UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

INCORPORACIÓN DE LA ESPECIE MADERABLE QUINILLA COLORADA (*Manilkara bidentada*) PARA USO ESTRUCTURAL

"TESIS"

Para optar el titulo de ingeniero civil:

CAMACHO CASTILLO, SIXTO.

LIMA-PERU 2004

Digitalizado por:
Consorcio Digital del Conocimiento MebLatam, Hemisferio y Dalse

El presente trabajo de tesis esta dedicado a:

A la Sra. Agustina Castillo Moreno, mi mamá por que de la alto me acompaña e ilumina cada día a día.

A mis hermanos: Irene, Julio, José, Ysmael, Tomas y Gregoria por apoyarme durante todo el tiempo de mi carrera universitaria.

A mis tíos y cuñadas por sus concejos y apoyo moral.

A la Srta. Edith A., mi compañera, por su apoyo y ayuda incondicional.

Al ing. Isabel Moromi y Dr. Hugo Scaletti por asesorarme y apoyarme en la elaboración de la presente tesis.

A cada uno de los señores técnicos del LEM que colaboraron en los ensayos.

A mis amigos y compañeros de la universidad.

A dios por permitirme llegar al término de la carrera que tanto anhelé.

RECONOCIMIENTO

El presente trabajo de tesis "INCORPORACION DE LA ESPECIE MADERABLE QUINILLA COLORADA (*Manilkara bidentada*) PARA USO ESTRUCTURAL" forma parte del proyecto "INCORPORACIÓN DE SEIS ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION", firmado en el marco suscrito entre el SENCICO y La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) a través del Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC).

Este estudio fue posible gracias al apoyo financiero del SENCICO a través del Departamento de Normalización a cargo del Ing. Carmen Kuroiwa e Ing. Gabriela Esparza.

El material para los ensayos fue donado por la empresa de CIMPEVISAC (COMPLEJO INDUSTRIAL MADERERO PEZO VILLACORTA) en la ciudad de Pucallpa, a cargo de sus dueños el señor Mario Pezo y su esposa la señora Nilda Villacorta.

La colección de las muestras en la ciudad de Pucallpa se realizó con la participación del Ing. Raúl Parraga por parte del SENCICO.

Los ensayos de vigas y probetas se realizaron en el LEM de la UNI con la participación del Ing. Isabel Moromi N. encargada de la supervisión de los ensayos y el Dr. Hugo Scaletti F. encargado de supervisar el procesamiento de los resultados.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....1

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PARA USO ESTRUCTURAL

1.1 El recurso forestal en el Perú.....3
1.2 La madera como material de construcción.....8
1.3 Maderas mas comunes en el Perú.....12

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESPECIE QUINILLA COLORADA.

2.1 Procedencia.....14
2.2 Descripción del árbol en pie.....14
2.3 Caracteres macroscópicas de la madera.....16
2.4 Características organolépticas.....16
2.5 Volumen de quinilla colorada en los inventarios forestales.....17
2.6 Información tecnológica disponible.....18
2.7 Costos de la madera Quinilla Colorada y su comparación con otras especies.....19

CAPITULO III: NORMAS Y METODOS DE ENSAYO DE LA MADERA ASERRADA PARA USO ESTRUCTURAL.

3.1 Colección de muestras.....22
3.2 Regla de clasificación Visual.....22
3.3 Contenido de humedad.....23
3.4 Densidad básica.....23
3.5 Ensayo de flexión estática en probetas.....23
3.6 Ensayo de flexión en vigas a escala natural.....24

CAPITULO IV: ENSAYOS FISICO-MECANICOS SEGÚN NORMAS

4.1 Propiedades físicas.....25
4.1.1 Contenido de humedad.....25
4.1.2 Densidad básica.....32
4.2 Propiedades mecánicas.....36
4.2.1 Flexión en probetas (5x5x75).....36
4.3 Comparación de sus propiedades tecnológicas con otras especies.....49

CAPITULO V : ELEMENTOS A ESCALA NATURAL

5.1 Ensayo de vigas a escala natural.....53
5.2 Comparación con probetas pequeñas 68

CAPITULO VI: PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

6.1 Comparación de resultados con otras especies del mismo grupo.....70
6.2 Determinación de la resistencia y modulo de elasticidad.....74
6.3 Agrupamiento de la Quinilla Colorada según la Norma E-101.....76

CONCLUSIONES Y RECOMENDADCIONES.....81

ANEXOS.....84
A. Registro fotográfico.....85
B. Registro de ensayos.....99
C. Normas de ensayos.....181

BIBLIOGRAFÍA 204

INTRODUCCIÓN

Del total de bosques que dispone el Perú, 67 millones de hectáreas representa bosque tropicales (52.8% del territorio nacional) y sin embargo no se le ha dado la importancia debida, mas aún, que este gran potencial forestal puede ayudar y contribuir al desarrollo socioeconómico del país. De manera que se debe tratar de utilizar nuestro recurso renovable mas abundante, para incorporarlo a la actividad productiva; de modo que pueda contribuir, además, a la solución del problema habitacional.

En nuestro país él uso de la madera es muy restringido, por falta de conocimientos técnicos, apoyo científico, normatividad y además el desconocimiento del material por parte de los usuarios.

Hace algunos años la JUNAC (Junta del Acuerdo de Cartagena), realizó estudios para la utilización de la madera tropical en la región andina en diversas aplicaciones, una de ellas fue la construcción, para lo cual se estudiaron en aquella oportunidad 20 especies peruanas, de las cuales sólo 9 especies fueron estudiados para uso estructural agrupadas en tres grupos (A, B y C).

En el afán de seguir investigando y contribuir en el desarrollo de la industria de la madera en el Perú se desarrolla el presente trabajo de tesis, el cual forma parte del proyecto "INCORPORACIÓN DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCIÓN", que se realiza en el marco del convenio suscrito entre SENCICO y la UNI a través del Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil. De esta manera el presente trabajo de tesis se ha agrupado en 6 capítulos claramente desarrollados:

El primer capitulo trata sobre generalidades de la madera como material de construcción para uso estructural. Se da un enfoque general del recurso forestal en el Perú. El uso de la madera en el construcción y los grupos estructurales definidos para su uso en la construcción.

El capitulo dos trata sobre la descripción general del la especie quinilla colorada. Se da un enfoque de la especien en estudio como procedencia, descripción del leño, características macroscópicas y organolépticas para su reconocimiento. Se incluye también inventarios forestales de la especie en estudio.

El capitulo tres trata sobre las normas y métodos de ensayo de la madera aserrada para uso estructural. Se da una descripción de cada uno de las normas utilizadas en los diferentes ensayos físicos y mecánicos para lograr nuestro objetivo trazado de asignarle un grupo a la especie Quinilla Colorada en estudio.
El capitulo cuatro se refiere a los ensayos físico-mecánicos según normas. Se determinan las propiedades físicas como contenido de humedad de ensayo y densidad básica en probetas y vigas a escala natural. Se incluye también las propiedades de flexión estática en probetas, como también la comparación de dichos resultados con otras especies.

El capitulo cinco contiene información de los elementos a escala natural. Se realizan los ensayo de vigas a escala natural determinándose valores de rigidez y resistencia. Se incluye también comparación de resultados obtenidos de probetas y vigas a escala natural ensayadas.

El capitulo seis trata sobre el procesamiento y análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio. Se determina la resistencia y módulos de elasticidad mínimos y promedios, como también el esfuerzo admisible. Se realiza el agrupamiento de la Quinilla colorada según la NTP E-101. Se incluye también comparación de resultados de probetas con especies del mismo grupo según estudios anteriores realizados. Por ultimo se concluye con anexos de curvas carga vs. deformación para las probetas y vigas a escala natural como también una secuencia de fotografías de los diferentes ensayos realizados.

Espero que el presente trabajo de tesis pueda contribuir al desarrollo de la industria de la madera en especial del uso de la Quinilla Colorada, a si mismo servir de guía para futuros estudios dirigidos a la investigación de las de las maderas peruanas.

CAPITULO I
GENERALIDADES DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PARA USO ESTRUCTURAL

1.1 EL RECURSO FORESTAL EN EL PERU

1.1.1 SITUACION DE LOS BOSQUES TROPICALES EN EL PERU

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación "FAO" actualmente existen en el mundo aproximadamente 4,000 millones de hectáreas de bosques , de las cuales 50% corresponden a bosques tropicales naturales ubicados mayormente en América del Sur, África y Asia. El resto corresponde a los bosques templados, ubicados casi en su totalidad en el norte de Europa incluyendo Rusia, Estados Unidos y Canadá.

Sólo la mitad de los Bosques Tropicales son accesibles , es decir aproximadamente 1,000 millones de hectáreas. En América latina es Brasil el país que cuenta con la mayor extensión de bosques naturales aprovechables con un total de 300 millones de hectáreas luego le sigue Perú, Colombia y Bolivia con 75, 60 y 50 millones respectivamente.
El Perú, con mas 75 millones de hectáreas de bosques, lo cual representa un enorme y valioso potencial que adecuadamente aprovechados puede significar un valioso aporte al desarrollo socioeconómico del país.

Según datos oficiales de 1994 indicaban que la superficie original de bosque natural amazónico en el Perú, era de 75,560,500 ha, casi el 60% del territorio nacional. Aun cuando este bosque ha sido intervenido a lo largo de los años , especialmente para actividades agrícolas, pecuarias y cultivos de coca, menguando en algo mas del 10% su área original.
En la Tabla 1.1 se muestra datos estadísticos de los bosques peruanos en la actualidad.

TABLA 1.1: BOSQUE PERUANO EN LA ACTUALIDAD

Área Total	66'975,300 ha.
Porcentaje del país	52.12%
Porcentaje del bosque original	88.63%
Superficie deforestada	11.37%

FUENTE: INRENA

La cobertura vegetal natural se asienta sobre una variada fisiografía, que puede agruparse en tres grandes paisajes: sistema de colinas y montañas, sistema de terrazas y planicies, y

depresiones con frecuente o permanente inundación. En la Tabla 1.2 se muestra la proporción, en cada caso.

TABLA 1.2 TIPOS DE BOSQUES	
- bosques sobre el sistema cálinoso	55%
- bosques en el llano amazónico	40%
- bosques con suelo muy húmedo o inundado	4%
- cubierto por ríos y cochas (lagos, lagunas)	1%
FUENTE: INRENA	

En la costa se encuentran cerca de 3,7 millones de hectáreas de bosques, que incluyen matorrales arbustivos, bosque seco denso y bosques homogéneos de Prosopis pallida, algarrobo. Mientras que los bosques naturales de la sierra están limitados a zonas húmedas y mayormente representados por asociaciones de Q'olle (Buddleia incana), Aliso (Alnus jorullensis), Haplorus peruviana y Queñua (Polylepis spp.), que apenas cubren 6.000 hectáreas.

Los bosques naturales tropicales (selva), por su parte, tienen la peculiaridad de ser muy heterogéneos en su composición, albergando a más de 2.500 especies de árboles y otros miles todavía no determinados de especies vegetales arbustivas, herbáceas, gramíneas, lianas, etc. Sin embargo, apenas se aprovechan 205 especies.

1.1.2 LA DEFORESTACION

El principal problema que afecta al bosque es la deforestación. El Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), el organismo encargado del patrimonio forestal de la Nación, estima que existe un total de 9,2 millones de hectáreas deforestadas, es decir, el 12 % de la superficie boscosa, y que anualmente se deforesta entre 200 mil y 300 mil hectáreas. Para el año 1997, se calculó que aproximadamente 80 % de la deforestación resultaba de quemas con fines agropecuarios, el 17 % se deforesta debido a la producción de leña y carbón y solamente el 3 % tiene su origen en la explotación de la madera con fines comerciales.

Ahora bien, en la actualidad la producción forestal en el Perú presenta altos costos que se deben principalmente al alejamiento de especies forestales aserrables, a los elevados costos financieros y a la utilización de tecnologías obsoletas. Más del 90 % del aprovechamiento actual de los bosques con fines industriales se realiza en forma ineficiente, por miles de pequeños extractores esparcidos desordenadamente, y que la legislación forestal actual no ha podido controlar. Las cifras disponibles indican aprovechamientos promedio por hectárea no mayores a 5 m^3, que pueden estar

representados por 2 o 3 árboles solamente, de los más de 40 árboles maduros que suelen conformar el dosel alto en un hectárea de bosque natural.

Existen cuatro zonas principales de explotación de la madera : Iquitos, Pucallpa, Oxapampa-Satipo y Aucayacu. Pucallpa es la única zona de Selva Baja, accesible directamente por carretera desde Lima. Esto facilitó la instalación de la industria de transformación forestal en la ciudad de Pucallpa. En todas esas zonas el INRENA tiene problemas con los extractores ilegales, que comercializan sus productos de manera informal a países vecinos, sin someterse al control requerido.

1.1.3 PRODUCION DE MADEA ROLLIZA Y ASERRADA

La madera rolliza es aquella que se utiliza con o sin corteza; mientras que la madera aserrada es aquella madera cortada longitudinalmente por medio de sierra mecánicas o manuales.

En la Tabla 1.3 se muestra la producción de madera rolliza y madera aserrada en el Perú según datos estadísticos del INRENA durante el año 2001. Se podrá observar que la mayor producción de ambas maderas se da en el departamento de Ucayali.

1.1.4 PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS MADERABLES

La producción de los productos maderables en el mercado nacional esta dado por: la madera aserrada, parquet, contrachapas, laminas, chapas decorativas, durmiente y carbón.

En la Tabla 1.4 se muestra el resumen de la producción de productos maderables en el año 2001.

TABLA N° 1.3
PERU: PRODUCCIÓN DE MADERA ROLLIZA Y ASERRADA POR DEPARTAMENTO AÑO 2001

DEPARTAMENTO	ROLLIZA (m^3)	ASERRADA (m^3)
Amazonas	6,555.95	3,339.67
Ayacucho	2,012.61	1,042.53
Ancash	29,828.06	25.66
Apurimac	723.66	218.00
Cajamarca	8,193.97	1,865.18
Cuzco	11,195.35	6,488.02
Huancavelica	5,814.85	51.04
Huanuco	17,621.03	11,520.83
Junín	236,016.82	122,256.71
Lambayeque	140.10	0.00
La Libertad	44,389.00	3,610.00
Loreto	242,398.00	78,196.95
Madre de dios	132,191.81	68,475.36
Pasco	27,155.86	16,945.03
Piura	0.00	0.00
Puno	1,648.34	0.00
San Martin	45,598.00	23,619.76
Ucayali	276,440.59	168,399.46
TOTAL	1,087,924.00	506,054.20

FUENTE: Administración de Control Forestal y de Fauna Silvestre.
ELABORACIÓN: INRENA (Dirección General Forestal)

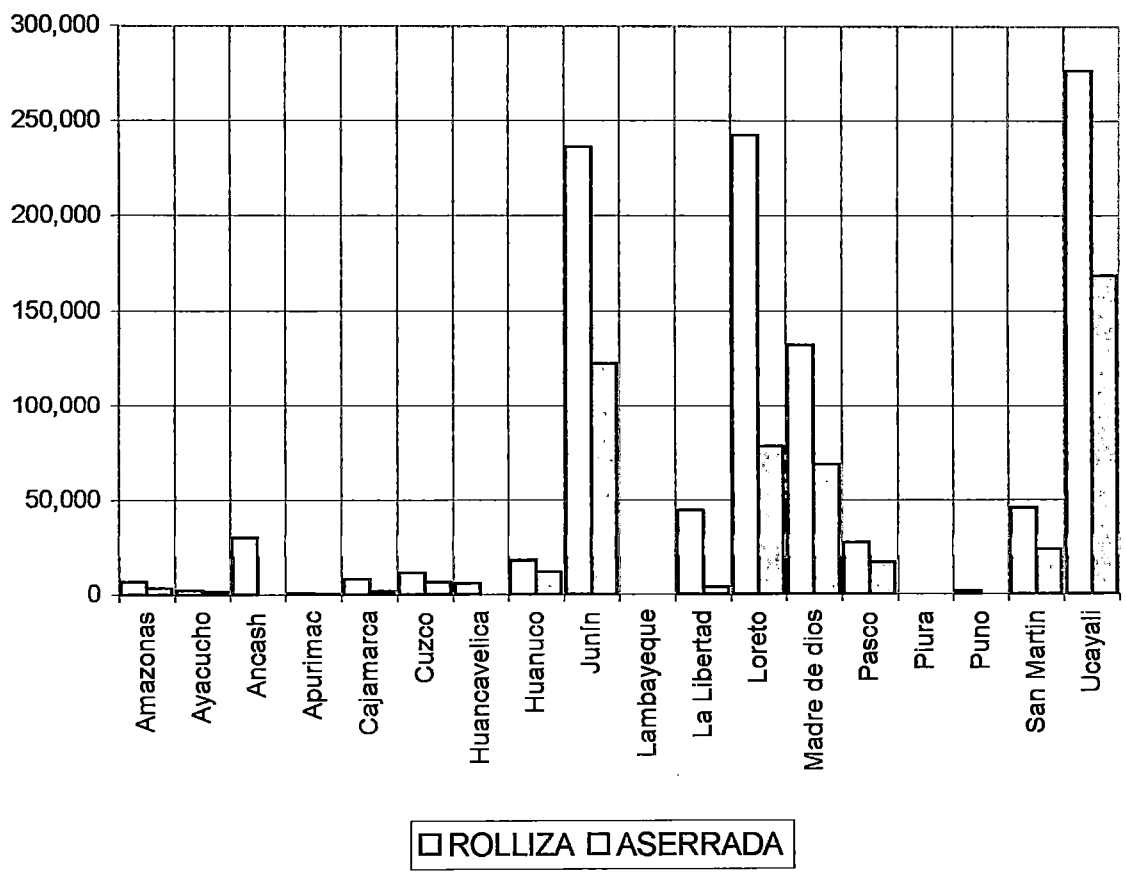


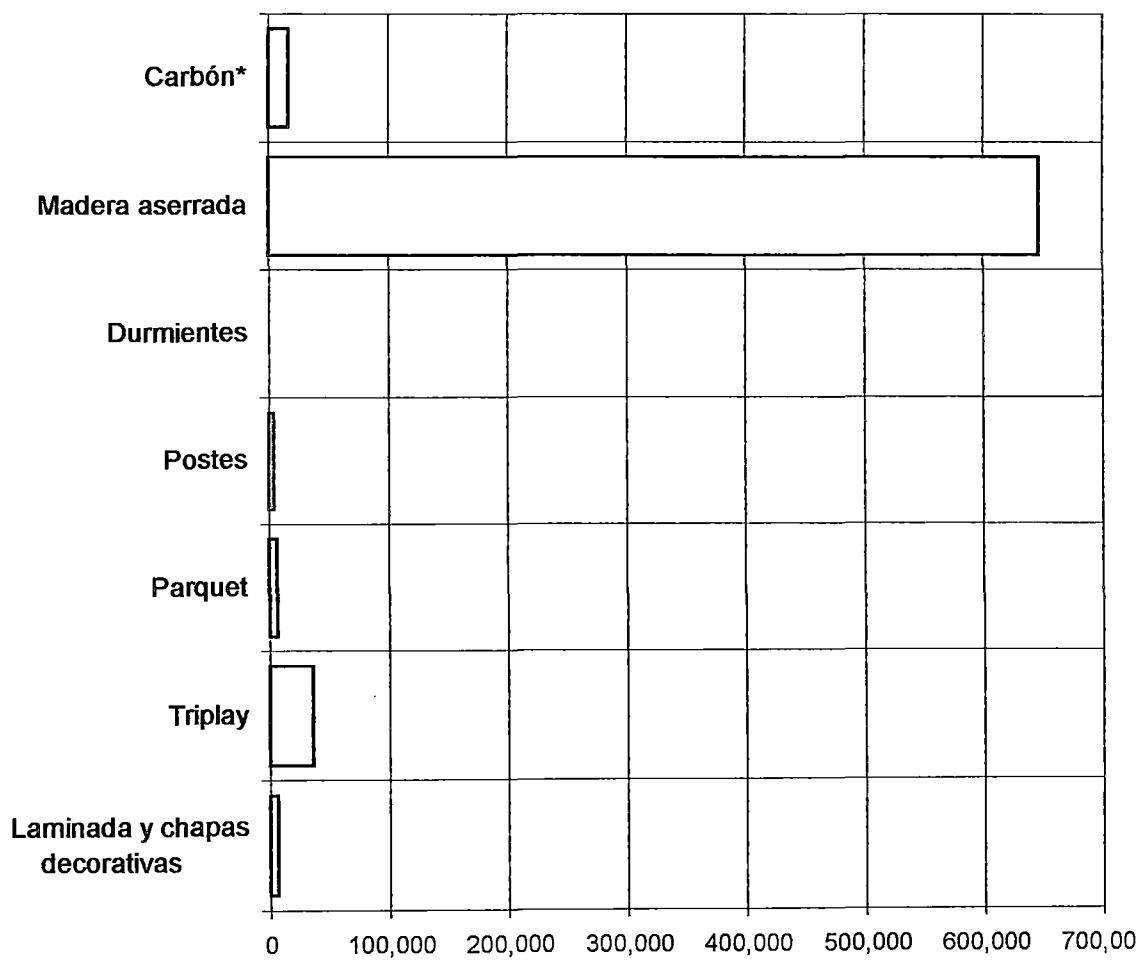
TABLA N° 1.4

PERU: RESUMEN DE PRODUCCION DE PRODUCTOS MADERABLES AÑO 2001

PRODUCTO	UNIDAD	VOLUMEN
Laminada y chapas decorativas	m^3	6,045.34
Triplay	m^3	35,830.24
Parquet	m^3	6,757.63
Postes	m^3	3,736.00
Durmientes	m^3	197.95
Madera aserrada	m^3	646,163.79
Carbón*	m^3	16,985.26
TOTAL	m^3	715,716.21

FUENTE: Administración de Control Forestal y de Fauna Silvestre.

ELABORACIÓN: INRENA (Dirección General Forestal)



1.2 LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

La madera como material de construcción fue utilizada en Latinoamérica desde la formación de las primeras civilizaciones. En el tiempo de los incas la tierra era el material de construcción mas importante junto con el barro y la piedra, mientras que la madera solo utilizada en los techado. Con la llegada de los españoles la madera se convirtió en el material de construcción mas predominante junto con el ladrillo y el adobe. De esta manera dentro de una vivienda o construcción liviana en base a madera debe distinguirse dos categorías de material: madera como material de construcción no estructural y madera como material de construcción estructural.

1.2.1 LA MADERA COMO MATERIAL NO ESTRUCTURAL

Es aquella madera que se utiliza para revestimientos, puertas , ventanas , muebles que no esta destinado a resistir cargas. Estas maderas pueden clasificarse en forma general en madera vista (buena apariencia y limpia de defectos) y madera cubierta o no vista (cubiertas por barnices, pinturas u otros materiales y enchapes). Mientras que según su densidad pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Madera dura**: con densidades entre 0.8 gr. /cm3 y1.12 gr./cm3 al 15% de contenido de humedad. Su uso será para pisos, pasos de escaleras y enchapes.
- **Madera medianamente dura**: Con densidades entre 0.72 a 0.88 gr. /cm3. Su uso será en marcos de puertas y ventanas, para cielo raso, paredes, barandas, pasamanos, tapa marcos, rodones, zócalos y contra zócalos.
- **Madera blanda**: Con densidades entre 0.4 a 0.72 gr. /cm3 al 15% de contenido de humedad. Son usadas en forma impresa como molduras, rodones, zócalos, tapa marcos, etc.

El contenido de humedad de la madera no estructural será la de equilibrio o la que corresponde al clima normal donde será usada. Para su comercialización de este tipo de madera el contenido de humedad será menor que el 20%.

1.2.2 LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

La madera estructural es aquella que puede ser usada en elementos sometidos a cargas que le producen compresión, tracción, flexión , corte, o una combinación de estas. Para que la madera se considere estructural debe satisfacer principalmente tres condiciones:

- Cumplir una condición de calidad mínima.
- Ser alguna de las especies agrupadas como estructurales.
- Tener las dimensiones convenientes según el análisis de carga.

A. CONDICION DE CALIDAD

Esta condición se puede regular mediante la Norma de Clasificación Visual por defectos PADT-REFORT que está destinada asegurar que las especies de madera a las que se las reconoce propiedades estructurales, desarrollen su verdadera capacidad logrando cumplir con las condiciones de carga para la que fue diseñada.

Se adjunta en este estudio las restricciones consideradas como una norma NTP, ver Anexo.

B. ESPECIES AGRUPADAS PARA USO ESTRUCTURAL

El estudio de las especies agrupadas por el PADT-REFORT, está basado en ensayos a escala natural de vigas lo que asegura su comportamiento incluyendo algunos defectos naturales. Este estudio ha servido de base para elaborar la norma técnica de edificación E-101 del ININVI (Instituto Nacional y Normalización de la Vivienda), en esta norma se establece el agrupamiento de la madera para uso estructural, en tres clases A, B y C , además fija los requisitos y procedimientos que se deberá seguir para la incorporación de especies a los grupos establecidos.

