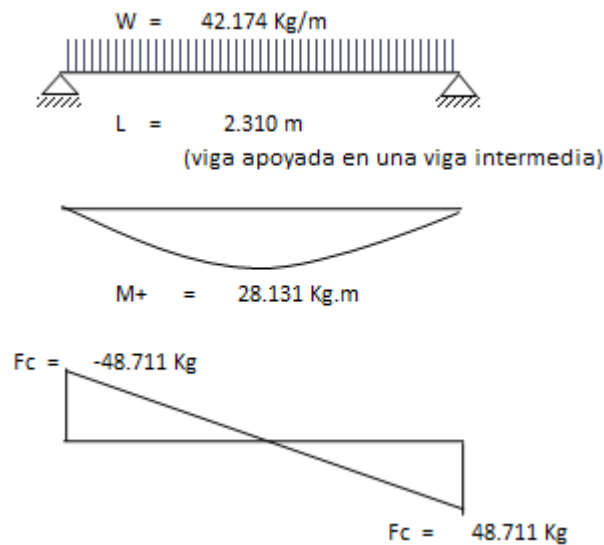
Fuerza cortante (F_c):

$$F_c = W \times \frac{L}{2}$$

$$F_c = 42.174 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{2.310 \text{m}}{2}$$

$$F_c = \pm 48.711 \text{ kg}$$

Diagrama de Momento Flector y Fuerza cortante.



Módulo de sección requerido:

a) Por Flexión (S_x):

$$S_x = \frac{M}{F_b}$$

$$S_x = \frac{2813.05 \text{ kg.cm}}{102.00 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_x = 27.579 \text{ cm}^3$$

Adoptamos: $t = 14.00 \text{ cm}$.

La sección es: $b = 0.04 \text{ m}$ $t = 0.14 \text{ m}$; $\text{Pesp.} = 490.00 \text{ kg/m}^3$

Peso Propio (P_p):

$$P_p = b \times t \times \text{Pesp.}$$

$$P_p = 0.04 \text{ m} \times 0.14 \text{ m} \times 490.00 \text{ kg/m}^3$$

$$P_p = 2.744 \text{ kg/m}$$

Momento + Pp (Mm):

$$Mm = Pp \times \frac{L^2}{8}$$

$$Mm = 2.744 \text{ kg/m} \times \frac{2.310 \text{ m}^2}{8}$$

$$Mm = 1.830 \text{ kg.m}$$

Momento total (Mt):

$$Mt = M_+ + Mm$$

$$Mt = 28.131 \text{ kg.m} + 1.471 \text{ kg.m}$$

$$Mt = 2996.081 \text{ kg.cm}$$

Verificación de sección rectangular transversal (St):

$$St = \frac{b \times t^2}{6}$$

$Sx < St \rightarrow$ Sección es aceptable

$$Sx = \frac{Mt}{Fb}$$

$$Sx = \frac{2996.081 \text{ kg.cm}}{102.000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$Sx = 29.373 \text{ cm}^3$$

$$St = \frac{4\text{cm} \times (14\text{cm})^2}{6}$$

$$St = 130.667 \text{ cm}^3$$

$Sx = 29.373 \text{ cm}^3 < St = 130.667 \text{ cm}^3 \rightarrow$ sección aceptable

b) Por deflexión (δ_D):

$$\delta_D = \frac{5 \times WD \times L^4}{384 \times E \times I}$$

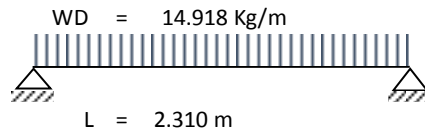
Para carga muerta (WD):

$$Wm = 12.174 \text{ kg/cm}^2; S = 1.000 \text{ m}; Pp = 2.744 \text{ kg/m}$$

$$WD = Wm \times S + Pp$$

$$WD = 12.174 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.000 \text{ m} + 2.744 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$WD = 14.918 \text{ kg/m}$$



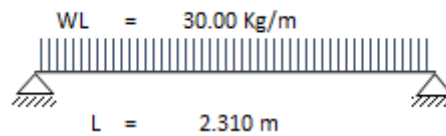
Entonces reemplazando en δ_D :

$$\delta_D = \frac{5 \times 14.918 \frac{kg}{m} \times \frac{1m}{100cm} \times (231 cm)^4}{384 \times 57329 kg/cm^2 \times \frac{4 cm \times (14cm)^3}{12}}$$

$$\delta_D = 0.105 cm$$

Para carga viva (WL):

$$WL = 30.000 kg/m$$



Entonces reemplazando en δ_L :

$$\delta_L = \frac{5 \times 30.000 \frac{kg}{m} \times \frac{1m}{100cm} \times (231 cm)^4}{384 \times 57329 kg/cm^2 \times \frac{4 cm \times (14cm)^3}{12}}$$

$$\delta_L = 0.212 cm$$

Verificación deflexiones (δ_{max}):

Tabla 165: Deflexiones máximas permisibles

CARGA ACTUANTE	CON CIELO RASO DE YESO	SIN CIELO RASO DE YESO	TECHOS INCLINADOS Y EDIFICACIONES INDUSTRIALES
CARGA PERMANENTE + S/C	L/300	L/250	L/200
S/C	$L/350 \leq 1.3 cm$	$L/350 \leq 1.3 cm$	L/350

Fuente: RNE-E.020, Cargas.

Cuando las cargas son de aplicación continua, como es el caso de las cargas permanentes y algunos tipos de sobrecarga, las deformaciones de los elementos sometidos a flexión se incrementan con el tiempo.

Puede considerarse que en promedio las deflexiones diferidas son un 80% de las correspondientes deflexiones instantáneas.

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = \frac{231}{250} = 0.924 \text{ cm}$$

$$\delta_{max.viva} = \frac{L}{350} < 1.3 \text{ cm}; \frac{231}{350} = 0.660 \text{ cm} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_L < \delta_{max.viva} \rightarrow \text{acceptable}$$

Deflexión total (δ_t): $\delta_t = 1.8 \times \delta_D + \delta_L$

$$\delta_t = 1.8 \times 0.105 \text{ cm} + 0.212 \text{ cm}$$

$$\delta_t = 0.402 \text{ cm}$$

Verificación de deflexión:

$$\delta_t < \delta_{max} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_t = 0.917 < \delta_{max} = 0.924 \rightarrow \text{Cumple}$$

Flexión total (Fb): $Fb = \frac{M}{S_x} < Fb_{madera}$

$$Fb = \frac{2996.081 \text{ kg.m} \times 100 \text{ cm}}{130.667 \text{ cm}^3}$$

$$Fb = 22.929 \text{ kg/cm}^2 < 102.00 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

c) Cortante (Fv): $Fv = 1.5 \times \frac{V}{b \times t} < Fv_{madera}$

$$V = Fc + \frac{WD \times L}{2} = 48.711 + \frac{14.918 \times 2.310}{2}$$

$$V = 65.941 \text{ kg}$$

$$Fv = 1.5 \times \frac{65.941 \text{ kg}}{4 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}}$$

$$Fv = 1.766 \text{ kg/cm}^2 < 17 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

d) Longitud del apoyo:

$$\frac{R}{b \times a} < Fm$$

Despejando "a":

$$\frac{R}{b \times Fm} < a$$

$$a > \frac{R}{b \times Fm}$$

$$R = Fc + \frac{Pp \times L}{2}$$

$$R = 48.711 + \frac{2.744 \times 2.310}{2}$$

$$R = 51.880 \text{ kg}$$

$Fc = 26.00 \text{ kg/cm}^2$; $b = 4 \text{ cm}$, $R = 51.880 \text{ kg}$.

Reemplazando en "a":

$$a > \frac{51.880 \text{ kg}}{4 \text{ cm} \times 26 \text{ kg/cm}^2}$$

$$a > 0.499 \text{ cm}$$

e) Estabilidad Lateral:

Tabla 166: Estabilidad lateral

h/b	REQUISITO
2	no necesita apoyo lateral
3	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos (traslación y rotación)
4	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: elemento mantenido en posición por correas y viguetas
5	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: borde en compresión conectado directamente con entablado o viguetas
6	Adicionalmente a los requisitos para $h/b=5$, colocar arriostramiento cruzado entre elementos a distancias menores que 8 veces su ancho.

Fuente: PADT REFORT.

$$h = t$$

$$\frac{h}{b} = \frac{14}{4} = 3.500 \therefore \text{no necesita apoyo lateral}$$

\therefore **Sección (4.00 x 14.00)cm. adecuada**
Para elementos Simplemente apoyados.

Modelación en el software Sap2000 para la obtención de los esfuerzos y momentos.

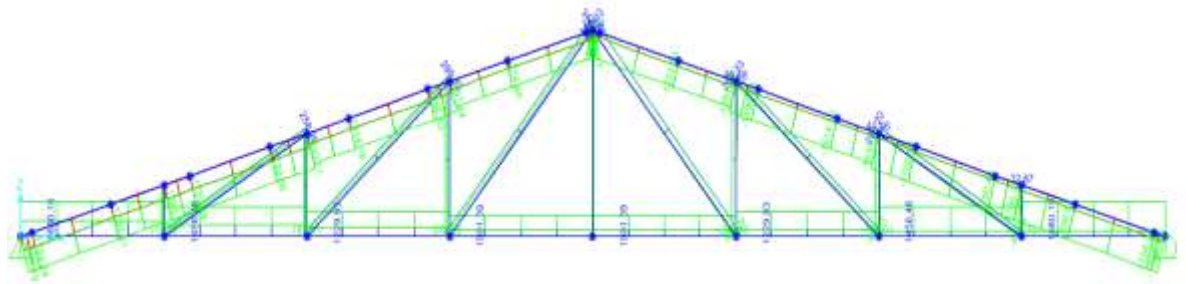


Figura 135: Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie *Cedrelinga Cateniformis*.
(Fuente: Elaboración propia).

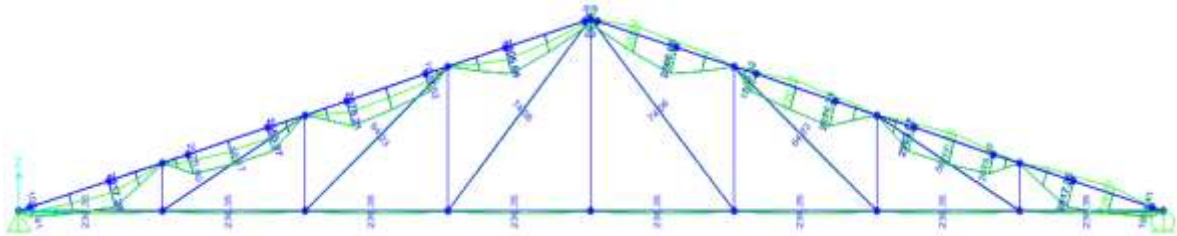


Figura 136: Momentos obtenidos del Software Sap2000 para la especie *Cedrelinga Cateniformis*.

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 167: Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000. (*Cedrelinga Cateniformis*).

BRIDA SUPERIOR E INFERIOR			MONTANTE			DIAGONALES		
Barra	Envolvente	Momento (kg.cm)	Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg.cm)	Barra	Envolvente	Momento
1-16	-1784.19 Kg	2845.68 Kg.cm	2-16	-116.81 Kg	0.00 Kg.cm	2-15	260.43 Kg	56.17 Kg.cm
16-15	-1781.10 Kg	2590.20 Kg.cm	3-15	-183.57 Kg	0.00 Kg.cm	3-14	301.89 Kg	64.23 Kg.cm
15-14	-1543.41 Kg	2703.59 Kg.cm	4-14	-250.91 Kg	0.00 Kg.cm	4-13	351.28 Kg	74.06 Kg.cm
14-13	-1302.69 Kg	2833.78 Kg.cm	5-13	14.95 Kg	0.00 Kg.cm	13-6	351.28 Kg	74.06 Kg.cm
13-12	-1302.69 Kg	2833.78 Kg.cm	6-12	-250.91 Kg	0.00 Kg.cm	12-7	301.89 Kg	64.23 Kg.cm
12-11	-1543.41 Kg	2703.59 Kg.cm	7-11	-183.57 Kg	0.00 Kg.cm	11-8	260.43 Kg	56.17 Kg.cm
11-10	-1781.10 Kg	2590.20 Kg.cm	8-10	-116.81 Kg	0.00 Kg.cm			
10-9	-1784.19 Kg	2845.68 Kg.cm						
1-2	1694.69 Kg	236.35 Kg.cm						
2-3	1469.13 Kg	236.35 Kg.cm						
3-4	1240.64 Kg	236.35 Kg.cm						
4-5	1010.16 Kg	236.35 Kg.cm						
5-6	1010.16 Kg	236.35 Kg.cm						
6-7	1240.64 Kg	236.35 Kg.cm						
7-8	1469.13 Kg	236.35 Kg.cm						
8-9	1694.69 Kg	236.35 Kg.cm						

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.5.2. Procedimiento para el diseño de elementos en flexocompresión:

Diseño para las barras: (barra 1-16)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Flexión estática (F_m) = 102.000 Kg/cm².
- Compresión paralela ($F_c//$) = 80.000 kg/cm²
- Peso específico (Pesp.) = 0.490 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 57329.000 kg/cm².
- Carga (P) Sap2000 = 1784.190 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 2845.68 Kg/m.
- Longitud de barra (L) = 1.81 m.

1. Compresión pura.

1.1 Sección rectangular

- **Longitud efectiva (L_{ef}):** se considera que para elementos de montante o diagonal la de la $L_{ef} = 0.8 \times L$ según la TABLA 11.1 longitud efectiva del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.


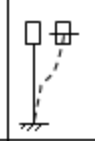



$$L_{ef} = 0.8 \times 181 \text{ cm}$$

$$L_{ef} = 144.80 \text{ cm}$$

- **Predimensionamiento:**

$$d \geq \frac{K \times L_{ef}}{50}$$

Tabla 168: Valores de K de acuerdo al tipo de restricción

				
1.00	1.20	1.50	2.00	2.00

Fuente: RNE. E 0.10 Madera.

Para apoyos articulados en ambos extremos el $K=1.00$, reemplazando en “d” tenemos lo siguiente:

$$d \geq \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{50} = 2.896 \text{ cm}$$

Adoptando una sección:



○ **Esbeltez:**

$$\lambda = \frac{K \times L_{ef}}{d}$$

$$\lambda = \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{2.896 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 22.277$$

○ **Clasificación de columnas:**

Tabla 169: Valores de C_k

GRUPO	SECC. RECTANGULARES		SECC. CIRCULARES	
	COLUMNAS ENTRAMADOS	COLUMNAS ENTRAMADOS	COLUMNAS ENTRAMADOS	COLUMNAS ENTRAMADOS
A	17.98	20.06	15.57	17.34
B	18.31	20.20	15.89	17.89
C	18.42	22.47	15.95	19.46
BAMBÚ			60.72	69.27

Fuente: RNE. E 0.10 Madera.

Entonces para nuestra madera *Cedrelinga Cateniformis* que se encuentra en el grupo C el valor de $C_k = 18.42$.

Tabla 170: Clasificación de columnas

TIPO	RECTANGULARES			CIRCULARES		
	$d \geq KL/50$			$\phi \geq KL/43$		
CORTA	$\lambda < 10$			$\lambda < 9$		
INTERMEDIA	$10 < \lambda < C_k$			$9 < \lambda < C_k$		
LARGA	$C_k < \lambda < 50$			$C_k < \lambda < 43$		

Fuente: RNE. E 0.10 Madera.

Capacidad de carga para elementos sometidos a compresión (carga admisible a compresión)

a) **Columna larga:** ($18.42 < \lambda < 50$) *estamos en este caso.*

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times E \times A}{\lambda^2}$$

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times 57329 \frac{kg}{cm^2} \times 6.5cm \times 14cm}{22.277^2}$$

$$P_{adm} = 3458.607 \text{ kg}$$

$P_{adm} = 3458.607 > P = 1784.19 \rightarrow$ *Cumple; optimizar sección*
Sección (6.50 x 14.00)cm. Es la adecuada para la carga aplicada

b) **Columna intermedia:** ($10 < \lambda < 18.42$) *no pertenece a este caso.*

$$P_{adm} = A \times F_c // x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{\lambda}{Ck} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 14 \text{ cm} \times 80.00 \frac{kg}{cm^2} x \left[1 - \frac{1}{3} x \frac{22.277^4}{18.420} \right]$$

$$P_{adm} = 2088.744 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 2088.744 > P = 1784.19 \rightarrow$$

Cumple; optimizar sección

c) **Columna corta:** ($\lambda < 10$) *no pertenece a este caso.*

$$P_{adm} = A \times F_c //$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 14 \text{ cm} \times 80.00 \frac{kg}{cm^2}$$

$$P_{adm} = 7280.000 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 7280.000 > P = 1784.19 \rightarrow$$
 Cumple; optimizar sección

2. Capacidad de carga para elementos sometidas a flexocompresión:

$M_m = 2817.26 \text{ kg.cm}$ (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado. Obtenido del Sap2000).

$$P_{\text{critico}} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(k \times L)^2}$$

$$P_{\text{critico}} = \frac{\pi^2 \times 57329.00 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{6.5 \text{ cm} \times (14\text{cm})^3}{12}}{(1.00 \times 144.80)^2}$$

$$P_{\text{critico}} = 40110.050 \text{ kg}$$

Factor de magnificación de momentos (K_m)

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \times \frac{P}{P_{\text{critico}}}}$$

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \times \frac{1784.19 \text{ Kg}}{40110.050 \text{ kg}}}$$

$$K_m = 1.07149$$

Verificación: Los elementos sometidos a Flexocompresión y compresión combinados deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{P_{\text{adm}}} + \frac{K_m \times M}{S_x \times F_m} \leq 1.00$$

$$\frac{1784.19 \text{ kg}}{3458.607 \text{ Kg}} + \frac{1.07149 \times 2845.68 \text{ kg.cm}}{\frac{6.5\text{cm} \times (14\text{cm})^2}{6} \times 146.00 \text{ kg/cm}^2} \leq 1.00$$

$$0.6567 \leq 1.00 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

\therefore Sección (6.50 x 14.00)cm. es adecuada para elemento sometidos a Flexocompresión.

4.3.6.5.3. Procedimiento para el diseño de elementos en flexotracción:

Diseño para las barras: (barra 1-2)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Flexión estática (Fm) = 102.000 Kg/cm².
- Tracción paralela (Ft) = 96.000 kg/cm²
- Peso específico (Pesp.) = 0.490 Tn/m³.
- Carga (P) Sap2000 = 1694.690 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 236.35 Kg/m.
- Longitud de barra (L) = 2.00 m.

1. Tracción Pura:

○ Predimensionamiento:

$$A = \frac{P}{Ft}$$
$$A = \frac{1694.69 \text{ kg}}{96.00 \text{ kg/cm}^2}$$
$$A = 10.726 \text{ cm}^2$$

Adoptamos una sección comercial:



2. Capacidad de carga para elementos sometidos a Flexotracción:

$Mm = 236.35 \text{ kg.cm}$ (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado. Obtenido del Sap2000).

Los elementos sometidos a esfuerzos combinados de flexión y tracción deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{A \times Ft} + \frac{M}{Sx \times Fb} < 1.00$$
$$\frac{1694.69 \text{ kg}}{26 \times 96.00 \text{ kg/cm}^2} + \frac{236.35 \text{ kg.m}}{\frac{4 \times 6.5^2}{6} \times 102.00 \text{ kg/cm}^2} < 1.00$$
$$0.76123 < 1.00 \rightarrow \text{Sección aceptable.}$$

\therefore **Sección (4.00 x 6.50)cm.** Para elemento sometidos a Flexotracción.

4.3.6.5.4. Verificación de los elementos de la armadura.

Tabla 171: Diseño de elemento superior e inferior de la armadura. (Madera *Cedrelinga cateniformis*).

Barra	BRIDA SUPERIOR E INFERIOR (CUERDA SUPERIOR E INFERIOR)										COMPRESION PURA					FLEXOCOMPRESION					VERIFICACION		
	Envolvente (kg)	Momento (kg)	L (m)	L _{ef} (m)	A o d	b (cm)	x (cm)	h (cm)	λ	Padm (kg)	verficac.	Padm (kg)	verficac.	Peritico (kg)	Km	Flexotracc.	flexocomp.	verficac.					
1-16	-1784.19	2845.68	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0715		0.6567	O.K					
16-15	-1781.10	2590.20	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0714		0.6431	O.K					
15-14	-1543.41	2703.59	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0613		0.5787	O.K					
14-13	-1302.69	2833.78	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0512		0.5142	O.K					
13-12	-1302.69	2833.78	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0512		0.5142	O.K					
12-11	-1543.41	2703.59	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0613		0.5787	O.K					
11-10	-1781.10	2590.20	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0714		0.6431	O.K					
10-9	-1784.19	2845.68	1.81	1.45	2.90cm	6.5	x	14	22.27692	3458.61	O.K	3458.61	O.K	40110.05	1.0715		0.6567	O.K					
1-2	1694.69	236.35	1.75	1.40	17.653 cm2	4	x	9							0.5333			O.K					
2-3	1469.13	236.35	1.75	1.40	15.303 cm2	4	x	9							0.4680			O.K					
3-4	1240.64	236.35	1.75	1.40	12.923 cm2	4	x	9							0.4019			O.K					
4-5	1010.16	236.35	1.75	1.40	10.523 cm2	4	x	9							0.3352			O.K					
5-6	1010.16	236.35	1.75	1.40	10.523 cm2	4	x	9							0.3352			O.K					
6-7	1240.64	236.35	1.75	1.40	12.923 cm2	4	x	9							0.4019			O.K					
7-8	1469.13	236.35	1.75	1.40	15.303 cm2	4	x	9							0.4680			O.K					
8-9	1694.69	236.35	1.75	1.40	17.653 cm2	4	x	9							0.5333			O.K					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 172: Diseño de elementos montantes de la armadura. (Madera *Cedrelinga cateniformis*).

MONTANTES						COMPRESION PURA					
Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	λ	Padm	verficac.
2-16	-116.81	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5	36.2	374.22	O.K
3-15	-183.57	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5	36.2	374.22	O.K
4-14	-250.91	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5	36.2	374.22	O.K
5-13	14.95	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5			
6-12	-250.91	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5	36.2	374.22	O.K
7-11	-183.57	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5	36.2	374.22	O.K
8-10	-116.81	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4	x	6.5	36.2	374.22	O.K

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 173: Diseño de elementos diagonales de la armadura. (Madera *Cedrelinga cateniformis*).

DIAGONALES						VERIFICACIÓN					
Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	Flexotracc.	flexocomp.	verficac.
2-15	260.43	56.17	1.81	1.45	2.713 cm2	3	x	2	0.7275		O.K
3-14	301.89	64.23	1.81	1.45	3.145 cm2	3	x	2	0.8390		O.K
4-13	351.28	74.06	1.81	1.45	3.659 cm2	3	x	2	0.9729		O.K
13-6	351.28	74.06	1.81	1.45	3.659 cm2	3	x	2	0.9729		O.K
12-7	301.89	64.23	1.81	1.45	3.145 cm2	3	x	2	0.8390		O.K
11-8	260.43	56.17	1.81	1.45	2.713 cm2	3	x	2	0.7275		O.K

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.5.5. Secciones finales de los elementos de la armadura

Como las secciones de los elementos de la armadura del ítem anterior son las que cumplen el cálculo estructural satisfaciendo con todas las verificaciones que el reglamento establece, para facilidad de proceso constructivo de la armadura se ha uniformizado las bases (b) de las secciones de los elementos para así poder ser ensamblados perfectamente en las uniones, también se ha modificado el peralte (h) de las montantes y diagonales para el cumplimiento de los espaciamientos mínimos visto anteriormente en el ítem 3.2.9.5.1.6.

Después de las consideraciones anteriores se muestra las secciones finales de los elementos de la armadura en la siguiente tabla:

Tabla 174: Secciones finales de los elementos de la armadura (*Cedrelinga cateniformis*).

BRIDA SUPERIOR E INFERIOR				MONTANTES				DIAGONALES			
Barra	Dimensiones (Cm).			Barra	Dimensiones (Cm).			Barra	Dimensiones (Cm).		
	b	x	h		b	x	h		b	x	h
1-16	6.5	x	14.0	2-16	6.5	x	4.0	2-15	6.5	x	4.0
16-15	6.5	x	14.0	3-15	6.5	x	4.0	3-14	6.5	x	4.0
15-14	6.5	x	14.0	4-14	6.5	x	4.0	4-13	6.5	x	4.0
14-13	6.5	x	14.0	5-13	6.5	x	4.0	13-6	6.5	x	4.0
13-12	6.5	x	14.0	6-12	6.5	x	4.0	12-7	6.5	x	4.0
12-11	6.5	x	14.0	7-11	6.5	x	4.0	11-8	6.5	x	4.0
11-10	6.5	x	14.0	8-10	6.5	x	4.0				
10-9	6.5	x	14.0								
1-2	6.5	x	9.0								
2-3	6.5	x	9.0								
3-4	6.5	x	9.0								
4-5	6.5	x	9.0								
5-6	6.5	x	9.0								
6-7	6.5	x	9.0								
7-8	6.5	x	9.0								
8-9	6.5	x	9.0								

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.5.6. Diseño de Uniones Mecánicas

El sistema de armadura diseñado consta de elementos simples, no considera montantes dobles ni diagonales dobles, por lo tanto se empleará cartelas conformadas de madera con uniones empernadas.

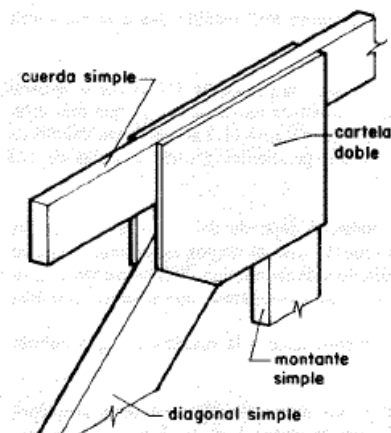


Figura 137: Unión de armadura con cartela.

Fuente: (PADT REFORT, 1984).

Procedimiento para el diseño de las uniones será el siguiente:

- Definimos las cargas actuantes en la unión y su orientación con respecto a las piezas de madera.
- Seleccionamos el diámetro de los pernos a utilizar. (Ver Anexo N° 18).
- Determinamos la carga admisible por perno y obtener los valores P y Q. (Ver anexo 18).
- Determinamos el número de pernos dividiendo la carga actuante por la carga resistente del perno seleccionado mediante la siguiente fórmula.

$$- \text{Nro. Pernos} = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Carga Admisible}}$$

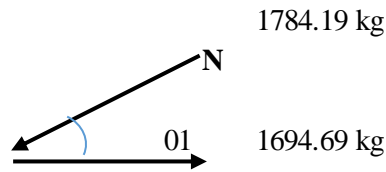
Fórmula 40: Número de pernos por Esfuerzo.

- Determinamos la ubicación de los pernos siguiendo los parámetros indicados en el anexo 19.
- Si el número de pernos obtenidos es mayor que uno, será necesario reducir la carga admisible por efecto de grupo. (Ver tabla 2).

En referencia a los planteamientos anteriores se lleva a cabo el diseño de las uniones mecánicas para todos los elementos de la armadura teniendo en cuenta los valores de esfuerzos obtenidos del Software Sap2000, según la tabla 167.

Procedimiento para el Cálculo de Numero de pernos por Nudos:

NUDO Nro: 01



Diámetro Perno $\emptyset = 3/8"$

Cargas Admisibles del Perno

$$N = \frac{PQ}{P \text{ sen}^2\theta + Q \text{ cos}^2\theta}$$

P = 297.00 kg

Q = 127.00 kg

N = 269.75 kg

Ángulo 01 = 15.95°

Cálculo de Cantidad de Pernos por Esfuerzo

Esfuerzo Brida Superior = 1784.19 kg

Número de Pernos Nro: = $\frac{1784.19 \text{ kg}}{269.75 \text{ kg}} = 6.614 \approx 7$ Pernos

Factor de Reducción Carga Admisible = 3 Pernos x Línea

Admisible = 0.84

Número de Pernos Nro: = $\frac{1784.19 \text{ kg}}{226.59 \text{ kg}} = 7.874 \approx \text{USAR 8 PERNOS } d=3/8$

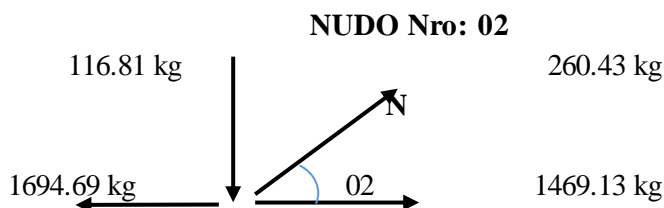
Esfuerzo Brida Inferior = 1694.69 kg

Número de Pernos Nro: = $\frac{1694.69 \text{ kg}}{297.00 \text{ kg}} = 5.706 \approx 6$ Pernos

Factor de Reducción Carga Admisible = 2 Pernos x Línea

Admisible = 0.92

Número de Pernos Nro: = $\frac{1694.69 \text{ kg}}{273.24 \text{ kg}} = 6.202 \approx \text{USAR 6 PERNOS } d=3/8$



Diámetro Perno $\varnothing = 3/8"$

Cargas Admisibles del Perno

$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \theta + Q \operatorname{cos}^2 \theta}$$

P = 297.00 kg

Q = 127.00 kg

N = 223.38 kg

Ángulo 02 = 29.75°

Cálculo de Cantidad de Pernos por Esfuerzo

Esfuerzo Diagonal = 260.43 kg

Número de Pernos Nro: = $\frac{260.43 \text{ kg}}{223.38 \text{ kg}} = 1.166 \approx 2$ Pernos

Esfuerzo Brida Inferior = 1469.13 kg

Número de Pernos Nro: = $\frac{1469.13 \text{ kg}}{297.00 \text{ kg}} = 4.947 \approx 5$ Pernos

Factor de Reducción Carga Admisible = $\frac{2 \text{ Pernos} \times \text{Linea}}{2} = 0.92$

Número de Pernos Nro: = $\frac{1469.13 \text{ kg}}{273.24 \text{ kg}} = 5.377 \approx \text{USAR 6 PERNOS } d=3/8$

Esfuerzo Brida Inferior = 1694.69 kg

Número de Pernos Nro: = $\frac{1694.69 \text{ kg}}{297.00 \text{ kg}} = 5.706 \approx 6$ Pernos

Factor de Reducción Carga Admisible = $\frac{2 \text{ Pernos} \times \text{Linea}}{2} = 0.92$

Número de Pernos Nro: = $\frac{1694.69 \text{ kg}}{273.24 \text{ kg}} = 6.202 \approx \text{USAR 7 PERNOS } d=3/8$

Esfuerzo Montante = 116.81 kg

Número de Pernos Nro: = $\frac{116.81 \text{ kg}}{127.00 \text{ kg}} = 0.920 \approx 1$ Perno

Tabla 175: Resumen del número de pernos a utilizar en cada nudo de la armadura (*Cedrelinga cateniformis*).

Nudos	Envolvente	Estado	Ángulo	Carga Adm.		Factor Reducción Carga Adm.	Cantidad Pernos	Veces
				Perno (N, P y Q)	(kg)			
01 - 09	1784.19 kg	C	15.95°	N	269.75 kg	0.84	8	2
	1694.69 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	0.92	6	2
02 - 08	260.43 kg	T	29.75°	N	223.38 kg	1.00	2	2
	1469.13 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	0.92	6	2
	1694.69 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	0.92	6	2
	116.81 kg	C	0.00°	Q	127.00 kg	1.00	1	2
03 - 07	301.89 kg	T	40.60°	N	189.55 kg	1.00	2	2
	1240.64 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	0.92	5	2
	1469.13 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	0.92	6	2
	183.57 kg	C	0.00°	Q	127.00 kg	1.00	2	2
04 - 06	351.28 kg	T	48.81°	N	168.94 kg	1.00	3	2
	1010.16 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	1.00	4	2
	1240.64 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	0.92	5	2
	250.91 kg	C	0.00°	Q	127.00 kg	1.00	2	2
05	14.95 kg	T	0.00°	Q	127.00 kg	1.00	1	1
	1010.16 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	1.00	4	1
	1010.16 kg	T	0.00°	P	297.00 kg	1.00	4	1
13	14.95 kg	T	74.05°	N	132.73 kg	1.00	1	1
	351.28 kg	T	32.86°	N	213.03 kg	1.00	2	1
	351.28 kg	T	32.86°	N	213.03 kg	1.00	2	1
	1302.69 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	5	1
	1302.69 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	5	1
14 - 12	250.91 kg	C	74.05°	N	132.73 kg	1.00	2	2
	301.89 kg	T	24.65°	N	240.89 kg	1.00	2	1
	1302.69 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	5	1
	1543.41 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	6	1
15 - 11	183.57 kg	C	74.05°	N	132.73 kg	1.00	2	1
	260.43 kg	T	13.80°	N	275.97 kg	1.00	1	1
	1543.41 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	6	1
	1781.10 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	7	1
16 - 10	116.81 kg	C	74.05°	N	132.73 kg	1.00	1	1
	1781.10 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.92	7	2
	1784.19 kg	C	0.00°	P	297.00 kg	0.84	8	1

T = Tracción

C= Compresión

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.6. Diseño de elementos estructurales para la madera *Inga sp.*

4.3.6.6.1. Diseño de correas (viguetas)

- Para elementos simplemente apoyados

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = B
- Flexión estática (Fm) = 233.000 Kg/cm².
- Corte paralelo (Fv) = 23.000 kg/cm².
- Compresión perpendicular (Fc[⊥]) = 39.000 kg/cm².
- Peso específico (Pesp.) = 0.670 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 119561.000 kg/cm².
- Carga muerta (Wm) = 12.174 kg/cm².
- Carga viva (S/C) = 30.000 kg/cm²
- Ancho tributaria (L) = 2.310 m.
- S = 1.000 m.

Sección: La base de la sección se adoptó a una dimensión comercial.



Cálculo de Momento Flector y Fuerza Cortante:

Carga distribuida (W):

$$W = Wm + S/C$$

$$W = \left(12.174 \frac{kg}{m^2} + 30.000 \frac{kg}{m^2} \right) \times 1.000 m$$

$$W = 42.174 kg/m$$

Momento Flector (M):

$$M = W \times \frac{L^2}{8}$$

$$M = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{(2.310m)^2}{8}$$

$$M = 28.131 kg.m$$

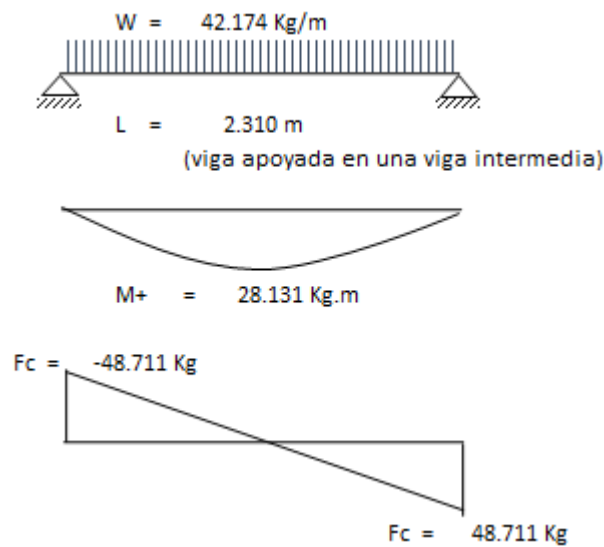
Fuerza cortante (F_c):

$$F_c = W \times \frac{L}{2}$$

$$F_c = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{2.310m}{2}$$

$$F_c = \pm 48.711 kg$$

Diagrama de Momento Flector y Fuerza cortante.



Sección requerida:

a) Por Flexión (S_x):

$$S_x = \frac{M}{F_b}$$

$$S_x = \frac{2813.05 kg.cm}{233.00 kg/cm^2}$$

$$S_x = 12.073 cm^3$$

Adoptamos: $t = 9.00 cm$.

La sección es: $b = 0.04 m$ $t = 0.09 m$; $P_{esp.} = 670.00 kg/m^3$

Peso Propio (P_p):

$$P_p = b \times t \times P_{esp.}$$

$$P_p = 0.04 m \times 0.09 m \times 670.00 kg/m^3$$

$$P_p = 2.412 kg/m$$

Momento + P_p (M_m):

$$Mm = Pp \times \frac{L^2}{8}$$

$$Mm = 2.412 \text{ kg/m} \times \frac{2.310 \text{ m}^2}{8}$$

$$Mm = 1.609 \text{ kg.m}$$

Momento total (Mt):

$$Mt = M_+ + Mm$$

$$Mt = 28.131 \text{ kg.m} + 1.609 \text{ kg.m}$$

$$Mt = 2973.936 \text{ kg.cm}$$

Verificación de sección rectangular transversal (St): Módulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión

$$St = \frac{b \times t^2}{6}$$

$Sx < St \rightarrow$ Sección es aceptable

$$Sx = \frac{Mt}{Fb}$$

$$Sx = \frac{2973.936 \text{ kg.cm}}{233.000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$Sx = 11.638 \text{ cm}^3$$

$$St = \frac{4 \text{ cm} \times (9 \text{ cm})^2}{6}$$

$$St = 54.000 \text{ cm}^3$$

$$Sx = 12.936 \text{ cm}^3 < St = 54.000 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{sección aceptable}$$

b) Por deflexión (δ_D):

$$\delta_D = \frac{5 \times WD \times L^4}{384 \times E \times I}$$

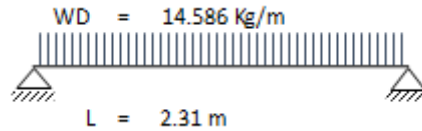
Para carga muerta (WD):

$$Wm = 12.174 \text{ kg/cm}^2; S = 1.000 \text{ m}; Pp = 2.412 \text{ kg/m}$$

$$WD = Wm \times S + Pp$$

$$WD = 12.174 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.000 \text{ m} + 2.412 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$WD = 14.586 \text{ kg/m}$$



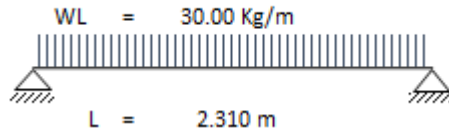
Entonces reemplazando en δ_D :

$$\delta_D = \frac{5 \times 15.189 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times (231 \text{ cm})^4}{384 \times 119561.00 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{4 \text{ cm} \times (9\text{cm})^3}{12}}$$

$$\delta_D = 0.1861 \text{ cm}$$

Para carga viva (WL):

$$WL = 30.000 \text{ kg/m}$$



Entonces reemplazando en δ_L :

$$\delta_L = \frac{5 \times 30.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times (231 \text{ cm})^4}{384 \times 119561.00 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{4 \text{ cm} \times (9\text{cm})^3}{12}}$$

$$\delta_L = 0.3828 \text{ cm}$$

Verificación deflexiones (δ_{max}) (Ver tabla 165).

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = \frac{231}{250} = 0.924 \text{ cm}$$

$$\delta_{max.viva} = \frac{L}{350} < 1.3 \text{ cm}; \frac{231}{350} = 0.660 \text{ cm} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_L < \delta_{max.viva} \rightarrow \text{acceptable}$$

Deflexión total (δ_t): $\delta_t = 1.8 \times \delta_D + \delta_L$

$$\delta_t = 1.8 \times 0.1861 \text{ cm} + 0.3828 \text{ cm}$$

$$\delta_t = 0.7179 \text{ cm}$$

Verificación de deflexión:

$$\delta_t < \delta_{max} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_t = 0.7179 < \delta_{max} = 0.924 \rightarrow \text{Cumple}$$

$$\text{Flexión total (Fm): } Fm = \frac{M}{S_x} < Fm_{madera}$$

$$Fb = \frac{2973.936 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{54.000 \text{ cm}^3}$$

$$Fm = 55.073 \text{ kg/cm}^2 < 233.00 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

$$\text{c) Cortante (Fv): } Fv = 1.5 \times \frac{V}{b \times t} < Fv_{madera}$$

$$V = Fc + \frac{WD \times L}{2} = 48.711 + \frac{14.586 \times 2.310}{2}$$

$$V = 65.559 \text{ kg}$$

$$Fv = 1.5 \times \frac{65.559 \text{ kg}}{4 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}}$$

$$Fv = 2.732 \text{ kg/cm}^2 < 23 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

d) Longitud del apoyo:

$$\frac{R}{b \times a} < Fm$$

Despejando "a":

$$\frac{R}{b \times Fm} < a$$

$$a > \frac{R}{b \times Fm}$$

$$R = Fc + \frac{Pp \times L}{2}$$

$$R = 48.711 + \frac{4.412 \times 2.310}{2}$$

$$R = 51.497 \text{ kg}$$

$$Fc \perp = 39.00 \text{ kg/cm}^2; b = 4 \text{ cm}, R = 51.497 \text{ kg}.$$

Reemplazando en "a":

$$a > \frac{52.193 \text{ kg}}{4 \text{ cm} \times 39 \text{ kg/cm}^2}$$

$$a > 0.3301 \text{ cm}$$

e) Estabilidad Lateral (Ver tabla 166).

$$h = t$$

$$\frac{h}{b} = \frac{9}{5} = 2.250 \therefore \text{no necesita apoyo lateral}$$

\therefore **Sección (4.00 x 9.00)cm.** adecuada
Para elementos Simplemente apoyados.

Modelación en el software Sap2000 para la obtención de los esfuerzos y momentos.

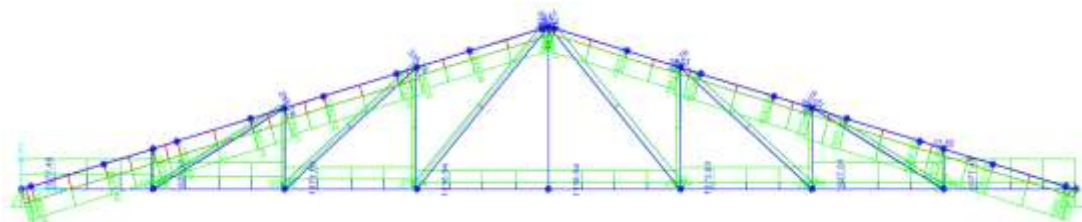


Figura 138: Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

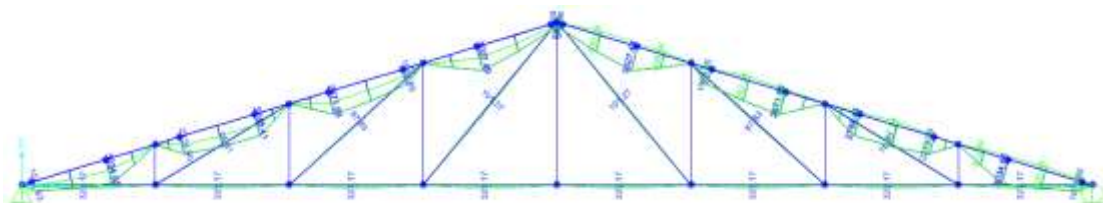


Figura 139: Momentos obtenidos del Software Sap2000 para la especie *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 176: Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000 (*Inga sp.*).

BRIDA SUPERIOR E INFERIOR			MONTANTES			DIAGONALES		
Barra	Envolvente	Momento	Barra	Envolvente	Momento	Barra	Envolvente	Momento
1-16	-1958.35 Kg	3002.85 Kg.cm	2-16	-125.05 Kg	0.00 Kg.cm	2-15	286.24 Kg	0.00 Kg.cm
16-15	-1955.27 Kg	2718.95 Kg.cm	3-15	-199.02 Kg	0.00 Kg.cm	3-14	332.90 Kg	0.00 Kg.cm
15-14	-1694.52 Kg	2841.23 Kg.cm	4-14	-273.76 Kg	0.00 Kg.cm	4-13	388.21 Kg	0.00 Kg.cm
14-13	-1429.61 Kg	2996.03 Kg.cm	5-13	20.44 Kg	0.00 Kg.cm	13-6	388.21 Kg	0.00 Kg.cm
13-12	-1429.61 Kg	2996.03 Kg.cm	6-12	-273.76 Kg	0.00 Kg.cm	12-7	332.90 Kg	0.00 Kg.cm
12-11	-1694.52 Kg	2841.23 Kg.cm	7-11	-199.02 Kg	0.00 Kg.cm	11-8	286.24 Kg	0.00 Kg.cm
11-10	-1955.27 Kg	2718.95 Kg.cm	8-10	-125.05 Kg	0.00 Kg.cm			
10-9	-1958.35 Kg	3002.85 Kg.cm						
1-2	1861.15 Kg	323.17 Kg.cm						
2-3	1613.38 Kg	323.17 Kg.cm						
3-4	1361.61 Kg	323.17 Kg.cm						
4-5	1107.12 Kg	323.17 Kg.cm						
5-6	1107.12 Kg	323.17 Kg.cm						
6-7	1361.61 Kg	323.17 Kg.cm						
7-8	1613.38 Kg	323.17 Kg.cm						
8-9	1861.15 Kg	323.17 Kg.cm						

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.6.2. Procedimiento para el diseño de elementos en flexocompresión:

Diseño para las barras: (barra 1-16)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = B
- Flexión estática (Fm) = 233.000 Kg/cm².
- Compresión paralela (Fc//) = 199.000 kg/cm²
- Peso específico (Pesp.) = 0.670 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 119561.000 kg/cm².
- Carga (P) Sap2000 = 1958.35 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 3002.850 Kg/m.
- Longitud de barra (L) = 1.81 m.