Las propiedades tecnológicas obtenidas de las probetas libres de defectos no son suficientes para definir propiedades de diseño aplicables a elementos estructurales de tamaño natural que incluyen defectos alternando su rigidez y resistencia. Es necesario por lo tanto realizar ensayos con elementos a escala natural para designar a la especie el grupo que le corresponde.

Cualquier especie de las ubicadas en un grupo estructural determinado se considera que reúne por igual las características de resistencia y rigidez asignadas al grupo. Sin embargo las maderas del mismo grupo no siempre tiene características similares de trabajabilidad y durabilidad natural.

La Norma E-101 el agrupamiento está basado en valores de densidad básica y de la resistencia mecánica.

En las Tablas del 1.5 al 1.7 muestran valores de la densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos A, B y C respectivamente.

TABLA 1.5
DENSIDAD BASICA

GRUPO	DENSIDAD BASICA (gr/cm^3)
A	≥ 1.7.0
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

En un futuro podrá definirse un grupo de especies con densidades básicas por debajo de 0.4 gr/cm^3.

TABLA 1.6

MODULO DE ELASTICIDAD.

GRUPO	MODULO DE ELASTICIDAD (E) MP a (kg/cm^2)	
	E min.	E promedio
A	9,316 (96,000)	12,748 (130,000)
B	7,355 (75,000)	9,806 (100,000)
C	5,394 (55,000)	8,826 (90,000)

Nota: El módulo de elasticidad es aplicable para elementos a flexión, tracción o compresión en dirección paralela a la fibra.

Los módulos de elasticidad fueron obtenidos en base a ensayos de flexión en probetas pequeñas libres de defectos, realizados en 104 especies del Grupo Andino, incluyendo 20 especies peruanas.

TABLA 1.7

ESFUERZOS ADMISIBLES.

GRUPO	ESFUERZOS ADMISIBLES MP a (kg/cm^2)				
	Flexión Fm	Tracción Paralela	Compresión Paralela	Compresión Perpendicular	Corte Paralelo
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

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

Los valores para el modulo de elasticidad y esfuerzos admisibles, son para madera húmeda y pueden ser usados para madera seca.

Las especies peruanas con agrupamiento definitivo por el PADT-REFORT se muestran a continuación en la tabla 1.8

TABLA N° 1.8

GRUPOS DE ESPECIES ESTUDIADAS EN EL PADT-REFORT PARA MADERA ESTRUCTURAL

PAIS	GRUPO	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO
PERU	A	Estoraque	Myroxlon peruiferum
		Palo sangre negro	Pterocarpus sp.
		Pumaquiro	Aspidosperma macrocarpon
	B	Huayruro	Ormosia coccinea
		Machinga	Brosimum uleanum
	C	Catahua amarilla	Hura crepitans
		Copaiba	Copaifera officinalis
		Diablo fuerte	Podocarpus sp.
		Tornillo	Cedrelinga catenaeformis

Fuente: Manual del Acuerdo de Cartagena.

C. DIMENSIONES CONVENIENTES

Es la tercera condición para usarse la madera adecuadamente es que tengan las dimensiones tales puedan resistir las solicitaciones de cargas y pueden mantener un nivel de deflexiones adecuado, estas dimensiones resultan de un diseño utilizando los esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad que correspondan.

En el Perú se comercializa los elementos en secciones dadas en pulgadas. Los diseños y toda la metodología de diseño propuesta por la JUNAC (Junta del Acuerdo de Cartagena) esta basada en dimensiones en centímetros lo que resulta de mucha utilidad la tabla de equivalencias de dimensiones que propone, considerando la pulgada de dos centímetros, las secciones comerciales se convierten en secciones finales, la pérdida de dimensiones a causa del aserrio, cepillado y contracción por secado, es un valor ligeramente conservador pero válido en situaciones en que se encuentra la actual comercialización de la madera y para dar cabida a un progresivo proceso de transición a las secciones en centímetros.

En la Tabla 1.9 se muestran los valores de las dimensiones reales y equivalentes comerciales.

TABLA N° 1.9
DIMENSIONES REALES Y EQUIVALENTES COMERCIALES

DIMENSION REAL b x h (cm)	EQUIVALENTE COMERCIAL B x h (pulgadas)
4 x 4	2 x 2
4 x 6.5	2 x 3
4 x 9	2 x 4
4 x 14	2 x 6
4 x 16.5	2 x 7
4 x 19	2 x 8
4 x 24	2 x 10
6.5 x 6.5	3 x 3
6.5 x 9	3 x 4
9 x 9	4 x 4
9 x 14	4 x 6
9 x 19	4 x 8
9 x 24	4 x 10
9 x 29	4 x 12
14 x 14	6 x 6
14 x 19	6 x 8
14 x 24	6 x 10
14 x 29	6 x 12

1.3 MADERAS MAS COMUNES EN EL PERÚ

De las 2500 especies maderables que existen en nuestros bosques de los cuales solo se han estudiado 205 especies , sin embargo no todas ellas se utilizan en la industria maderera limitándose solo el uso de unas pocas especies.

En el Perú existe una gran tendencia a la utilización de unas pocas especies en gran medida dejando de aprovecharse la gran cantidad de especies en forma comercial, de esta manera las especies mas difundidas comercialmente es decir la que se consume mayormente en el mercado nacional son:

- El tornillo.
- El eucalipto.
- El cedro.
- La caoba.
- La moena.
- La catahua

Las especies maderables mencionada anteriormente representan en promedió el 60% de la producción nacional de madera y el 40% restante de madera esta constituido por:

- Cumala.
- Copaiba
- Ashipingo.
- Higuerilla.
- Chontaquiro.
- Matapalo.
- Machonga.
- Alcanfor.
- Pashaco.
- Lagarto.
- Pacae.
- Diablo fuerte.
- Roble amarillo.
- Romerillo.
- Machimango.
- Cachimbo.
- Alfaro.
- Nogal.
- Luna.
- Cedro huasca.
- Caraña.
- Huimba laurel.
- Aguano masha.
- Aleton.
- Ulcamayo.
- Marupa.
- Shihuahuaco.
- Higueron.
- Palo balsa.
- Azucar huayo.
- Thahuari.
- Pino.
- Estoraque.
- Estoraque.
- Ubus.
- Requia.
- Ana caspi.

Etc.

CAPITULO II
DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE QUINILLA COLORADA

2.1 PROCEDENCIA:

Se encuentra distribuida en América Tropical. En el Perú se encuentra distribuida en el departamento de Loreto y San Martín se desarrolla en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical (bs-T) y bosque húmedo tropical (bh-T), en suelos bajos de las riberas de los ríos formando rodales generalmente puros.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL EN PIE

El árbol alcanza un altura total de 25m, altura comercial de 13m. Diámetro a la altura del pecho 0.90m. El fuste es cilíndrico, ramificada en la parte terminal conformando una copa abierta y redondeada, presenta aletas básales pequeñas y gruesas. La corteza externa es de color pardo oscuro, de textura compacta. Profundamente fisurada en a lo largo del fuste en surcos paralelos, ritidoma leñoso en placas rectangulares. La corteza interna es laminar y rosada.

Segrega látex blanco, pegajoso, de sabor dulce consistencia lechosa en forma abundante.

2.2.1 CARACTERISTICAS DE LA TROZA:

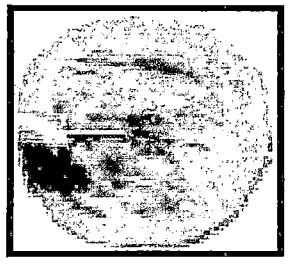
Cuando el árbol esta caído las trozas presentan la siguiente características :

- **Diámetro**: diámetro promedio de 0.80m.
- **Defectos**: muy pocos.
- **Forma**: cilíndrica.
- **Conservación**: Madera altamente resistente al ataque biológico. Sin embargo el tiempo de almacenamiento en el bosque debe ser prudencial.

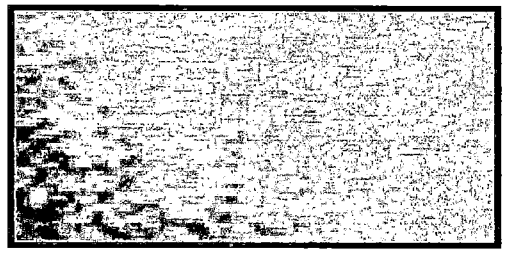
En la figura 2.1 se ve el árbol de la quinilla colorada como también las diferentes planos de corte.

Figura 2.10 : Árbol de la Quinilla Colorada y diferentes planos de corte.

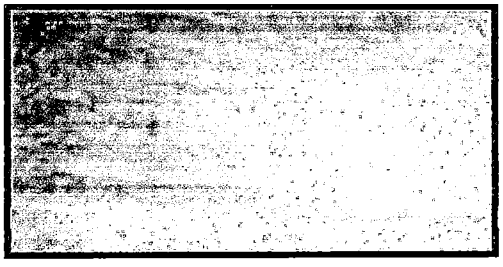
Árbol de la Quinilla Colorada en pie



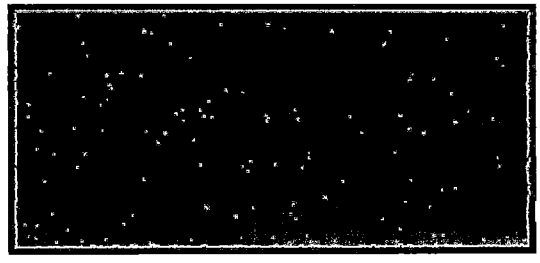
Rodaja de madera



Corte transversal.



Corte tangencial.



Corte radial.

2.3 CARACTERES MACROSCÓPICOS DE LA MADERA

Los caracteres macroscópicos de la especie maderable Quinilla Colorada (Manilkara bidentada), pueden ser observadas a simple vista o con la ayuda de una lupa de 10 aumentos.

A continuación se da una descripción macroscópica de la especie Quinilla Colorada la cual ha sido obtenida del libro: "RECOPILACION DE ESTUDIOS TÉCNICOS DE MADERAS PERUANAS", elaborado por el ing. Arostegui V. Antonio.

- **Parénquima:** Son células cortas de paredes delgadas cuya función es de almacenamiento y distribución de sustancias de reserva. El tipo de parénquima en la especie maderable Quinilla Colorada es de tipo apotraqueal reticulado, esto solo puede ser observado con un lupa de 10 aumentos.

- **Poros (vasos):** Formado por el un tejido vascular y sirve para la conducción del agua dentro de la parte maderable. El tipo de poros en la especie Quinilla Colorada pueden ser observadas con una lupa de 10 aumentos y estos se presentan muy dispersos y en forma múltiple radial.

- **Radios:** Son líneas que van desde el interior hacia al exterior del árbol, formando el sistema transversal del tronco. Los radios de crecimiento de la Quinilla Colorada solo pueden ser observados con una lupa de 10 aumentos ya que estos son muy finos.

2.4 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Las características organolépticas, llamadas también externas, son aquellas perceptibles por los órganos sensoriales. Tiene mucha importancia en la identificación y clasificación de las maderas. Entre estas características se mencionan:

- **Color**: albura color marrón pálido. Duramen de color rojo a rozado.
- **Brillo**: no presenta.
- **Veteado**: no característico.
- **Grano**: recto algunas veces entrecruzado.
- **Textura**: fina.
- **Olor**: no distintivo.
- **Aserrio y secado**: Moderada mente difícil de aserrar y de excelencia trabajabilidad. Presenta una resistencia mecánica muy alta. Comportamiento al cepillado excelente. El comportamiento al torneado, taladro y moldurado es buena.

2.5 VOLUMEN DE QUINILLA COLORADA EN LOS INVENTARIOS FORESTALES

Con exactitud no se sabe cual es el volumen de Quinilla Colorada en los bosques peruanos.

Con el propósito de conocer la composición forestal de la Quinilla colorada, se han analizado los inventarios forestales realizados por la HONREN (1976, 1978) en las zonas de Nauta-Requena (Iquitos) y abujao (Pucallpa) encontrándose los siguientes datos:

2.5.1 Bosque Ribereño Inundable (Aluvial II) de la Zona Nauta-Requena (Iquitos)

Los bosques ribereños estudiados en la zona de Iquitos comprende una superficie de 262,000 Ha. Poseen en promedio 72 árboles y 97 m3 (r) por hectárea, correspondientes a 30 especies o grupos de especies, entre las cuales destaca la Quinilla Colorada con un volumen de 1.75 m^3/ha con un numero de árboles por hectárea de 2.15

2.5.2 Bosque Ribereño Inundable (Aluvial II) de la Zona Rió Abujao (Pucallpa)

Los bosques aluvial inundable, cercano a los ríos mas grandes, como el Ucayali, comprende una superficie de 80,000 hectáreas posee 88 árboles con 114 m3 (r) por hectárea, correspondiente a 40 especies o grupos de especies, entre las cuales destaca la Quinilla Colorada con un volumen de 2.97 m^3/ha con un numero de árboles por hectárea de 1.46

2.5.3 Bosque Ribereño no Inundable (Aluvial II) de la Zona Rió Abujao (Pucallpa)

En la zona de Abujao (Pucallpa) existe otros bosques aluviales (no inundables) ubicadas en las cercanías de los ríos Calleria, Utiquinia y Sheshea. Abarca una superficie de 94,800 hectáreas posee 86 árboles con 149 m3 (r) por hectárea, correspondiente a 47 especies o grupos de especies, entre las cuales destaca la Quinilla Colorada con un volumen de 6.47 m^3/ha con un numero de árboles de 2.25 por hectárea.

En los inventarios forestales del INRENA en el boletín "EL FORESTAL" en el cual se hace un seguimiento de la producción maderera año a año se han podido obtener datos estadísticos de producción de Quinilla Colorada en los departamentos de Huanuco, Loreto, San Martín y Ucayali.

El TABLA 2.1 muestra los valores de producción de Quinilla Colorada para madera rolliza y aserrada por departamento.

TABLA N° 2.1

PRODUCCIÓN DE MADERA QUINILLA COLORADA

POR DEPARTAMENTO AÑO 2002

DEPARTAMENTO	ROLLIZA (m^3)	ASERRADA (m^3)
Huanuco	667.56	8.59
Loreto	2,544.00	1,317.79
San Martín	273	141.41
Ucayali	6,691.49	2,004.70

FUENTE: Administración de Control Forestal y de Fauna Silvestre.

ELABORACIÓN: INRENA (Dirección General Forestal)

2.6 INFORMACIÓN TECNOLÓGICA DISPONIBLE

La Quinilla Colorada es una madera muy densa, presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es moderadamente estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el limite de la categoría alta.

Realmente no existe mucha información tecnológica disponible acerca de estudios realizada con la Quinilla Colorada, solo se cuenta con algunas publicación realizada por La Universidad Agraria La Molina, denominada: "DESCRIPCIÓN FISICO MECANICAS Y USOS DE LA MADERA EN EL PERU" y "RECOPILACION DE ESTUDIOS TÉCNICOS DE MADERAS PERUANAS", ambos bajo el asesoramiento de ing. Arostegui V. Antonio.

Las características tecnológicas obtenidas acerca de la Quinilla Colorada (Manilkara bidentada) en las publicaciones mencionadas son:

2.6.1 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

- **Propiedades Físicas:**

  Densidad Básica: 0.87 gr/cm3.

  Contracción tangencial: 11.01 %

  Contracción radial : 6.76 5

  Contracción volumétrica : 15.80 %

  Relación T/R : 2.20

- **Propiedades Mecánicas**:
  Modulo de elasticidad en flexión: 184,000 kg/cm2.
  Modulo de rotura en flexión : 1,204 kg/cm2.
  Compresión paralela : 476 kg/cm2.
  Compresión perpendicular : 140 kg/cm2.
  Corte paralelo a las fibras : 135 kg/cm2.
  Dureza de lados : 1,090 kg/cm2
  Tenacidad : 6.6 Kg.-m.

Los datos tecnológicos que se muestran han sido llevados a cabo en probetas libres de defectos, por lo que no se puede hacer uso para diseño.

2.7 COSTOS DE LA MADERA QUINILLA COMPARADO CON OTRAS ESPECIES

La madera se comercializa por volumen siendo la cubicación cuantificada en metros cúbicos (m3) y en varios países andinos pies cuadrados o pies tablares. Esta ultima equivale a una pieza cuadrada de doce pulgadas de lado (1 pie) y una pulgada de espesor.

El costo de producción de la madera aserrada es muy amplia ya que en ella intervienen una serie de partidas.

Se presentan a continuación tablas indicando precios de la madera en pie tablar y precios de servicio de transporte referenciales del aserradero de CIMPEVISAC (Complejo Industrial Maderero Pezo Villacorta) en la ciudad de Pucallpa.

TABLA: 2.2
PRECIOS DE LA MADERA EN PIE TABLAR

NOMBRE COMUN	PRECIO DE MADERA	
	S/m3	s/pt
Tornillo	226.6	1.03
Catahua	215.6	0.98
Copaiba	253.0	1.15
Machinga	294.8	1.34
Zapote	187.0	0.85
Shihuahuaco	253	1.15
Mashonaste	189.2	0.86
Lupuna blanca	215.6	0.98
Ana caspi	268.4	1.22
Machinga	294.8	1.34
Estoraque	215.6	0.98
Yacushapana	206.8	0.94
Tahuari	338.8	1.54
Capirona	316.8	1.44
Quinilla colorada	253.0	1.15
Huayruro	237.6	1.08
Ishipingo	587.4	2.67
Aguano masha	224.4	1.02
Caoba	644.6	2.93
Pashaco	191.4	0.87
Cedro	633.6	2.88

....

TABLA: 2.3
PRECIOS DE SERVICIOS

SERVICIOS	PRECIO S/pt
Costo promedio de extracción forestal	0.15
Transporte de madera rolliza	0.28
Transporte de madera aserrada. Pucallpa-Lima	0.3825
Aserrio de madera dura	0.16
Aserrio de madera suave	0.12

CAPITULO III
NORMAS Y METODOS DE ENSAYOS DE LA MADERA ASERADA PARA USO ESTRUCTURAL

Para la elaboración de los ensayos correspondientes a las propiedades tecnológicas de la madera nos sujetaremos a La Norma Técnica Peruana (NTP), con la cual se seguirá una secuencia , para así obtener los resultados deseados.

Para un mejor entendimiento daremos a continuación algunos conceptos empleados en esta norma:

- **Selección de muestra:** proceso mediante el cual se obtiene una cantidad adecuada de material, cuyas características son representativas de la población a la cual pertenecen.

- **Población**: conjunto de individuos sobre las cuales se va a determinar una o mas propiedades.

- **Troza:** es la parte del fuste de longitud variable y libre de ramas obtenidas por corte transversal en el árbol seleccionado y que representara a la especie en los ensayos realizados.

- **Vigueta:** es la parte seleccionada de a troza de sección suficiente a partir de la cual se preparan las probetas.

- **Probeta:** es la pieza de dimensiones y formas especificadas que se preparan a partir de la vigueta seleccionada para el estudio de las propiedades de la madera.

- **Ensayo:** es la operación de medir algunas manifestaciones de las propiedades de dicho material. El objeto de las ensayos es de caracterizar a la materia madera determinando sus cualidades intrínsecas y sus posibilidades de utilización. Estos ensayos se efectúan en probetas de pequeñas dimensiones sin defecto alguno.

Como se menciona anteriormente la norma a utilizarse serán las NTP la cual es una recopilación de las normas ITINTEC correspondientes al rubro de madera aserrada para lo cual se darán a continuación los diferentes objetivos de las norma empleadas para lograr nuestro objetivo planteado.

3.1 SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS.

- **Norma:** NTP 251.008 MADERAS. Selección y colección de Muestras.

- **Objeto:** Procedimiento para selección y colección de muestra para propiedades físico-mecánicas cuyos resultados sean representativos y comparables.

- **Principio:** seleccionar al azar para que en cada unidad componente (zona, árbol, troza, vigueta, probeta) tenga igual probabilidad de ser elegida.

Para el presente trabajo de tesis la zona elegida para la extracción de la especie maderable Quinilla Colorada fue la ciudad de Pucallpa. Si bien no se pudo ir a la zona de extracción de la madera , esta se realizo en las instalaciones del aserradero CIMPEVISAC (Complejo Industrial Maderero Pezo Villacorta Sociedad Anónima Cerrada) en donde con la ayuda del Ing. Forestal Raúl Parraga y la Ing. Isabel Moromi se procedió a seleccionar aquellas trozas de madera que presentaban aletas, para así tener la certeza que estas trozas pertenecían a diferentes árboles.

3.2 REGLA DE CLASIFICACION VISUAL.

- **Norma**: NTP 251.104 MADERA ASERRADA. Madera Aserrada para Uso Estructural. Clasificación Visual y Requisitos.

- **Objetivo**: el uso de la regla de clasificación visual tiene por objetivo garantizar la resistencia y rigidez de la madera aserrada para uso estructura.

- **Principio**: esta basado en la inspección visual pieza por pieza en donde se indicara la tolerancia de defectos (tamaño, cantidad. y posición).

En la planta del aserradero de CIMPEVISAC (Complejo Industrial Maderero Pezo Villacorta) se realizó una primera clasificación visual de la madera para uso estructural, de acuerdo a la norma vigente, para reducir el volumen de madera a transportar.
Los defectos que mas se presentaron durante el proceso de clasificación principalmente fueron escamaduras en las caras de la viga, grano inclinado, nudos sanos. Esta primera clasificación se realizó con la ayuda de los ingenieros ya mencionados. Se marcaron las piezas seleccionadas con un código indicativo para poder identificar (especie / árbol / repetición < >1/2/3), y para evitar el ataque de los insectos o el agrietamiento de las caras de la madera, estas se pintaron con esmalte. para su posterior traslado a Lima.

3.3 CONTENIDO DE HUMEDAD.

- **Norma**: NTP 251.010 MADERAS. Método de Determinación del Contenido de Humedad.

- **Objetivo**: esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la humedad, el gradiente y la humedad promedio en maderas, con a sin contenido volátiles, en muestras destinadas a los ensayos en laboratorios.

Las probetas para la realización de los ensayos de contenido de humedad serán de 3x3x10 cm las cuales serán obtenidos de cada una de las vigas a escala natural al ensayarse y para las probetas libres de defectos serán de 5x5x75 cm.

3.4 DENSIDAD BASICA.

- **Norma**: NTP 251.011 MADERAS. Método de determinación de la Densidad.

- **Objeto**: esta norma establece los métodos a seguir para determinar la densidad de la madera bajo diferentes condiciones de contenido de humedad.

Definiciones Importantes:

- **Densidad**: es la razón entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad.

- **Madera saturada:** es aquella madera que ha alcanzado el máximo contenido de humedad al haber sido previamente sumergido en agua.

- **Madera anhidra:** es aquella madera en la que se ha eliminado todo el contenido de humedad.

Para la realización de este ensayo las probetas utilizadas son de 3x3x10 cm las cuales serán extraídas de cada viga ensayada a escala natural.

3.5 ENSAYO DE FLEXION ESTATICA EN PROBETAS:

- **Norma**: NTP 251.017 MADERAS. Método de Ensayo de Flexión Estática.

- **Objeto**: la presente norma establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayos de flexión estática en maderas.

Las probetas para la realización de este ensayo son de 5x5x75 cm de longitud con una luz entre apoyos de 70 cm.

3.6 ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS A ESCALA NATURAL.

- **Norma**: NTP 251.107 MAERA ASERRADA. Madera Aserrada para Uso Estructural. Método de Ensayo de Flexión para Vigas a Escala Natural.

- **Objeto**: la presente norma establece el método de ensayo para determinar el modulo de elasticidad, modulo de elasticidad aparente y resistencia a la flexionen vigas de madera a escala natural sometidas a flexión.

- **Campo de aplicación**: esta norma se aplica a secciones cuadradas y rectangulares de madera sólida.

CAPITULO IV

ENSAYOS FISICOS-MECANICOS SEGÚN NORMAS

Para poder determinar las propiedades físicas-mecánicas se requiere que la colección de muestras se lleve a cavo en el bosque, bajo normas que asegure una representatividad de una zona definida. Sin embargo no habiéndose presentado la oportunidad de ir al bosque, las muestra fueron colectadas directamente del aserradero de CIMPEVISAC (Complejo Industrial Maderero Pezo Villacorta Sociedad Anónima Cerrada), con la accesoria del Ing. Raúl Parraga e Ing. Isabel Moromi, mediante técnicas que ya se mencionaran mas adelante.

4.1 PROPIEDADES FÍSICAS:

Los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas de la especie maderable Quinilla Colorada son: la densidad básica (D.B) y el contenido de humedad (%w).

Estas propiedades se realizaron de acuerdo a lo establecido en la NTP 251.011 y NTP 251.010 respectivamente.