3. Compresión pura.

3.1 Sección rectangular

- **Longitud efectiva (L_{ef}):** se considera que para elementos de montante o diagonal la de la $L_{ef} = 0.8 \times L$ según la TABLA 11.1 LONGITUD EFECTIVA del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

$$L_{ef} = 0.8 \times 181 \text{ cm}$$

$$L_{ef} = 144.80 \text{ cm}$$

- **Predimensionamiento:**

$$d \geq \frac{K \times L_{ef}}{50}$$

Para apoyos articulados en ambos extremos (ver tabla 168) el valor de $K=1.00$, reemplazando en “d” tenemos lo siguiente:

$$d \geq \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{50} = 2.896 \text{ cm}$$

Adoptando una sección:



- **Esbeltez:**

$$\lambda = \frac{K \times L_{ef}}{d}$$

$$\lambda = \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{2.896 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 22.277$$

- **Clasificación de columnas:**

Entonces para nuestra madera **Inga sp.** que se encuentra en el grupo B el valor de $C_k = 18.31$.

4. Capacidad de carga para elementos sometidos a compresión (carga admisible a compresión).

- d) **Columna larga:** ($18.31 < \lambda < 50$) *estamos en este caso.*

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times E \times A}{\lambda^2}$$

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times 119561.00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 6.5 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}}{22.277^2}$$

$$P_{adm} = 4636.93 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 4636.93 > P = 1958.35 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

Sección (6.50 x 9.00) cm. Es la adecuada para la carga aplicada

- e) **Columna intermedia:** ($10 < \lambda < 18.42$) *no pertenece a este caso.*

$$P_{adm} = A \times F_c // x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 9.0 \text{ cm} \times 199.00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{22.277}{18.310} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 3138.834 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 3138.834 > P = 19558.35 \rightarrow$$

Cumple; optimizar sección

- f) **Columna corta:** ($\lambda < 10$) *no pertenece a este caso.*

$$P_{adm} = A \times F_c //$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 9.0 \text{ cm} \times 199.00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P_{adm} = 11641.500 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 9506.25 > P = 1958.35 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

5. Capacidad de carga para elementos sometidas a flexocompresión:

$M_m = 3002.85$ kg.cm (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado.

Obtenido del Sap2000)

$$P_{Crítico} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(k \times L)^2}$$

$$P_{Crítico} = \frac{\pi^2 \times 119561.00 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{6.5 \text{ cm} \times (9.0 \text{ cm})^3}{12}}{(1.00 \times 144.80)^2}$$

$$P_{Crítico} = 22223.47 \text{ kg}$$

Factor de magnificación de momentos (K_m)

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \times \frac{P}{P_{Crítico}}}$$

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \times \frac{1958.35 \text{ Kg}}{22223.47 \text{ kg}}}$$

$$K_m = 1.15231$$

Verificación: Los elementos sometidos a Flexocompresión y compresión combinados deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{P_{adm}} + \frac{K_m \times M}{S_x \times F_m} \leq 1.00$$

$$\frac{1955.35 \text{ kg}}{4636.93 \text{ Kg}} + \frac{1.15231 \times 3002.85 \text{ kg.cm}}{\frac{6.5 \text{ cm} \times (9 \text{ cm})^2}{6} \times 233.00 \text{ kg/cm}^2} \leq 1.00$$

$$0.5916 \leq 1.00 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

\therefore **Sección (6.50 x 9.00)cm.** es adecuada para elemento sometidos a Flexocompresión.

4.3.6.6.3. Procedimiento para el diseño de elementos en flexotracción:

Diseño para las barras: (barra 1-2):

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = B
- Flexión estática (F_m) = 233.000 Kg/cm².
- Tracción paralela (F_t) = 253.000 kg/cm²

- Peso específico (Pesp.) = 0.670 Tn/m³.
- Carga (P) Sap2000 = 1861.150 kg.
- Momento (P) Sap2000 = 323.17 kg.
- Longitud de barra (L) = 2.00 m.

3. Tracción Pura:

- **Predimensionamiento:**

$$A = \frac{P}{Ft}$$

$$A = \frac{1861.15 \text{ kg}}{253.00 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A = 7.356 \text{ cm}^2$$

Adoptamos una sección comercial:



Capacidad de carga para elementos sometidos a Flexotracción:

$Mm = 323.17 \text{ kg.cm}$ (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado. Obtenido del Sap2000).

Los elementos sometidos a esfuerzos combinados de flexión y tracción deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{A \times Ft} + \frac{M}{Sx \times Fb} < 1.00$$

$$\frac{1861.15 \text{ kg}}{16 \times 253.00 \text{ kg/cm}^2} + \frac{323.17 \text{ kg.m}}{\frac{4 \times 4^2}{6} \times 233.00 \text{ kg/cm}^2} < 1.00$$

$$0.5898 < 1.00 \rightarrow \text{Sección aceptable.}$$

∴ **Sección (4.00 x 4.00)cm.** Para elemento sometidos a Flexotracción.

4.3.6.6.4. Verificación de los elementos de la armadura

Tabla 177: Diseño de elemento superior e inferior de la armadura (*Inga sp.*).

Barra	BRIDA SUPERIOR E INFERIOR (CUERDA SUPERIOR E INFERIOR)										COMPRESIÓN PURA				FLEXOCOMPRESIÓN				VERIFICACIÓN	
	Envolvente (kg)	Momento (kg.cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x (cm)	h (cm)	λ	Padm	verificac.	Peritico	Km	Flexotracc.	flexocomp.	verificac.				
1-16	-1958.35	3002.85	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1523		0.5916	O.K				
16-15	-1955.27	2718.95	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1520		0.5749	O.K				
15-14	-1694.52	2841.23	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1291		0.5224	O.K				
14-13	-1429.61	2996.03	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1068		0.4705	O.K				
13-12	-1429.61	2996.03	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1068		0.4705	O.K				
12-11	-1694.52	2841.23	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1291		0.5224	O.K				
11-10	-1955.27	2718.95	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1520		0.5749	O.K				
10-9	-1958.35	3002.85	1.81	1.448	2.90cm	6.5	x	9	22.2769	4636.93 Kg	O.K	22223.47 Kg	1.1523		0.5916	O.K				
1-2	1861.15	323.17	1.75	1.4	7.356 cm2	4	x	4						0.5898		O.K				
2-3	1613.38	323.17	1.75	1.4	6.377 cm2	4	x	4						0.5286		O.K				
3-4	1361.61	323.17	1.75	1.4	5.382 cm2	4	x	4						0.4664		O.K				
4-5	1107.12	323.17	1.75	1.4	4.376 cm2	4	x	4						0.4035		O.K				
5-6	1107.12	323.17	1.75	1.4	4.376 cm2	4	x	4						0.4035		O.K				
6-7	1361.61	323.17	1.75	1.4	5.382 cm2	4	x	4						0.4664		O.K				
7-8	1613.38	323.17	1.75	1.4	6.377 cm2	4	x	4						0.5286		O.K				
8-9	1861.15	323.17	1.75	1.4	7.356 cm2	4	x	4						0.5898		O.K				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 178: Diseño de elementos montantes de la armadura (*Inga sp.*).

MONTANTES						COMPRESION PURA					
Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg.cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	λ	Padm	verficac.
2-16	-125.05	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4	36.2	480.27 Kg	O.K
3-15	-199.02	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4	36.2	480.27 Kg	O.K
4-14	-273.76	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4	36.2	480.27 Kg	O.K
5-13	20.44	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4			
6-12	-273.76	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4	36.2	480.27 Kg	O.K
7-11	-199.02	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4	36.2	480.27 Kg	O.K
8-10	-125.05	0	1.81 m	1.45 m	2.90cm	4	x	4	36.2	480.27 Kg	O.K

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 179: Diseño de elementos diagonales de la armadura (*Inga sp.*).

DIAGONALES						VERIFICACION					
Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg.cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	Flexotracc.	flexocomp.	verficac.
2-15	286.24	76.81	1.81 m	1.45 m	1.131 cm2	2	x	2	0.5301		O.K
3-14	332.9	87.83	1.81 m	1.45 m	1.316 cm2	2	x	2	0.6117		O.K
4-13	388.21	101.27	1.81 m	1.45 m	1.534 cm2	2	x	2	0.7096		O.K
13-6	388.21	101.27	1.81 m	1.45 m	1.534 cm2	2	x	2	0.7096		O.K
12-7	332.9	87.83	1.81 m	1.45 m	1.316 cm2	2	x	2	0.6117		O.K
11-8	286.24	76.81	1.81 m	1.45 m	1.131 cm2	2	x	2	0.5301		O.K

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.6.5. Secciones finales de los elementos de la armadura

De acuerdo con las consideraciones que se han venido realizando anteriormente en el ítem 4.3.6.5.5 se muestra las secciones finales de los elementos de la armadura en la siguiente tabla:

Tabla 180: Secciones finales de los elementos de la armadura (*Inga sp.*).

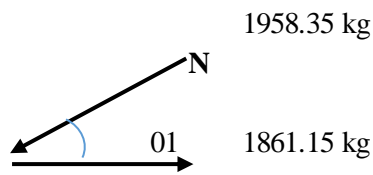
BRIDA SUPERIOR E INFERIOR				MONTANTES				DIAGONALES			
Barra	Dimensiones (Cm).			Barra	Dimensiones (Cm).			Barra	Dimensiones (Cm).		
	b	x	h		b	x	h		b	x	h
1-16	6.5	x	9.0	2-16	6.5	x	4.0	2-15	6.5	x	4.0
16-15	6.5	x	9.0	3-15	6.5	x	4.0	3-14	6.5	x	4.0
15-14	6.5	x	9.0	4-14	6.5	x	4.0	4-13	6.5	x	4.0
14-13	6.5	x	9.0	5-13	6.5	x	4.0	13-6	6.5	x	4.0
13-12	6.5	x	9.0	6-12	6.5	x	4.0	12-7	6.5	x	4.0
12-11	6.5	x	9.0	7-11	6.5	x	4.0	11-8	6.5	x	4.0
11-10	6.5	x	9.0	8-10	6.5	x	4.0				
10-9	6.5	x	9.0								
1-2	6.5	x	6.5								
2-3	6.5	x	6.5								
3-4	6.5	x	6.5								
4-5	6.5	x	6.5								
5-6	6.5	x	6.5								
6-7	6.5	x	6.5								
7-8	6.5	x	6.5								
8-9	6.5	x	6.5								

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6.6.6. Diseño de Uniones mecánicas.

Siguiendo los procedimientos mencionados en el ítem 4.3.6.5.6, realizamos el diseño de las uniones mecánicas para la armadura teniendo en cuenta los valores de esfuerzos obtenidos del Software Sap2000, según la tabla 176.

NUDO Nro: 01



Diámetro Perno $\varnothing = 3/8"$

Cargas Admisibles del Perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

$$P = 463.00 \text{ kg}$$

$$Q = 206.00 \text{ kg}$$

$$N = 423.16 \text{ kg}$$

$$\text{Ángulo } 01 = 15.95^\circ$$

Cálculo de Cantidad de Pernos por Esfuerzo

$$\text{Esfuerzo Brida Superior} = 1958.35 \text{ kg}$$

$$\text{Número de Pernos Nro:} = \frac{1958.35 \text{ kg}}{423.16 \text{ kg}} = 4.628 \approx 5 \text{ Pernos}$$

$$\text{Factor de Reducción Carga Admisible} = \frac{3 \text{ Pernos} \times \text{Línea}}{3} = 0.92$$

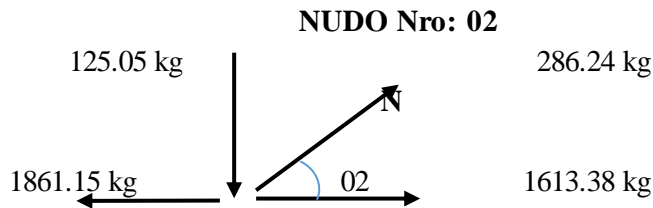
$$\text{Número de Pernos Nro:} = \frac{1958.35 \text{ kg}}{389.30 \text{ kg}} = 5.030 \approx \text{USAR 6 PERNOS } d=3/8$$

$$\text{Esfuerzo Brida Inferior} = 1861.15 \text{ kg}$$

$$\text{Número de Pernos Nro:} = \frac{1861.15 \text{ kg}}{463.00 \text{ kg}} = 4.020 \approx 4 \text{ Pernos}$$

$$\text{Factor de Reducción Carga Admisible} = \frac{2 \text{ Pernos} \times \text{Línea}}{2} = 1$$

$$\text{Número de Pernos Nro:} = \frac{1861.15 \text{ kg}}{463.00 \text{ kg}} = 4.020 \approx \text{USAR 4 PERNOS } d=3/8$$



Diámetro Perno $\varnothing = 3/8"$

Cargas Admisibles del Perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

$P = 463.00 \text{ kg}$
 $Q = 206.00 \text{ kg}$
 $N = 354.19 \text{ kg}$
 Ángulo 02 = 29.75°

Cálculo de Cantidad de Pernos por Esfuerzo

Esfuerzo Diagonal = 286.24 kg
 Número de Pernos Nro: = $\frac{286.24 \text{ kg}}{354.19 \text{ kg}} = 0.808 \approx 1$ Pernos

Esfuerzo Brida Inferior = 1613.38 kg
 Número de Pernos Nro: = $\frac{1613.38 \text{ kg}}{463.00 \text{ kg}} = 3.485 \approx 4$ Pernos

Factor de Reducción Carga Admisible = $\frac{2 \text{ Pernos} \times \text{Línea}}{1}$
 Número de Pernos Nro: = $\frac{1613.38 \text{ kg}}{463.00 \text{ kg}} = 3.485 \approx$ **USAR 4 PERNOS d=3/8**

Esfuerzo Brida Inferior = 1861.15 kg
 Número de Pernos Nro: = $\frac{1861.15 \text{ kg}}{463.00 \text{ kg}} = 4.020 \approx 4$ Pernos

Factor de Reducción Carga Admisible = $\frac{2 \text{ Pernos} \times \text{Línea}}{1}$
 Número de Pernos Nro: = $\frac{1861.15 \text{ kg}}{463.00 \text{ kg}} = 4.020 \approx$ **USAR 4 PERNOS d=3/8**

Esfuerzo Montante = 125.05 kg
 Número de Pernos Nro: = $\frac{125.05 \text{ kg}}{206.00 \text{ kg}} = 0.607 \approx 1$ Perno

Tabla 181: Resumen del número de pernos a utilizar en cada nudo de la armadura (*Inga sp.*).

Nudos	Envolvente	Estado	Ángulo	Carga Adm.		Factor Reducción Carga Adm.	Cantidad Pernos	Veces
				Perno (N, P y Q)	(kg)			
01 - 09	1958.35 kg	C	15.95°	N	423.16 kg	0.92	6	2
	1861.15 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	2
02 - 08	286.24 kg	T	29.75°	N	354.19 kg		1	2
	1613.38 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	2
	1861.15 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	2
	125.05 kg	C	0.00°	Q	206.00 kg		1	2
	332.90 kg	T	40.60°	N	302.94 kg	1.00	2	2
03 - 07	1361.61 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	3	2
	1613.38 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	2
	199.02 kg	C	0.00°	Q	206.00 kg		1	2
04 - 06	388.21 kg	T	48.81°	N	271.32 kg	1.00	2	2
	1107.12 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	3	2
	1361.61 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	3	2
	273.76 kg	C	0.00°	Q	206.00 kg	1.00	2	2
05	20.44 kg	T	0.00°	Q	206.00 kg	0.00	1	1
	1107.12 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	3	1
	1107.12 kg	T	0.00°	P	463.00 kg	1.00	3	1
13	20.44 kg	T	74.05°	N	215.01 kg		1	1
	388.21 kg	T	32.86°	N	338.60 kg	1.00	2	1
	388.21 kg	T	32.86°	N	338.60 kg	1.00	2	1
	1429.61 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	1
	1429.61 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	1
14 - 12	273.76 kg	C	74.05°	N	215.01 kg	1.00	2	2
	332.90 kg	T	24.65°	N	380.41 kg		1	1
	1429.61 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	1
	1694.52 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	1
15 - 11	199.02 kg	C	74.05°	N	215.01 kg	1.00	1	1
	286.24 kg	T	13.80°	N	432.29 kg	1.00	1	1
	1694.52 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	1.00	4	1
	1955.27 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	0.92	5	1
16 - 10	125.05 kg	C	74.05°	N	215.01 kg		1	1
	1955.27 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	0.92	5	2
	1958.35 kg	C	0.00°	P	463.00 kg	0.92	5	1

T = Tracción

C = Compresión

Fuente: Elaboración propia.

V. RESULTADOS

5.1. Ensayos de Carácter Físico

5.1.1. Contenido de Humedad

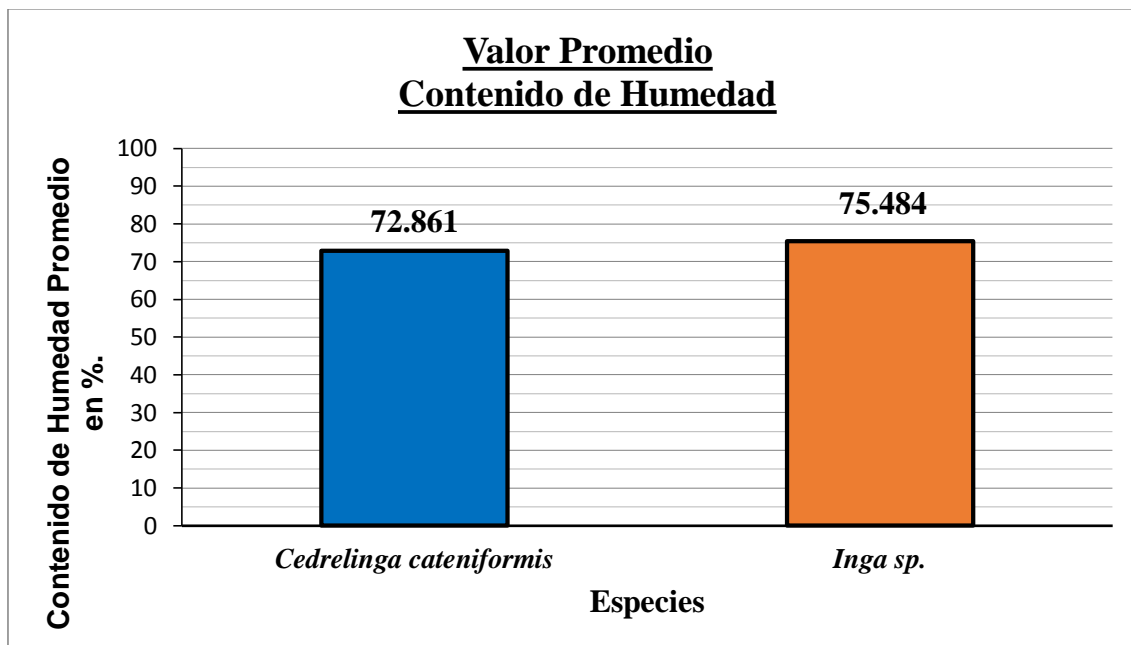


Figura 140: Valor promedio contenido de humedad probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

5.1.2. Densidad

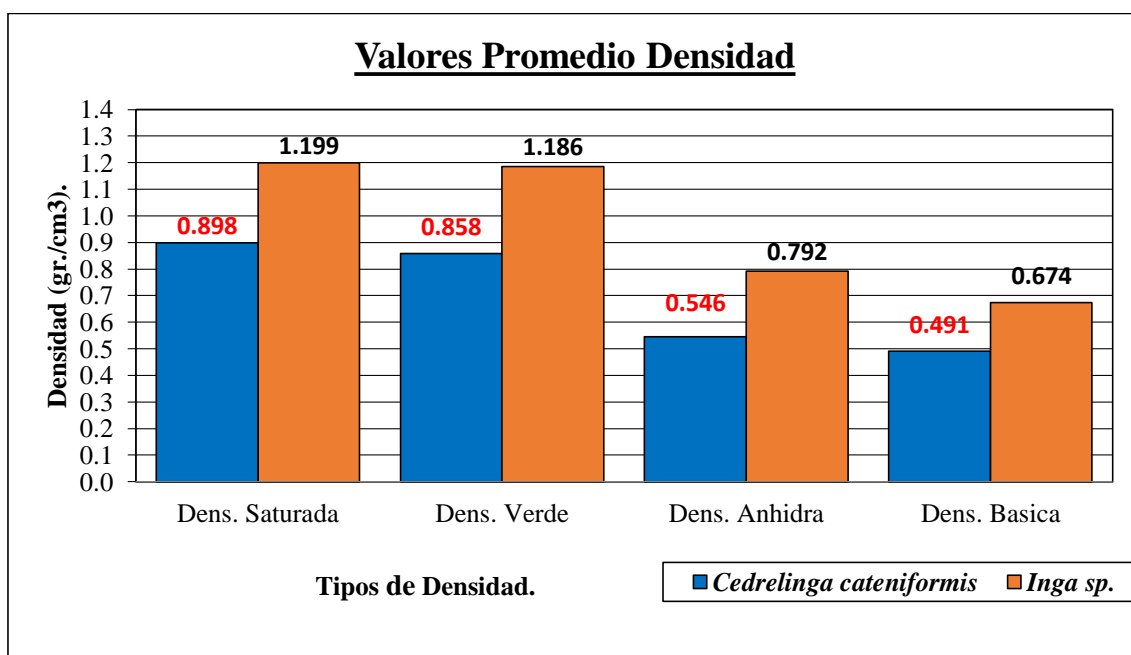


Figura 141: Valor promedio, densidad probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*
(Fuente: Elaboración propia).