4.1.1 CONTENIDO DE HUMEDAD (%w): El contenido de humedad (CH) es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre mas el agua higroscópica (Pi) con respecto al peso de la madera la madera anhidra (PSH).

$$\%w = \frac{Pi - PSH}{PSH} x100$$

El peso anhidro se consigue mediante el uso de un horno a 103 ± 2°C, también se le llama peso seco al horno (PSH).

Existe dos valores del contenido de humedad, el primero es punto de saturación de las fibras (PSF) y es el CH que tiene la madera cuando a perdido la totalidad del agua libre y comienza a perder el agua giroscópica. El segundo CH es el contenido de humedad de equilibrio (CHE) cuando la madera expuesta la aire, pierde parte del agua higroscópica hasta alcanzar un contenido de humedad en el equilibrio con la humedad relativa del aire.

El PSF varia de 25% a 35%. Cuando el contenido de CH es menor que el PSF la madera sufre cambios dimensiónales; también varían sus propiedades mecánicos.

4.1.1.1 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

1. **Norma**: NTP 251.010
2. **Preparación de Probetas:** La preparación de las probetas se llevaron a cabo en la carpintería de la UNI. Para la realización de este ensayo se han extraído 3 probetas de cada viga ensayada. Las dimensiones de las probetas ensayadas son de 3x3 cm de sección transversal y 10cm de longitud.
3. **Equipo:** El equipo empleado es:

   a. Balanza (0.1gr).

   b. Horno o estufa eléctrica.

4. **Procedimiento:**

   a. Se pesan las probetas y se obtiene el Pi.

   b. Se seca en la estufa gradualmente hasta 103^{o} C ± 2^{o} C, mínimo 20 horas.
   c. Las probetas enfrían y luego se pesan hasta obtener un peso constante el cual es el peso seco al horno (PSH).

4.1.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla 4.1 se muestran los valores del contenido de humedad de ensayo de cada probeta en condición seca al aire.

En la Tabla 4.2 se muestran los valores del contenido de humedad de ensayo de cada probeta en condición saturada. El tiempo de saturación para las probetas fue de 28 días.

En la Tabla 4.3 se muestra el contenido de humedad de cada viga ensayada.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA No: 4.1
CONTENIDO DE HUMEDAD DE ENSAYO EN PROBETAS 5X5X75 EN ESTADO NATURAL.

PROBETA No	MUESTRA No	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	HUMEDAD %CH	HUMEDAD PROMEDIO
01	M1	63.50	54.50	16.51	
	M2	57.50	49.00	17.35	16.93
02	M1	54.50	46.00	18.48	
	M2	54.50	46.00	18.48	18.48
03	M1	58.00	49.50	17.17	
	M2	55.00	47.50	15.79	16.48
04	M1	55.50	47.00	18.09	
	M2	54.50	46.00	18.48	18.28
05	M1	55.00	47.00	17.02	
	M2	53.00	45.00	17.78	17.40
06	M1	56.00	47.00	19.15	
	M2	56.00	47.50	17.89	18.52
07	M1	51.00	44.50	14.61	
	M2	50.50	44.00	14.77	14.69
08	M1	54.00	45.50	18.68	
	M2	51.00	43.00	18.60	18.64
09	M1	46.50	40.50	14.81	
	M2	46.00	40.00	15.00	14.91
10	M1	55.00	46.50	18.28	
	M2	56.00	47.50	17.89	18.09
11	M1	51.00	42.00	21.43	
	M2	52.50	44.00	19.32	20.37
12	M1	55.00	46.00	19.57	
	M2	55.50	46.00	20.65	20.11
13	M1	53.50	45.00	18.89	
	M2	52.50	44.50	17.98	18.43
14	M1	54.50	45.00	21.11	
	M2	54.50	45.00	21.11	21.11
15	M1	48.00	40.50	18.52	
	M2	48.00	40.50	18.52	18.52
16	M1	53.00	44.00	20.45	
	M2	54.00	44.50	21.35	20.90
17	M1	50.50	43.50	16.09	
	M2	50.50	43.50	16.09	16.09
19	M1	47.50	41.50	14.46	
	M2	48.50	42.00	15.48	14.97
20	M1	48.50	42.00	15.48	
	M2	48.50	41.50	16.87	16.17
21	M1	49.50	42.50	16.47	
	M2	47.50	40.50	17.28	16.88
22	M1	48.30	41.20	17.23	
	M2	46.20	40.30	14.64	15.94
PROMEDIO					**16.905**
DES. ESTÁNDAR					**1.922**
COEF. VARIACION					**11**

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA No: 4.2
CONTENIDO DE HUMEDAD DE ENSAYO EN PROBETAS 5X5X75 EN ESTADO SATURADO.

PROBETA No	MUESTRA No	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	HUMEDAD %CH	HUMEDAD PROMEDIO
01	M1	52.50	37.60	39.63	
	M2	55.50	39.20	41.58	40.60
02	M1	55.00	38.50	42.86	
	M2	51.50	34.80	47.99	45.42
03	M1	50.50	38.20	32.20	
	M2	54.50	40.60	34.24	33.22
04	M1	54.00	40.30	34.00	
	M2	54.00	41.20	31.07	32.53
05	M1	60.50	45.00	34.44	
	M2	54.00	39.50	36.71	35.58
06	M1	56.00	42.50	31.76	
	M2	63.50	48.50	30.93	31.35
07	M1	60.00	44.00	36.36	
	M2	66.00	49.50	33.33	34.85
08	M1	62.00	46.20	34.20	
	M2	58.00	44.50	30.34	32.27
09	M1	57.00	43.50	31.03	
	M2	57.50	43.50	32.18	31.61
10	M1	54.00	41.50	30.12	
	M2	54.00	41.00	31.71	30.91
11	M1	57.00	42.00	35.71	
	M2	57.50	42.00	36.90	36.31
12	M1	58.60	44.60	31.39	
	M2	60.30	45.10	33.70	32.55
13	M1	67.00	48.50	38.14	
	M2	68.00	49.50	37.37	37.76
14	M1	61.50	45.00	36.67	
	M2	59.30	42.60	39.20	37.93
15	M1	64.50	45.00	43.33	
	M2	64.50	45.00	43.33	43.33
16	M1	61.00	43.00	41.86	
	M2	61.50	43.50	41.38	41.62
PROMEDIO					**36.115**
DES. ESTÁNDAR					**4.590**
COEF. VARIACION					**13**

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 4.3a
CONTENIDO DE HUMEDAD DE ENSAYO EN VIGAS A ESCALA NATURAL

VIGA No	MUESTRA No	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	HUMEDAD %CH	PROMEDIO
01	M1				
	M2	99.80	79.30	25.85	26.22
	M3	97.60	77.10	26.59	
02	M1	100.30	79.80	25.69	
	M2	94.60	74.01	27.82	26.75
	M3				
03	M1	91.50	72.10	26.91	
	M2	89.20	71.00	25.63	26.27
	M3				
04	M1	94.60	74.10	27.67	
	M2	98.60	78.30	25.93	26.80
	M3				
05	M1	103.10	80.00	28.88	
	M2	102.00	80.50	26.71	27.79
	M3				
06	M1	94.60	75.80	24.80	
	M2	100.00	79.60	25.63	25.22
	M3				
07	M1	99.50	78.00	27.56	
	M2	100.00	78.50	27.39	27.48
	M3				
08	M1	100.50	80.00	25.63	
	M2	100.00	79.00	26.58	26.10
	M3				
09	M1	86.50	68.00	27.21	
	M2	88.50	70.00	26.43	26.82
	M3				
10	M1	101.50	81.00	25.31	
	M2	102.00	81.00	25.93	25.62
	M3				
11	M1	94.50	74.00	27.70	
	M2	97.00	75.20	28.99	28.35
12	M1	95.00	73.50	29.25	
	M2	95.00	74.00	28.38	28.82
	M3				
13	M1	96.00	75.00	28.00	
	M2	93.50	72.50	28.97	28.48
14	M1	99.50	78.00	27.56	
	M2	101.00	80.00	26.25	26.91
15	M1	100.00	78.00	28.21	
	M2	104.00	80.50	29.19	28.70

Continua:

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 4.3b
CONTENIDO DE HUMEDAD DE ENSAYO EN VIGAS A ESCALA NATURAL

VIGA No	MUESTRA No	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	HUMEDAD %CH	PROMEDIO
16	M1	93.5	76.5	22.22	21.09
	M2	90	75.5	19.21	
	M3	92	75.5	21.85	
17	M1	105	84.1	24.85	24.48
	M2	99	80.5	22.98	
	M3	104.5	83.2	25.60	
18	M1	96.5	77.5	24.52	22.67
	M2	95.5	77.5	23.23	
	M3	92	76.5	20.26	
19	M1	77.5	62.5	24.00	24.60
	M2	78.5	63.2	24.21	
	M3	78.5	62.5	25.60	
20	M1	96	81	18.52	20.04
	M2	97.5	80.5	21.12	
	M3	97	80.5	20.50	
21	M1	93	78	19.23	20.04
	M2	93.5	77.5	20.65	
	M3	95	79	20.25	
22	M1	94	78.5	19.75	18.70
	M2	87.5	73.5	19.05	
	M3	91.5	78	17.31	
23	M1	103.5	81.5	26.99	26.55
	M2	99.5	79.2	25.63	
	M3	102	80.3	27.02	
24	M1	85.5	67.2	27.23	27.80
	M2	83.5	65.5	27.48	
	M3	83	64.5	28.68	
25	M1	91.5	72.5	26.21	26.20
	M2	89.5	71.5	25.17	
	M3	93.5	73.5	27.21	
26	M1	95	80	18.75	21.18
	M2	97.5	79.5	22.64	
	M3	96.5	79	22.15	
27	M1	93.5	73.5	27.21	26.41
	M2	94.5	74.5	26.85	
	M3	89.5	71.5	25.17	
28	M1	97.5	81	20.37	20.29
	M2	97	80	21.25	
	M3	96	80.5	19.25	
29	M1	106	83.5	26.95	25.92
	M2	118	94.5	24.87	
	M3	116.5	92.5	25.95	
30	M1	100.5	78.6	27.86	28.24
	M2	93.5	72.5	28.97	
	M3	105.5	82.5	27.88	

Continua:

VIGA No	MUESTRA No	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	HUMEDAD %CH	PROMEDIO
31	M1	105.50	82.50	27.88	28.02
	M2	103.50	81.00	27.78	
	M3	104.00	81.00	28.40	
32	M1	104.00	81.50	27.61	26.64
	M2	102.00	81.00	25.93	
	M3	103.00	81.50	26.38	
33	M1	92.50	74.50	24.16	22.96
	M2	89.50	73.20	22.27	
	M3	90.00	73.50	22.45	
34	M1	92.50	73.00	26.71	26.36
	M2	91.50	72.50	26.21	
	M3	94.00	74.50	26.17	
35	M1	100.00	78.50	27.39	26.68
	M2	101.00	80.00	26.25	
	M3	100.50	79.50	26.42	
36	M1	99.00	77.00	28.57	27.63
	M2	103.00	80.50	27.95	
	M3	103.00	81.50	26.38	
37	M1	90.50	75.00	20.67	20.62
	M2	90.50	75.50	19.87	
	M3	91.00	75.00	21.33	
38	M1	94.50	77.00	22.73	22.82
	M2	95.00	77.00	23.38	
	M3	93.00	76.00	22.37	
39	M1	102.00	82.50	23.64	23.93
	M2	100.00	81.50	22.70	
	M3	101.00	80.50	25.47	
40	M1	102.60	83.50	22.87	24.13
	M2	103.50	82.50	25.45	
	M3	100.50	81.00	24.07	
41	M1	106.00	84.00	26.19	26.25
	M2	105.00	82.50	27.27	
	M3	104.00	83.00	25.30	
42	M1	106.00	84.50	25.44	26.95
	M2	109.00	85.50	27.49	
	M3	110.00	86.00	27.91	
43	M1	108.50	85.50	26.90	27.70
	M2	111.50	87.60	27.28	
	M3	111.50	86.50	28.90	
44	M1	89.00	70.50	26.24	27.02
	M2	93.50	74.00	26.35	
	M3	92.50	72.00	28.47	
45	M1	92.50	77.00	20.13	19.97
	M2	93.00	77.00	20.78	
	M3	94.00	79.00	18.99	
PROMEDIO					**25.294**
DES. ESTÁNDAR					**2.807**
COEF. VARIACIÓN					**11**

4.1.2 DENSIDAD BÁSICA (DB): Viene hacer la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen verde (VV).

$$D.B = \frac{PSH}{VV}(gr/cm^3)$$

La Densidad Básica es la que se usa con mayor ventaja ya que las condiciones en la que se basa (peso seco al horno y volumen verde) son estables en una especie determinada.

4.1.2.1 Procedimiento para determinar la Densidad Básica

1. **Norma:** NTP 251.011

2. **Preparación de Probetas:** La preparación de las probetas se llevaron a cabo en la carpintería de la UNI. Para la realización de este ensayo se han extraído 3 probetas de cada viga ensayada. Las dimensiones de las probetas ensayadas son de 3x3 cm de sección transversal y10cm de longitud.
3. **Equipo:** El equipo empleado es:

   a. Balanza (0.1gr).

   b. Horno o estufa eléctrica.

   c. Instrumento para medir volumen.

4. **Procedimiento:**
   a. Saturar las probetas en agua hasta que alcance un peso constante, para nuestro caso se saturaron las probetas por un tiempo de 26 días.
   b. Después de saturar las probetas se procede a determinar el volumen saturado o volumen verde, el cual se determinara en forma directa. Se sumerge la probeta en un peso conocido de agua, el volumen de agua desplazado representa el volumen de la probeta (VS o VV).
   c. Las probetas se secan en estufa a 103° C ± 2° C, se enfrían y luego se pesan hasta obtener un peso constante el cual es el peso seco al horno (PSH).

4.1.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS

La Tabla 4.4 muestra los valores obtenidos de la densidad básica para cada viga ensayada, ya que no se efectuaron ensayos de densidad básica en probetas libres de defectos.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 4.4ª
DENSIDAD BASICA

VIGA No	MUESTRA No	PESO SECO (gr)	VOL. SATURADO (cm3)	DENSIDAD BASICA (gr/cm3)	D.B PROMEDIO
01	M1	79.30	99.00	0.801	0.803
	M2	79.40	98.00	0.810	
	M3	77.10	96.50	0.799	
02	M1	79.80	99.50	0.802	0.796
	M2	79.60	98.50	0.808	
	M3	74.01	95.30	0.777	
03	M1	71.90	94.00	0.765	0.768
	M2	72.00	93.00	0.774	
	M3	68.90	90.10	0.765	
04	M1	74.10	96.00	0.772	0.776
	M2	75.00	97.00	0.773	
	M3	77.80	99.50	0.782	
05	M1	82.50	98.30	0.839	0.839
	M2	82.00	98.00	0.837	
	M3	81.10	96.30	0.842	
06	M1	78.50	100.10	0.784	0.780
	M2	76.50	99.21	0.771	
	M3	77.00	98.00	0.786	
07	M1	76.00	93.00	0.817	0.817
	M2	75.00	92.00	0.815	
	M3	76.50	93.50	0.818	
08	M1	79.00	93.50	0.845	0.841
	M2	78.50	93.50	0.840	
	M3	78.00	93.00	0.839	
09	M1	68.50	90.50	0.757	0.759
	M2	69.00	91.00	0.758	
	M3	70.00	92.00	0.761	
10	M1	82.00	98.00	0.837	0.841
	M2	83.00	99.00	0.838	
	M3	83.50	98.50	0.848	
11	M1	75.00	93.50	0.802	0.804
	M2	76.00	94.00	0.809	
	M3	77.00	96.00	0.802	
12	M1	74.00	95.00	0.779	0.775
	M2	75.00	96.50	0.777	
	M3	75.00	97.50	0.769	
13	M1	79.00	91.50	0.863	0.850
	M2	76.00	90.00	0.844	
	M3	74.50	88.50	0.842	
14	M1	80.00	92.00	0.870	0.868
	M2	81.50	93.00	0.876	
	M3	79.50	92.50	0.859	
15	M1	75.00	92.00	0.815	0.835
	M2	75.00	92.50	0.811	
	M3	80.00	91.00	0.879	

Continua:

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 4.4b
DENSIDAD BASICA

ARBOL No	MUESTRA No	PESO SECO (gr)	VOL. SATURADO (cm3)	DENSIDAD BASICA (gr/cm3)	D.B PROMEDIO
16	M1	76.50	100.00	0.765	0.757
	M2	75.50	100.00	0.755	
	M3	75.50	100.50	0.751	
17	M1	84.10	110.50	0.761	0.749
	M2	80.50	110.00	0.732	
	M3	83.20	110.50	0.753	
18	M1	77.50	104.00	0.745	0.754
	M2	77.50	102.50	0.756	
	M3	76.50	100.50	0.761	
19	M1	72.00	96.00	0.750	0.769
	M2	73.50	95.50	0.770	
	M3	74.30	94.50	0.786	
20	M1	81.00	107.50	0.753	0.755
	M2	80.50	107.00	0.752	
	M3	80.50	106.00	0.759	
21	M1	78.00	105.00	0.743	0.737
	M2	77.50	106.00	0.731	
	M3	79.00	107.00	0.738	
22	M1	78.50	103.50	0.758	0.754
	M2	73.50	99.00	0.742	
	M3	78.00	102.50	0.761	
23	M1	81.50	109.00	0.748	0.725
	M2	79.20	108.50	0.730	
	M3	80.30	109.00	0.737	
24	M1	77.00	108.60	0.709	0.706
	M2	78.60	109.00	0.721	
	M3	75.20	110.20	0.682	
25	M1	72.50	101.50	0.714	0.729
	M2	71.50	101.50	0.704	
	M3	73.50	103.50	0.710	
26	M1	80.00	103.50	0.773	0.776
	M2	79.50	104.00	0.764	
	M3	79.00	100.00	0.790	
27	M1	73.50	104.00	0.707	0.707
	M2	74.50	105.50	0.706	
	M3	71.50	101.00	0.708	
28	M1	81.00	105.00	0.771	0.773
	M2	80.00	104.00	0.769	
	M3	80.50	103.50	0.778	
29	M1	83.50	114.50	0.729	0.754
	M2	94.50	122.00	0.775	
	M3	92.50	122.00	0.758	
30	M1	78.60	111.00	0.708	0.709
	M2	73.50	105.10	0.699	
	M3	82.50	114.50	0.721	

Continua:

ARBOL No	MUESTRA No	PESO SECO (gr.)	VOL. SATURADO (cm3)	DENSIDAD BASICA (gr/cm3)	D.B PROMEDIO
31	M1	82.50	115.00	0.717	0.722
	M2	81.00	112.50	0.720	
	M3	81.00	111.00	0.730	
32	M1	81.50	108.50	0.751	0.742
	M2	81.00	110.20	0.735	
	M3	81.50	110.00	0.741	
33	M1	74.50	105.00	0.710	0.714
	M2	73.20	101.50	0.721	
	M3	73.50	103.50	0.710	
34	M1	73.00	103.00	0.709	0.713
	M2	72.50	101.00	0.718	
	M3	74.50	104.50	0.713	
35	M1	78.50	109.50	0.717	0.720
	M2	80.00	111.00	0.721	
	M3	79.50	110.00	0.723	
36	M1	77.00	108.50	0.710	0.726
	M2	80.50	109.50	0.735	
	M3	81.50	111.00	0.734	
37	M1	75.00	98.50	0.761	0.758
	M2	75.50	98.50	0.766	
	M3	75.00	100.50	0.746	
38	M1	77.00	106.50	0.723	0.727
	M2	77.00	105.00	0.733	
	M3	76.00	105.00	0.724	
39	M1	82.50	111.50	0.740	0.732
	M2	81.50	111.50	0.731	
	M3	80.50	111.00	0.725	
40	M1	83.50	113.50	0.736	0.734
	M2	82.50	111.50	0.740	
	M3	81.00	111.50	0.726	
41	M1	84.00	113.50	0.740	0.743
	M2	82.50	112.50	0.733	
	M3	83.00	110.00	0.755	
42	M1	84.50	114.50	0.738	0.746
	M2	85.50	114.00	0.750	
	M3	86.00	114.50	0.751	
43	M1	85.50	112.50	0.760	0.762
	M2	87.60	115.00	0.762	
	M3	86.50	113.00	0.765	
44	M1	70.50	100.00	0.705	0.715
	M2	74.00	104.00	0.712	
	M3	72.00	99.00	0.727	
45	M1	77.00	104.50	0.737	0.743
	M2	77.00	105.50	0.730	
	M3	79.00	103.50	0.763	
PROMEDIO					**0.762**
DES. ESTÁNDAR					**0.043**
COEF. VARIACION					**6**

4.2 PROPIEDADES MECANICAS

4.2.1 FLEXION EN PROBETAS (5x5x70)

Los especimenes para la realización de este ensayo se han obtenido directamente del aserradero de diferentes trozas, que no necesariamente pertenecen a las trozas de extracción de las vigas a escala natural. Los cuartones de madera obtenidos para el ensayo son de 4' x 4' x 47' en promedio.

4.2.1.1 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL ENSAYO DE FLEXION ESTATICA

1. **NORMA**: NTP 251.017.

2. **HABILITACION DE LAS PROBETAS**:

La habilitación de las muestras, además de darle las dimensiones indicadas de 5 x 5x 75 cm, consistió en darle la orientación de las piezas con los anillos de crecimiento según un eje paralelo a una de las caras de la sección y la verificación de la ausencia de defectos. Esta preparación se llevo acabo en la carpintería de la UNI, para luego trasladarlos al Laboratorio de Ensayo de Materiales.

3. **TAMAÑO DE LAS PROBETAS**:

El ensayo se realiza en probetas de 5x5 cm de sección con 75 cm de longitud, con una distancia libre entre apoyos de 70 cm, esto tanto para las probetas secas al aire y para las probetas en estado saturado.

Las Tablas 4.5 y 4.6 muestra las medidas reales y características geométricas de las probetas en condición seca al aire y probetas en condición saturada a ensayarse respectivamente.

4. **NUMERO DE PROBETAS**: El numero de probetas ensayadas son: 21 probetas en condición seca al aire y 16 probetas en condición saturada.

5. **EQUIPO UTILIZADO**: Para el presente ensayo se uso una Maquina Universal marca AMSLER, el cual se compone de dos partes: una parte de control y la otra parte de ensayos con todo sus accesorios, con capacidad de 5000 Kg.

6. **PROCEDIMIENTO:**

Distancia entre apoyos 70cm.

Velocidad de carga de 2.5 mm / minuto.

Registro de carga-deformación para cada incremento de carga 0, 100, 200, etc, hasta la carga de rotura. De cada probeta ensayada se corta una sección de 2 cm de largo para determinar el contenido de humedad de ensayo.

7. EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

- **Carga limite Proporcional (P1):** Se determina sobre la curva carga-deflexión trazando una tangente donde se separa es P1.

- **Esfuerzo de las fibras al limite Proporcional (ELP):** Se calculara según la formula siguiente:

$$fm = \frac{3P_1L}{2ae^2} \text{ kg/cm}^2.$$

Donde:

P1: Carga al Limite Proporcional (Kg.)

L : Distancia entre apoyos.

a : ancho de la probeta (cm).

b : espesor de la probeta (cm).

- **Modulo de Rotura (MOR):** se calcula según la formula siguiente:

$$fm = \frac{3P_1L}{2ae^2} \text{ kgf/cm}^2.$$

Donde:

P: Carga máxima (kgf).

L: Distancia entre apoyos.

a: ancho de la probeta (cm).

e: espesor de la probeta (cm).

Especie: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.5

DIMENSIONES REALES, AREA Y MOMENTOS DE INERCIA DE LAS PROBETAS EN CONDICION SECA AL AIRE

PROBETA N°	b (cm)	h (cm)	L (cm)	A (cm2)	I (cm4)
01	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
02	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
03	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
04	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
05	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
06	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
07	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
08	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
09	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
10	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
11	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
12	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
13	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
14	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
15	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
16	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
17	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
18	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
19	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
20	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
21	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08

TABLA N°: 4.6

DIMENSIONES REALES, AREA Y MOMENTOS DE INERCIA DE LAS PROBETAS EN CONDICION SATURADA

PROBETA N°	b (cm)	h (cm)	L (cm)	A (cm2)	I (cm4)
01	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
02	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
03	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
04	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
05	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
06	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
07	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
08	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
09	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
10	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
11	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
12	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
13	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
14	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
15	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08
16	5.00	5.00	70.00	25.00	52.08

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.7

CARGA LIMITE PROPORCIONAL Y CARGA MAXIMAMA, ESFUERZO LIMITE PROORCIONAL Y MODULO DE ROTURA EN PROBETAS EN CONDICION SECA AL AIRE

PROBETA N°	P1 (Kg.)	Q max: (kg)	f´m (ELP) (kg)	MOR (kg/cm^2)
01	1050.00	1646.00	882.00	1382.64
02	1005.00	1505.00	844.20	1264.20
03	1020.00	1735.00	856.80	1457.40
04	1000.00	1512.00	840.00	1270.08
05	1010.00	1695.00	848.40	1423.80
06	1100.00	1680.00	924.00	1411.20
07	750.00	1460.00	630.00	1226.40
08	910.00	1590.00	764.40	1335.60
09	840.00	1380.00	705.60	1159.20
10	860.00	1640.00	722.40	1377.60
11	1100.00	1610.00	924.00	1352.40
12	950.00	1415.00	798.00	1188.60
13	1010.00	1465.00	848.40	1230.60
14	960.00	1470.00	806.40	1234.80
15	950.00	1465.00	798.00	1230.60
16	1010.00	1490.00	848.40	1251.60
17	905.00	1520.00	760.20	1276.80
18	810.00	1640.00	680.40	1377.60
19	960.00	1510.00	806.40	1268.40
20	910.00	1395.00	764.40	1171.80
21	980.00	1450.00	823.20	1218.00
PROMEDIO:	**956.67**	**1536.81**	**803.60**	**1290.92**
DESV. EST	**89.84**	**104.59**	**75.46**	**87.86**
COEF. VAR	**9**	**7**	**9**	**7**
5% PERCENTIL	**810.00**	**1395.00**	**680.40**	**1171.80**

..