5.1.3. Contracción

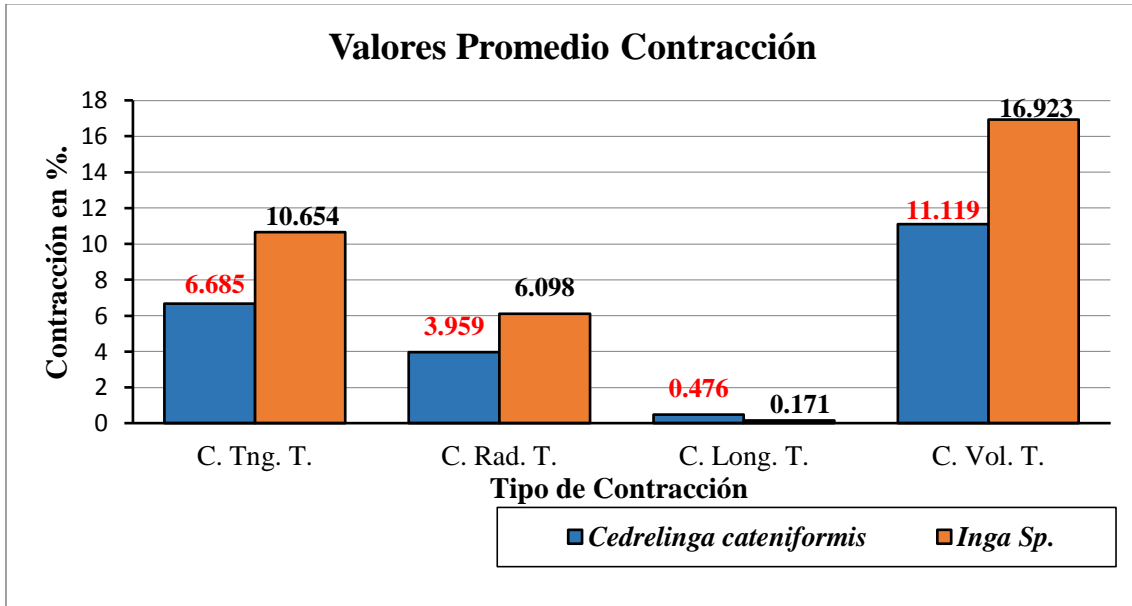


Figura 142: Valores promedio, contracción probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

(Fuente: Elaboración propia).

5.2. Ensayos de Carácter Mecánico

5.2.1. Compresión Paralela a la Fibra

Gráficos de resultados: compresión paralela a la fibra

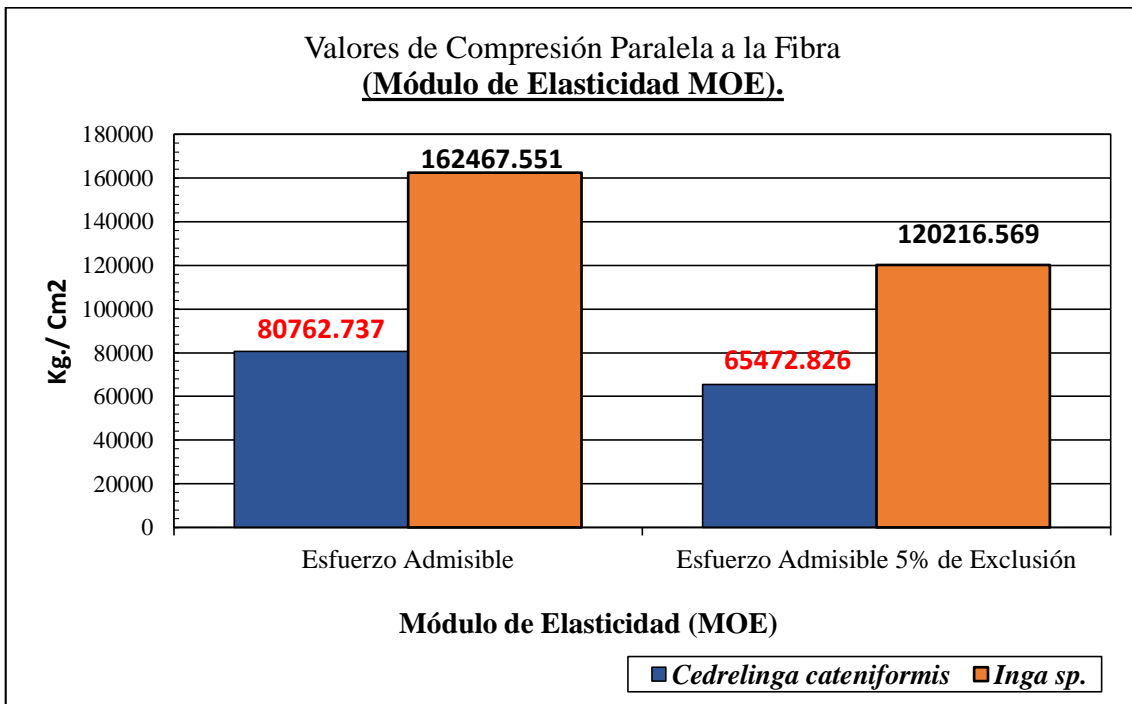


Figura 143: MOE, Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

(Fuente: Elaboración propia).

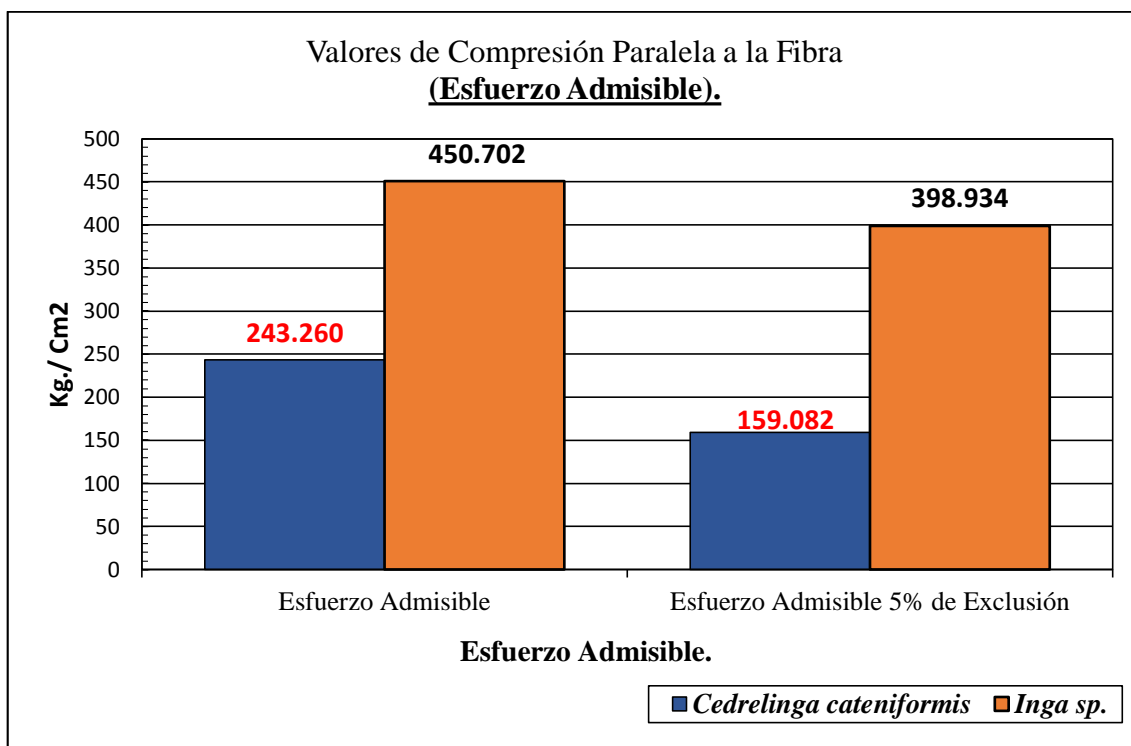


Figura 144: ESF. ADM., Compresión Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 182: Resultados finales COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	80762.737	162467.551
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	159.082	120216.569
Esfuerzo Admisible Promedio.	121.630	225.351
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	80	199
Esfuerzo Promedio de Rotura.	243.260	450.702
Esfuerzo de Rotura al Límite Exclusión del 5%.	159	399
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	190.829	370.658
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5%.	124	302

Fuente: Elaboración propia

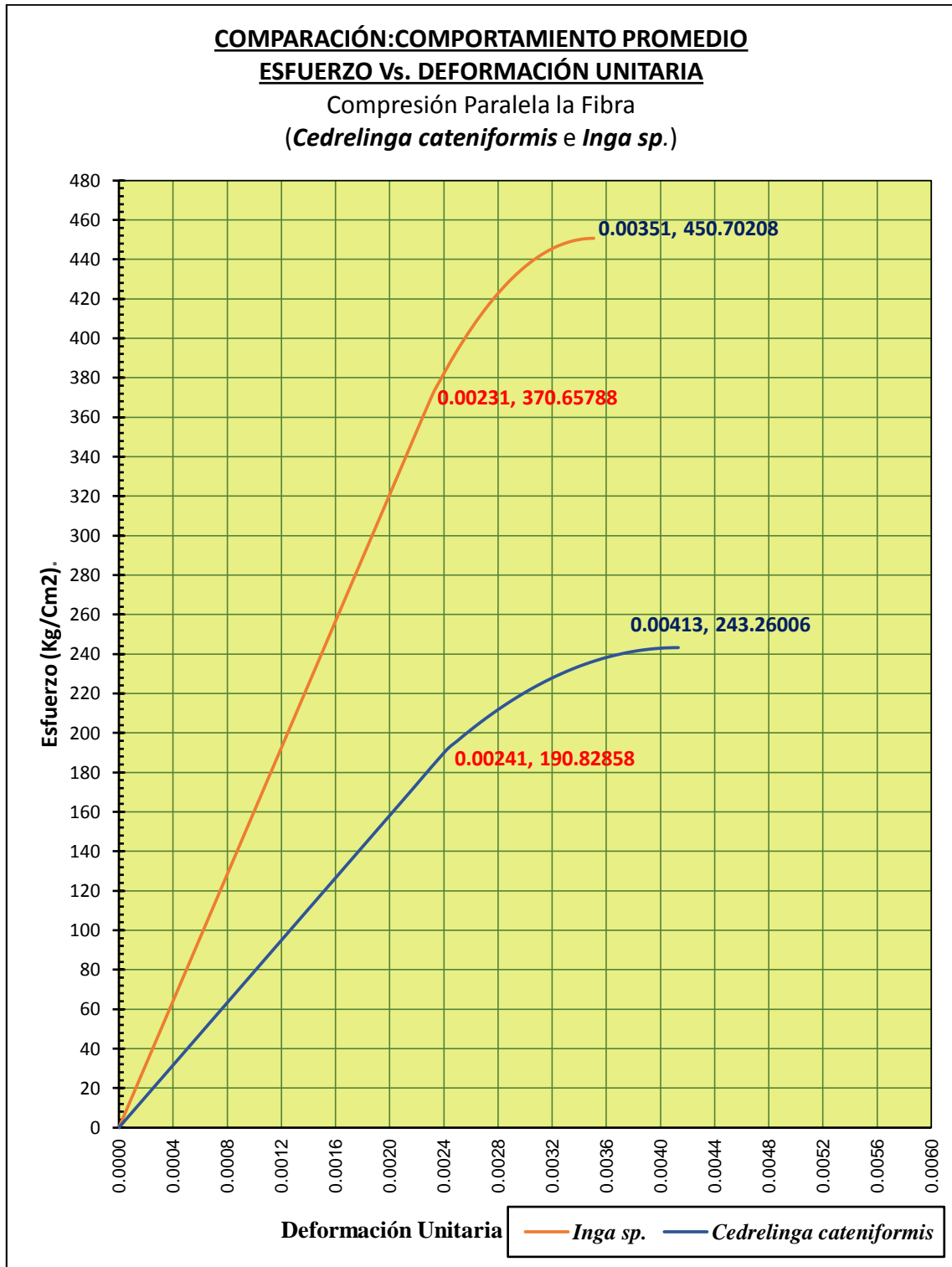


Figura 145: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Cedrelinga cateniformis* VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Inga sp.* COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA.
 (Fuente: Elaboración propia).

5.2.2. Compresión Perpendicular a la Fibra

Gráficos de resultados: compresión perpendicular a la fibra

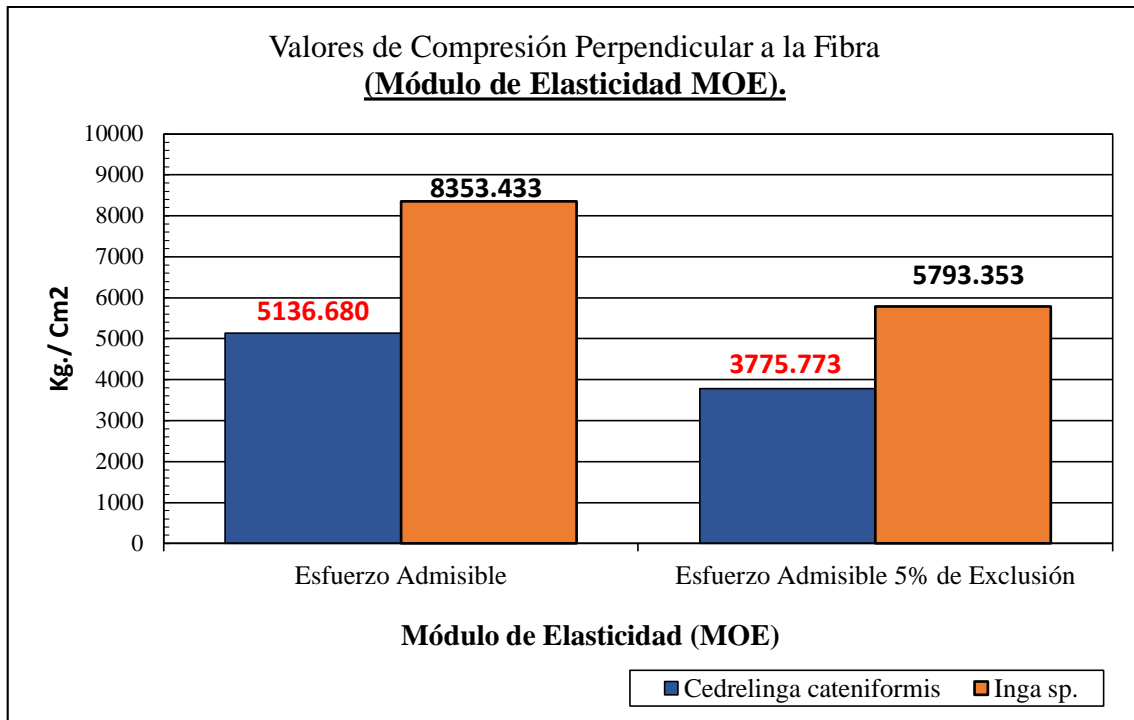


Figura 146: MOE, Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

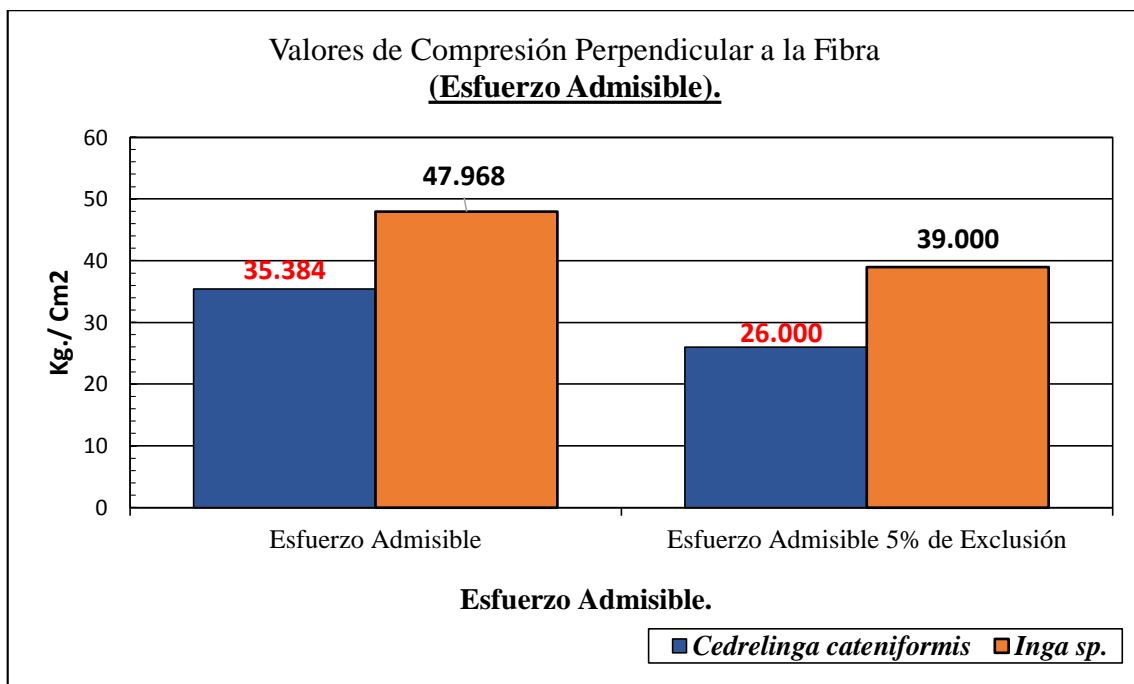


Figura 147: ESF. ADM., Compresión Perpendicular a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 183: Resultados finales COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	5166.613	8353.433
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	3776	5793
Esfuerzo Admisible Promedio.	34.860	47.968
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	26	39
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	55.776	76.749
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5%.	42	62

Fuente: Elaboración propia

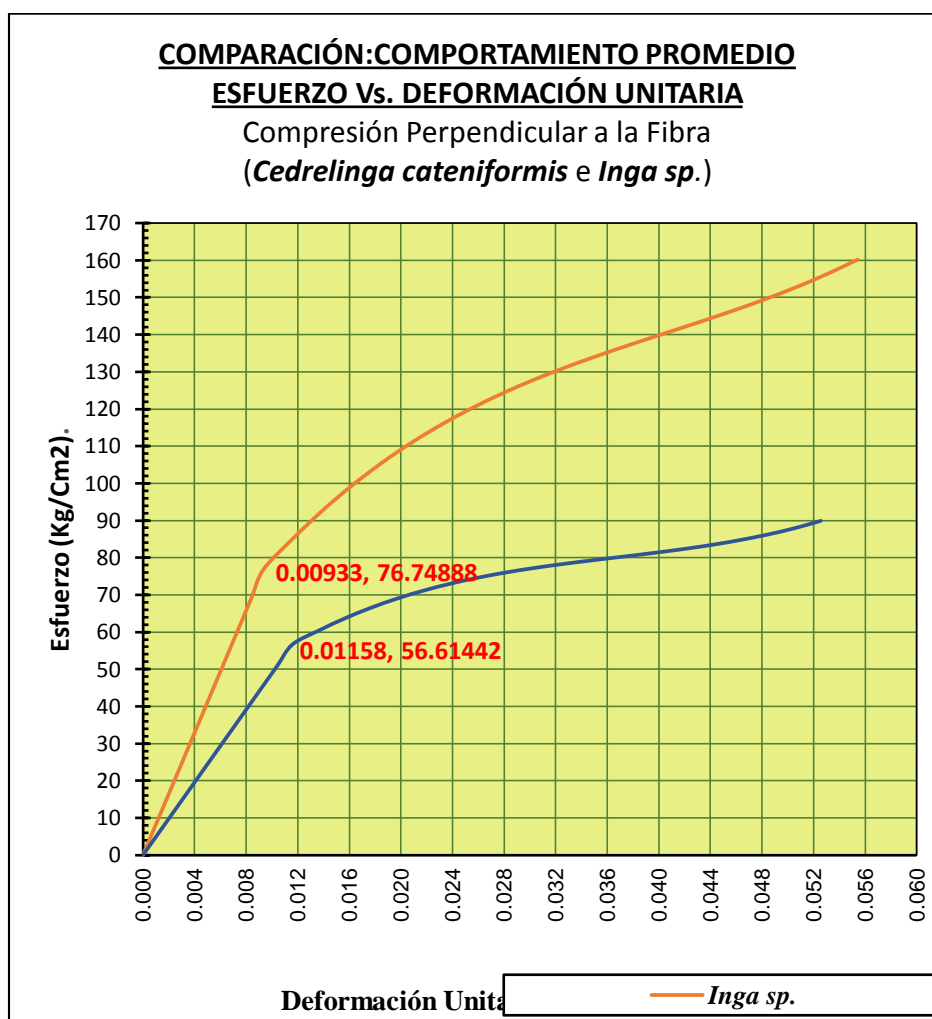


Figura 148: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Cedrelinga cateniformis* VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Inga sp.* COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA.

(Fuente: Elaboración propia).

5.2.3. Tracción Paralela a la Fibra

Gráficos de resultados: Tracción Paralela a la Fibra

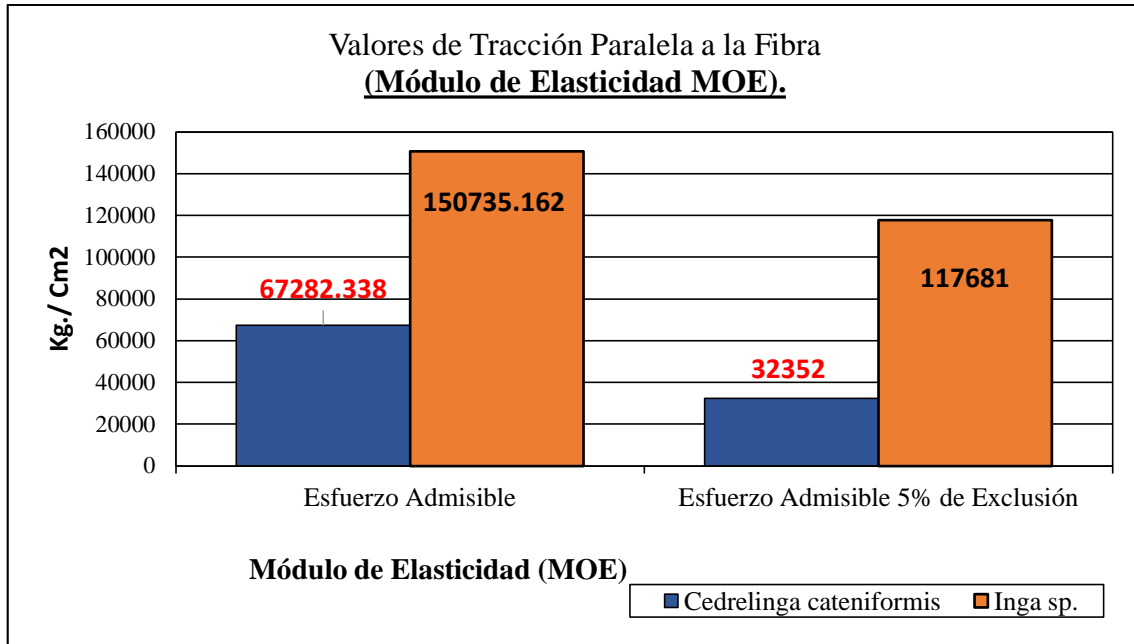


Figura 149: MOE, Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

(Fuente: Elaboración propia).