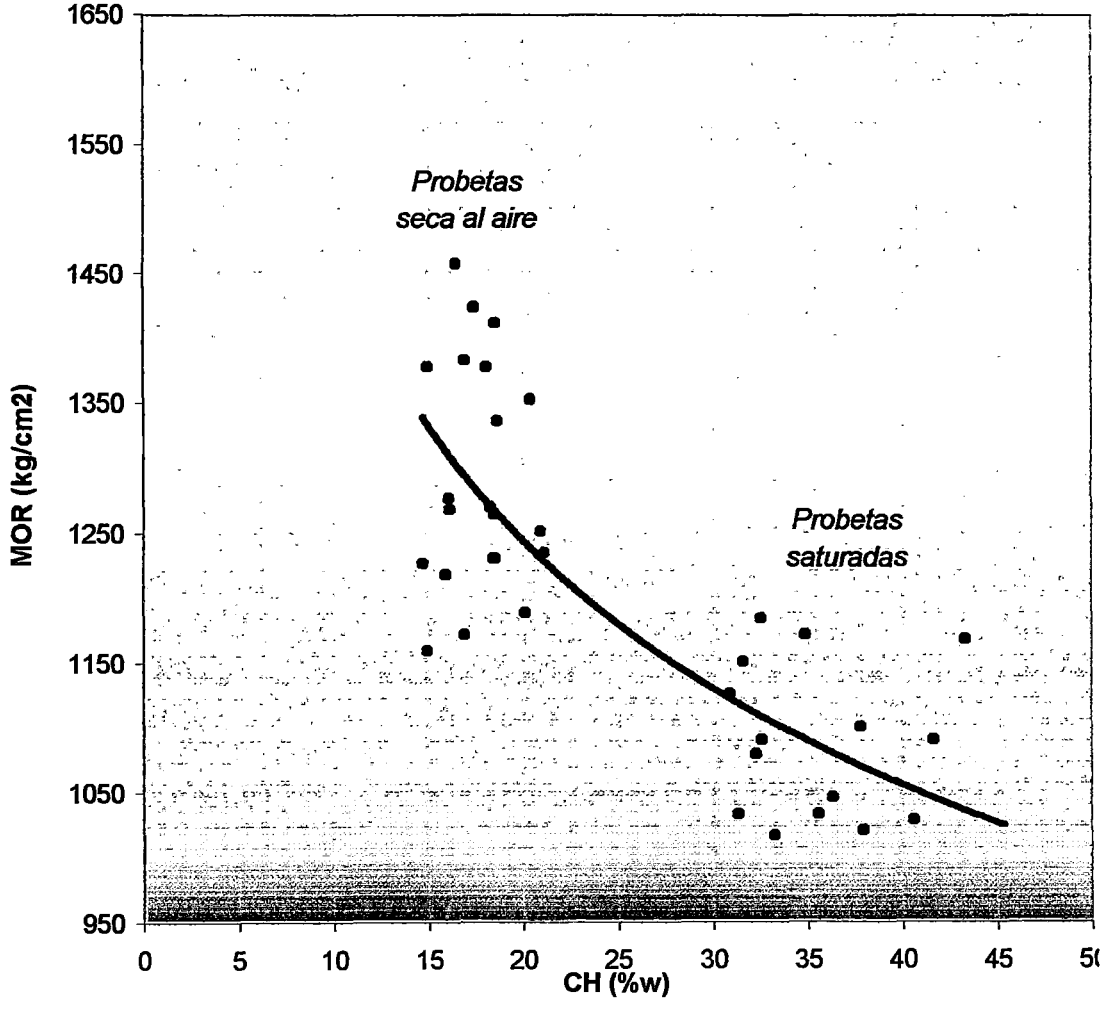
TABLA N°: 4.8

CARGA LIMITE PROPORCIONAL Y CARGA MAXIMAMA, ESFUERZO LIMITE PROORCIONAL Y MODULO DE ROTURA EN PROBETAS EN CONDICION SATURADA

PROBETA N°	P1 (cm)	Q max: (cm)	f´m (ELP) (kg)	MOR (kg/cm²)
01	800.00	1225.00	672.00	1029.00
02	805.00	1102.00	676.20	925.68
03	850.00	1210.00	714.00	1016.40
04	840.00	1410.00	705.60	1184.40
05	800.00	1230.00	672.00	1033.20
06	820.00	1230.00	688.80	1033.20
07	830.00	1395.00	697.20	1171.80
08	850.00	1285.00	714.00	1079.40
09	840.00	1370.00	705.60	1150.80
10	845.00	1340.00	709.80	1125.60
11	810.00	1245.00	680.40	1045.80
12	800.00	1298.00	672.00	1090.32
13	850.00	1310.00	714.00	1100.40
14	840.00	1215.00	705.60	1020.60
15	810.00	1391.00	680.40	1168.44
16	820.00	1298.00	688.80	1090.32
PROMEDIO:	**825.63**	**1284.63**	**693.53**	**1079.09**
DESV. EST	**19.57**	**83.84**	**16.44**	**70.43**
COEF. VAR	**2**	**7**	**2**	**7**
5% PERCENTIL	**800.00**	**1183.00**	**672.00**	**993.72**

La figura 4.1 muestra una curva aproximada que podría representar la variación de la resistencia con el contenido de humedad.

FIGURA 4.1: INFLUENCIA DELCONTENIDO DE HUMEDAD EN LA RESISTENCIA



Las tablas 4.7 y 4.8 muestran los valores de la carga limite proporcional, carga máxima de rotura, esfuerzo limite proporcional y modulo de rotura, tanto en probetas en condición seca al aire y en condición saturada respectivamente.

Las tablas 4.9 y 4.10 muestran valores de la razón del esfuerzo limite proporcional (ELP) y la máxima resistencia (MOR), en el cual se puede observar que aproximadamente el ELP es el 60% del MOR, tanto en probetas en condición seca al aire y en condición saturada respectivamente.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.9

RELACION ENTRE EL ESFUERZO LIMITE PROPORCIONAL (ELP) Y EL MODULO DE ROTURA EN PROBETAS 5x5x70 EN CONDICON SECA AL AIRE

VIGA N°	f´m (ELP) (kg)	MOR (kg/cm^2)	% f´m / MOR
01	882.00	1382.64	64
02	844	1264	67
03	857	1457	59
04	840	1270	66
05	848	1424	60
06	924	1411	65
07	630	1226	51
08	764	1336	57
09	706	1159	61
10	722	1378	52
11	924	1352	68
12	798	1189	67
13	848	1231	69
14	806	1235	65
15	798	1231	65
16	848	1252	68
17	760	1277	60
18	680	1378	49
19	806	1268	64
20	764	1172	65
21	823	1218	68
PROMEDIO:			**62.39**
DESV. ESTÁNDAR			**5.80**
COEF. VARIACION %			**9**

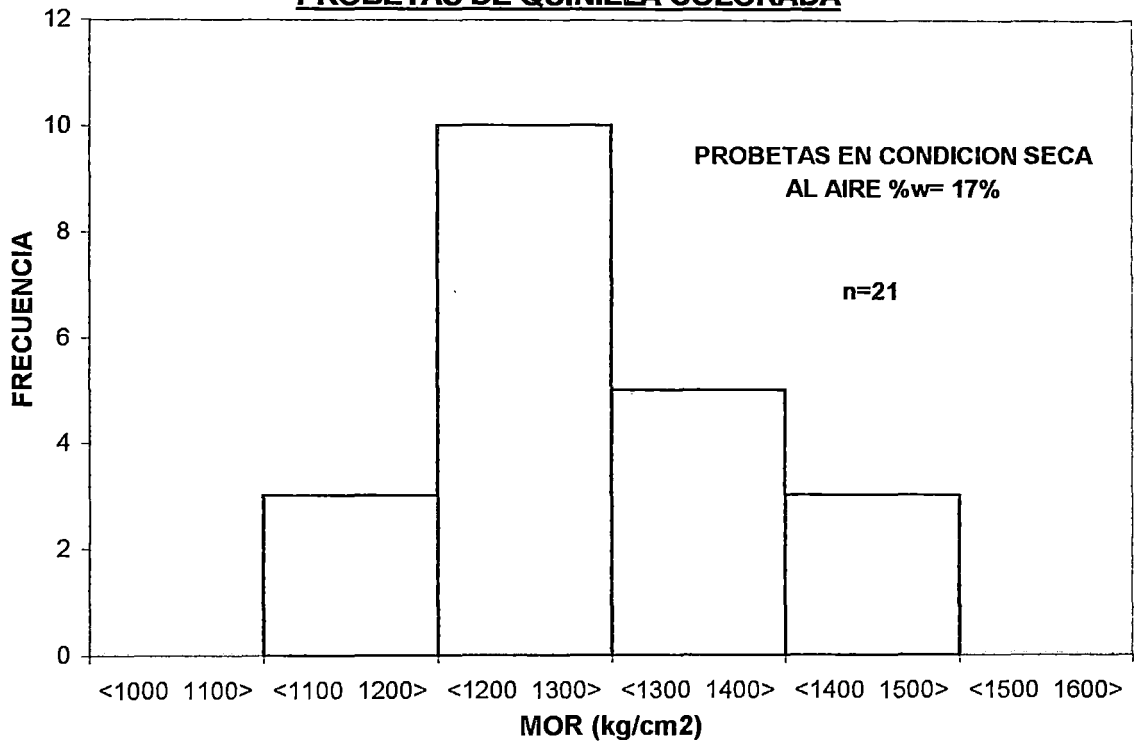
ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.10

RELACION ENTRE EL ESFUERZO LIMITE PROPORCIONAL (ELP) Y EL MODULO DE ROTURA EN PROBETAS 5x5x70 EN CONDICION SATURADA

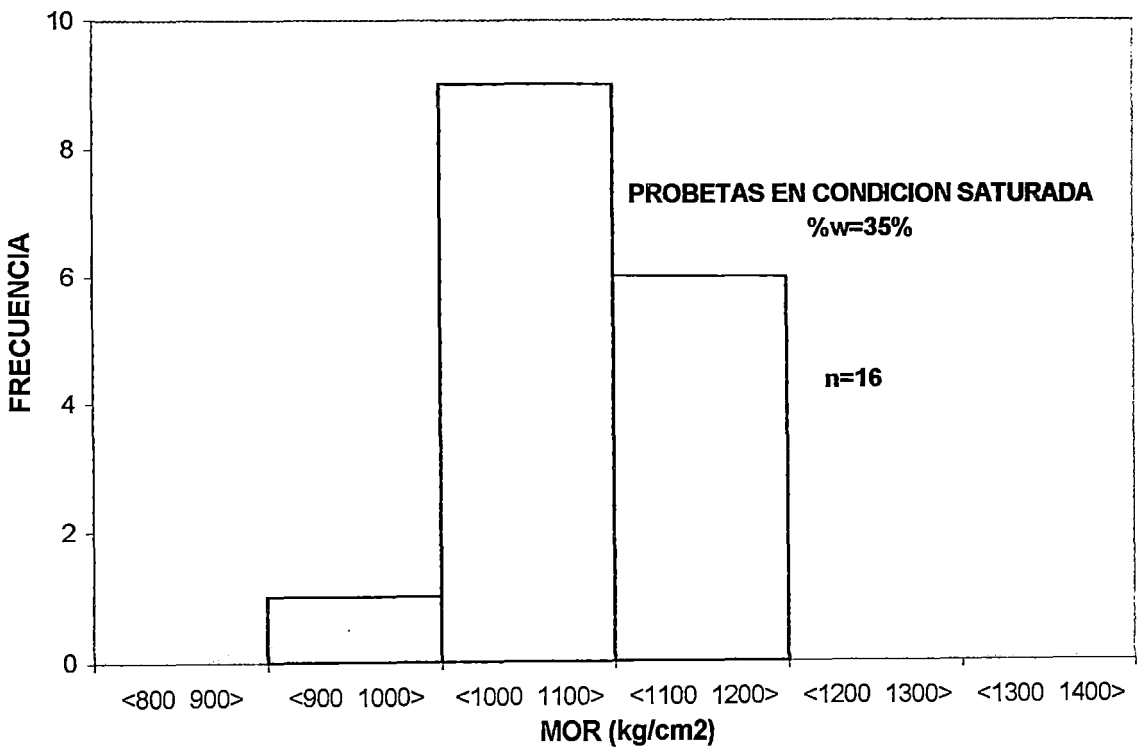
VIGA N°	f´m (ELP) (kg)	MOR (kg/cm^2)	% f´m / MOR
01	672.00	1029.00	65
02	676	926	73
03	714	1016	70
04	706	1184	60
05	672	1033	65
06	689	1033	67
07	697	1172	59
08	714	1079	66
09	706	1151	61
10	710	1126	63
11	680	1046	65
12	672	1090	62
13	714	1100	65
14	706	1021	69
15	680	1168	58
16	689	1090	63
PROMEDIO:			**64.50**
DESV. ESTÁNDAR			**4.06**
COEF. VARIACION %			**6**

FIGURA 4.2: HISTOGRAMA DEL MODULO DE ROTURA EN PROBETAS DE QUINILLA COLORADA



.....

FIGURA 4.3: HISTOGRAMA DEL MODULO DE ROTURA EN PROBETAS DE QUINILLA COLORADA



Las figuras 4.2 y 4.3 muestran histogramas del módulo de rotura para las probetas ensayadas, en la cual se puede notar que aproximadamente un 70% de las probetas secas al aire tienen un MOR (Módulo de Rotura) en rango de 1200 a 1350 kg/cm^2 y un 65% de las probetas en condición saturada tiene valores 1000 a 1150 kg/cm^2.

- **Módulo de Elasticidad:** Se calcula según al formula siguiente:

$$ME = \frac{P_1 L^3}{4ae^3 y} \text{ kg/cm}^2, \quad \text{o también:} \quad ME = \frac{L^3 (dp/dw)}{4ae^3} \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

P1: Carga al Limite Proporcional P1 (Kg.).

L : Distancia entre apoyos.

a : ancho de la probeta (cm).

b : espesor de la probeta (cm).

y : Deflexión al centro de la luz al limite proporcional (cm).

dp/dw : Pendiente de la curva carga-deformación.

- **Procedimiento de calculo del Modulo de elasticidad:**

a. Se traza la curva carga -deformación con los diferentes datos obtenidos en el laboratorio.
b. Con los seis o siete primeros puntos se realiza un ajuste lineal, aplicando el método de los mínimos cuadrados, para determinar la curva Y=aX (ecuación de la línea) donde "a" es la pendiente "Y" es la carga aplicada y "X" es la deflexión obtenida debido a la carga.
c. Obtenida la pendiente se procede a determinar el modulo de elasticidad con las ecuaciones anteriores.

Nota: Se toman los 5 o 6 primeros puntos porque en esta parte la madera se encuentra en el rango elástico. Se presenta un ejemplo de los resultados y cálculos obtenidos de los ensayos de laboratorio; ya en el Anexo N° 2 se presentan los resultados para cada probetas.

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P8**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.086
200	0.192
300	0.245
400	0.320
500	0.402
600	0.450
700	0.520
800	0.625
900	0.725
1000	0.896
1100	1.000
1200	1.205
1300	1.410
1400	1.680
1500	2.100
1590	3.312

Dimensiones:

b(cm) 5.00

h(cm) 5.00

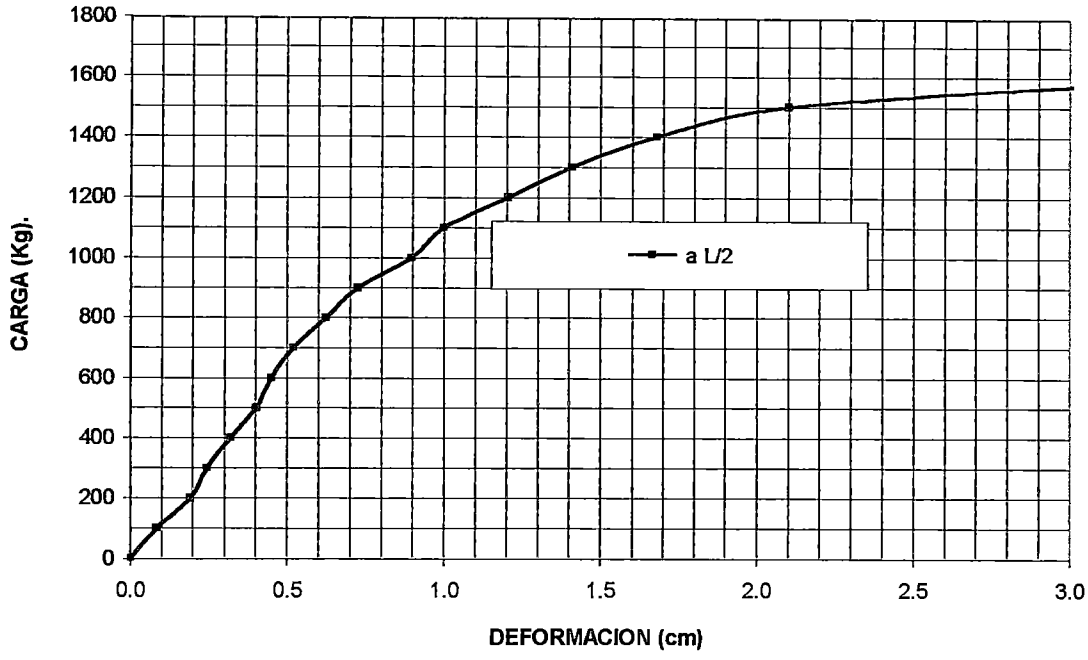
L(cm) 75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

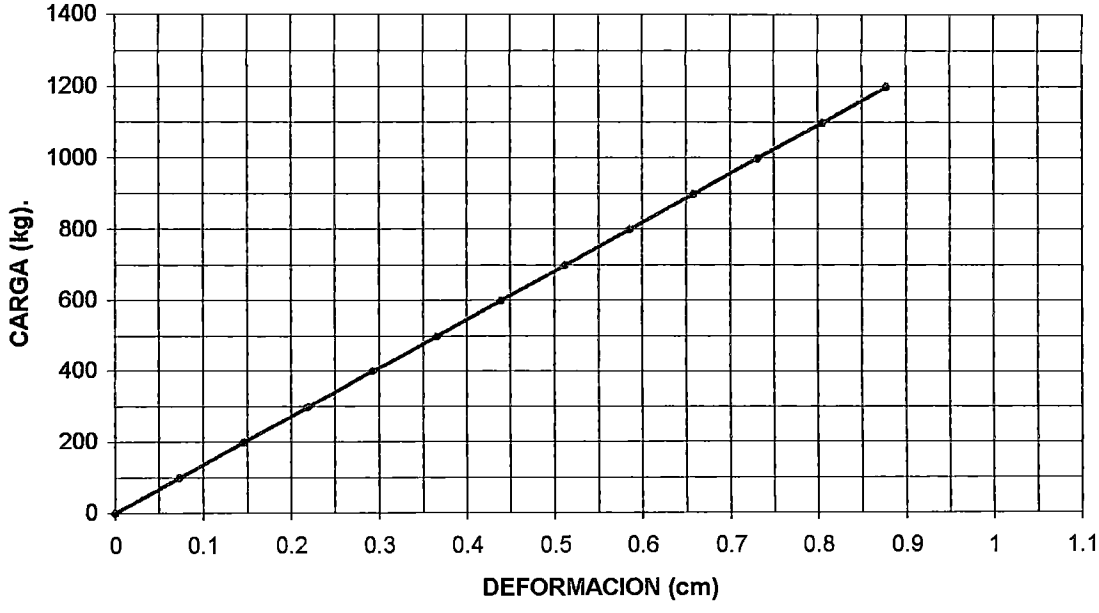
PARÁMETROS	**y=bx+a**	
PENDIENTE	b	1366.19
CONSTANTE	a	19.21
COEF. REGRESIÓN	r2	0.97848

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



Las tablas 4.11 y 4.12 muestran los valores de los módulos de elasticidad para las probetas libres de defectos en condición seca al aire y en condición saturada respectivamente. Se puede observar en el promedio que hay una disminución del 15% en MOE de las probetas saturadas respecto a las probetas secas al aire.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.11

MODULOS DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE 5x5x70 EN DONDICION SECA AL AIRE

PROBETA N°	L (cm)	I (cm4)	dp/dw	MOE (E) kg/cm2
01	70.00	52.08	1309.844	179710.64
02	70.00	52.08	1311.957	180000.52
03	70.00	52.08	1327.234	182096.57
04	70.00	52.08	1272.592	174599.65
05	70.00	52.08	1328.314	182244.72
06	70.00	52.08	1318.465	180893.38
07	70.00	52.08	1254.838	172163.76
08	70.00	52.08	1366.194	187441.75
09	70.00	52.08	1339.860	183828.82
10	70.00	52.08	1365.563	187355.29
11	70.00	52.08	1325.196	181816.82
12	70.00	52.08	1349.592	185164.05
13	70.00	52.08	1375.010	188651.42
14	70.00	52.08	1332.385	182803.17
15	70.00	52.08	1350.588	185300.73
16	70.00	52.08	1301.264	178533.39
17	70.00	52.08	1332.442	182811.05
18	70.00	52.08	1251.018	171639.72
19	70.00	52.08	1329.810	182449.89
20	70.00	52.08	1352.071	185504.09
21	70.00	52.08	1330.975	182609.81
PROMEDIO:				**181791.39**
DESV. ESTÁNDAR				**4590.54**
COEF. VARIACIÓN				**3**
5% PERCENTIL				**172163.76**

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.12

MODULOS DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE 5x5x70 EN CONDICION SATURADA

PROBETA N°	L (cm)	I (cm4)	dp/dw	MOE (E) kg/cm2
01	70.00	52.08	1063.750	145946.44
02	70.00	52.08	1069.558	146743.30
03	70.00	52.08	1053.686	144565.65
04	70.00	52.08	1075.029	147494.04
05	70.00	52.08	1075.774	147596.22
06	70.00	52.08	1030.373	141367.16
07	70.00	52.08	1005.660	137976.49
08	70.00	52.08	1120.689	153758.47
09	70.00	52.08	1153.857	158309.14
10	70.00	52.08	1082.379	148502.45
11	70.00	52.08	1056.459	144946.12
12	70.00	52.08	1059.604	145377.64
13	70.00	52.08	1440.061	197576.30
14	70.00	52.08	1211.729	166249.23
15	70.00	52.08	1203.894	165174.28
16	70.00	52.08	1448.846	198781.70
PROMEDIO				**155647.79**
DESV ESTÁNDAR				**18343.27**
COEF.VARIACION %				**12**
5% PERCENTIL				**140519.49**

4.3 COMPARACIÓN DE SUS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS CON OTRAS ESPECIES.

Es aconsejable que la comparación de las propiedades tecnológicas de la especie maderable Quinilla Colorada (Manilkara bidentada) se realice con las especies

correspondientes al grupo estructural A, ya que los ensayos están orientados a incluirlo dentro de dicho grupo. Dichas especies están conformado por el agrupamiento provisional basado en la densidad básica.

Los datos de las especies maderable que servirán para la comparación de las propiedades tecnológicas serán obtenidos de estudios realizados anteriormente en la Universidad Agraria La Molina: DESCRIPCIÓN DEPROPIEDADES FISICO MECANICAS Y USOS DE LA MADERA EN EL PERU, por Arostegui V. Antonio. Dichos datos se deberán considerar como propiedades tecnológicas y no de diseño.

En la Tabla 4.13 se muestra las propiedades físicas y mecánicas de las maderas correspondientes al grupo A. Se puede observar que los valores correspondientes a los ensayos de Quinilla Colorada realizados en el laboratorio son similares a los valores obtenidos del libro antes mencionado.