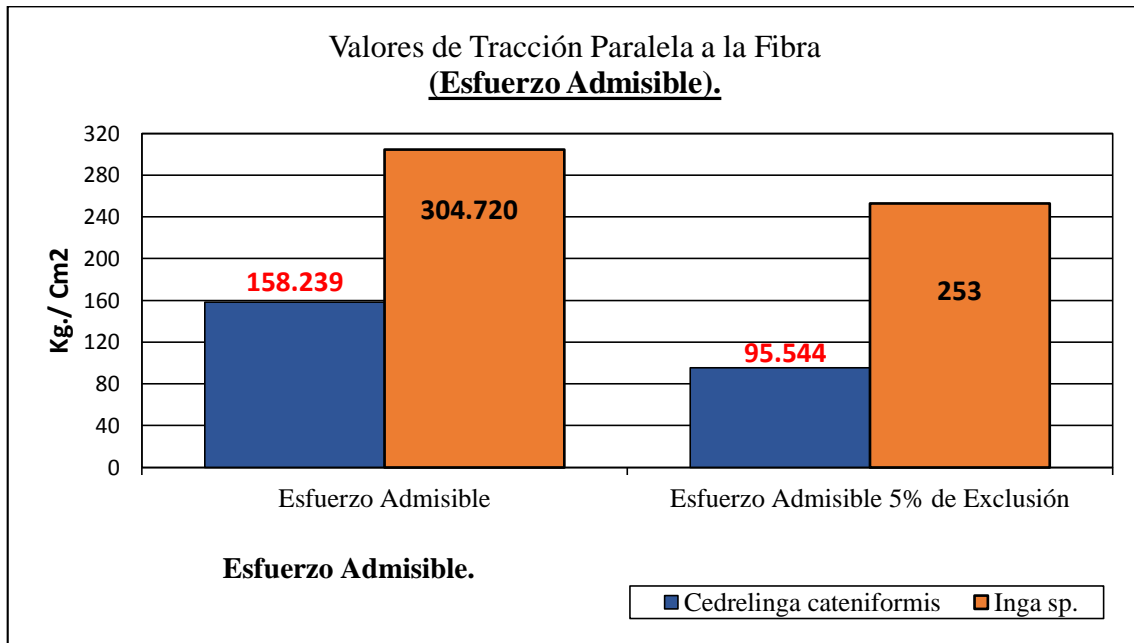


Figura 150: ESF. ADM., Tracción Paralela a la Fibra (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 184: Resultados finales TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	67282.338	150735.162
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	32352	117681
Esfuerzo Admisible Promedio.	158.239	304.720
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	96	253
Esfuerzo Promedio de Rotura.	505.485	967.381
Esfuerzo de Rotura al Límite Exclusión del 5%.	305	807
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	464.519	961.232
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de	270	804

Fuente: Elaboración propia

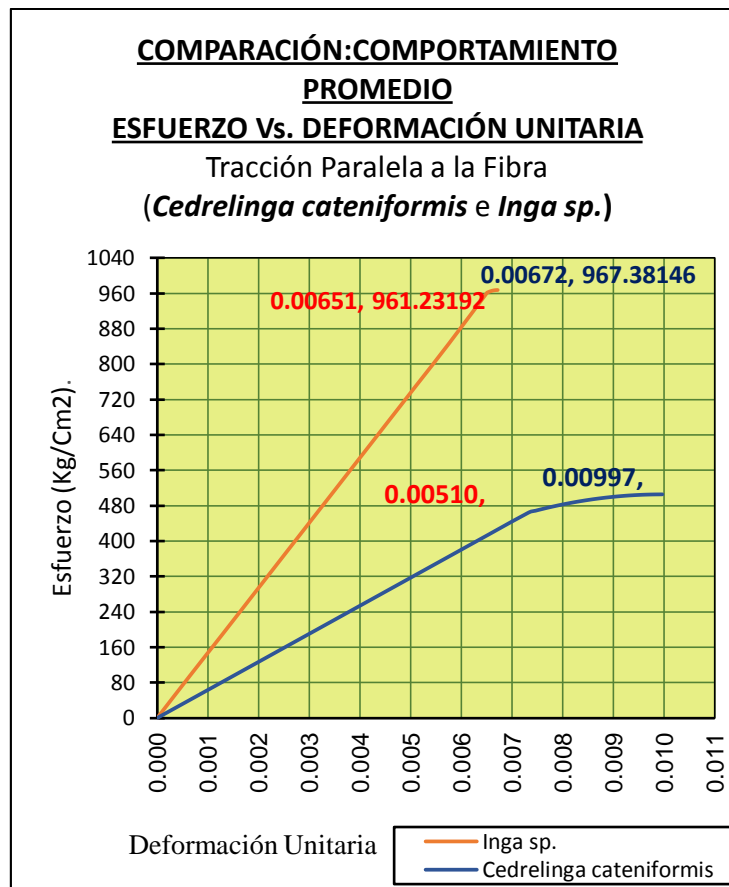


Figura 151: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Cedrelinga cateniformis* VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Inga sp* TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA.

(Fuente: Elaboración propia)

5.2.4. Flexión Estática

Gráficos de resultados: Flexión Estática

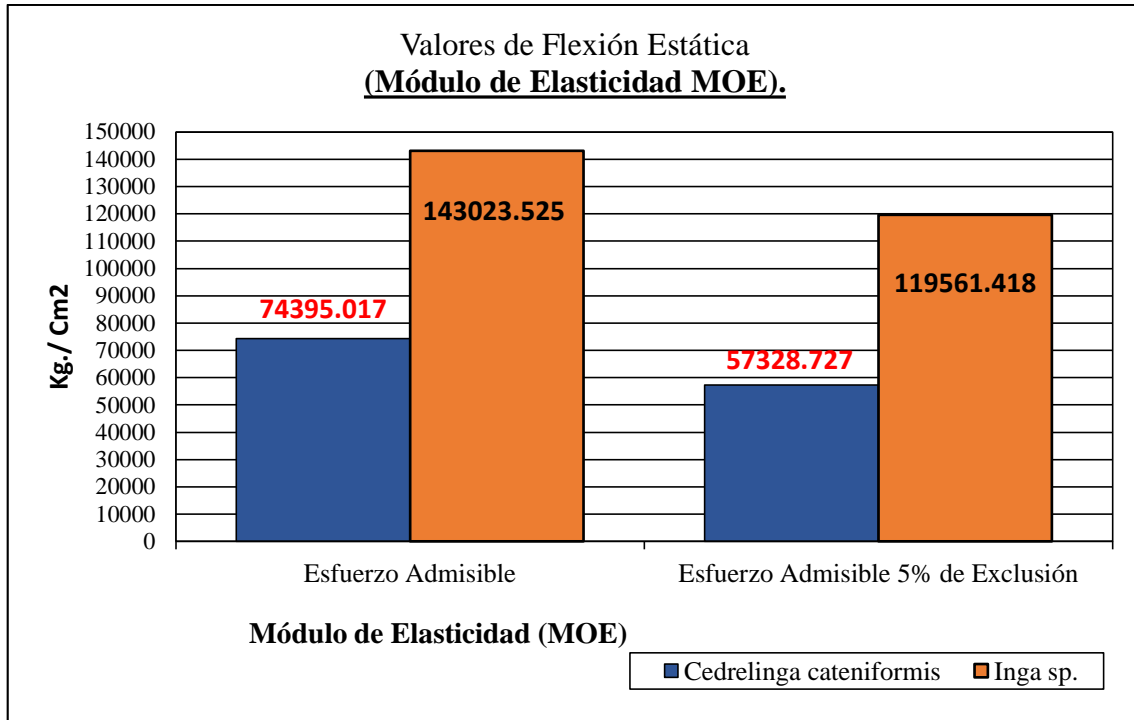


Figura 152: MOE, Flexión Estática (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

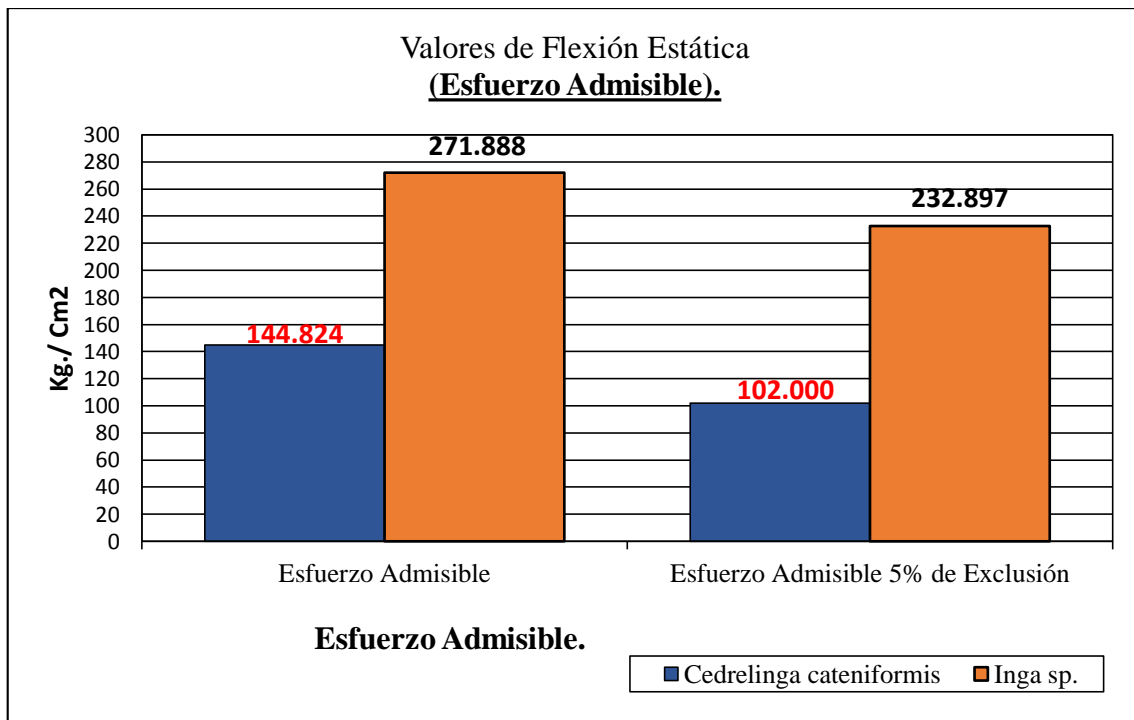


Figura 153: ESF. ADM., Flexión Estática (Probeta de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 185: Resultados finales FLEXIÓN ESTÁTICA (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	74395.017	143023.525
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	325	119561
Esfuerzo Admisible Promedio.	144.824	271.888
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	102	233
Esfuerzo Promedio de Rotura.	462.633	868.532
Esfuerzo de Rotura al Límite Exclusión del 5%.	325	744
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	296.853	575.672
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5%.	207	430

Fuente: Elaboración propia

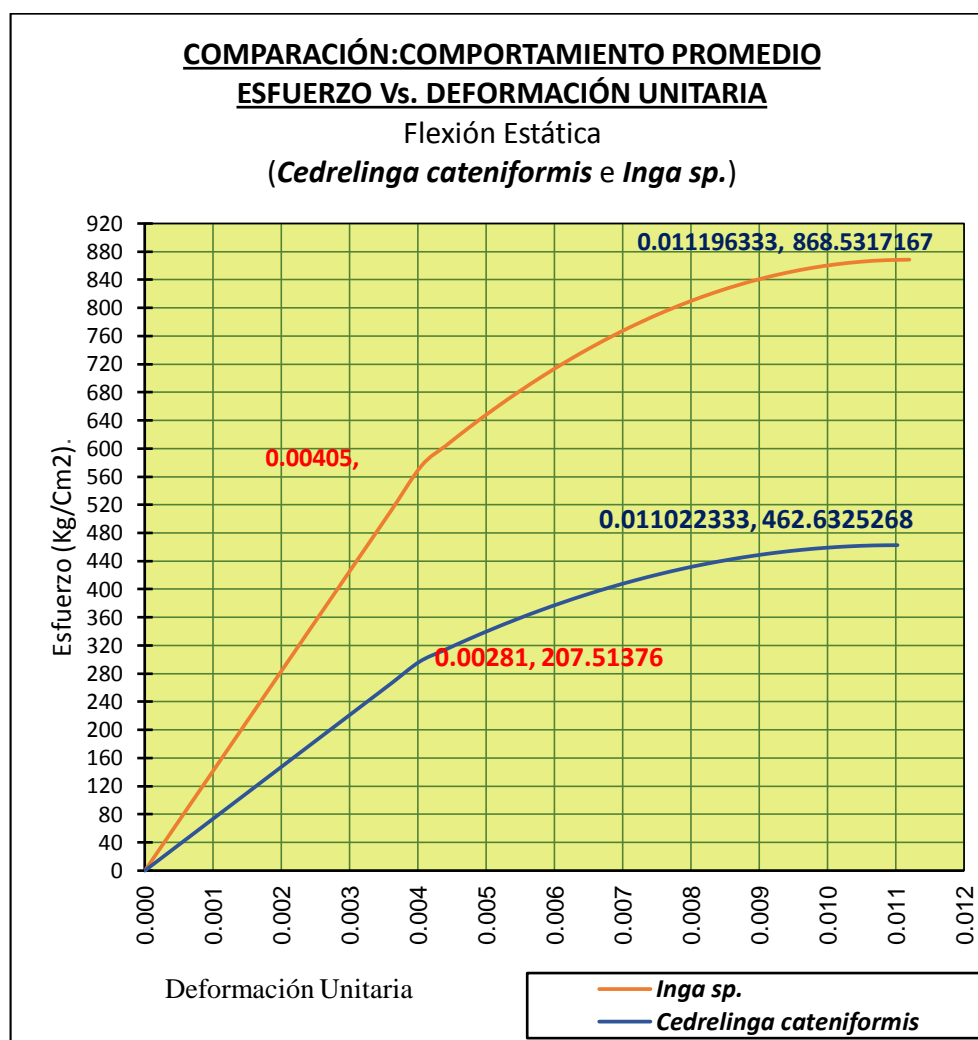


Figura 154: COMPARACIÓN GRÁFICA Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Cedrelinga cateniformis* VS Curva de Comportamiento Promedio Probetas de *Inga sp.* FLEXIÓN ESTÁTICA.

(Fuente: Elaboración propia).

5.2.5. Corte Paralelo a la Fibra

Gráfico de resultados: Corte Paralelo a la Fibra

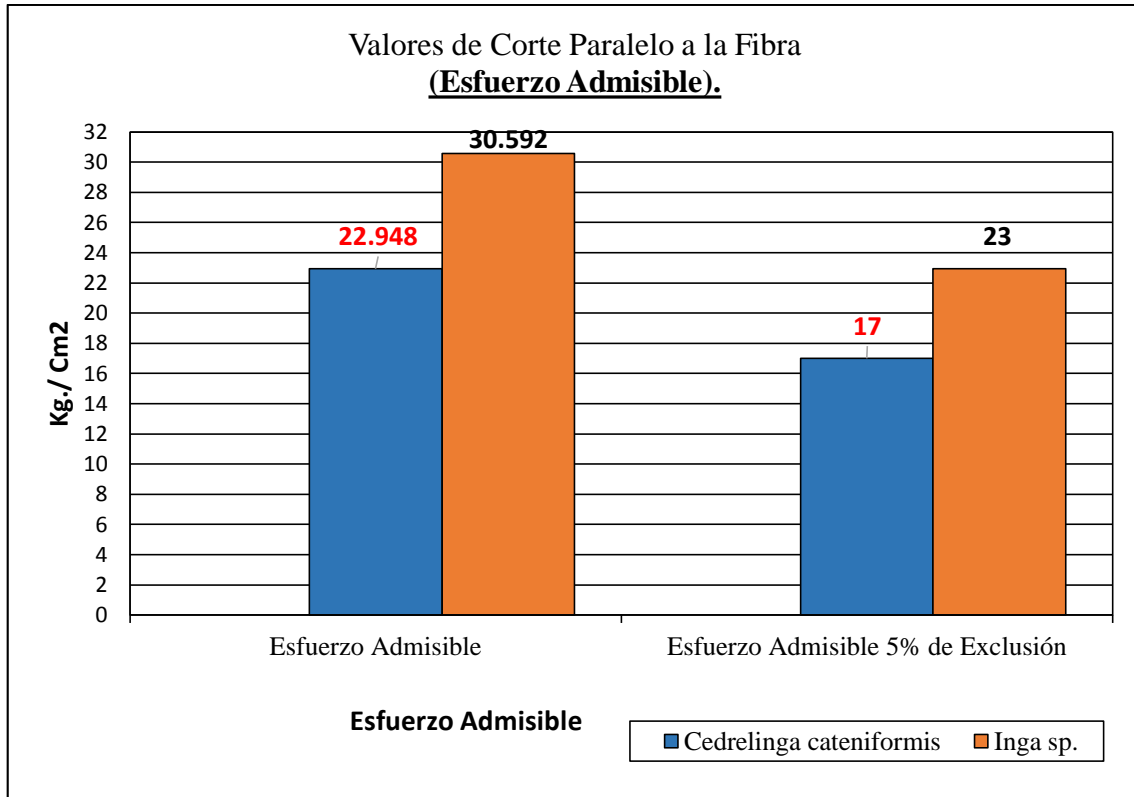


Figura 155: Esfuerzo Admisible, corte paralelo a la fibra: probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 186: Resultados finales CORTE PARALELO A LA FIBRA (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Esfuerzo Admisible Promedio.	22.948	30.592
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	17	23
Esfuerzo Promedio de Corte.	91.793	122.367
Esfuerzo de Corte al Límite de Exclusión del 5%.	67	92

Fuente: Elaboración propia

5.2.6. Dureza

Gráfico de resultados: Dureza

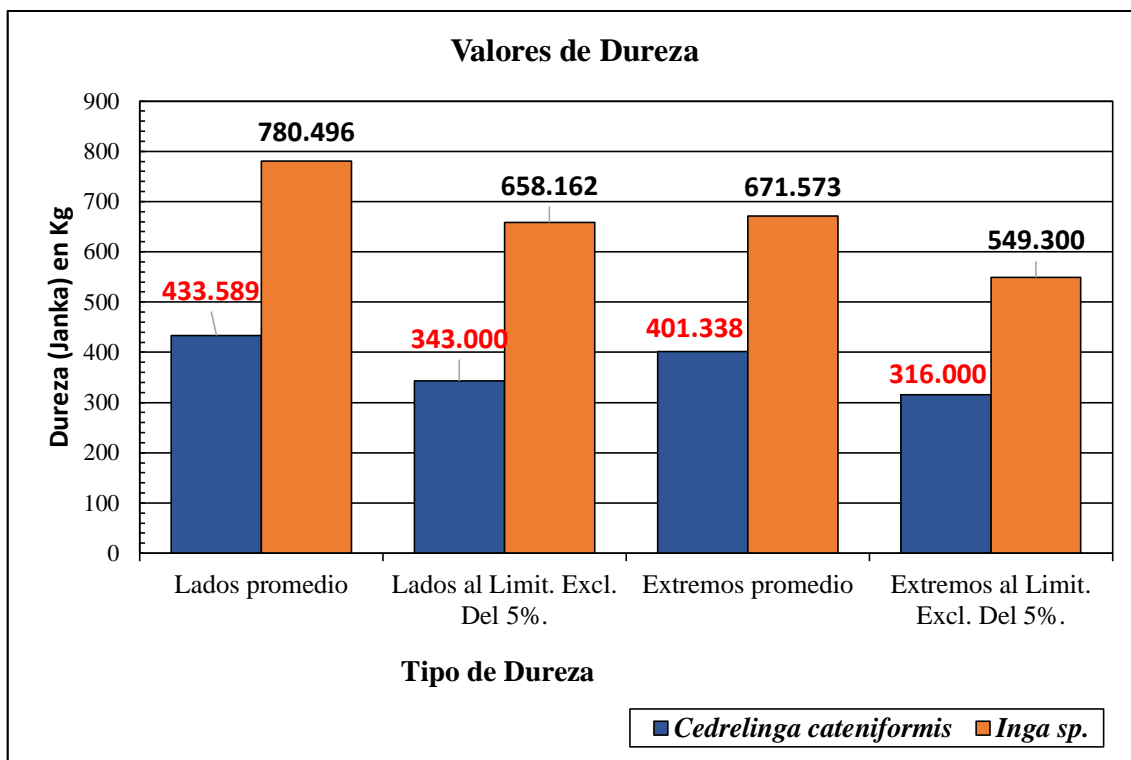


Figura 156: Valores promedio. DUREZA (Probetas *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 187: Resultados finales DUREZA (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

Propiedad	Dureza Janka (Kg)	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Dureza Promedio, lados.	433.589	780.496
Dureza en lados al Limit. Excl. Del 5%.	343	658
Dureza Promedio, Extremos.	401.338	671.573
Dureza en Extremos al Limit. Excl. Del 5%.	316	549

Fuente: Elaboración propia.

VI. DISCUSIÓN

Ensayos Físicos:

Contenido de Humedad

El Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.3.1 Contenido de Humedad, establece que el punto de saturación de las fibras (PSF) varía de 25 a 35 por ciento, rango que representa, a las probetas que están en sus condiciones más desfavorables de servicio (PADT REFORT,1984). Relativo a los valores promedio del contenido de humedad de las probetas de *Cedrelinga cateniformis e inga sp.* las cuales superan el 30%, lo cual indica que las probetas se encontraban por encima del punto de saturación de las fibras, tal como se observa en la figura 140.

El contenido de humedad de las probetas de *Inga sp.* es superior al contenido de humedad de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* debido a que las probetas de *Inga sp* almacenaban mayor cantidad de agua libre en sus cavidades celulares; ambas probetas han sido tomados en sus condiciones de humedad natural.

Densidad

El Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino en su sección 3.5 Agrupación de Madera Tropicales en Grupos Estructurales, establece tres grupos estructurales, en función de su resistencia y densidad básica, Las densidades básicas de la madera del grupo tipo “A” están en un rango de 0.71 a 0.90 gr/cm³, las del grupo tipo “B” entre 0.56 – 0.70 gr/cm³, y las del grupo tipo “C” 0.40 – 0.55 gr/cm³ (PADT REFORT, 1984). Respecto a nuestros resultados finales obtenidos, para madera *Cedrelinga cateniformis* y para maderas *Inga sp.* la densidad básica promedio de *Cedrelinga cateniformis* es de 0.49 gr/cm³ con lo cual se acoge al grupo estructural tipo “C” y la densidad básica promedio de la madera *Inga sp* es de 0.67 gr/cm³ por lo que se afirma que pertenece al grupo estructural tipo “B”.

En la figura 141 se aprecia según los resultados obtenidos, que para todos los tipos de densidad; el tipo de densidad de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* siempre es menor al mismo tipo de densidad de las probetas de *Inga sp.*, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 188: Valores promedio según el tipo de densidad.

TIPO DE DENSIDAD	Valor Promedio en gr/cm ³ de las Densidades en la Probetas	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Dens. Saturada	0.898	1.199
Dens. Verde	0.858	1.186
Dens. Anhidra	0.546	0.792
Dens. Básica	0.491	0.674

Fuente: Elaboración propia.

Contracción

El Manual de la Construcción de Viviendas en Maderas por la Corporación Chilena de la Madera, expresa que cuando el contenido de humedad desciende desde el PSF hasta un contenido de humedad menor cualquiera; siempre la contracción volumétrica sería mayor a la contracción tangencial, la contracción tangencial sería mayor a la contracción radial y ésta a su vez sería mayor a la contracción longitudinal (Fritz et al., 2004); los resultados finales obtenidos en nuestra investigación para madera de *Cedrelinga cateniformis* como para la madera de *Inga sp.* (Ver figura 142) cumple con los lineamientos dados por el manual.

Kollman *et al* (1968), en manual del grupo andino en la sección 1.3.2, indica que la relación CT/CR (Contracción Tangencial / Contracción Radial) varía de **1.65 a 2.30** (PADT REFORT, 1984), los valores de esta relación encontrados en nuestra investigación para las maderas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* son 1.69 y 1.75 respectivamente lo cual se encuentran dentro del rango establecido por Kollman tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 189: Relación CT/ CR, para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

TIPO DE CONTRACCION		Valor Promedio en % de la Contracción en las Probetas		Coeficiente de Relación CT/CR	
		<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
CONTRACCION TOTAL	Tangencial	6.685	10.654	1.69	1.75
	Radial	3.959	6.098		

Fuente: Elaboración propia

Ensayos Mecánicos:

Compresión Paralela a la Fibra

En la sección 1.4.1 (Resistencia a la Compresión Paralela) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino hace referencia que los valores del esfuerzo de rotura en compresión paralela a las fibras para ensayos de laboratorio varían entre 100 y 900 kg/cm² para maderas tropicales y que esta variación es en función de la densidad básica (entre 0.2 gr/cm³ y 0.8 gr/cm³); cabe agregar que el límite proporcional es aproximadamente el 75 por ciento del esfuerzo máximo y la deformación es del orden del 60 por ciento de la máxima. (PADT REFORT, 1984). En nuestra investigación el esfuerzo de rotura en compresión paralela a la fibra obtenida para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* es en promedio de 243 y 450 kg/cm² para una densidad básica promedio de 0.49 y 0.67 gr/cm³ respectivamente, lo cual se encuentra dentro del rango dado por el Manual de Diseño del Grupo Andino; la relación entre el esfuerzo al límite proporcional y el esfuerzo máximo, así como la deformación en el límite proporcional y la deformación máxima de los resultados de nuestra investigación, se aproximan a los parámetros considerados por el Manual como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 190: Porcentaje de límite proporcional con respecto al límite de rotura para compresión paralela a la fibra (probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

TIPO DE ESPECIES	Valor del Esfuerzo en (Kg/Cm2) Comp. Par. A la Fibra		Deformación Unitaria Comp. Par. A la Fibra		% del límite proporcional con respecto al límite de rotura.	
	Limit. Prop.	Máximo	Limit. Prop.	Máximo	En esfuerzo	En deformación
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	190.8286	243.26006	0.00241	0.00413	78.45%	58.38%
<i>Inga sp.</i>	370.6579	450.70208	0.00231	0.00351	82.24%	65.99%

Fuente: Elaboración propia

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada es de 80 Kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio para compresión paralela a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* es de 122 Kg/cm², estos valores están dentro de lo valor numérico establecido en la tabla 7.1 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, el cual indica que para madera del grupo estructural tipo C, establece para el esfuerzo máximos admisible un valor de 80 Kg/cm², en compresión paralela a la fibra (fc//.).

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% para probetas de *Inga sp.* encontrada por nuestra investigación es de 199 Kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio es de 225 Kg/cm², estos valores son superiores a lo establecido en la tabla 7.1 del Manual de Diseño para

Maderas del Grupo Andino, el cual establece un valor de 110 Kg/cm² para el esfuerzo máximo admisible de compresión paralela a la fibra (fc//), a la madera perteneciente al grupo estructural tipo B. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.1, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la madera *Inga sp.* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 199 Kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio es de 225 Kg/cm².

La figura 145, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional y el punto correspondiente al esfuerzo de rotura de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* ante esfuerzos de compresión paralela a la fibra. También nos indica que para un mismo esfuerzo de compresión paralela a la fibra (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es mayor a la deformación unitaria de las probetas de *Inga sp.*; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la compresión paralela a la fibra de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es menor a la respuesta mecánica a la compresión paralela a la fibra de las probetas de *Inga sp.*

Compresión Perpendicular a la Fibra

En el Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.2 (Resistencia a la Compresión Perpendicular) indica que los valores del esfuerzo al límite proporcional en compresión perpendicular a las fibras varía entre 1/4 a 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela (PADT REFORT, 1984). En nuestra investigación, el esfuerzo en el límite proporcional en compresión perpendicular a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* es de 55.776 Kg/cm² el cual corresponde al orden de 1/3.5 y para probetas de *Inga sp.* es en promedio 76.749 Kg/cm² al orden de 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela, como lo podemos observar en la presente tabla:

Tabla 191: Relación: Esfuerzo en el límite proporcional Compresión Paralela a la fibra- esfuerzo en el límite proporcional compresión perpendicular a la fibra (*Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

TIPO DE ESPECIES	Valor del Esfuerzo en el Límite Proporcional (Kg/Cm2) Comp. Par. A la Fibra	Valor del Esfuerzo en el Límite Proporcional (Kg/Cm2) Comp. Perp. A la Fibra	Relación: $\frac{\sigma_{LP\ Comp. Par. Fibra}}{\sigma_{LP\ Comp. Perp. Fibra}}$
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	190.82858	55.7762
<i>Inga sp.</i>	370.65788	76.7489	4.8295

Fuente: Elaboración propia.

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a compresión perpendicular a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada por nuestra investigación es de 26 Kg/Cm², para probetas de *Inga sp.* es de 39 Kg/Cm² y el esfuerzo admisible promedio relativo a compresión perpendicular a la fibra encontrada por nuestra investigación para probetas de *Cedrelinga cateniformis* es de 34.860 kg/cm², para probetas de *Inga sp.* es de 47.968 kg/cm². Atendiendo a las tablas 7.1, 8.5 y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, estos valores son superiores a lo establecido para maderas del grupo estructural C y B, el cual establece un valor de 15 Kg/Cm² y 28 Kg/Cm² respectivamente para el esfuerzo máximo admisible de compresión perpendicular a la fibra. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.2, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la maderas *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 26 Kg/cm² y 39 Kg/Cm², el esfuerzo admisible promedio es de 34.860 Kg/cm² y 47.968 kg/cm² respectivamente.

La figura 148, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* ante esfuerzos de compresión perpendicular a la fibra. También nos indica que para un mismo esfuerzo de compresión perpendicular a la fibra (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es mayor a la deformación

unitaria de las probetas de *Inga sp.*; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la compresión perpendicular a la fibra de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es menor a la respuesta mecánica a la compresión perpendicular a la fibra de las probetas de *Inga sp.*

Tracción Paralela a la fibra

En la sección 1.4.3 (Resistencia a la Tracción) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino establece que la resistencia a la tracción paralela en especímenes pequeños libres de defectos es aproximadamente 2 veces la resistencia a la compresión paralela, además señala que el valor típico que caracteriza a este ensayo es el esfuerzo de rotura que varía entre 500 y 1500 Kg/cm². (PADT REFORT, 1984). En nuestra investigación la resistencia a la tracción paralela a la fibra obtenida para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*, en relación con la resistencia a la compresión paralela encontrada por nuestra investigación, los resultados obtenidos se aproximan a los valores del Manual, como se puede apreciar en la siguiente tabla, el esfuerzo de rotura relativo a tracción paralela a la fibra obtenida es de 505.485 Kg/cm² para probetas de *Cedrelinga cateniformis* y de 967.381 Kg/cm² para probetas de *Inga sp* lo cual se encuentra en el rango de esfuerzo de rotura establecido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

Tabla 192: Relación: Esfuerzo Tracción Paralela a la Fibra - Esfuerzo de Compresión Paralela a la Fibra (probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

TIPO DE ESFUERZO	Tracción Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)		Compresión Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)		Relación: $\frac{Esf. Tracc. Par.}{Esf. Comp. Par.}$	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Esfuerzo de Rotura	505.485	967.381	243.260	450.702	2.1	2.1
Esfuerzo en el Límite Proporcional	464.519	961.232	190.829	370.658	2.4	2.6
Esfuerzo Admisible	158.239	304.720	121.630	225.000	1.3	1.4
PROMEDIO(Aprox. 2)					1.9	2.0

Fuente: Elaboración propia

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a tracción paralela a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada es de 96 Kg/Cm², para probetas de *Inga sp.* es de 253 Kg/Cm² y el esfuerzo admisible promedio relativo a tracción paralela a la fibra encontrada para probetas de *Cedrelinga cateniformis* es de 158.239 kg/cm², para probetas de *Inga sp.* es de 304.720 kg/cm². Atendiendo a las tablas 7.1, 9.2 y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, estos valores son superiores a lo establecido para maderas del grupo estructural C y B, el cual establece un valor de 75 Kg/Cm² y 105 Kg/Cm² respectivamente para el esfuerzo máximo admisible de tracción paralela a la fibra. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.3, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la maderas *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 96 Kg/cm² y 253 Kg/Cm², el esfuerzo admisible promedio es de 158.239 Kg/cm² y 304.720 kg/cm² respectivamente.

La figura 151, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional y el punto correspondiente al esfuerzo de rotura de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* ante esfuerzos de tracción paralela a la fibra. También nos indica que para un mismo esfuerzo de tracción paralela a la fibra (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es mayor a la deformación unitaria de las probetas de *Inga sp.*; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la tracción paralela a la fibra de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es menor a la respuesta mecánica a la tracción paralela a la fibra de las probetas de *Inga sp.*

Flexión Estática

En la sección 1.4.5 (Resistencia a la Flexión Estática) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino establece que la resistencia a la flexión resulta en esfuerzos mayores que los de compresión y menores que los de tracción; adicionalmente considera que la carga en el límite proporcional es aproximadamente el 60% de la carga máxima. También señala que

en ensayos de probetas pequeñas libres de defectos los valores promedios de la resistencia a la flexión varían entre 200 y 1700 Kg/cm² dependiendo de la densidad de la especie y el contenido de humedad (PADT REFORT, 1984). Los resultados obtenidos en nuestra investigación, la resistencia a flexión para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* cumple con los parámetros dados por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 193: Relaciones esfuerzos: Compresión Paralela a la Fibra- Flexión Estática- Tracción Paralela a la Fibra (probetas *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*).

TIPO DE ESFUERZO	Compresión Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)		(> ó <) que	Flexión Estática (Kg/cm ²)		(> ó <) que	Tracción Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>		<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>		<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
Esfuerzo en el Límite Proporcional	190.829	243.260	<	296.853	575.672	<	464.519	961.232
Esfuerzo Máximo	370.658	450.702	<	462.633	868.532	<	505.485	967.381
Relación Porcentaje Esfuerzo en el Límite proporcional- Esfuerzo Máximo				64.17%	66.28%			

Fuente: Elaboración propia

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a Flexión Estática para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada por nuestra investigación es de 102 kg/cm², el esfuerzo admisible promedio relativo a Flexión Estática para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada por nuestra investigación es de 144.824 kg/cm², el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% relativo a Flexión Estática para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada por nuestra investigación es de 57329 kg/cm² y el módulo de elasticidad promedio relativo a Flexión Estática para probetas de *Cedrelinga cateniformis* encontrada por nuestra investigación es de 74395.017 kg/cm²; estos valores se aproximan a lo establecido en las tablas 7.1, 7.2, 8.2, 8.3, 9.2, 9.3 y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, las cuales establecen valores relativos a Flexión Estática de: 100 kg/cm² para el esfuerzo máximo admisible, 55000 kg/cm² para el módulo de elasticidad al 5% del límite de exclusión y 90000 kg/cm² para el módulo de elasticidad promedio para las maderas que pertenecen grupo estructural tipo “C”. Respecto a los valores relativos a flexión estática para probetas de *Inga sp.*, el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 233 Kg/Cm², y el esfuerzo admisible promedio es de 271.888 kg/cm², el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% es 119561 kg/cm² y el módulo de

elasticidad promedio es 143023.525 kg/cm². Atendiendo a las tablas anteriormente mencionadas del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, estos valores superan a lo establecido para maderas del grupo estructural B, el cual establece un valor de 150 Kg/Cm² para el esfuerzo máximo admisible, 75000 kg/cm² para el módulo de elasticidad al 5% del límite de exclusión y 100000 kg/cm² para el módulo de elasticidad promedio para las maderas que pertenecen grupo estructural tipo “B”. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.5, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la maderas *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 233 Kg/cm², el esfuerzo admisible promedio es de 271.888 Kg/cm², el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% es 119561 kg/cm² y el módulo de elasticidad promedio es 143023.525 kg/cm².

La figura 154, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional y el punto correspondiente al esfuerzo de rotura de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* ante esfuerzos flexocompresionantes. También nos indica que para un mismo esfuerzo de flexocompresión (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es mayor a la deformación unitaria de las probetas de *Inga sp.*; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la flexión estática de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* es menor a la respuesta mecánica a la tracción paralela a la fibra de las probetas de *Inga sp.*

Corte o Cizallamiento

En la sección 1.4.4 (Resistencia al Corte) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino establece que el esfuerzo de rotura en probetas sometidas a corte paralelo varía entre 25 y 200 kg/cm² en promedio, también hace mención que este esfuerzo casi siempre se presenta combinado con otros lo que puede resultar en menores valores (PADT REFORT, 1984). En nuestra investigación se obtuvo valores para esfuerzo de rotura del corte paralelo a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* de 91.793 Kg/cm² y 122.367 Kg/cm²

respectivamente, con referencia a lo anterior, estos valores se encuentran en el rango establecido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a Corte Paralelo a las Fibras para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* obtenida en nuestra investigación es de 17 kg/cm² y 23 kg/cm² respectivamente, el esfuerzo admisible obtenida es de 22.948 kg/cm² y 30.592 kg/cm²; estos valores superan a lo establecido en las tablas 7.1, 8.4, y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino para maderas del grupo estructural C y B, las cuales establecen un valor de 8 kg/cm² y 12 Kg/Cm² respectivamente para el esfuerzo máximo admisible relativo a corte paralelo a las fibras. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.4, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la maderas *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 17 Kg/cm² y 23 Kg/Cm², el esfuerzo admisible promedio es de 22.948 Kg/cm² y 30.592 kg/cm² respectivamente.

Dureza

Los resultados obtenidos para probetas de *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* la dureza promedio de sus lados es 433.589 Kg y 780.496 Kg respectivamente, se puede observar que son mayores que la dureza promedio de sus extremos que son 401.338 Kg y 671.573 Kg respectivamente.

En la figura 156, se aprecia que la resistencia mecánica a la penetración de las probetas de *Inga sp.* es mayor a la resistencia mecánica de las probetas de *Cedrelinga cateniformis*.

VII. CONCLUSIONES

- Las características estructurales en una armadura para el diseño estructural resistentes en acción individual de la madera *Cedrelinga cateniformis* son; propiedades físicas: Contenido de Humedad 72.861%, Densidad básica 0.491gr/cm³, propiedades mecánicas: módulo de elasticidad 57329 Kg/Cm², Compresión paralela a la fibras 80 Kg/Cm², compresión perpendicular a la fibra 26 Kg/Cm², tracción paralela a la fibra 96 Kg/Cm², flexión estática 102 Kg/Cm², corte paralelo 17 Kg/Cm² y de la madera *Inga sp.* son: propiedades físicas: Contenido de Humedad 75.484%, Densidad básica 0.674 gr/cm³; propiedades mecánicas: módulo de elasticidad 119561 Kg/Cm², Compresión paralela a la fibra 199 Kg/Cm², compresión perpendicular a la fibra 39 Kg/Cm², tracción paralela a la fibra 253 Kg/Cm², flexión estática 233 Kg/Cm², corte paralelo 23 Kg/Cm².
- Los valores de diseño estructural resistentes de acción en conjunto de elementos para la madera *Cedrelinga cateniformis* son; Compresión paralela a la fibras 122 Kg/Cm², compresión perpendicular a la fibra 35 Kg/Cm², tracción paralela a la fibra 158 Kg/Cm², flexión estática 145 Kg/Cm², corte paralelo 23 Kg/Cm² y de la madera *Inga sp.* son: Compresión paralela a la fibras 225 Kg/Cm², compresión perpendicular a la fibra 48 Kg/Cm², tracción paralela a la fibra 305 Kg/Cm², flexión estática 272 Kg/Cm², corte paralelo 31 Kg/Cm²
- La madera *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.* pertenecen al grupo estructural “C” y “B” respectivamente, según el RNE (NORMA E-010).
- Realizado el procedimiento de cálculo, análisis y diseño estructural con las propiedades físico-mecánicas obtenidas de las especies maderables ensayadas para una armadura, se obtuvo escuadrillas menores en la especie *Inga sp.* que en la especie *Cedrelinga cateniformis*.
- La respuesta mecánica ante esfuerzos externos sometidos en una armadura de la madera *Inga sp.* es superior a la de la madera *Cedrelinga cateniformis*.

VIII. RECOMENDACIONES

- Para facilidad de proceso constructivo de la armadura se recomienda uniformizar las bases de las secciones de los elementos para así poder ser ensamblados perfectamente en las uniones con la finalidad de impedir posibles separaciones originadas por fuerzas externas.
- Se recomienda el uso de la madera *Inga sp.* como alternativa en la construcción de elementos estructurales; que soporten cargas moderadamente altas ya que presenta características estructurales óptimas para su uso como madera estructural, por consiguiente fomentar el cultivo de esta especie.
- El presente trabajo de investigación es solamente el inicio de un estudio que debe ampliarse, por lo tanto se recomienda continuar con investigaciones relativas a las propiedades físico-mecánicas de especies maderables poco conocidas en nuestra región, para así poder contar con una gran variedad de madera que puedan ser aprovechados en la industria de la construcción y sobre todo para promover el uso de nuestras maderas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

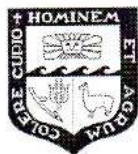
- Reglamento Nacional de edificaciones. (2012). Norma E.010 Madera. Lima: Megabyte.
- Bazán Montoya, F. L. (2010). Alteración de las propiedades físico-mecánicas de la madera tipo pinus radiata, luego de ser sometida a tratamiento de preservación. *Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería*. Cajamarca, Perú.
- Espinoza Ramos, E. (2012). *Análisis matemático I(Para estudiantes de Ciencias e Ingeniería)*. Lima: Edukperu.
- Fritz Durán, A., Berdichewsky Aranda, K., & Corporacion Chilena de la Madera. (2004). *Manual: La construcción de viviendas en maderas*. Santiago de Chile: CORMA.
- Gere, J. M., & Timoshenko, S. P. (1986). *Mecánica de materiales*. Mexico: Iberoamérica.
- INDECOPI. (2012). Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias. Normas Técnicas Peruanas. Lima, Perú.
- Kollman, F. F. P.; Cote, Jr. (1968). *Principles of Wood Science and Technology*. New York: Springer Verlag Inc. Vol I. Solid Wood 1° Edición.
- Mamlouk, M. s., & Zaniewski, J. P. (2012). *Materiales para ingeniería civil*. Barcelona: Person.
- PADT REFORT:, JUNTA DE ACUERDO DE CARTAGENA. (1984). *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. Colombia: Carvajal S.A, 4ta edición.
- Parker, H. (1991). *Diseño simplificado de armaduras de techo para arquitectos y constructores*. México: Limusa.
- Recalde Vásquez, F. R. (2015). *Diseño de elementos estructurales utilizando madera laminada*. QUITO.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2012). Norma E.020 Cargas. Lima, Perú: Megabyte.
- Requelme Terrones, O. (2008). Obtenido de Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera aliso *Alnus acuminata* H.B.K. procedente de la Provincia de San Miguel Cajamarca [Tesis]: <http://apps.unc.edu.pe/biblioteca/Lector/BuscarTesis.aspx>
- Robles Fernández, F., Echenique, & Manrique, R. (1983). *Estructuras de Madera*. México: Limusa.

Santiago Hernández, L. (2005). Diseño de Armaduras para Techo. *Tesis profesional. Que como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo, México.*

Vargas Arangua, R. A. (2003). *Diseño y ensayo de uniones para cerchas de madera.* Valdivia.

X. ANEXOS

Anexo 1: Resumen de propiedades Físicas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Industrias Forestales



RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LAS ESPECIES MADERABLES *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

PROPIEDAD	VALOR		UNIDAD
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Contenido de Humedad	72.861	75.484	%
DENSIDAD			
Densidad Saturada	0.898	1.199	Gr/ cm ³
Densidad Verde	0.858	1.186	Gr/ cm ³
Densidad Anhidra	0.546	0.792	Gr/ cm ³
Densidad Básica	0.491	0.674	Gr/ cm ³
CONTRACCIÓN			
Contracción Tangencial Total	6.685	10.654	%
Contracción Radial Total	3.959	6.098	%
Contracción Longitudinal Total	0.476	0.171	%
Contracción Volumétrica Total	11.119	16.923	%


Ing. Moisés Acevedo Mallque
Lab. De Tecnología de la Madera

Anexo 2: Resumen de propiedades Mecánicas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Industrias Forestales



PROPIEDADES MECÁNICAS			
PROPIEDAD	VALOR		UNIDAD
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	
COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA			
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	80762.737	162467.551	Kg/Cm2
Esfuerzo Promedio de Rotura.	243.260	450.702	Kg/Cm2
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	190.829	370.658	Kg/Cm2
COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA			
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	55.776	76.749	Kg/Cm2
TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA			
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	67282.338	150735.162	Kg/Cm2
Esfuerzo Promedio de Rotura.	505.485	967.381	Kg/Cm2
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	464.519	961.232	Kg/Cm2
FLEXIÓN ESTÁTICA			
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	74395.017	143023.525	Kg/Cm2
Esfuerzo Promedio de Rotura.	462.633	868.532	Kg/Cm2
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	296.853	575.672	Kg/Cm2
CORTE PARALELO A LA FIBRA			
Esfuerzo Promedio de corte.	91.793	122.367	Kg/Cm2
DUREZA			
Dureza promedio, lados.	433.589	780.496	Kg
Dureza promedio, extremos.	401.338	671.573	Kg

Ing. Moisés Acevedo Mallque
Lab. de Tecnología de la Madera

Anexo 3: Valores para diseño estructural de la madera tipo *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

PROP.	ACCIÓN EN CONJUNTO DE ELEMENTOS		ACCIÓN INDIVIDUAL DE ELEMENTOS	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Inga sp.</i>
MOE	74395.017	143023.525	57329.000	119561.000
fc //	122	225	80	199
fc ⊥	35	48	26	39
ft	158	305	96	253
fm	145	272	102	233
fy	23	31	17	23
D.B.	0.491	0.674	0.491	0.674
W %	72.861	75.484	72.861	75.484

Anexo 4: Ficha de campo para la identificación botánica.