Para una mejor visualización de estos valores se muestran los gráficos 4.4 al 4.7 correspondientes a la densidad básica, esfuerzo limite proporcional, modulo de rotura y módulos de elasticidad respectivamente.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 4.13

COMPARACIÓN DE PROPIEDAES FISICO-MECANICAS DE MADERAS

No	G.E	NOMBRE COMUN	D.B (gr/cm^3)	FLEXION ESTATICA		
				ELP (kg/cm^2)	MOR (kg/cm^2)	MOE (tn/cm^2)
02	A	Azucar huayo	0.76	550	1300	150
04	A	Chimicua	0.71	542	898	160
05	A	Chontaquiro	0.74	677	997	148
06	A	Estoraque	0.78	889	1340	175
07	A	Machimango blanco	0.72	518	923	133
08	A	Palo sangre negro	0.73	639	1051	141
10	A	Quina quina	0.92	537	897	164
11	**A**	**Quinilla colorada**	**0.87**	**684**	**1204**	**184**
12	**A**	**Quinilla colorada**	**0.72**	**803**	**1290**	**182**
13	A	Tahuari amarillo	0.92	872	1436	198
14	A	Yacushapana negra	0.73	530	807	127
15	A	Yutubaco	0.71	528	871	142

FIGURA 4.4: COMPARACUION DE LA DENSIDAD BASICA

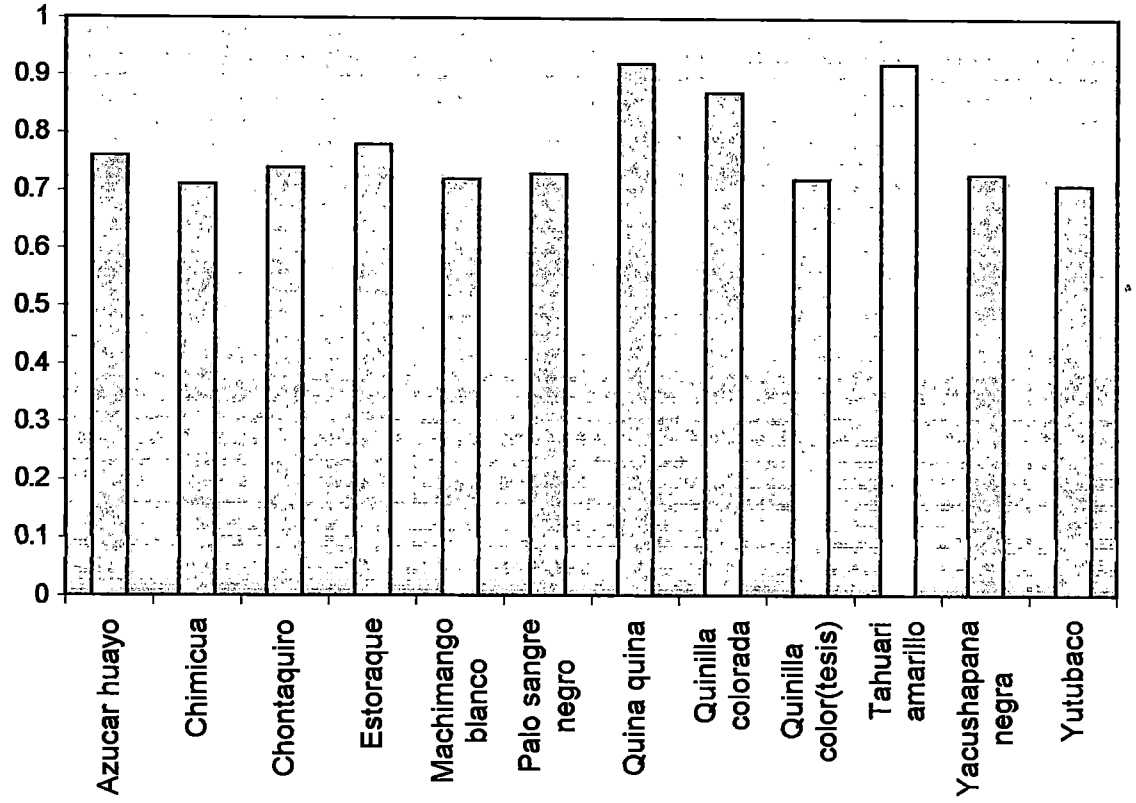
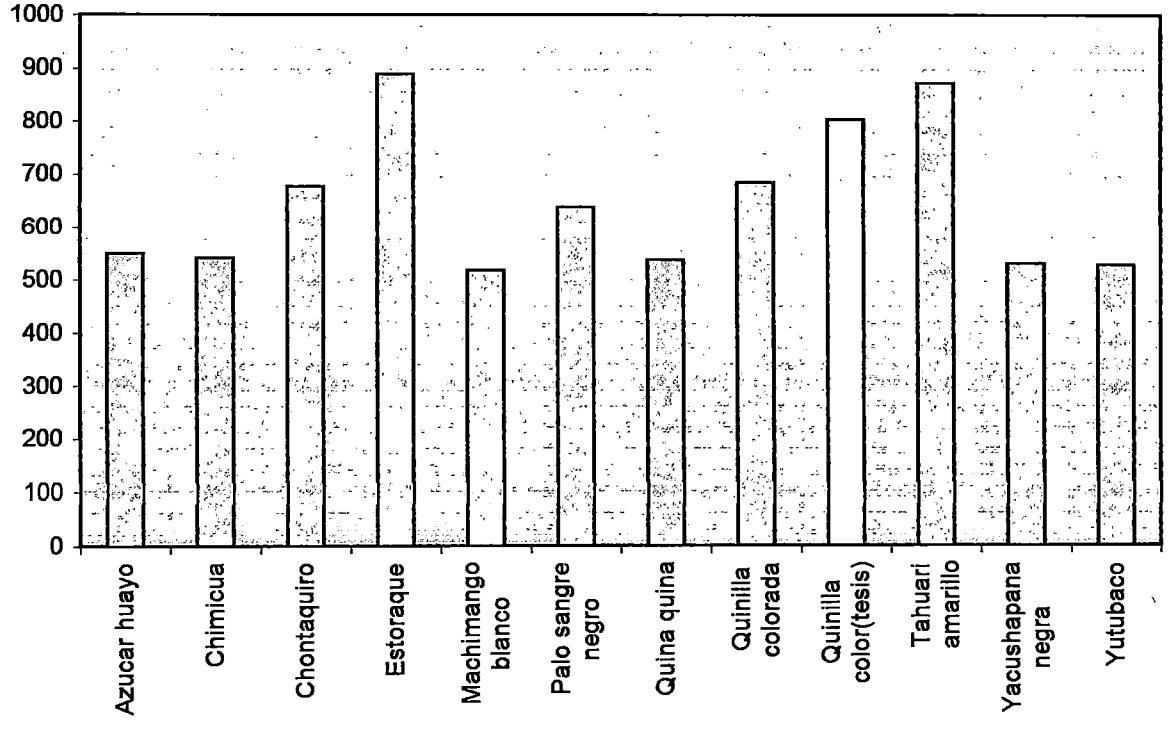


FIGURA 4.5: COMPARACION DEL EFP (kg/cm2)



FIGUA 4.6 : COMPARACION DEL MOR (kg/cm2)

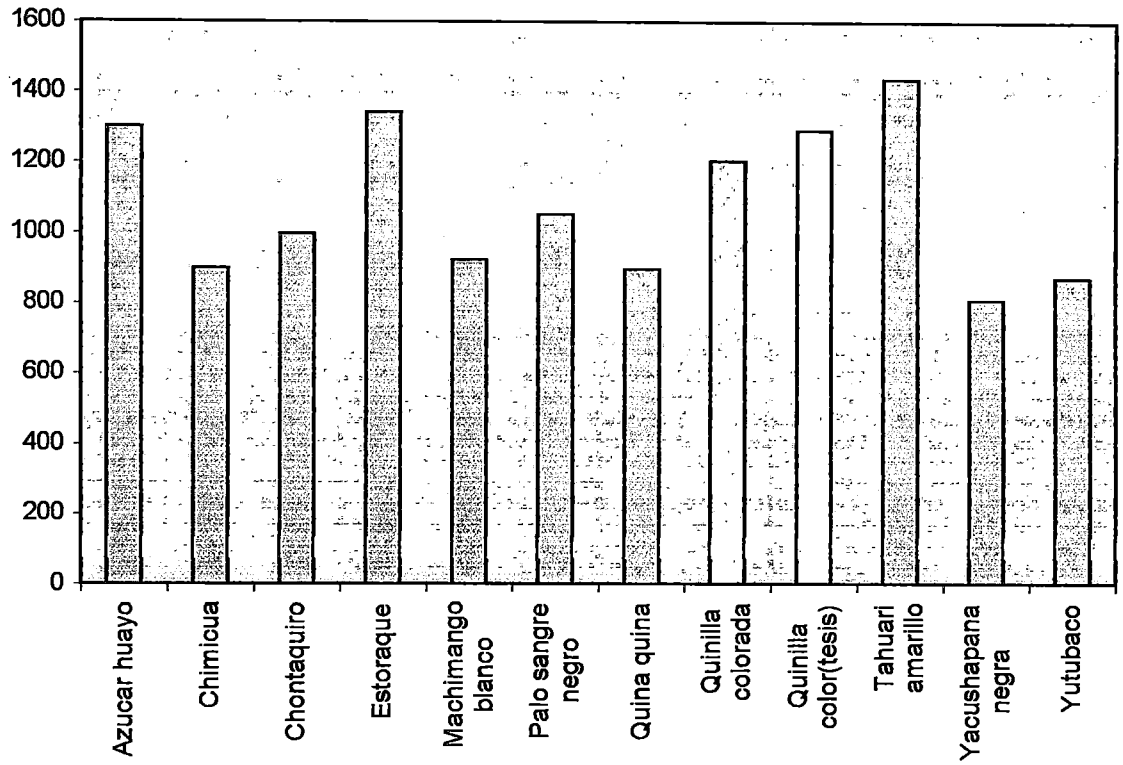
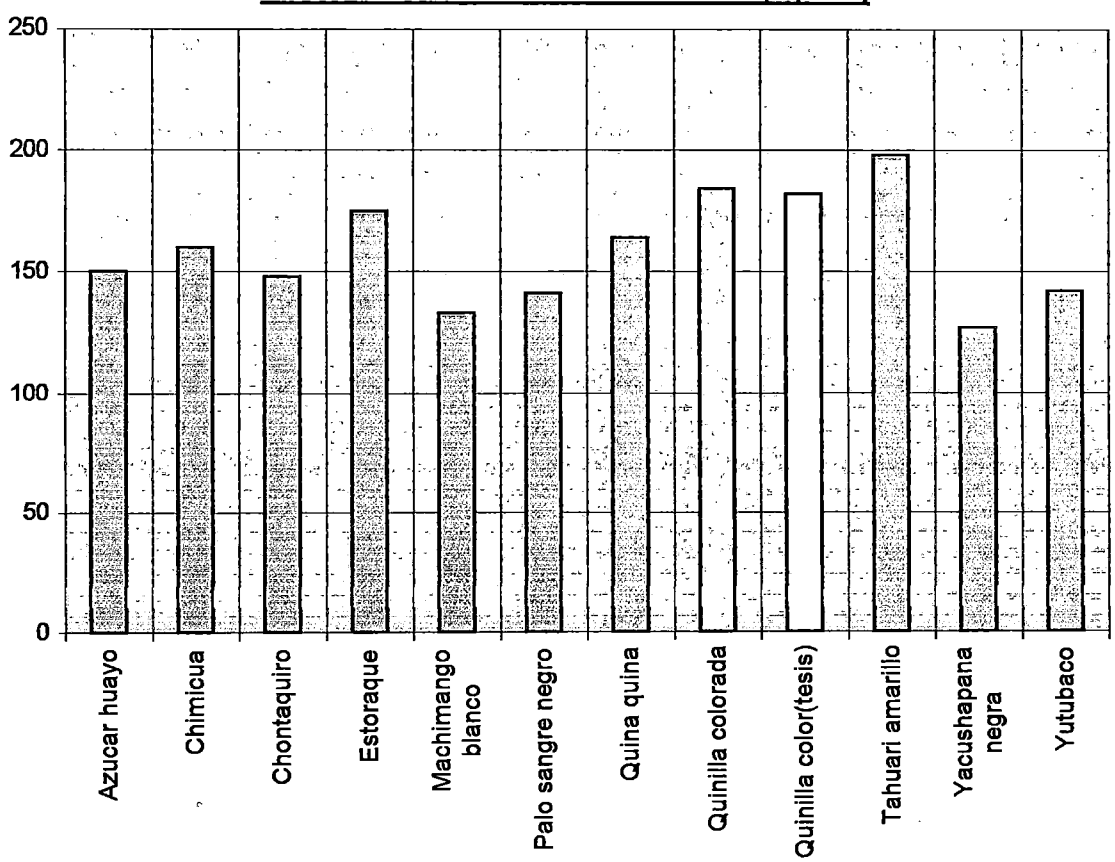


FIGURA 4.7 : COMPARACION DEL MOE (kg/cm2)



CAPITULO V
ELEMENTOS A ESCALA NATURAL

5.1 ENSAYO EN VIGAS A ESCALA NATURAL

5.1.1 ALCANCE DEL ESTUDIO

La información analizada en este capitulo procede del ensayo de 45 vigas, de 4x14 cm de sección transversal y 3 m de luz, sometidas a flexión por acción de cargas estáticas.

5.1.2 ESPECIE ESTUDIADA

La Quinilla Colorada, es una especie que pertenece a la familia Sapotaceae. Se le conoce como Quinilla colorada (Perú), Balata (Venezuela), mazanranduba (Bolivia), trapichero (Colombia). Los árboles tienen una altura de 25 m , con una altura comercia promedio de 13m y diámetro a la altura del pecho de 0.90 m. El fuste es cilíndrico, ramificadas en la parte terminal, presenta aletas basales pequeñas y gruesas.

La madera tiene una densidad promedio de 0.81 (densidad alta). La albura tiene un color marrón pálido. Duramen de color rojo claro a rozado.

5.1.3 SELECCION Y COLECCIÓN DE MUESTRAS

Toda la madera utilizada en los ensayos fue colectada en el aserradero de CIMPEVISAC (Complejo Industrial Maderero Pezo Villacorta Sociedad Anónima Cerrada), en la ciudad de Pucallpa.

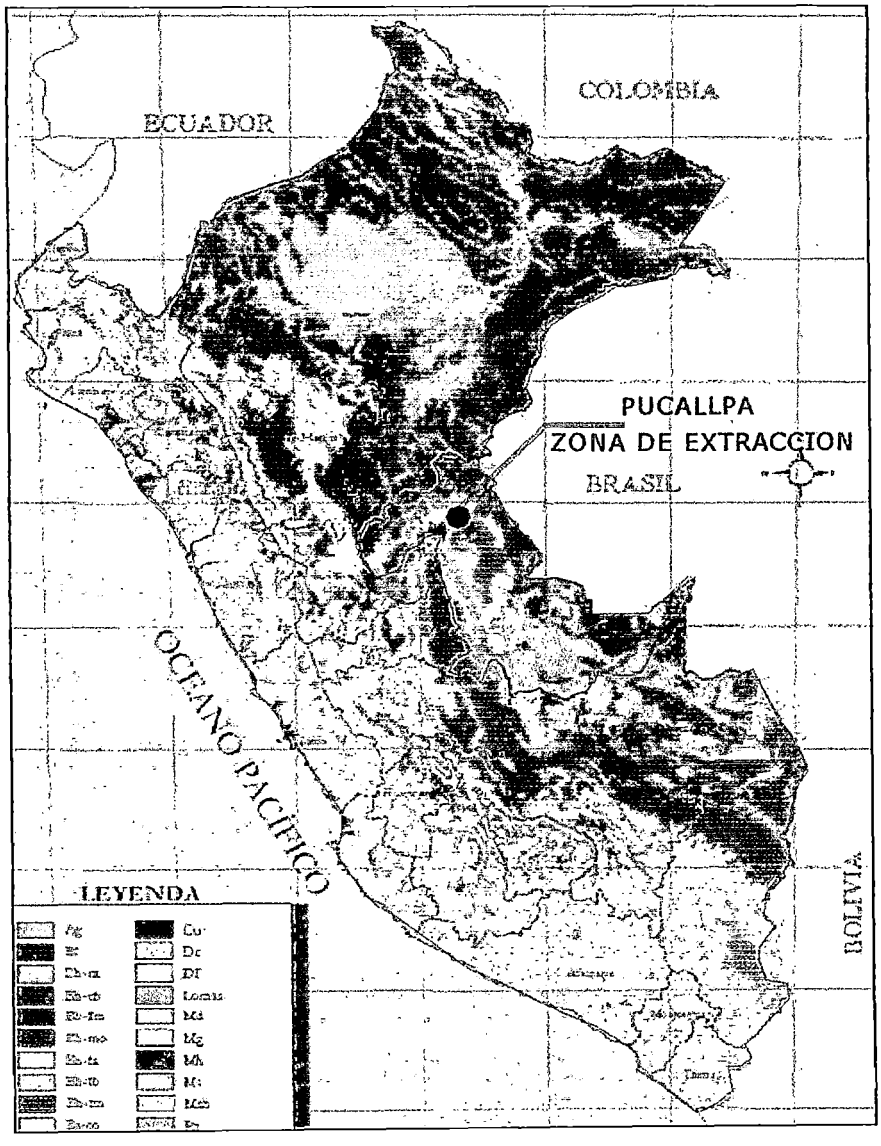
En el mapa de la figura 5.1 se muestra la zona de extracción, que corresponde al bosque húmedo tropical. La madera rolliza de Quinilla Colorada (Manilkara bidentada), proviene de los bosques ubicados en el rió Mapuya (Atalaya), en donde el estado peruano le ha otorgado una concesión de 23,515 has, para que sea manejado sostenibleme nte.

Las trozas de Quinilla Colorada (Manilkara bidentada) son transportados vía fluvial desde sus concesionarios en el Mapuya y en el rió Blanco hasta Pucallpa.

La selección y colección de las muestras en el Aserradero Pezo-Villacorta, se realizó con la asesoría del Ing. Raúl Párraga e ing. Isabel Moromi Nakata y en coordinación con el personal del Aserradero.

Las trozas seleccionadas proceden de árboles sanos de fuste recto y sin tensiones. Para el muestreo se colecto 10 trozas es decir 10 árboles y de cada troza se obtuvieron 5 vigas de 2"x6"x12'.

FIGURA 5.1: ZONA DE EXTRACCIÓN DE LA MADERA



En la planta se realizó una primera clasificación visual de la madera para uso estructural, de acuerdo a la norma vigente, para reducir el volumen de madera a transportar.

Se marcaron las piezas seleccionadas, con un código indicativo de la especie, árbol y pieza para su posterior traslado a Lima, así mismo se procedió a pintar las caras de las vigas con esmalte para evitar que sufran ataques de hongos e insectos de la zona.

5.1.4 HABILITACION DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS

La habilitación de las muestras para la realización de los ensayos de las vigas a escala natural, consistió en darle las dimensiones exactas de 4 x 14 cm de sección transversal y de 3.65 m de longitud. La longitud libre para los ensayos fue de 3.00 m. Este proceso de habilitación se llevo acabo en la carpintería de la UNI; para luego trasladarlo al Laboratorio de ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

En la Tabla 5.1 se muestran las dimensiones reales de dada viga a ensayarse en el laboratorio.

En el laboratorio se procedió a realizar una segunda clasificación visual de las vigas, descartándose aquellas que podrían haber sufrido algunos defectos durante el proceso de secado, transporte y aserrado.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 5.1
DIMENSIONES REALES DE LAS VIGAS ENSAYADAS

VIGA N°	B (cm)	H (cm)	L (cm)
01	3.96	14.01	300.00
02	4.01	14.03	300.00
03	4.02	14.01	300.00
04	3.98	13.98	300.00
05	3.99	13.92	300.00
06	3.96	13.95	300.00
07	4.02	13.98	300.00
08	3.99	13.96	300.00
09	3.97	13.89	300.00
10	4.12	13.97	300.00
11	3.87	14.00	300.00
12	3.94	14.01	300.00
13	4.01	14.06	300.00
14	4.01	13.96	300.00
15	4.07	14.01	300.00
16	4.06	14.00	300.00
17	3.99	14.00	300.00
18	3.79	13.94	300.00
19	4.02	13.98	300.00
20	4.03	14.00	300.00
21	3.99	14.01	300.00
22	3.89	14.01	300.00
23	3.95	14.00	300.00
24	3.96	14.00	300.00
25	4.01	14.01	300.00
26	4.01	13.96	300.00
27	4.03	14.00	300.00
28	4.39	13.98	300.00
29	3.96	14.00	300.00
30	3.99	14.00	300.00
31	4.03	14.01	300.00
32	3.97	14.05	300.00
33	4.01	14.02	300.00
34	3.99	14.00	300.00
35	3.95	13.95	300.00
36	3.96	14.00	300.00
37	3.97	14.00	300.00
38	3.85	14.00	300.00
39	3.96	14.00	300.00
40	3.94	13.96	300.00
41	4.01	14.00	300.00
42	4.02	14.00	300.00
43	4.00	13.97	300.00
44	4.01	14.00	300.00
45	3.99	14.10	300.00

5.1.5 EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado para el ensayo de flexión estática en vigas, es una Maquina Universal marca AMSLER, este es un equipo eléctrico e hidráulico, el cual se compone de dos parte: un sistema de control y un sistema que permite apoyar la viga y aplicar cargas con 2 pistones hidráulicos, todo este equipo se asienta sobre una base de 4 m.

5.1.6 METODOLOGIA DE ENSAYO

Para la realización de este ensayo, se seguirá de acuerdo a la NTP 251-107 para maderas aserradas para uso estructural.

Las vigas se colocaran sobre apoyos simples , con 3 m de luz libre, sometiéndose a flexión por acción de cargas estáticas simétricas en los puntos tercios, es decir a L/3 y 2L/3.

Se utilizaron arriostres en dos secciones cercanas a la aplicación de las cargas, para restringir el pandeo lateral-torsional.

Durante el proceso de ensayo, la velocidad de deformación se mantuvo aproximadamente constante hasta alcanzar la carga máxima, tanto así que cada ensayo duro no menos que 17 minutos ni mas de 25 minutos.

Se tomaron registros de carga-deformación, en el centro de la viga (L/2) y al punto tercio (L/3) para cargas cada 0, 200, 400, etc, hasta alcanzar la carga máxima.

Con esta información se determinaron módulos de elasticidad (MOE), esfuerzo limite proporcional (ELP) y modulo de rotura (MOR).

5.1.7 CONDICION DE LAS VIGAS AL ENSAYARSE

El contenido de humedad en promedio al momento del ensayo de las vigas, determinado según la norma NTP 251.010 fue de 25.2 %.

El contenido de humedad determinado resulta ser menor que el contenido de humedad del punto de saturación de las fibras que varia de 30% a 35%, con el cual se puede concluir que las vigas fueron ensayadas en condición húmeda.

En la Tabla 4.3 se muestra el contenido de humedad de cada viga ensayada.

5.1.8 DENSIDAD BASICA

La densidad básica calculada según la norma NTP 25.010 ha sido de 0.71 ± 0.01 gr/cm^3.

En la Tabla 4.4 se muestran los valores de la densidad básica para cada uno de las vigas ensayadas.

5.1.9 TIPOS DE DEFECTOS EN LAS VIGAS

Realmente no se han encontrado defectos significativos en las vigas ensayadas, ya que la Quinilla Colorada es una especie muy compacta y resistente al ataque de los hongos. Así mismo cabe mencionar que las vigas ensayadas han sido doblemente clasificadas por la regla de clasificación visual.

Los pocos defectos que se detectaron fueron nudos de 7 mm de diámetro, unas que otras perforaciones de 1 mm de diámetro, grano inclinado de 1/12, defectos por secado o por aserrado no se presentaron.

5.1.10 CALCULOS Y RESULTADOS

Se realizaran los siguientes ensayos:

a. Resistencia a la Flexión: El esfuerzo máximo a la flexión se calculara haciendo uso de la siguiente formula:

$$fmu = \frac{aFu}{Z} \text{ kg/cm}^2 . \qquad (5.1)$$

Donde:

a: distancia entre el punto de carga y punto de apoyo de la viga.

fu: carga máxima en Kg.

Z: modulo de la sección, destinado a las secciones actuales en cm3.

$$Z = \frac{bh^2}{6} \text{ cm}^3 \qquad (5.2)$$

En la Tabla 5.2 se muestran los valores de la carga máxima y la resistencia ultima para cada viga.

En la figura 5.2 se muestra un histograma del modulo de rotura en vigas de Quinilla Colorada. Para aproximadamente el 70% de vigas ensayadas los valores de resistencia a la rotura se encuentran entre 930 a 1230 kg/cm^2.