DATOS DE CAMPO – EL ARBOL

1.1 IDENTIFICACIÓN

Fecha de la selección..... N° del árbol

Nombre común.....

Identificada por.....

Fecha de toma de las muestras botánicas

Hojas

Ramitas

Corteza

Flores

Frutas

Otros detalles

1.2 Ubicación

Distrito Zona.....

Referencia del mapa..... Carretera.....

Registrada en croquis..... Pueblo más cercano

Otros detalles

.....

1.3 DESCRPCIÓN

Clase: Dominante

Intermedia

D.A.P.....cm

Altura totalm

Altura comercialm

Copa y follaje: Grande

Mediana

Pequeña

Tipo del bosque:.....

Forma del tronco:

Aletones

Recto

Torcido

Cilíndrico

Excéntrico

Tipo de corteza:

Color.....

Superficie

Firma del responsable:

Anexo 6: Constancia de determinación botánica Del Departamento de Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo .203 /244, APDO. 12 – 056 LA MOLINA LIMA PERU



CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de los alumnos **James Bacalla Chávez** y **Mario Yecferson Días Vela**, estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - Amazonas, se proporciona la identidad de los especímenes indicados.

La información facilitada por los solicitantes sobre las muestras es la siguiente:

Lugar de Colección : Comunidad Nativa Monterrico.
Distrito : Santa María de Nieva
Departamento : Amazonas
Colector : James Bacalla , Mario Días V.

Nº COL	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
01-JB	<i>Inga sp.</i>	LEGUMINOSAE
02-JB	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	LEGUMINOSAE



Determinado por:

Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.
Profesor Principal Dpto. Manejo Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología
y Herbario Forestal UNALM (MOL)

La Molina, 12 de diciembre de 2016

Anexo 7: Constancia de realización de ensayos experimentales Del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Industrias Forestales



CONSTANCIA

El que suscribe, Director del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina que suscribe, hace constar que:

Que los señores **James Bacalla Chávez** y **Mario Yeferson Díaz Vela**, Bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; han realizado los ensayos experimentales conforme a su proyecto de tesis titulado "**CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LAS ESPECIES MADERABLES Cedrelinga cateniformis e Inga sp. PARA ARMADURAS EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS-2016**", en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Agraria - La Molina, durante el período del 14 de noviembre al 29 de diciembre del 2016.

Se expide el presente documento a solicitud de los interesados para los fines que crean conveniente.

La Molina, 30 de mayo del 2017

Ing. Héctor Enrique Gonzales Mura **Ph.D.**
Director
Dpto. Académico de Industrias Forestales



Anexo 8: Formato para Contenido de Humedad diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NOMBRE COMUN:	N° DE XILOTECA:
NOMBRE CIENTIFICO:	N° DE ARBOL:
FAMILIA:	PROCEDENCIA:
PROYECTO: NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 010	EJECUTOR:
	FECHA:

MUESTRA N°												
	CONTROL N°	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	
01.												
02.												
03.												
04.												
05.												
06.												
07.												
08.												
09.												
10.												
11.												
12.												
13.												
M (%)												

PROMEDIO : M (%) =

MUESTRA N°												
	CONTROL N°	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	PESO (GRS.)	FECHA Y HORA	
01.												
02.												
03.												
04.												
05.												
06.												
07.												
08.												
09.												
10.												
11.												
12.												
13.												
M (%)												

PROMEDIO : M (%) =

Anexo 9: Formato para Densidad diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA.

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:		N° DE XILOTECA:	
NOMBRE CIENTIFICO:		N° DE ARBOL:	
FAMILIA:		PROCEDENCIA:	
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	
PROYECTO:		FECHA:	

MUESTRA N° CONTROL N°	PESO (GRS.)		VOLUMEN (CM3.)		PESO (GRS.)		VOLUMEN (CM3.)		PESO (GRS.)		VOLUMEN (CM3.)	
	SATURADO.											
SECO AL HORNO												
01.												
02.												
03.												
04.												
05.												
06.												
07.												
08.												
09.												
DENSIDAD (G./CM3).												
ANHIDRA (Do)												
BASICA (Db)												

MUESTRA N° CONTROL N°	PESO (GRS.)		VOLUMEN (CM3.)		PESO (GRS.)		VOLUMEN (CM3.)		PESO (GRS.)		VOLUMEN (CM3.)	
	SATURADO.											
SECO AL HORNO												
01.												
02.												
03.												
04.												
05.												
06.												
07.												
08.												
09.												
DENSIDAD (G./CM3).												
ANHIDRA (Do)												
BASICA (Db)												

ENSAYO DE CONTRACCION

NOMBRE COMUN:	N° DE XILOTECA:	N° DE ARBOL:	NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 012.
NOMBRE CIENTIFICO:	PROCEDENCIA:	PROYECTO:	
FAMILIA:	CONDICION : SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/> SATURADA. <input type="checkbox"/>	GRUPO N°:	

MUESTRA N° :

DATOS CONTROL N°.	DIMENSIONES (MM.).		VOLUMEN (CM3).	PESO (GRS.)	M (%)	CONTRACCION β (%).			FECHA Y HORA
	TANGENCIAL.	RADIAL.				TANGEN. βt.	RADIAL βr.	LONGITUD. βl.	
SATURADO.									
SECO AL AIRE / HORNO									
01.									
02.									
03.									
04.									
05.									
06.									
07.									
08.									
09.									
10.									

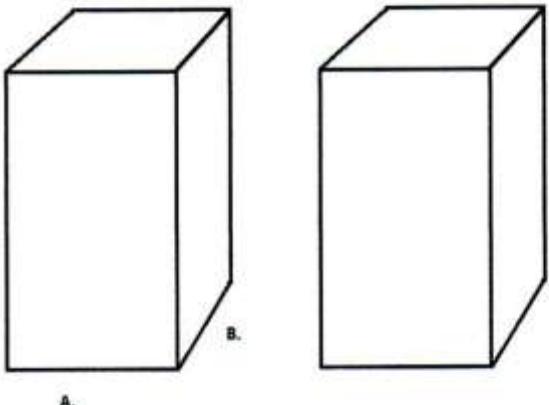
RELACION : $\beta t / \beta r = T / R =$

Anexo 11: Formato para Compresión Paralela a la Fibra diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

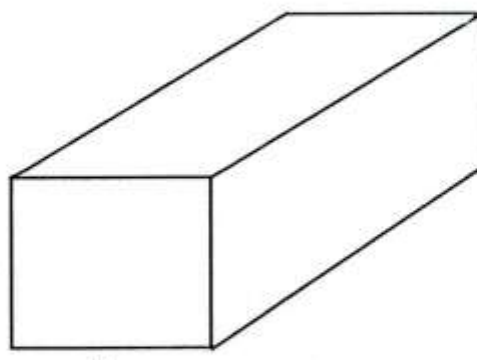
NOMBRE COMUN:		N° DE XILOTECA:		N° DE ARBOL:			
NOMBRE CIENTIFICO:		MUESTRA N°:					
FAMILIA:		PROCEDENCIA:					
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.		CARGA	DEFORMACION	CARGA	DEFORMACION
				(LBS.)	(..... PULG.)	(LBS.)	(..... PULG.)
LUZ:	CMS.	SECA AL AIRE:	<input type="checkbox"/>	1.-		50.-	
P':	LBS.	SATURADA:	<input type="checkbox"/>	2.-		51.-	
P':	LBS.			3.-		52.-	
Y:	CMS.	DURAMEN:	%	4.-		53.-	
				5.-		54.-	
ANCHO (A):	CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		6.-		55.-	
ASPESOR (B):	CMS.	PESO ():	GRS.	7.-		56.-	
		PESO SECO AL HORNO:	GRS.	8.-		57.-	
		VOLUMEN:	CM3.	9.-		58.-	
		CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	10.-		59.-	
				11.-		60.-	
				12.-		61.-	
OBSERVACIONES:				13.-		62.-	
				14.-		63.-	
				15.-		64.-	
				16.-		65.-	
				17.-		66.-	
				18.-		67.-	
				19.-		68.-	
				20.-		69.-	
				21.-		70.-	
				22.-		71.-	
				23.-		72.-	
				24.-		73.-	
				25.-		74.-	
				26.-		75.-	
				27.-		76.-	
				28.-		77.-	
				29.-		78.-	
				30.-		79.-	
		31.-		80.-			
		32.-		81.-			
		33.-		82.-			
		34.-		83.-			
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 014. RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :				35.-		84.-	
				36.-		85.-	
				37.-		86.-	
				38.-		87.-	
				39.-		88.-	
				40.-		89.-	
				41.-		90.-	
				42.-		91.-	
				43.-		92.-	
				44.-		93.-	
INFORMACION GENERAL: PROYECTO :				45.-		94.-	
				46.-		95.-	
				47.-		96.-	
				48.-		97.-	
				49.-		98.-	

Anexo 12: Formato para Compresión Perpendicular a la Fibra diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

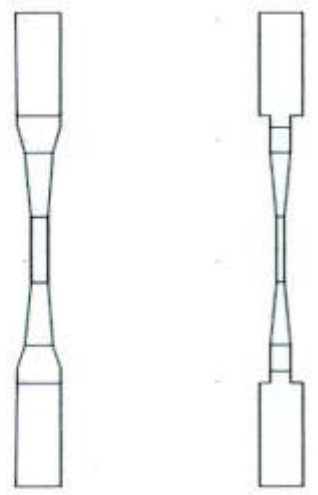
NOMBRE COMUN:		N° DE XILOTECA:		N° DE ARBOL:	
NOMBRE CIENTIFICO:		MUESTRA N°:			
FAMILIA:		PROCEDENCIA:			
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.		CARGA (LBS.)	DEFORMACION (..... PULG.)
SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>		SATURADA <input type="checkbox"/>		1.-	50.-
P: LBS.		DURAMEN : %		2.-	51.-
ANCHO (B) : CMS.		DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		3.-	52.-
ANCHO DE LA PLACA : CMS.		PESO () : GRS.		4.-	53.-
		PESO SECO AL HORNO: GRS.		5.-	54.-
		CONTENIDO DE HUMEDAD: %		6.-	55.-
				7.-	56.-
				8.-	57.-
				9.-	58.-
				10.-	59.-
				11.-	60.-
				12.-	61.-
				13.-	62.-
				14.-	63.-
				15.-	64.-
				16.-	65.-
OBSERVACIONES :				17.-	66.-
				18.-	67.-
				19.-	68.-
				20.-	69.-
				21.-	70.-
				22.-	71.-
				23.-	72.-
				24.-	73.-
				25.-	74.-
				26.-	75.-
<p>NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 016.</p> <p><u>RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)</u></p> <p>ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.) :</p>				27.-	76.-
				28.-	77.-
				29.-	78.-
				30.-	79.-
				31.-	80.-
				32.-	81.-
				33.-	82.-
				34.-	83.-
				35.-	84.-
				36.-	85.-
<p><u>INFORMACION GENERAL:</u></p> <p>PROYECTO :</p> <p>EJECUTOR :</p> <p>FECHA :</p>				37.-	86.-
				38.-	87.-
				39.-	88.-
				40.-	89.-
				41.-	90.-
				42.-	91.-
				43.-	92.-
				44.-	93.-
				45.-	94.-
				46.-	95.-
		47.-	96.-		
		48.-	97.-		
		49.-	98.-		

Anexo 13: Formato para Compresión Tracción Paralela a la Fibra diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE TRACCION PARALELA A LA FIBRA

NOMBRE COMUN:		N° DE XILOTECA:	N° DE ARBOL:
NOMBRE CIENTIFICO:		MUESTRA N°:	
FAMILIA:		PROCEDENCIA:	
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.	CARGA (LBS.)
LUZ: CMS.	SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>		DEFORMACION (..... PULG.)
P: LBS.	SATURADA <input type="checkbox"/>		
P: LBS.	DURAMEN : %		
Y: CMS.			
	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		
	PESO () : GRS.		
ANCHO (A) : CMS.	PESO SECO AL HORNO: GRS.		
	VOLUMEN: CM3.		
ESPESOR (B) : CMS.	CONTENIDO DE HUMEDAD: %		
	DENSIDAD: GR/ CM3.		
		1.-	50.-
		2.-	51.-
OBSERVACIONES :		3.-	52.-
		4.-	53.-
NORMA D143-94		5.-	54.-
		6.-	55.-
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)		7.-	56.-
		8.-	57.-
ESFUERO DE LAS FIBRAS AL LIMITE PROPORCIONAL :		9.-	58.-
		10.-	59.-
MODULO DE RUPTURA :		11.-	60.-
		12.-	61.-
MODULO DE ELASTICIDAD :		13.-	62.-
		14.-	63.-
INFORMACION GENERAL:		15.-	64.-
		16.-	65.-
PROYECTO :		17.-	66.-
		18.-	67.-
EJECUTOR :		19.-	68.-
		20.-	69.-
FECHA :		21.-	70.-
		22.-	71.-
		23.-	72.-
		24.-	73.-
		25.-	74.-
		26.-	75.-
		27.-	76.-
		28.-	77.-
		29.-	78.-
		30.-	79.-
		31.-	80.-
		32.-	81.-
		33.-	82.-
		34.-	83.-
		35.-	84.-
		36.-	85.-
		37.-	86.-
		38.-	87.-
		39.-	88.-
		40.-	89.-
		41.-	90.-
		42.-	91.-
		43.-	92.-
		44.-	93.-
		45.-	94.-
		46.-	95.-
		47.-	96.-
		48.-	97.-
		49.-	98.-

Anexo 14: Formato para Flexión Estática diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

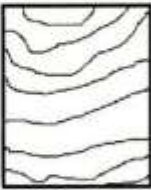

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE FLEXION ESTATICA

NOMBRE COMUN:		N° DE XILOTECA:	N° DE ARBOL:				
NOMBRE CIENTIFICO:		MUESTRA N°:					
FAMILIA:		PROCEDENCIA:					
DATOS PARA EL CENTRO DE COMPUTO.		CONDICION.		CARGA	DEFORMACION	CARGA	DEFORMACION
				(LBS.)	(..... PULG.)	(LBS.)	(..... PULG.)
LUZ:	CMS.	SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/>	1.-	50.-			
P:	LBS.	SATURADA <input type="checkbox"/>	2.-	51.-			
P:	LBS.	DURAMEN :	3.-	52.-			
Y:	CMS.		4.-	53.-			
		DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD.		5.-	54.-		
		PESO () :	6.-	55.-			
		PESO SECO AL HORNO:	7.-	56.-			
ANCHO (A) :	CMS.	VOLUMEN:	8.-	57.-			
		CONTENIDO DE HUMEDAD:	9.-	58.-			
ESPESOR (B) :	CMS.	DENSIDAD:	10.-	59.-			
			11.-	60.-			
			12.-	61.-			
			13.-	62.-			
			14.-	63.-			
			15.-	64.-			
			16.-	65.-			
			17.-	66.-			
			18.-	67.-			
			19.-	68.-			
			20.-	69.-			
			21.-	70.-			
			22.-	71.-			
			23.-	72.-			
			24.-	73.-			
			25.-	74.-			
			26.-	75.-			
			27.-	76.-			
			28.-	77.-			
			29.-	78.-			
			30.-	79.-			
			31.-	80.-			
			32.-	81.-			
			33.-	82.-			
			34.-	83.-			
			35.-	84.-			
			36.-	85.-			
			37.-	86.-			
			38.-	87.-			
			39.-	88.-			
			40.-	89.-			
			41.-	90.-			
			42.-	91.-			
			43.-	92.-			
			44.-	93.-			
			45.-	94.-			
			46.-	95.-			
			47.-	96.-			
			48.-	97.-			
			49.-	98.-			

ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELA AL GRANO

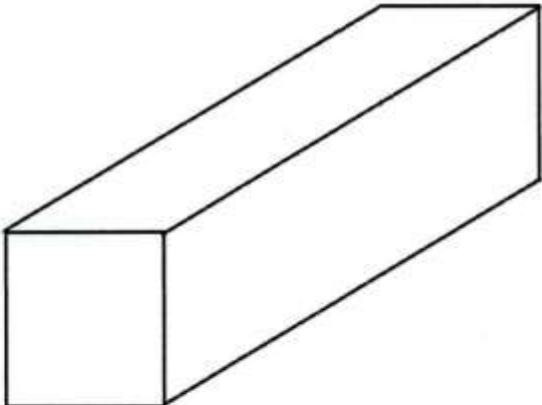
NOMBRE COMÚN: NOMBRE CIENTÍFICO: FAMILIA:		N° DE XILOTECA: N° DE ARBOL: PROCEDENCIA: CONDICION:		NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 013 PROYECTO : EJECUTOR : FECHA:	
ESQUEMAS Y FALLAS.					
TANGENCIAL			RADIAL		
					
DATOS DE COMPLETO.				RESULTADO	
PROBETA N°	ESPESOR (CM).	ANCHO (CM).	CARGA MAX. (P)	PESO INICIAL (GRS).	PSH (GRS).
OBSERVACIONES :				RESISTENCIA CIZALLAMIENTO O (KG/CM2)	
.....				C.H. (%)	
.....				O (KG/CM2)	
.....				O (KG/CM2)	
OBSERVACIONES :				O (KG/CM2)	
.....				O (KG/CM2)	
.....				O (KG/CM2)	
.....				O (KG/CM2)	

Anexo 16: Formato para dureza diseñado por el Laboratorio de Tecnología de la Madera, Departamento Académico de Industrias Forestales, UNALM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DPTO. INDUSTRIAS FORESTALES.
LAB. PROPIEDADES FISICA - MECANICAS DE LA MADERA.

ENSAYO DE DUREZA

<p>NOMBRE COMUN:</p> <p>NOMBRE CIENTIFICO:</p> <p>FAMILIA:</p>	<p>N° DE ARBOL:</p> <p>PROBETA N°:</p> <p>PROCEDENCIA:</p>																																														
<p style="text-align: center;"><u>CONDICION :</u></p> <p>SECA AL AIRE: <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>SATURADA: <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>DURAMEN : %.</p> <p>LARGO : 15 CMS.</p> <p>ESPESOR : 5 CMS.</p> <p>ANCHO : 5 CMS.</p>	<p style="text-align: center;"><u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD :</u></p> <p>PESO (): GRS.</p> <p>PESO SECO AL HORNO: GRS.</p> <p>CONTENIDO DE HUMADAD: %</p> <p style="text-align: center;"><u>OBSERVACIONES</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>																																														
																																															
<p>NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 015.</p> <p>PROYECTO :</p> <p>EJECUTOR :</p> <p>FECHA :</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">LADOS DE SUPERFICIE (LBS.)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">ENSAYO N°</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">EXTREMOS.</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">LADOS.</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">RADIAL.</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">TANGENCIAL.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PROMEDIO.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	LADOS DE SUPERFICIE (LBS.)						ENSAYO N°	EXTREMOS.	LADOS.				RADIAL.		TANGENCIAL.		1						2						3						4						PROMEDIO.					
LADOS DE SUPERFICIE (LBS.)																																															
ENSAYO N°	EXTREMOS.	LADOS.																																													
		RADIAL.		TANGENCIAL.																																											
1																																															
2																																															
3																																															
4																																															
PROMEDIO.																																															

PROMEDIO EN EXTREMOS	: KGS.
PROMEDIOS EN LADOS	: KGS.

Anexo 17: Programa para calculadora "Hp – 50G".

**TRASLACIÓN HORIZONTAL DE ECUACIONES LINEAL- CUADRÁTICA Y LINEAL-
CÚBICA**

```
« {-68. -69. -72. -73. -80. -81. -82. } SF @activar banderas
{-79. -40. -3. -105. } CF @desactiva banderas
{ fCUB fCUAD fLIN } PURGE @borra todas las variables que voy a crear
{Vy1 Vx1 C B Xep F2 F1 f2x c2 b2 a2 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN Yep} PURGE
{Yep Xep F2 F1 f3x d3 c3 b3 a3 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN} PURGE

« "ECUACIÓN 1: LINEAL" {"a=" "coeficiente de X"} {"b=" "constante"} 2. 0.} { }
{20637.3017 -159.4559}

IF INFORM
THEN {a1 b1} STO
END

a1 X * b1 + 'f1x' STO
» 'fLIN' STO @subprograma para la función lineal

« "ECUACIÓN 2: CUADRÁTICA" {"a=" "coeficiente de X^2"} {"b=" "coeficiente
de X"} {"c=" "constante"} } {2. 0.} { } {-8028650.1377 664872.8926 -13081.5513}

IF INFORM
THEN {a2 b2 c2} STO
END

a2 X 2. ^ * b2 X * + c2 + 'f2x' STO
» 'fCUAD' STO @ subprograma para la función cuadrática

« "ECUACIÓN 3: CÚBICA" {"a=" "coeficiente de X^3"} {"b=" "coeficiente de
X^2"} {"c=" "coeficiente de X"} {"d=" "constante"} } {2. 0.} { } {6313.1001 -2342.8402
313.5332 16.5775}

IF INFORM
THEN {a3 b3 c3 d3} STO
END a3 X 3. ^ * b3 X 2. ^ * + c3 X * + d3 + 'f3x' STO
» 'fCUB' STO @subprograma para la función cubica
« CLLCD
```

"QUE FUNCIONES TIENE:

[F1] LINEAL+CUADRATICA

[F2] LINEAL+CUBICA" 1. DISP 0 WAIT • zz

«

CASE zz 11.1 ==

THEN fLIN fCUAD @ejecuta los subprogramas antes creados para el caso que se está eligiendo

« a1 X * 'F1' STO @crea la función lineal desplazada

'a2*X^2.+(a1*b2-2.*b1*a2)/a1*X+(b1^2.*a2-a1*b1*b2+a1^2.*c2)/a1^2.' EVAL 'F2'
STO @crea la función cuadrática desplazada

F2 F1 - X ZEROS SORT 2 GET DUP 'X' STO 'Xep' STO F2 EVAL 'Yep' STO {X }

PURGE @calculo el punto de transición del rango elástico al plástico

'(a1*b2-2.*b1*a2)/a1' EVAL 'B' STO '(b1^2.*a2-a1*b1*b2+a1^2.*c2)/a1^2.'