La resistencia a la flexión de las vigas esta dado por el esfuerzo máximo promedio de las muestras; de esta manera se tiene lo siguiente:

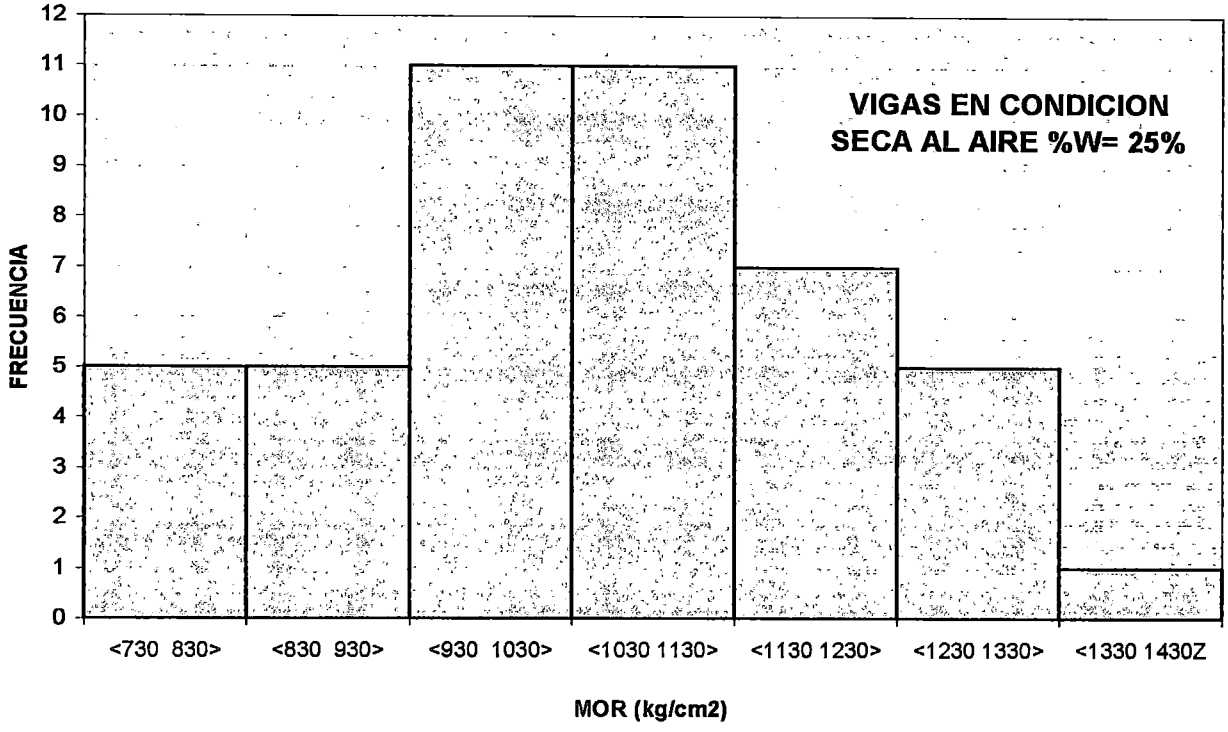
$$\mathbf{f_{mu.\ Promedio} = 1044.01\ kg/cm^2.}$$

$$f_{mu.\ Minimo\ (5\%)} = 788.18\ \text{kg/cm}^2.$$

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 5.2
CARGA MAXIMA (fu) Y RESISTENCIA A LA FLEXION (MOR)

VIGA N°	A (cm)	Z (cm)	Fu (kg)	MOR (kg/cm^2)
01	100.00	129.61	1350	1041.58
02	100.00	131.46	1600	1217.09
03	100.00	131.51	1650	1254.68
04	100.00	129.67	1430	1102.76
05	100.00	128.85	1450	1125.30
06	100.00	128.44	1400	1090.02
07	100.00	130.95	1450	1107.33
08	100.00	129.52	1510	1165.83
09	100.00	127.72	1520	1190.09
10	100.00	134.01	1750	1305.87
11	100.00	126.33	1500	1187.37
12	100.00	128.89	1460	1132.74
13	100.00	132.12	1320	999.10
14	100.00	130.27	1480	1136.07
15	100.00	133.14	1500	1126.61
16	100.00	132.50	1250	943.42
17	100.00	130.24	1260	967.43
18	100.00	122.75	1320	1075.38
19	100.00	130.95	990	756.04
20	100.00	131.65	1380	1048.26
21	100.00	130.53	1300	995.97
22	100.00	127.16	1050	825.70
23	100.00	129.03	1650	1278.74
24	100.00	129.36	1770	1368.27
25	100.00	131.18	1310	998.62
26	100.00	130.25	1250	959.72
27	100.00	131.48	1310	996.32
28	100.00	143.00	1530	1069.95
29	100.00	129.36	1240	958.57
30	100.00	130.18	1650	1267.51
31	100.00	131.83	1400	1061.94
32	100.00	130.61	1240	949.36
33	100.00	131.37	1100	837.34
34	100.00	130.34	960	736.54
35	100.00	128.11	1170	913.25
36	100.00	129.36	1160	896.72
37	100.00	129.69	1010	778.80
38	100.00	125.77	1500	1192.68
39	100.00	129.36	1070	827.15
40	100.00	127.90	1150	899.15
41	100.00	130.99	1460	1114.56
42	100.00	131.42	1350	1027.26
43	100.00	130.01	1600	1230.64
44	100.00	130.99	1130	862.64
45	100.00	132.27	1270	960.12
PROMEDIO			**1360.00**	**1044.01**
DESV. ESTÁNDAR			**202.60**	**154.21**
COEF. VARIACIÓN			**15**	**15**
5% PERCENTIL			**1018.00**	**788.18**

FIGURA 5.2 : HISTOGRAMA DEL MODULO DE ROTURA EN VIGAS DE QUINILLA COLORADA



b. Módulo de Elasticidad:

Para determinar el módulo de elasticidad de las vigas a escala natural se ha considerado el material como homogéneo e isotropico, asimismo para el computo se utilizaron las medidas reales de los especimenes ensayados.

En la determinación de los módulos de elasticidad, a partir de las cargas y deflexiones correspondientes, estas se han llevado acabo de dos maneras: primero módulo de elasticidad sin considerar deformación por corte y segundo módulo de elasticidad considerando deformación por corte.

b.1 Módulo de elasticidad sin considerar deformación por corte: Calculado partir de la deformación medida en el centro de la viga, mediante la siguiente formula:

$$MOE = Esc = \frac{(dp/dw)L^3}{48I} \text{ kg/cm}^2. \qquad (5.3)$$

Donde:

L: luz total entre apoyos en cm.

I: momento de inercia, destinado a la sección actual en cm^4.

dp/dw: pendiente de la curva carga deformación kg/cm.

E_{sc}: modulo de elasticidad, sin considerar el efecto de corte en kg/cm^2.

En la Tabla 5.3 se muestran los valores de los módulos de elasticidad sin considerar el efecto de la deformación por corte de las 45 vigas ensayadas.

En la figura 5.3 se muestra el histograma del módulo de elasticidad en vigas ensayadas sin considerar deformación por corte. Para aproximadamente el 65% de las vigas ensayadas el MOE se encuentra entre 174 a 217 ton/cm^2.

b.2 <u>Módulo de elasticidad considerando deformación por corte</u>: Calculado partir de la deformación al punto tercio (L/3) y al centro de la viga (L/2), mediante las formula siguientes:

$$\Delta_{L/2} = \frac{23PL^3}{648EI} + \frac{PL}{3GA_S} \text{ cm.} \qquad (5.4)$$

La ecuación (5.4) es la deflexión total en un punto cualquiera de la curva carga deformación en el centro de la viga (L/2).

$$\Delta_{L/3} = \frac{20PL^3}{648EI} + \frac{PL}{3GA_S} \text{ cm.} \qquad (5.5)$$

La ecuación (5.5) es la deflexión total en un punto cualquiera de la curva carga deformación en el punto tercio de la viga (L/3).

De las ecuaciones anteriores restando (5.4) y (5.5), se deduce la ecuación para el calculo del modulo de elasticidad, la cual se muestra a continuación:

$$Ec = \frac{PL^3}{216I(\Delta_{L/2} - \Delta_{L/3})} \text{ kg/cm}^3.$$

La Tabla 5.4 se muestran los valores de los módulos de elasticidad considerando el efecto de la deformación por corte de las 45 vigas ensayadas.

En la figura 5.4 se muestra el histograma del módulo de elasticidad en vigas ensayadas sin considerar deformación por corte. Para aproximadamente el 65% de las vigas ensayadas el MOE se encuentra entre 174 a 217 ton/cm^2.
De las Tablas 5.3 y 5.4 se puede notar claramente que los valores de los módulos de elasticidad sin considerar deformación por corte son ligeramente menores que los módulos de elasticidad considerando deformación por corte.

En la tabla 5.5 se muestran las razones de los módulos de elasticidad que existe entre uno y otro. Los valores del MOE sin considerar deformación por corte esta variando del 2% a 6% del MOE considerando deformación por corte (MOE reales).

- **Metodología de calculo:**

a. Se traza la curva carga-deformación con los datos obtenidos de laboratorio.
b. Con las seis o siete primeras lecturas se realiza un ajuste lineal aplicando el método de los mínimo cuadrados; esto se hace en centro de la viga y al tercio de la viga.
c. Se obtiene la línea Y=aX; donde "a" viene hacer la pendiente, "Y" es la carga aplicada y "X" es la deflexión obtenida debido a la carga.
d. Para cada carga aplicada se remplaza en la ecuación de la línea y se obtiene la deflexión, ya que la pendiente será conocida.
e. Se procede a determinar los módulos de elasticidad con las ecuaciones anteriormente mencionadas.

A continuación se presenta un ejemplo de los datos obtenidos en laboratorio; ya en el Anexo N° 2 se presentan los resultados obtenidos para cada viga ensayada.

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V17**

Dimensiones:

b(cm)	3.99	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

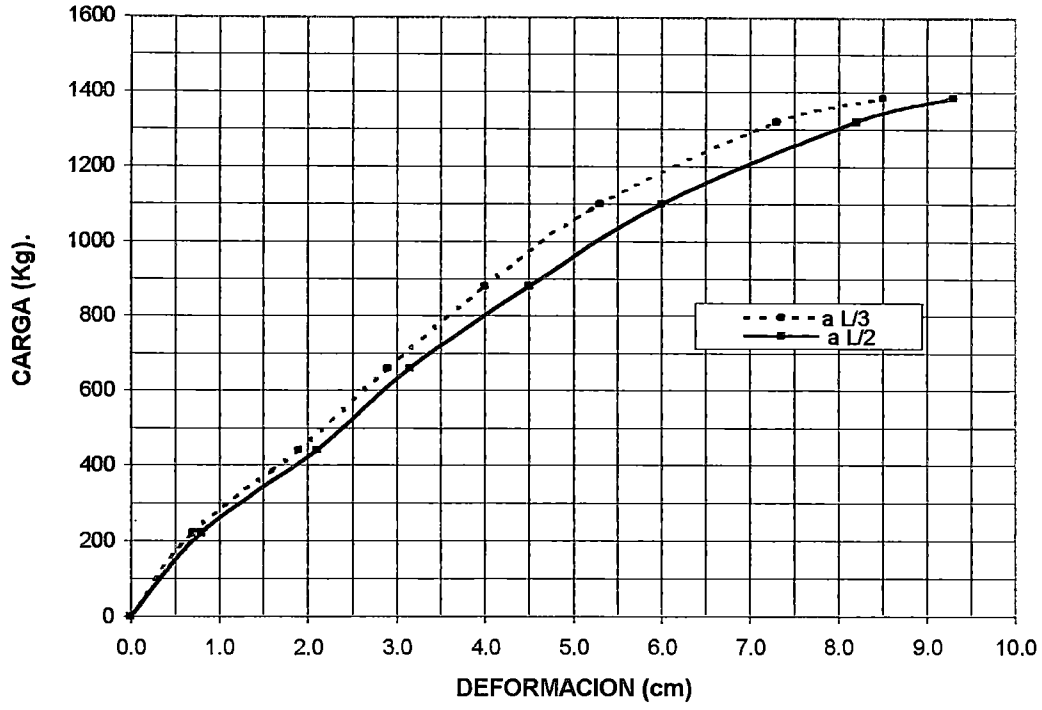
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.70	0.800	
400	439.59	1.90	2.100	
600	659.39	2.90	3.150	
800	879.18	4.00	4.500	
1000	1098.98	5.30	6.000	
1200	1318.77	7.30	8.200	
1260	1384.71	8.50	9.300	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

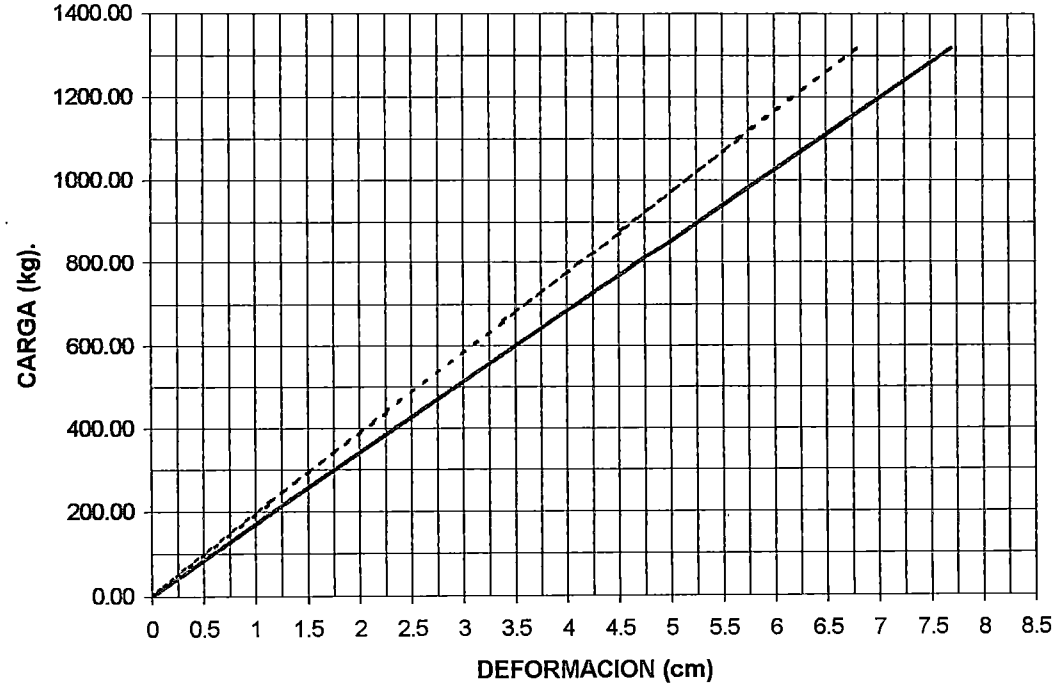
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	171.109	194.159
Constante	a	93.014	84.674
coef. Regresion	r2	0.996	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 5.3
MODULO DE ELASTICIDAD SIN CONSIDERAR EFECTOS DE CORTE

VIGA N°	L (cm)	I (cm^4)	dp/dw (kg/cm)	MOE (Esc) kg/cm^2
01	300	907.92	162.428	171447
02	300	921.87	178.424	185480
03	300	921.21	185.946	193440
04	300	906.43	188.322	199106
05	300	896.83	162.499	173643
06	300	895.85	180.111	192673
07	300	915.31	166.054	173860
08	300	903.80	177.767	188492
09	300	887.02	174.397	188417
10	300	936.06	233.719	239279
11	300	883.99	185.893	201526
12	300	902.88	191.555	203321
13	300	928.79	142.332	146859
14	300	909.18	170.240	179445
15	300	932.67	172.607	177356
16	300	927.47	156.538	161747
17	300	911.69	171.109	179863
18	300	855.55	172.225	192915
19	300	915.31	149.307	156326
20	300	921.53	182.189	189466
21	300	914.34	188.642	197719
22	300	890.47	183.575	197566
23	300	903.23	196.929	208942
24	300	905.52	216.242	228854
25	300	918.92	179.701	187409
26	300	909.12	176.442	185994
27	300	920.38	182.440	189963
28	300	999.55	228.771	219338
29	300	905.52	186.653	197539
30	300	911.24	221.766	233228
31	300	923.50	217.470	225672
32	300	917.57	205.076	214187
33	300	920.89	156.467	162829
34	300	912.38	146.539	153919
35	300	893.59	137.329	147279
36	300	905.52	184.411	195166
37	300	907.81	171.480	181024
38	300	880.37	179.585	195489
39	300	905.52	191.882	203074
40	300	892.48	163.990	176090
41	300	916.95	201.373	210460
42	300	919.93	208.005	216689
43	300	907.82	207.335	218871
44	300	916.95	142.644	149081
45	300	932.54	205.293	210972
PROMEDIO				**191156**
DESV. ESTÁNDAR				**22839**
COEF. VARIACION %				**91**
5% PERCENTIL				**150049**

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA N°: 5.4
MODULOS DE ELASTICIDAD CONSIDERANDO EFECTOS DE CORTE

VIGA N°	Δ_1 (L/2) (cm)	Δ_2 (L/3) (cm)	$\Delta 1 - \Delta 2$ (cm)	MOE (Ec) kg/cm^2
01	4.925	4.308	0.617	178576
02	4.484	3.915	0.569	190747
03	4.302	3.766	0.536	202505
04	4.248	3.718	0.530	208241
05	4.923	4.308	0.615	181328
06	4.442	3.878	0.564	198017
07	4.818	4.214	0.603	181040
08	4.500	3.938	0.562	196924
09	4.587	4.014	0.573	196630
10	3.423	2.994	0.429	249125
11	4.304	3.759	0.544	207812
12	4.176	3.643	0.534	207537
13	5.621	4.924	0.696	154629
14	4.699	4.106	0.593	185529
15	4.635	4.044	0.591	181396
16	5.111	4.471	0.640	168575
17	4.675	4.120	0.555	197615
18	4.645	4.057	0.588	198808
19	5.358	4.688	0.671	162940
20	4.391	3.845	0.546	198757
21	4.241	3.710	0.531	205950
22	4.358	3.820	0.538	208615
23	4.062	3.557	0.505	219269
24	3.700	3.231	0.469	235695
25	4.452	3.900	0.552	197195
26	4.534	3.969	0.565	194627
27	4.385	3.833	0.552	196965
28	3.497	3.066	0.431	232187
29	4.286	3.749	0.537	205604
30	3.607	3.150	0.457	239931
31	3.679	3.215	0.463	233768
32	3.901	3.409	0.492	221647
33	5.113	4.479	0.634	171214
34	5.459	4.786	0.673	162844
35	5.825	5.101	0.725	154456
36	4.338	3.798	0.540	204394
37	4.665	4.082	0.584	188734
38	4.455	3.893	0.562	202054
39	4.169	3.639	0.530	208231
40	4.878	4.264	0.615	182338
41	3.973	3.477	0.496	219944
42	3.846	3.369	0.477	227710
43	3.858	3.371	0.487	226049
44	5.608	4.903	0.705	154592
45	3.897	3.406	0.490	218670
PROMEDIO				**199098**
DESV. ESTÁNDAR				**23340**
COEF. VARIACION %				**91**
5% PERCENTIL				**156272**

FIGURA 5.3: HISTOGRAMA DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS SIN CONSIDERAR DEFORMACION POR CORTE

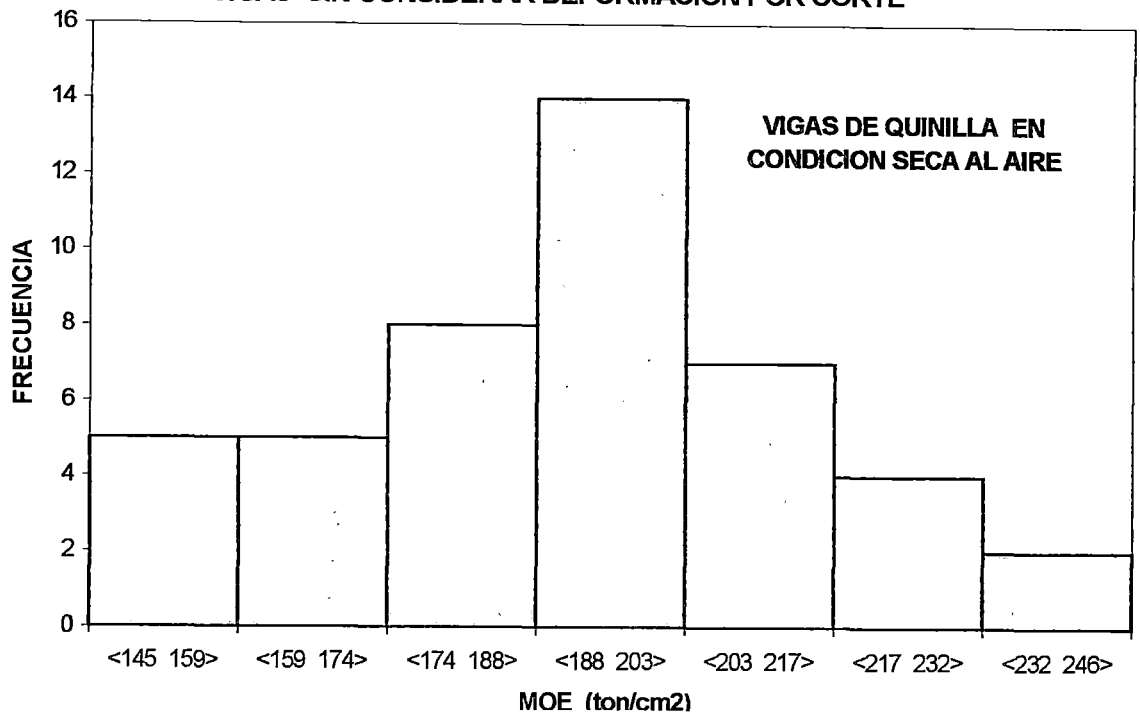
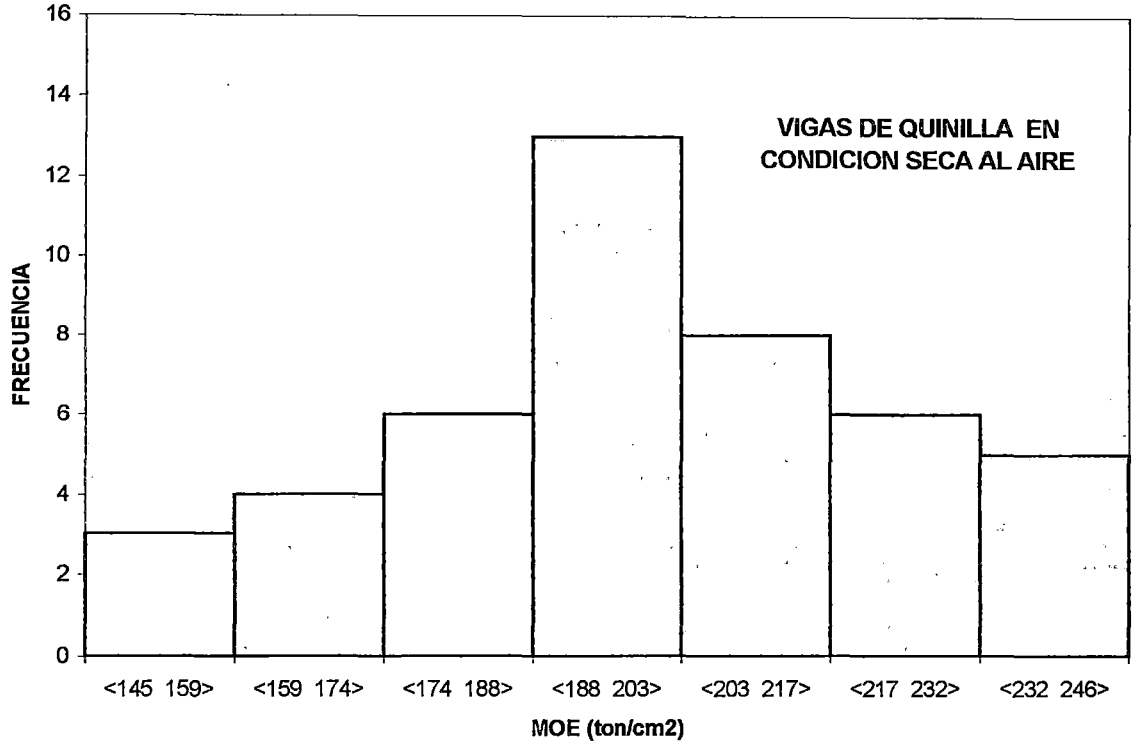


FIGURA 5.4 : HISTOGRAMA DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS CONSIDERANDO DEFORMACION POR CORTE



ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)
TABLA: N°: 5.5
RAZON ENTRE MODULOS DE ELASTICIDAD

VIGA	MOE (Es/c)	MOE (Ec)	(Esc/Ec)	(Ec-Esc)%
N°	kg/cm2	kg/cm2	%	Ec
01	171447	178576	96	4
02	185480	190747	97	3
03	193440	202505	96	4
04	199106	208241	96	4
05	173643	181328	96	4
06	192673	198017	97	3
07	173860	181040	96	4
08	188492	196924	96	4
09	188417	196630	96	4
10	239279	249125	96	4
11	201526	207812	97	3
12	203321	207537	98	2
13	146859	154629	95	5
14	179445	185529	97	3
15	177356	181396	98	2
16	161747	168575	96	4
17	179863	197615	91	9
18	192915	198808	97	3
19	156326	162940	96	4
20	189466	198757	95	5
21	197719	205950	96	4
22	197566	208615	95	5
23	208942	219269	95	5
24	228854	235695	97	3
25	187409	197195	95	5
26	185994	194627	96	4
27	189963	196965	96	4
28	219338	232187	94	6
29	197539	205604	96	4
30	233228	239931	97	3
31	225672	233768	97	3
32	214187	221647	97	3
33	162829	171214	95	5
34	153919	162844	95	5
35	147279	154456	95	5
36	195166	204394	95	5
37	181024	188734	96	4
38	195489	202054	97	3
39	203074	208231	98	2
40	176090	182338	97	3
41	210460	219944	96	4
42	216689	227710	95	5
43	218871	226049	97	3
44	149081	154592	96	4
45	210972	218670	96	4

5.2 COMPARACION CON PROBETAS PEQUEÑAS.

La comparación entre probetas libres de defectos y vigas a escala natural, se realizará a nivel de los resultados promedios obtenidos en: la resistencia a la flexión (Módulo de rotura) y Módulo de Elasticidad.

La decisión tomada es debido a que las muestras obtenidos para las vigas y probetas no proceden de la misma troza del árbol, es decir corresponden a diferentes árboles de la misma especie de Quinilla Colorada.

5.2.1 Resistencia a la flexión

Los valores promedios para la resistencia a la flexión se muestran en la Tabla 5.6

En la figura 5.5 muestra la comparación del MOR, en el cual se observa que las probetas libres de defectos en condición seca al aire presentan mayor resistencia que las probetas en condición saturadas y vigas en tamaño natural respectivamente.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 5.6

COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION

DESCRIPCIÓN	Q max (kg)	MOR (kg/cm^2)
PROBETAS SECAS AL AIRE	1,536.81	1,290.92
PROBETAS SATURADAS	1,284.62	1,079.09
VIGAS A ESCALA NATURAL	1,360.00	1,044.01

De esta manera se puede observar la influencia de la existencia de defectos en la resistencia de la madera. Existiendo una reducción del MOR de 19% de las vigas respecto a las probetas en condición seca al aire.

5.2.2 Módulo de elasticidad: Los valores promedios del MOE se muestran en la Tabla 5.7 La figura 5.6 representa la comparación de los módulos de elasticidad de probetas y vigas respectivamente.

Se notará que aproximadamente los módulos de elasticidad para las probeta en condición seca al aire son casi similares al de las vigas de tamaño natural.

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA N°: 5.7

COMPARACION DE MODULOS DE ELASTICIDAD.

DESCRIPCIÓN	MOE (kg/cm^2)
PROBETAS SECAS AL AIRE	181,791.39
PROBETAS SATURADAS	155,647.79
VIGAS A ESCALA NATURAL	
MOE S/ DEF. POR CORTEC	191,156.00
MOE C/ DEF. POR CORTEC	199,098.00

Se podrá notar que el MOE de las probetas son menores que el MOE de las vigas, lo cual no es correcto, esto podría deberse a la influencia del contenido de humedad en las propiedades mecánica.

Por otro lado, se ve que los defectos tienen poca influencia en el modulo de elasticidad, lo que ha sido observado en otras especies.

CAPITULO VI
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

6.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON OTRAS ESPECIES DEL MISMO GRUPO.

En primer lugar realizaremos una comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio tesis, con los valores encontrados en estudios anteriores para esta misma especie, para luego compararlos con las especies correspondientes al grupo A ya establecidas.

Los datos tecnológicos utilizados en la comparación de los resultados fueron obtenidos de los informes: "Descripción de Propiedades Físico-mecánicas y Usos de la Madera en el Perú" y "Recopilación de Estudios Técnicos de Maderas en el Perú" realizadas en La Universidad Agraria La Molina, ambos bajo el asesoramiento del ing. Arostegui V. Antonio.

La tabla 6.1 muestra la comparación de las resultados entre propiedades física-mecánicas a nivel de probetas libres de defectos realizados en La Universidad Agraria y la presente tesis realizada en El LEM (Laboratorio de Ensayo de Materiales) de la UNI.

CUADRRO 6.1: COMPARACION DE RESULTADOS.

ENSAYO	ESTUDIO ANTERIOR	TESIS
%humedad	32	**17**
Densidad básica (gr/cm^3)	0.87	**0.76**
Flexión en probetas:		
Esfzo. Limite proporcional: (kg/cm^2)	684	**803**
Modulo de rotura: (kg/cm^2)	1,204	**1290**
Modulo de elasticidad: (kg/cm^2)	184000	**18171**

Como se podrá notar los valores obtenidos son similares a nivel de probetas; lo que se puede decir que se trata de la misma especie en estudio. De esta manera se puede considerar como validos los demás valores adicionales de las propiedades físicas-mecánicas para la Quinilla Colorada de los informes ya mencionados.

Las tablas 6.2 al 6.5 muestran la comparación de las propiedades físicas, mecánicas, trabajabilidad y aserrio de la Quinilla Colorada con las especies correspondientes al grupo A, tales como: Estoraque, Palo sangre negro y el Pumaquiro.

CUADRRO N° 6.2: COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

NOMBRE COMUN	PROPIEDADES FÍSICAS				
	D.B	CONTRACCIONES			RELACION
	(gr/cm3)	TANGENC. %	RADIAL %	VOLUM. %	T/R
Estoraque	0.78	6.52	4.16	9.97	1.57
Palo sangre negro	0.73	4.9	2.71	7.47	1.81
Pumaquiro	0.67	8.08	4.1	12.4	1.97
Quinilla colorada	**0.87**	**11.01**	**6.76**	**15.8**	**1.63**

TABLA N° 6.3: VALORES DE FLEXION ESTATICA

NOMBRE COMUN	FLEXION ESTATICA		
	ELP (kg/cm2)	MOR (kg/cm2)	MOE (tn/cm2)
Estoraque	889	1340	175
Palo sangre negro	639	1051	141
Pumaquiro	626	950	146
Quinilla colorada	**684**	**1204**	**184**

TABLA N° 6.4: COMPARACION DE PROPIEDADES MECANICAS

NOMBRE COMUN	PROPIEDADES MECANICAS				
	COMPR. PARALELA (kg/cm^2)	COMPR. PERPENDIC. (kg/cm^2)	CIZALLA-MIENTO (kg/cm^2)	DUREZA LADOS (kg/cm^2)	TENA-CIDAD kg-m
Estoraque	714	130	163	1143	6.6
Palo sangre negro	515	95	124	1025	5.6
Pumaquiro	522	95	117	738	4
Quinilla colorada	**608**	**140**	**135**	**1090**	**6.6**

TABLA No 6.5 : COMPARACION DE ASERRIO Y TRABAJABILIDAD

NOMBRE COMUN	ASERRIO Y TRABAJABILIDAD				
	ASERIO	CEPILLADO	TORNEADO	TALADRO	MOLDURA
Estoraque	Mod. Dific	Regular	Buena	Buena	Buena
Palo sangre negro	Facil	Buena	Buena	Mala	Regular
Pumaquiro	Facil	Buena	Buena	Regular	Regular
Quinilla colorada	**Mod. Dific**	**Excelente**	**Excelente**	**Excelente**	**Excelente**

FIGURA 6.1 : DENSIDAD BASICA

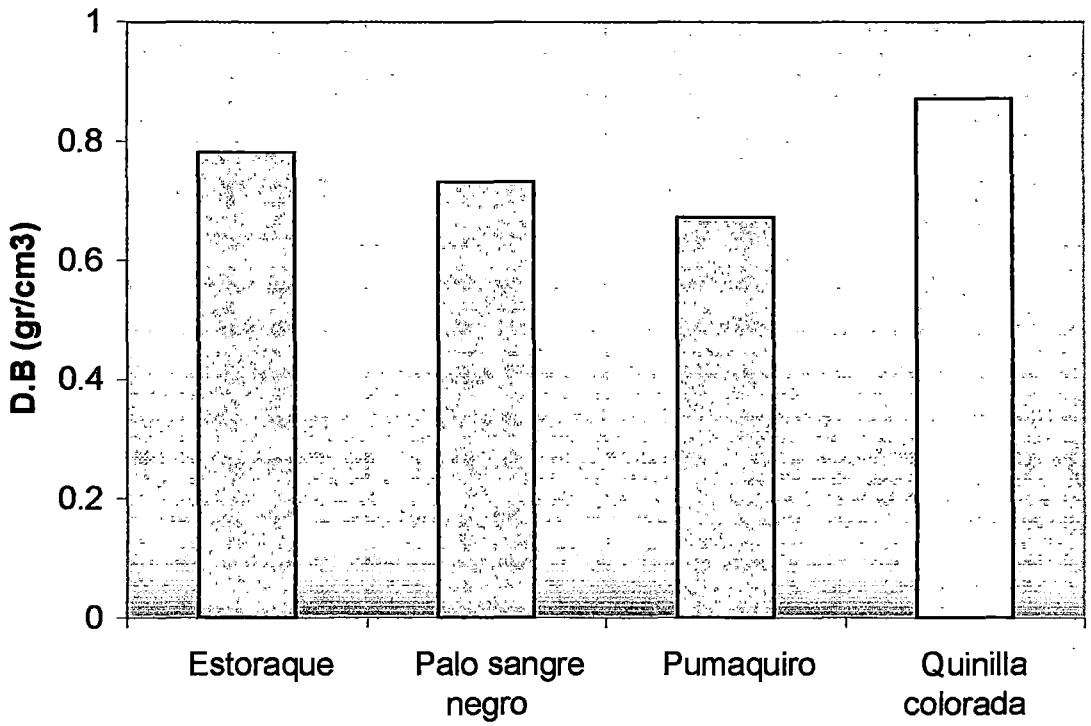


FIGURA 6.2 : COMPARACION DEL ESFUERZO LIMITE PROPORCIONAL (ELP)

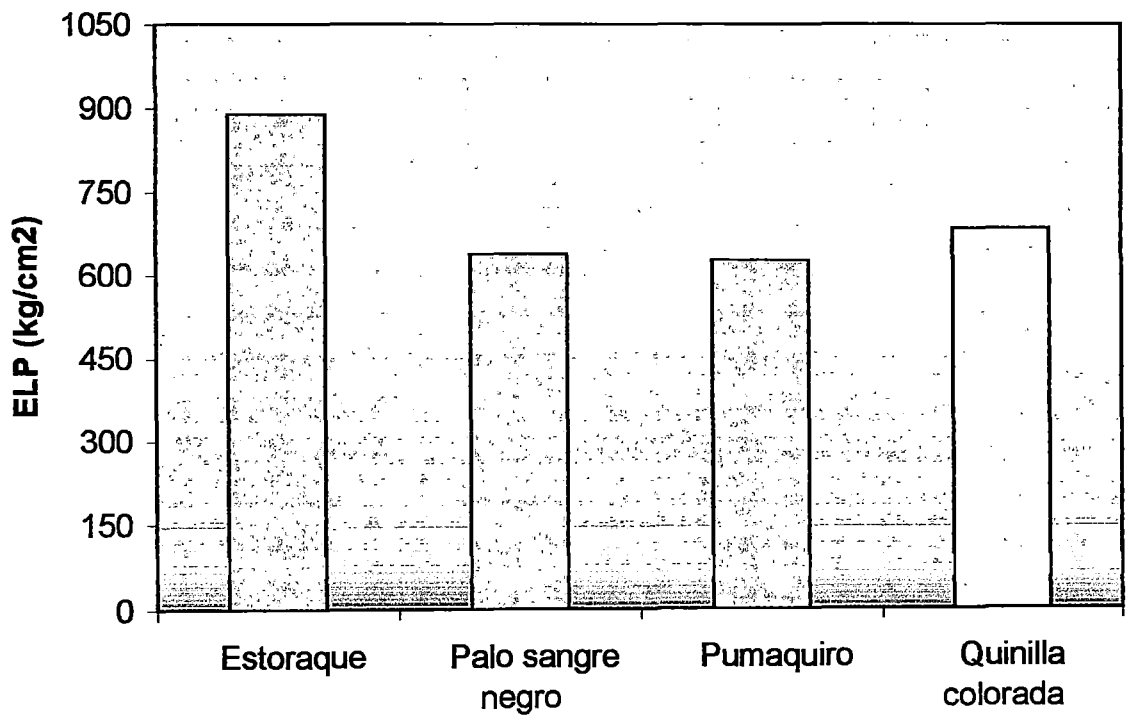


FIGURA 6.3: COMPARACION DE MODULO DE ROTURA.

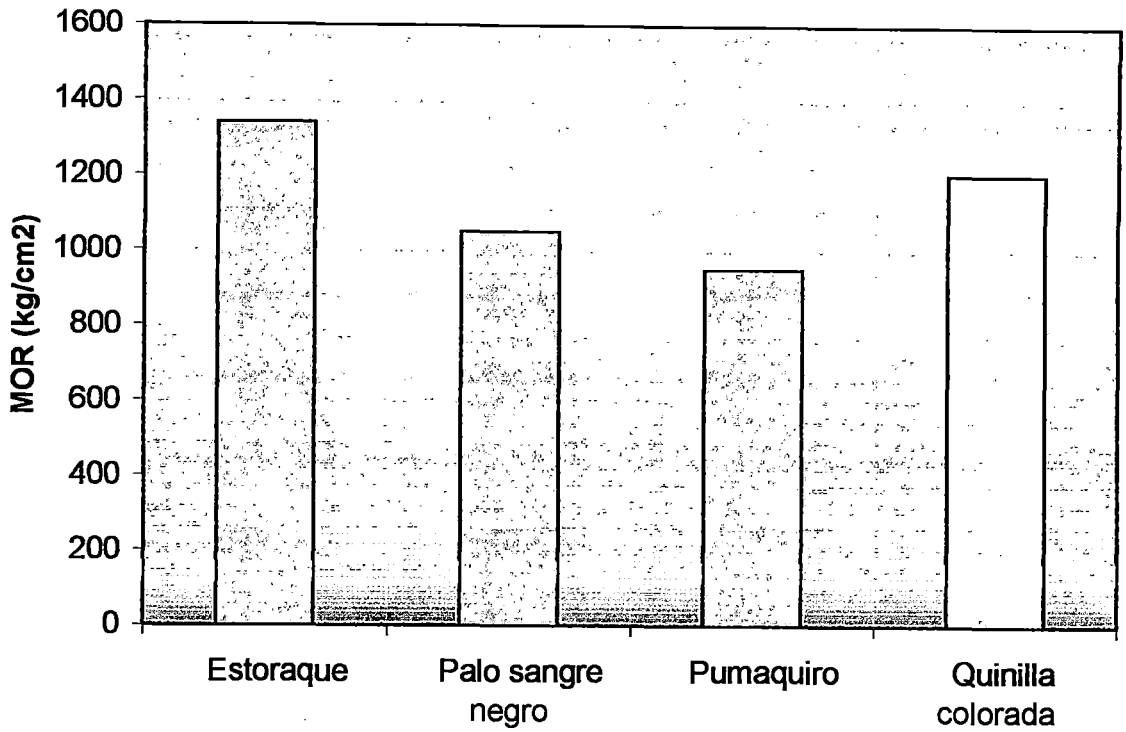
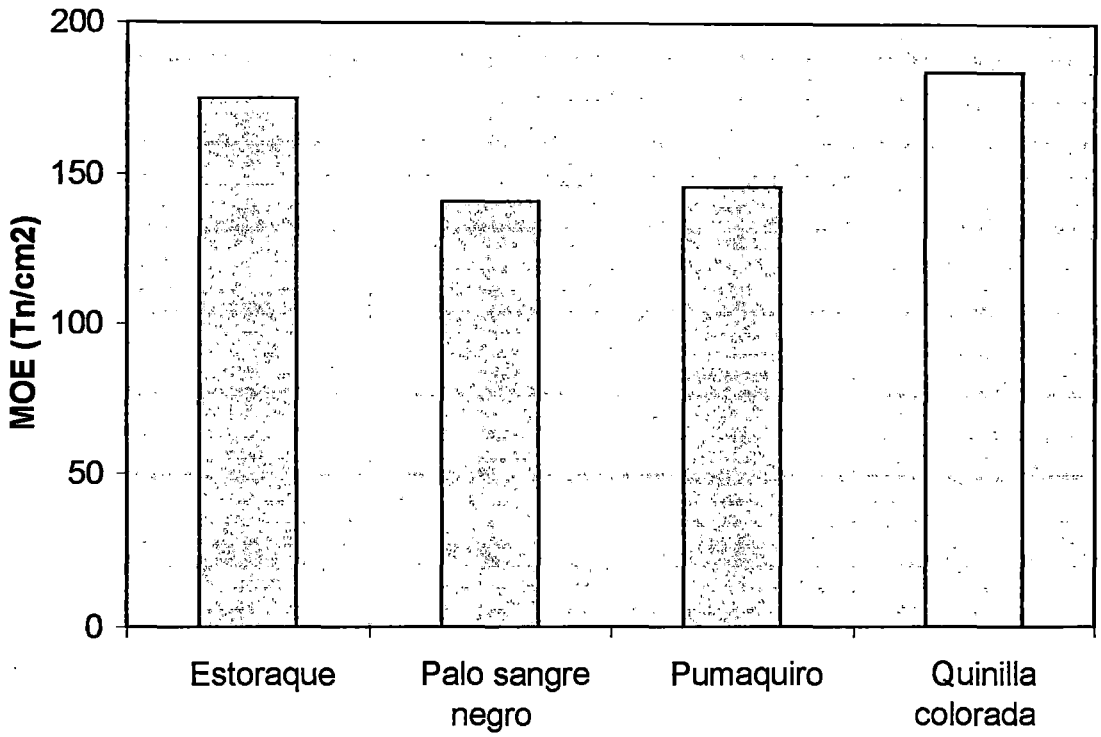


FIGURA 6.4 : COMPARACION DE MODULOS DE ELASTICIDAD



Las figuras 6.1 al 6.4 muestran la comparación de las propiedades físicas y mecánicas.

Se puede observar que la Quinilla colorada tiene mayor densidad básica; le corresponde el segundo lugar en ELP y MOR después del estoraque; y tiene el mayor MOE.

6.2 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA Y MODULO DE ELASTICIDAD.

6.2.1 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA

Los resultados obtenidos a partir de las vigas a escala natural nos confirman su buen comportamiento al estar sometido bajo cargas del tipo estructural.

De los ensayos de vigas a escala natural determinamos la resistencia promedio y la resistencia mínima obtenida.

- Resistencia promedio: se considerara el promedio de MOR de todas las vigas ensayadas.
- Resistencia mínima: se considerara aquel correspondiente al limite de exclusión del 5% (es decir, se espera que del total de la población existente de dicha especie solamente el 5% tenga una resistencia menor que ese valor). Ordenando los ensayos en forma creciente , el valor que define el limite de exclusión del 5% es el del ensayo numero 0.05N, donde N es el numero de probetas ensayadas.

De esta manera obtenemos los siguientes valores:

$$\mathbf{MOR}_{\text{promedio}} = \mathbf{1044.01\ kg/cm^2}.$$

$$\mathbf{MOR}_{\text{mínimo}} = \mathbf{788\ kg/cm^2}.$$

La figura 6.5 muestra la variabilidad de la resistencia a la flexión de las vigas ensayadas y el valor del limite de exclusión.

6.2.2 ESFUERZO ADMISIBLE.

Para determinar el esfuerzo admisible o de diseño se hará modificando la resistencia ultima mínima de la siguiente forma:

$$\text{Esfuerzo admisible } (f_{adm.}) = \frac{FCxFT}{FSxFDC} x \text{ Esfuerzo ultimo mínimo} \quad \text{.....6.1}$$

Donde:

FC : factor de reducción por calidad.

FT : factor de reducción por tamaño.

FS : factor de servicio y seguridad.

FDC : factor de duración de carga.

h. : es el peralte de la viga en cm.

Los valores de los factores de reducción considerados por la norma E-101 son:

FC = 0.80

FT = 0.90

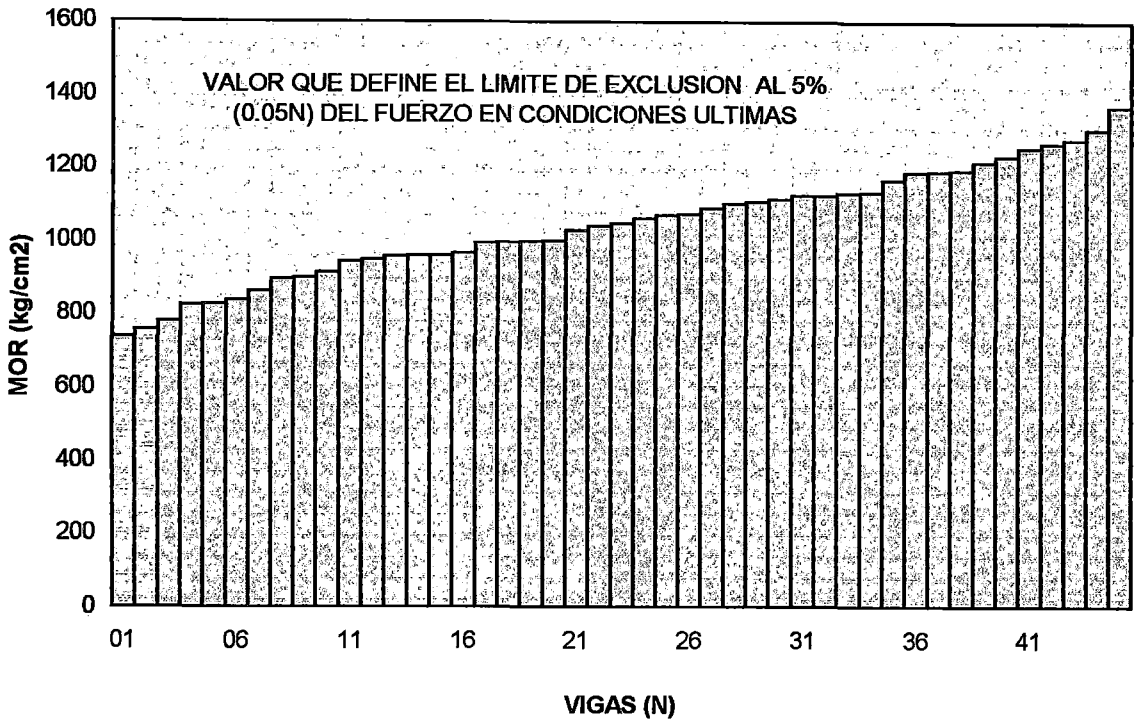
FS = 2.00

FDC = 1.15

Remplazando valores en la ecuaciones 6.1 y 6.2 obtenemos que :

Esfuerzo admisible ($f_{adm.}$) = 246.68 kg/cm^2.

FIGURA 6.5 : VARIABILIDAD DEL MODULO DE ROTURA (MOR) EN VIGAS



6.2.2 MODULO DE ELASTICIDAD:

Los módulos de elasticidad en flexión han sido obtenidos con las mismas consideraciones estadísticas que para los esfuerzos de rotura. De esta manera el valor del módulo de elasticidad mínimo ($E_{Min.}$), estará dado por el correspondiente al limite de exclusión del 5%, y el valor del módulo de elasticidad promedio ($E_{Prom.}$), correspondiente al de toda la población.