EVAL 'C' STO B NEG 2. a2 * / 'Vx1' STO

'(4.*a2*C-B^2.)/(4.*a2)' EVAL 'Vy1' STO @ cálculo del vértice o punto de rotura

@PRESENTACION DE RESULTADOS

CLLCD "FUNCION LINEAL DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP

F1 SCROLL @mostrar la función lineal desplazada en la pantalla

CLLCD "FUNCION CUADRÁTICA DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP F2

SCROLL @muestra función cuadrática desplazada en la pantalla.

CLLCD "PUNTO DE TRANSICION EN EL TRAMO ELASTICO Y PLASTICO" 1.
DISP

"x = " Xep + 5. DISP

"y = " Yep + 7. DISP 0. WAIT DROP @ muestra el punto de transición del rango elast-plast.

CLLCD "PUNTO DE ROTURA O COLAPSO DE LA PROBETA" 1. DISP

"x = " Vx1 + 5. DISP

"y = " Vy1 + 7. DISP 0. WAIT DROP

{Vy1 Vx1 C B Xep F2 F1 f2x c2 b2 a2 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN Yep} PURGE

» EVAL

END @ejecuta la función lineal y cuadrática

zz 12.1 ==

THEN fLIN fCUB

« a1 X * 'F1' STO @CREA LA FUNCION LINEAL DESPLAZADA

'a3*X^3.+(b3-3.*a3*b1/a1)*X^2.+(3.*b1^2.*a3/a1^2.-
2.*b3*b1/a1+c3)*X+(b3*b1^2./a1^2.-b1^3.*a3/a1^3.-c3*b1/a1+d3)' EVAL

'F2' STO @crea la función cubica desplazada

F2 F1 - X ZEROS 1. GET DUP 'X' STO 'Xep' STO F2 EVAL 'Yep' STO {X}

PURGE @punto de transición del rango elástico al rango plástico

@PRESENTACION DE RESULTADOS

CLLCD "FUNCION LINEAL DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP F1 SCROLL
@muestro la función lineal desplazada

CLLCD "FUNCIÓN CÚBICA DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP F2 SCROLL
@muestra la función cubica desplazada

CLLCD "PUNTO DE TRANSICIÓN EN EL TRAMO ELÁSTICO Y PLÁSTICO" 1.
DISP

"x = " Xep + 5. DISP

"y = " Yep + 7. DISP 0. WAIT DROP @muestro el punto de transición del rango elast-
plast.

{ Yep Xep F2 F1 f3x d3 c3 b3 a3 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN} PURGE

» EVAL

END

END

»

» EVAL

»

Anexo 18: Cargas admisibles para las uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento.

CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNADAS DOBLE CIZALLAMIENTO "N" (KG)							
d	d	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
CM	PLG	P	Q	P	Q	P	Q
Espesor de la pieza central = 2,0 cm.							
0,63	1/4	1912 (195)	863 (88)	1285 (131)	569 (58)	735 (75)	33 (34)
0,95	3/8	2913 (297)	990 (101)	1922 (196)	657 (67)	1108 (113)	382 (39)
1,27	1/2	3883 (396)	1147 (117)	2560 (261)	765 (78)	1441 (151)	441 (45)
1,59	5/8	4854 (495)	1294 (132)	3197 (326)	863 (88)	1844 (188)	500 (51)
Espesor de la pieza central = 3,0 cm.							
0,63	1/4	2246 (229)	1216 (124)	1755 (179)	863 (88)	1108 (113)	500 (51)
0,95	3/8	4295 (438)	1491 (152)	2883 (294)	990 (101)	1657 (169)	579 (59)
1,27	1/2	5825 (594)	1726 (176)	3844 (392)	1147 (117)	2216 (226)	667 (68)
1,59	5/8	7286 (743)	1942 (198)	4795 (489)	1294 (132)	2765 (282)	755 (77)
Espesor de la pieza central = 4,0 cm.							
0,63	1/4	2511 (256)	1412 (144)	1961 (200)	1118 (114)	1255 (128)	667 (68)
0,95	3/8	4815 (491)	1971 (201)	3785 (386)	1314 (134)	2216 (226)	765 (78)
1,27	1/2	7639 (779)	2295 (234)	5119 (522)	1530 (156)	2952 (301)	892 (91)
1,59	5/8	9709 (990)	2589 (264)	6404 (653)	1716 (175)	3687 (376)	1000 (102)
1,90	3/4	11650 (1188)	2932 (299)	7679 (783)	1952 (199)	4433 (452)	1138 (116)
Espesor de la pieza central = 5,0 cm.							
0,95	3/8	5256 (536)	2216 (226)	4119 (420)	1648 (168)	2628 (268)	961 (98)
1,27	1/2	8345 (851)	2873 (293)	6404 (653)	1912 (195)	3687 (376)	1118 (114)
1,59	5/8	11935 (1217)	3236 (330)	8002 (816)	2148 (219)	4609 (470)	1255 (128)
1,90	3/4	14563 (1485)	3668 (374)	9601 (979)	2432 (248)	5531 (564)	1422 (145)
Espesor de la pieza central = 6,5 cm.							
0,95	3/8	5825 (594)	2550 (260)	4540 (463)	2020 (206)	2913 (297)	1245 (127)
1,27	1/2	9248 (943)	3383 (345)	7247 (739)	2481 (253)	4619 (471)	1451 (148)
1,59	5/8	13239 (1350)	4197 (428)	10405 (1061)	2795 (285)	5992 (611)	1628 (166)
1,90	3/4	17740 (1809)	4766 (486)	12484 (1273)	3168 (323)	7198 (734)	1844 (188)
Espesor de la pieza central = 8,0 cm.							
0,95	3/8	6325 (645)	2834 (289)	4913 (501)	2305 (235)	3119 (318)	1530 (156)
1,27	1/2	10042 (1024)	3776 (385)	7836 (799)	2971 (303)	5011 (511)	1785 (182)
1,59	5/8	14367 (1465)	4717 (481)	11258 (1148)	3442 (351)	7169 (731)	2010 (205)
1,90	3/4	19250 (1963)	5835 (595)	15141 (1544)	3893 (397)	8855 (903)	2275 (232)
Espesor de la pieza central = 9,0 cm.							
0,95	3/8	6629 (676)	3020 (308)	5129 (523)	2481 (253)	3226 (329)	1657 (169)
1,27	1/2	10513 (1072)	4011 (409)	8189 (835)	3197 (326)	5247 (535)	2010 (205)
1,59	5/8	15053 (1535)	5021 (512)	1177 (1200)	3874 (395)	7512 (766)	2256 (230)
1,90	3/4	20172 (2057)	6208 (633)	15828 (1614)	4384 (447)	9964 (1016)	2560 (261)

Anexo 18 (Continuación): Cargas admisibles para las uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento.

CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNADAS DOBLE CIZALLAMIENTO "N" (KG)							
d CM	d PLG	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
		P	Q	P	Q	P	Q
		Espesor de la pieza		central = 10,0 cm.			
0,95	3/8	6904 (704)	3187 (325)	5335 (544)	2648 (270)	3324 (339)	1775 (181)
1,27	1/2	10964 (1118)	4246 (433)	8522 (869)	3413 (348)	5443 (555)	2226 (227)
1,59	5/8	15691 (1600)	5305 (541)	12239 (1248)	4178 (426)	7836 (799)	2511 (256)
1,90	3/4	21025 (2144)	6561 (669)	16465 (1679)	4874 (497)	10493 (1070)	2844 (290)

d = Diámetro del perno

Anexo 19: Espaciamiento mínimo para pernos.

Elementos cargados paralelamente al grano (Fig. 12.17)	A lo largo del grano	Espaciamiento entre pernos	4 d
		Distancia al extremo en tracción	5 d
		Distancia al extremo en compresión	4 d
Perpendicularmente a la dirección del grano	Perpendicularmente a la dirección del grano	Espaciamiento entre líneas de pernos	2 d*
		Distancia a los bordes	2 d
Espaciamiento entre líneas de pernos, s:			
Elementos cargados per- pendicularmen- te al grano (Fig. 12.18)	A lo largo del grano	para $\frac{l}{d} \leq 2$	s = 2.5 d
		para $\frac{l}{d} \geq 6$	s = 5 d
		para $2 \leq \frac{l}{d} \leq 6$	2.5 d ≤ s ≤ 5 d
Perpendicularmente a la dirección del grano	Perpendicularmente a la dirección del grano	Espaciamiento entre pernos	4 d
		Distancia al borde cargado	4 d
		Distancia al borde no cargado	2 d

d = diámetro del perno

(*) Si el espaciamiento entre líneas es mayor de 12.5 cm es recomendable usar elementos laterales separados para cada fila.

Anexo 20: Propiedades de escuadrillas comerciales de madera.

DIMENSIONES		AREA (cm ²)	EJE X		EJE Y		PESO (Kg/m)		
REAL	COMERCIAL		lx	Sx	ly	Sy	GRUPO		
b x h (cm)	b x h (pulg)		(cm ⁴)	(cm ³)	(cm ⁴)	(cm ³)	A	B	C
1.5 x 2	3/4 x 1	3.00	1.00	1.00	0.56	0.75	0.33	0.30	0.27
1.5 x 4	3/4 x 2	6.00	8.00	4.00	1.13	1.50	0.66	0.60	0.54
1.5 x 6.5	3/4 x 3	9.75	34.33	10.56	1.83	2.44	1.07	0.98	0.88
1.5 x 9	3/4 x 4	13.50	91.13	20.25	2.53	3.38	1.49	1.35	1.22
1.5 x 14	3/4 x 6	21.00	343.00	49.00	3.94	5.25	2.31	2.10	1.89
1.5 x 19	3/4 x 8	28.50	857.38	90.25	5.34	7.13	3.14	2.85	2.57
1.5 x 24	3/4 x 10	36.00	1728.00	144.00	6.75	9.00	3.96	3.60	3.24
1.5 x 29	3/4 x 12	43.50	3048.63	210.25	8.16	10.88	4.79	4.35	3.92
2 x 2	1 x 1	4.00	1.33	1.33	1.33	1.33	0.44	0.40	0.36
2 x 4	1 x 2	8.00	10.67	5.33	2.67	2.67	0.88	0.80	0.72
2 x 6.5	1 x 3	13.00	45.77	14.08	4.33	4.33	1.43	1.30	1.17
2 x 9	1 x 4	18.00	121.50	27.00	6.00	6.00	1.98	1.80	1.62
2 x 14	1 x 6	28.00	457.33	65.33	9.33	9.33	3.08	2.80	2.52
2 x 19	1 x 8	38.00	1143.17	120.33	12.67	12.67	4.18	3.80	3.42
2 x 24	1 x 10	48.00	2304.00	192.00	16.00	16.00	5.28	4.80	4.32
2 x 29	1 x 12	58.00	4064.83	280.33	19.33	19.33	6.38	5.80	5.22
3 x 2	1 1/2 x 1 1/2	6.00	2.00	2.00	4.50	3.00	0.66	0.60	0.54
3 x 4	1 1/2 x 2	12.00	16.00	8.00	9.00	6.00	1.32	1.20	1.08
3 x 6.5	1 1/2 x 3	19.50	68.66	21.13	14.63	9.75	2.15	1.95	1.76
3 x 9	1 1/2 x 4	27.00	182.25	40.50	20.25	13.50	2.97	2.70	2.43
3 x 14	1 1/2 x 6	42.00	686.00	98.00	31.50	21.00	4.62	4.20	3.78
3 x 19	1 1/2 x 8	57.00	1714.75	180.50	42.75	28.50	6.27	5.70	5.13
3 x 24	1 1/2 x 10	72.00	3456.00	288.00	54.00	36.00	7.92	7.20	6.48
3 x 29	1 1/2 x 12	87.00	6097.25	420.50	65.25	43.50	9.57	8.70	7.83
4 x 4	2 x 2	16.00	21.33	10.67	21.33	10.67	1.76	1.60	1.44
4 x 6.5	2 x 3	26.00	91.54	28.17	34.67	17.33	2.86	2.60	2.34
4 x 9	2 x 4	36.00	243.00	54.00	48.00	24.00	3.96	3.60	3.24
4 x 14	2 x 6	56.00	914.67	130.67	74.67	37.33	6.16	5.60	5.04
4 x 17	2 x 7	68.00	1637.67	192.67	90.67	45.33	7.48	6.80	6.12
4 x 19	2 x 8	76.00	2286.33	240.67	101.33	50.67	8.36	7.60	6.84
4 x 24	2 x 10	96.00	4608.00	384.00	128.00	64.00	10.56	9.60	8.64
4 x 29	2 x 12	116.00	8129.67	560.67	154.67	77.33	12.76	11.60	10.44
5 x 4	2 1/2 x 2 1/2	20.00	26.67	13.33	41.67	16.67	2.20	2.00	1.80
5 x 6.5	2 1/2 x 3	32.50	114.43	35.21	67.71	27.08	3.58	3.25	2.93
5 x 9	2 1/2 x 4	45.00	303.75	67.50	93.75	37.50	4.95	4.50	4.05
5 x 14	2 1/2 x 6	70.00	1143.33	163.33	145.83	58.33	7.70	7.00	6.30
5 x 17	2 1/2 x 7	85.00	2047.08	240.83	177.08	70.83	9.35	8.50	7.65
5 x 19	2 1/2 x 8	95.00	2857.92	300.83	197.92	79.17	10.45	9.50	8.55
5 x 24	2 1/2 x 10	120.00	5760.00	480.00	250.00	100.00	13.20	12.00	10.80
5 x 29	2 1/2 x 12	145.00	10162.08	700.83	302.08	120.83	15.95	14.50	13.05
6.5 x 6.5	3 x 3	42.25	148.76	45.77	148.76	45.77	4.65	4.23	3.80
6.5 x 9	3 x 4	58.50	394.88	87.75	205.97	63.38	6.44	5.85	5.27
6.5 x 14	3 x 6	91.00	1486.33	212.33	320.40	98.58	10.01	9.10	8.19
6.5 x 17	3 x 7	110.50	2661.21	313.08	389.05	119.71	12.16	11.05	9.95
6.5 x 19	3 x 8	123.50	3715.29	391.08	434.82	133.79	13.59	12.35	11.12
6.5 x 24	3 x 10	156.00	7488.00	624.00	549.25	169.00	17.16	15.60	14.04
6.5 x 29	3 x 12	188.50	13210.71	911.08	663.68	204.21	20.74	18.85	16.97
9 x 9	4 x 4	81.00	546.75	121.50	546.75	121.50	8.91	8.10	7.29
9 x 14	4 x 6	126.00	2058.00	294.00	850.50	189.00	13.86	12.60	11.34
9 x 17	4 x 7	153.00	3684.75	433.50	1032.75	229.50	16.83	15.30	13.77
9 x 19	4 x 8	171.00	5144.25	541.50	1154.25	256.50	18.81	17.10	15.39
9 x 24	4 x 10	216.00	10368.00	864.00	1458.00	324.00	23.76	21.60	19.44
9 x 29	4 x 12	261.00	18291.75	1261.50	1761.75	391.50	28.71	26.10	23.49
14 x 14	6 x 6	196.00	3201.33	457.33	3201.33	457.33	21.56	19.60	17.64
14 x 17	6 x 7	238.00	5731.83	674.33	3887.33	555.33	26.18	23.80	21.42
14 x 19	6 x 8	266.00	8002.17	842.33	4344.67	620.67	29.26	26.60	23.94
14 x 24	6 x 10	336.00	16128.00	1344.00	5488.00	784.00	36.96	33.60	30.24
14 x 29	6 x 12	406.00	28453.83	1962.33	6631.33	947.33	44.66	40.60	36.54
19 x 19	8 x 8	361.00	10860.08	1143.17	10860.08	1143.17	39.71	36.10	32.49
19 x 24	8 x 10	456.00	21888.00	1824.00	13718.00	1444.00	50.16	45.60	41.04
19 x 29	8 x 12	551.00	38615.92	2663.17	16575.92	1744.83	60.61	55.10	49.59
24 x 24	10 x 10	576.00	27648.00	2304.00	27648.00	2304.00	63.36	57.60	51.84
24 x 29	10 x 12	696.00	48778.00	3364.00	33408.00	2784.00	76.56	69.60	62.64
29 x 29	12 x 12	841.00	58940.08	4064.83	58940.08	4064.83	92.51	84.10	75.69

Anexo 21: Panel fotográfico



Exploración del Bosque caserío Santa Fe



Bosque Parcela Santo domingo



Selección de árbol (*Inga sp*) N° 01.



Selección de árbol (*Inga sp*) N° 02.



Selección de árbol (*Cedrelinga Cateniformis*) N° 01 y toma de coordenada.



Selección de árbol (*Cedrelinga Cateniformis*) N° 02.



Recolección muestras con tijeras Podadoras (*Cedrelinga Cateniformis*).



Recolección muestras con tijeras podadoras y arnés (*Inga sp.*).



Selección de muestras de Hojas.



Selección de muestras de Hojas para identificación botánica.



Muestras de Hojas para Prensa Botánica (*Cedrelinga Cateniformis*).



Muestras de Hojas para prensa botánica (*Cedrelinga Cateniformis*).



Muestras de Hojas para Herbario (*Inga sp.*).



Hojas para Identificación Botánica y Almacenamiento en Herbario UNALM (*Inga sp.*).



Muestras de Hojas para Herbario (*Cedrelinga Cateniformis*).



Hojas para Identificación Botánica y Almacenamiento en Herbario UNALM (*Cedrelinga Cateniformis*).



Talado de Árboles (*Cedrelinga Cateniformis*).



Talado de Árboles (*Inga sp.*).



Talado de Árboles (*Cedrelinga Cateniformis*).



Talado de Árboles (*Inga sp.*).



Talado de Árboles (*Cedrelinga Cateniformis*)..



Talado de Árboles (*Inga sp.*).



Derrame de Árboles (*Cedrelinga Cateniformis*).



Derrame de Árboles (*Inga sp.*).



Toma de datos y Trazado de Troza
(*Cedrelinga Cateniformis*).



Toma de datos del árbol (*Inga sp*).



Corte de la Troza de L=2.60 (*Cedrelinga Cateniformis*).



Toma de datos y trazado de la Troza de
(*Inga sp*).



Troza de L=2.60 (*Cedrelinga Cateniformis*).



Troza de L=2.60 (*Inga sp*).



Toma de datos de la Troza (*Cedrelinga Cateniformis*).



Toma de datos de la Troza (*Inga sp.*).



Aserrado de la Troza (*Cedrelinga Cateniformis*).



Aserrado de la Troza (*Inga sp.*).



Aserrado de las viguetas (*Cedrelinga Cateniformis*).



Trazado de las Viguetas (*Inga sp.*).



Acondicionamiento de Viguetas para su Transporte (*Cedrelinga Cateniformis*).



Acondicionamiento de Viguetas para su Transporte (*Inga sp*).



Viguetas para Transporte a Taller de Carpintería.



Cepillado de las viguetas en Taller de carpintería.



Acondicionamiento de las viguetas en sus dimensiones reales.



Habilitación y Codificación de Probetas (Contenido de Humedad).



Habilitación y Codificación de Probetas (Densidad).



Habilitación y Codificación de Probetas (Contracción).



Habilitación y Codificación de Probetas de *Inga sp.* (Compresión Paralela a la Fibra).



Habilitación y Codificación de Probetas de *Cedrelinga cateniformis* (Compresión Paralela a la Fibra).



Habilitación y codificación de probetas para Ensayos de carácter Mecánico listos para ser embalados con cinta Plástica.



Maquina universal del Laboratorio de Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales UNALM.



Estufa Electrica



Sierra ingletadora deslizante.



Balanza Electrónica



Desecadores



Reloj Deflectometro (μm).



Reloj Deflectometro (Pulg).



Micrómetros



Pinzas



Lupas



Vernier



Colocación de Deflectometro a la Prob. Comp. Par. Fibra.



Ensayo Compresión Paralela a la Fibra.



Falla Típica en Compresión Paralela a la Fibra.



Falla Típica en Cara Tangencial Compresión Paralela a la Fibra.



Falla Típica en la Cara Radial en Compresión Paralela a la Fibra.



Toma de Datos Falla en Compresión Paralela a la Fibra.



Ensayo Compresión Perpendicular a la Fibra.



Falla Compresión Perpendicular a la Fibra.



Probetas Después del Ensayo Comp. Perp. Fibra



Probetas Después del Ensayo Comp. Perp. Fibra



Control en Ensayo Comp. Perp. Fibra



Probetas: Tracción Paralela a la Fibra.



Acomodo de Probeta en Maquina Universal.



Ensayo Tracción Paralela a la Fibra.



Ensayo Tracción Paralela a la Fibra.



Falla en Tracción Paralela a la Fibra.



Fallas en Tracción Paralela a la Fibra.



Ensayo de Flexión Estática



Ensayo de Flexión Estática



Prob. Flexión Estática Volumen (para C.H. y D.B.)



Prob. Flexión Estática Pesos (para C.H. y D.B.)



Prob. Flexión Estática Toma de Datos Pesos (para C.H. y D.B.)



Prob. Flexión Estática Toma en esta Anhidro.



Medidas de Prob. Corte Par. Fibra.



Medidas de Prob. Corte Par. Fibra.



Previo al Ensayo Corte Par. Fibra.



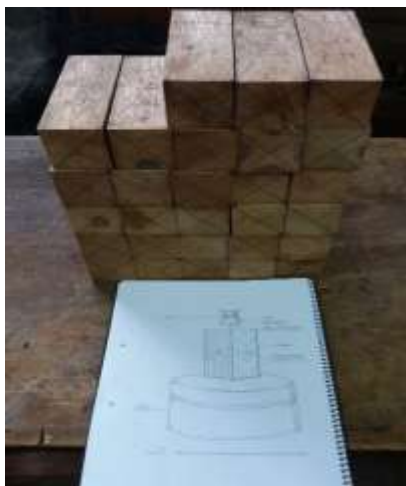
Ensayo Corte Paralelo a la Fibra.



Falla en Ensayo Corte Paralelo a la Fibra.



Falla en Ensayo Corte Paralelo a la Fibra



Probetas para ensayos de Dureza



Maquina Universal con Accesorio para el ensayo de Dureza.



Acomodo de Probetas Dureza



Control de Probetas en Ensayo de Dureza.



Ensayo Dureza.



Probetas después del Ensayo de Dureza.



Determinación de Volumen Para Ensayos Físicos



Determinación de Volumen Para Probetas de Ensayos mecánicos (Corte Probetas de 2cm).



Proceso de enfriamiento en Desecadora De Probetas



Proceso de Secado al Horno Para obtener Probetas en estado Anhidro.



Probetas En estado Anhidro de Ensayo Físicos Previo a su pesado correspondiente.



Probetas En estado Anhidro de Ensayo Físicos.

Anexo 22: Plano en planta y detalles de las armaduras de las especies maderables
Cedrelinga cateniformis e *Inga sp.*