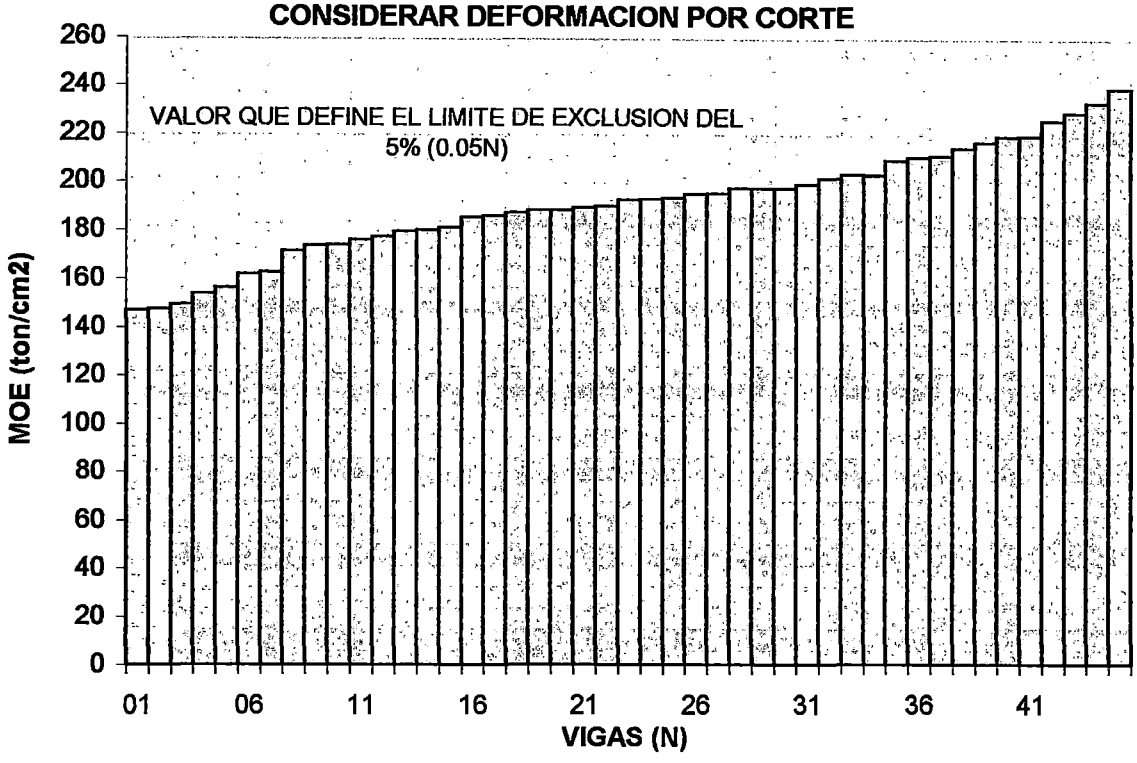
De esta manera obtenemos los siguientes valores para el módulo de elasticidad:

MOE $_{promedio}$ = 199,098 kg/cm^2.

MOE $_{mínimo}$ = 156,272 kg/cm^2.

La figura 5.6 muestra la variabilidad del modulo de elasticidad y el valor del limite de exclusión.

FIGURA 5.6: VARIABILIDAD DEL MODULO DE ELASTICIDAD SIN CONSIDERAR DEFORMACION POR CORTE



Para el análisis y diseño deberá considerarse el valor $MOE_{Min.}$ como modulo de elasticidad del material. Utilizar el $MOE_{Prom.}$ Para la estimación de deflexiones cuando se presenta una acción de conjunto de varios elementos.

6.3 AGRUPAMIENTO DE LA QUINILLA COLORADA SEGÚN LA NORMA E-101.

La incorporación de especies maderables a los grupos A, B y C se hará en función a la densidad básica y de la resistencia mecánica obtenida mediante ensayos de flexión de vigas a escala natural, según la norma NTP 251.107. Se deberá ensayar un mínimo de 30 vigas provenientes por lo menos de 5 árboles por especie.

El agrupamiento de la especie Quinilla Colorada según la norma E-101 será de acuerdo al siguiente procedimiento:

6.3.1 Identificación botánica y descripción anatómica de la nuestra de madera.

- **Identificación botánica**:

  Nombre científico : Manilkara bidentada.

  Nombre común : Quinilla colorada.

  Familia : Sapotacea.

- **Descripción anatómica:**

Color	: Albura color marrón pálido. Duramen de color rojo claro a rosado.
Brillo	: Bajo.
Veteado	: No característico
Olor	: No distintivo.

6.3.2 Densidad básica (DB) promedio de la especie y su comparación con los valores de la densidad básica establecidos en la N.T.P. E-101.

La densidad básica promedio calculada para la Quinilla Colorada en el presente estudio de tesis fue:

Especie : Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

Densidad básica : DB = 0.72 gr/cm^3.

Los valores de la densidad básica (DB) según la NTP son:

GRUPO	DENSIDAD BASICA (DB) (gr/cm^3)
A	**≥ 0.71**
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Fuente: N.T.P. E-101

La Quinilla Colorada tiene una DB mayor que 0.71 gr/cm^3; entonces un primer agrupamiento provisional según la densidad básica (DB) para la Quinilla Colorada es el grupo A.

6.3.3 se determinan valores de rigidez (Módulo de Elasticidad) y de resistencia (Esfuerzo Admisible por flexión), a partir de vigas a escala natural según normas.

Los valores de módulo de elasticidad (MOE) y esfuerzo admisible por flexión ($f_{adm.}$), a partir de vigas a escala natural son:

Especie : Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

Esfuerzo admisible : f_{adm} = 246.68 kg/cm^2.

Modulo de elasticidad : $MOE_{promedio}$ = 199,098 kg/cm^2.

$MOE_{mínimo}$ = 156,272 kg/cm^2.

6.3.4 Compara los módulos de elasticidad y los esfuerzos admisibles obtenidos con los valores dados por la N.T.P E-101 para los grupos correspondientes.

Los valores dados por la NTP, para los módulos de elasticidad (MOE), para cada grupo correspondientes son:

GRUPO	MODULO DE ELASTICIDAD (E) MP a (kg/cm^2)	
	E min.	E promedio
A	**9,316 (96,000)**	**12,748 (130,000)**
B	7,355 (75,000)	9,806 (100,000)
C	5,394 (55,000)	8,826 (90,000)

Fuente : N.T.P E-101

Comparando los valores del módulo de elasticidad obtenido , tenemos que el MOE mínimo es mayor que 96,000 kg/cm^2 y además el MOE promedio es mayor que 130,000 kg/cm^2.

- **Conclusión**: la especie quinilla colorada según el módulo de elasticidad mínimo y promedio se clasificara dentro del grupo estructural A.

Los valores dados por la NTP, para los esfuerzos admisibles, para cada grupo correspondientes son:

GRUPO	ESFUERZOS ADMISIBLES Mp a (gk/cm^2)				
	Flexión Fm	Tracción Paralela	Compresión Paralela	Compresión Perpendicular	Corte Paralelo
A	**20.6 (210)**	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

Fuente: N.T.P E-101

Comparando los valores del esfuerzo admisible por flexión, tenemos que el fadm. Es mayor que 210 kg/cm^2.

- **Conclusión:** La especie quinilla colorada según el esfuerzo admisible se clasificara dentro del grupo estructural A

6.2.5 Si los valores obtenidos son superiores a los del grupo provisional obtenido por la densidad, se clasifica a la especie en dicho grupo, si los valores alcanzan a los de un grupo resistente se le clasifica en el grupo superior. En caso contrario, si los valores no alcanzan a los del grupo provisional se le clasifica en el grupo inferior.

Según lo anterior tenemos que:
El MOE $_{mínimo}$ y MOE $_{promedio}$ pertenecen al grupo A, y por resistencia a la flexión se ubica la especie en el grupo A.

Como todos los valores alcanzan al grupo provisional A, se tiene en resumen que:

- **Especie : Quinilla Colorada (Manilkara bidentada).**
- **Grupo estructural : A**

6.2.6 Agrupada la especie, podrá adoptarse para el diseño todo los esfuerzos admisibles indicados.

La especie Quinilla Colorada (Manilkara bidentada) podrá adoptar todos los esfuerzos admisibles y modulo de elasticidad del grupo estructural A, que se establecen en la NTP-101 de Agrupamiento de Maderas para Uso Estructural.

Por lo tanto los valores de rigidez y resistencia para la especie Quinilla Colorada (Manilkara bidentada) según la NTP E-101 se presentan en los tablas 6.6 y 6.7

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA 6.6

MODULO DE ELASTICIDAD SEGÚN LA NTP E-101

GRUPO	MODULO DE ELASTICIDAD (E) MP a (kg/cm^2)	
	E min.	E promedio
A	9,316 (96,000)	12,748 (130,000)

ESPECIE: Quinilla Colorada (Manilkara bidentada)

TABLA 6.7

ESFUERSOS ADMISIBLES SEGÚN LA NTP E- 101.

GRUPO	ESFUERZOS ADMISIBLES Mp a (gk/cm^2)				
	Flexión Fm	Tracción Paralela	Compresión Paralela	Compresión Perpendicular	Corte Paralelo
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)

Nota: Como la madera no es homogénea, sino que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza, presenta distinta resistencia al corte en estas dos direcciones.

La menor es aquella paralela a las fibras y que proviene de la capacidad del cementante de las fibras a este esfuerzo.

Perpendicularmente a las fibras la resistencia al corte es de 3 a 4 veces mayor que la dirección paralela; por lo cual en la norma E-101, no aparece el valor establecido al corte perpendicular a la fibra.

CONCLUSIONES

1. El 56% del territorio nacional esta conformado por bosque tropicales que producen maderas latifoliadas, lo cual representa un enorme y valioso potencial que adecuadamente aprovechado puede significar un valioso aporte al desarrollo socioeconómico del país.

2. El potencial forestal es limitado. Es necesario realizar estudios de mercado, exportación, mejorar equipos, sistemas de extracción, reforestación, investigación científica y tecnológica. Esto permitirá la utilización de nuevas especies dando mayor valor agregado al producto.

3. Se requiere de un programa constante y financiado dedicado exclusivamente al conocimiento de nuevas especies existentes en los bosques, de tal forma que se permita utilizar la madera con que se cuenta para la construcción de todo tipo de infraestructura posible.

4. En cuanto al estudio actual de la especie Quinilla Colorada se ha logrado las siguientes observaciones y conclusiones:
   - Se observó una buena correlación en los resultados obtenidos, tanto en los ensayos a escala natural como en las muestras pequeñas.
   - El contenido de humedad influye en la resistencia para las probetas pequeñas; así mismo la madera pierde resistencia cuando aumenta el contenido de humedad.
   - El contenido de humedad de ensayo de las muestras pequeñas fue de 16.9% para las muestras secas al aire y de 33.11% para las muestras saturadas. Mientras que las vigas se ensayaron con un contenido de humedad de 25.29%<30%, con la cual se puede concluir que las vigas se ensayaron en estado húmedo.
   - Los valores de la flexión estática (ELP, MOR y MOE) para las probetas de 5x5x70 cm en estado secas al aire (803 kg/cm^2, 1290 kg/cm^2 y 181791 kg/cm^2) son mayores que los valores delas probetas en estado saturado (693 kg/cm^2,1079 kg/cm^2 y 155647 kg/cm^2), los cuales resultan en promedio del orden de 116%, 120% y 117% respectivamente.

- La carga máxima y la resistencia a la flexión en las vigas a escala natural fueron en promedio de 1360 Kg. y 1044 kg/cm^2; mientras que el valor del quinto percentil obtenido fue de 1018 Kg. y 788 kg/cm^2 respectivamente.

- El valor del módulo de elasticidad de las vigas a escala natural en promedio fue de 199,098 kg/cm^2 y el valor del quinto percentil obtenido fue de 156,272 kg/cm^2.

- En la determinación de los módulos de elasticidad, a partir de las cargas y deflexiones correspondientes, no se han considerado deformación por corte.

- La Quinilla Colorada mostró antecedentes que la señalan como una madera adecuada para ser usada en estructuras, lo cual se ha corroborado en los ensayos realizados.

- La Quinilla Colorada, de acuerdo a los resultados obtenidos, se clasifica en el Grupo A según la Norma Técnica de Agrupamiento de madera para uso estructural; por lo tanto se recomienda se huso para formar parte del armazón estructural de una edificación, tales como columnas, vigas, durmientes, tijerales, etc; como también en el uso de parquet, pasos de escalera y postes.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda de un programa constante y financiado por el estado o empresa privada, dedicado al conocimiento de nuevas especies existentes en los bosques de tal forma que permita utilizar la madera con que se cuenta para la construcción y todo tipo de infraestructura con madera.

- Para que una madera sea considerado como material estructural deberá cumplir con la regla de clasificación visual, ser una de las especie con agrupamiento definitivo y tener medidas adecuadas.

- Es recomendable que las maderas estructurales para su uso deberá tener un contenido de humedad en equilibrio con el ambiente donde va ser instalada o caso contrario el contenido de humedad estará comprendido entre 15% a 22%.

- Los resultados físico-mecánicos obtenidos con la Quinilla Colorada son excelentes y además tiene una buena durabilidad natural; pero aun así se puede mejorar su durabilidad mediante tratamientos de preservación, tales como creosotas (mezcla de hidrocarburos sólidos y líquidos), orgánicos (pentaclorofenol, pentaclorofenato y naftenatos) e inorgánicos (sales de cromo-bromo-arsénico y cobre-cromo-boro).

- El secado de la madera para uso estructural es muy importante para asi obtener ventajas en su utilización, por lo cual se recomienda que el secado se realice en forma natural (apilando la madera) o en forma artificial (haciendo uso de hornos secadores).

- Se recomienda formalmente el uso de especie maderable Quinilla Colorada para elementos estructurales ya sea que trabaje en forma aislada o en un sistema conjunto.

- Debe usarse en estructuras de grandes luces o cargas, no recomendable en abundantes uniones clavadas.

ANEXOS

ANEXO N° 1

REGISTRO FOTOGRAFICO

Foto Nº 01 : Equipo de trabajo del proyecto, en la propiedad del aserradero PEZO-VILLACORTA.

Foto Nº: 02: Planta del aserradero , selección de muestras para probetas de 5x5x75 cm.

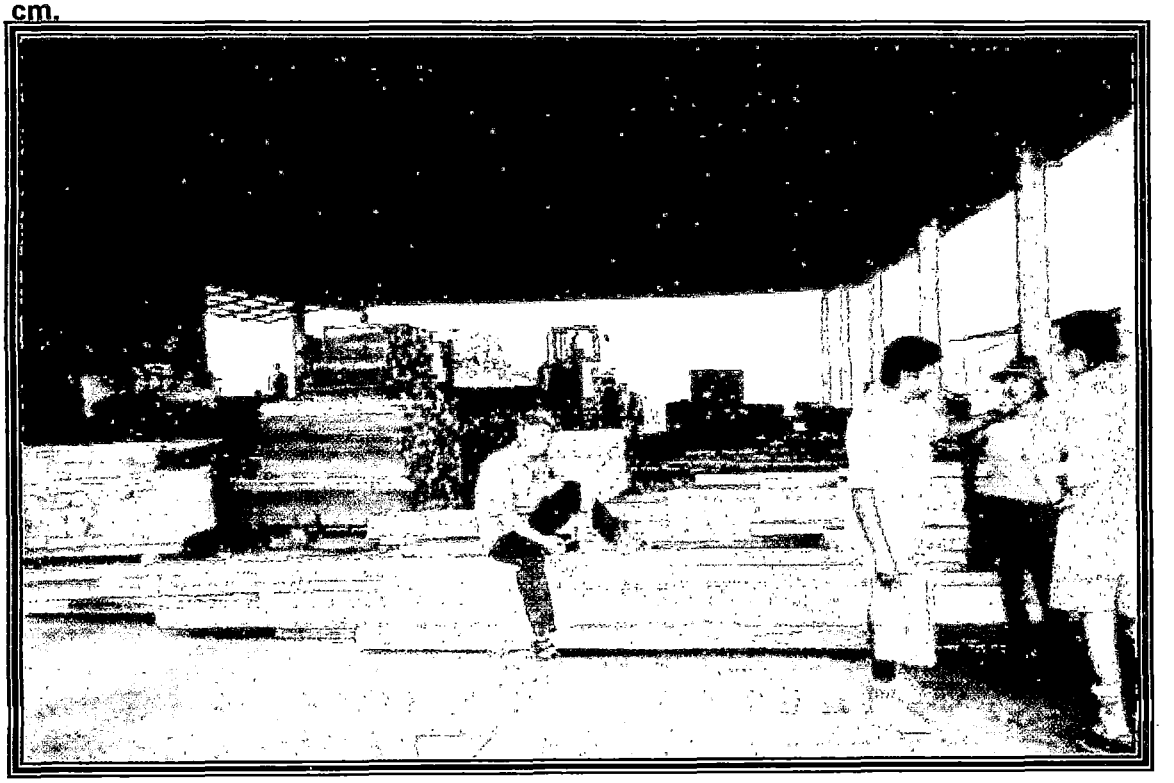


Foto Nº 03 : Planta del aserradero, selección de vigas a escala natural para los ensayos

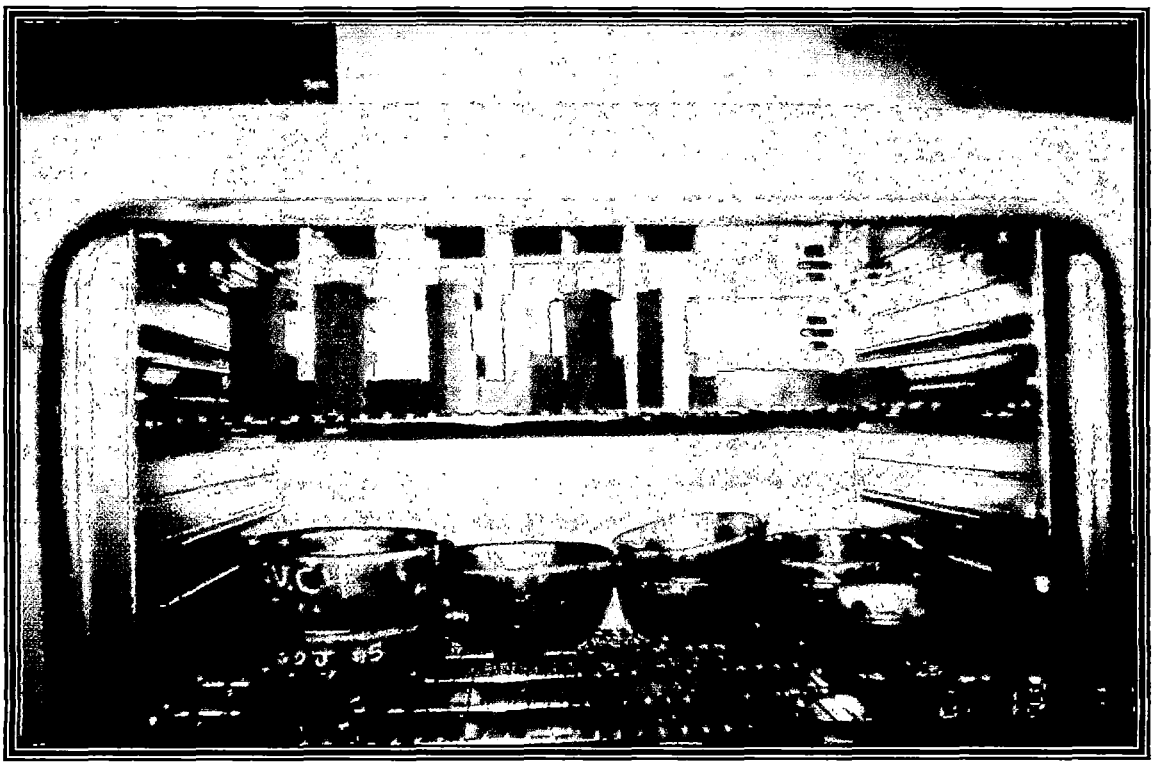


Foto Nº 04 : Muestras de Quinilla Colorada de 3x3x10 cm en el horno para determinar contenido de humedad y densidad básica.

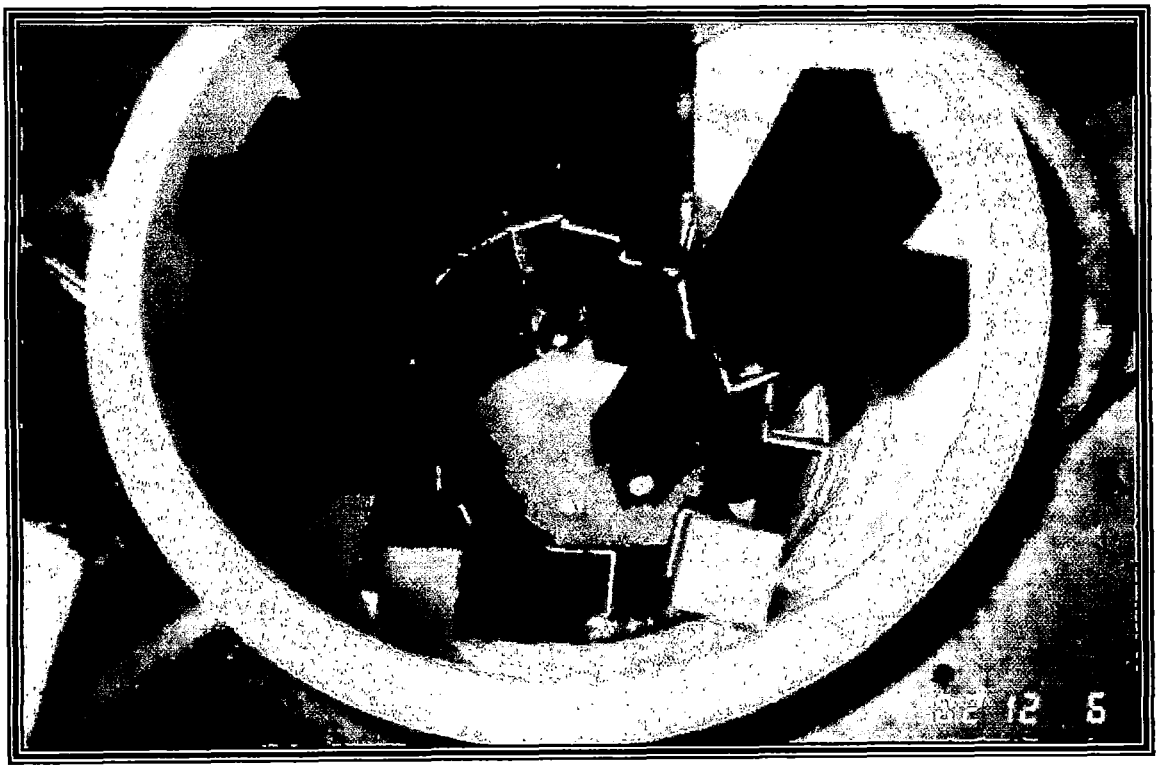


Foto Nº 05: Probetas de Quinilla Colorada de 5x5x75 saturadas en agua .

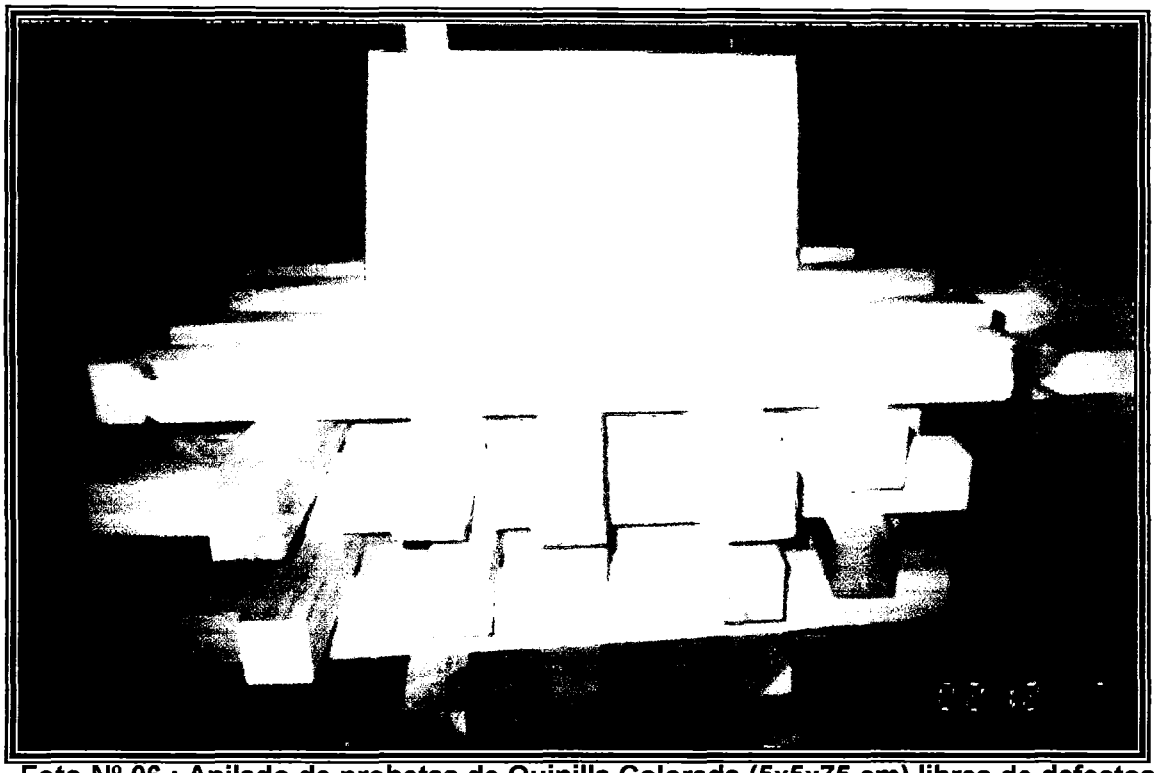


Foto Nº 06 : Apilado de probetas de Quinilla Colorada (5x5x75 cm) libres de defectos secas al aire.

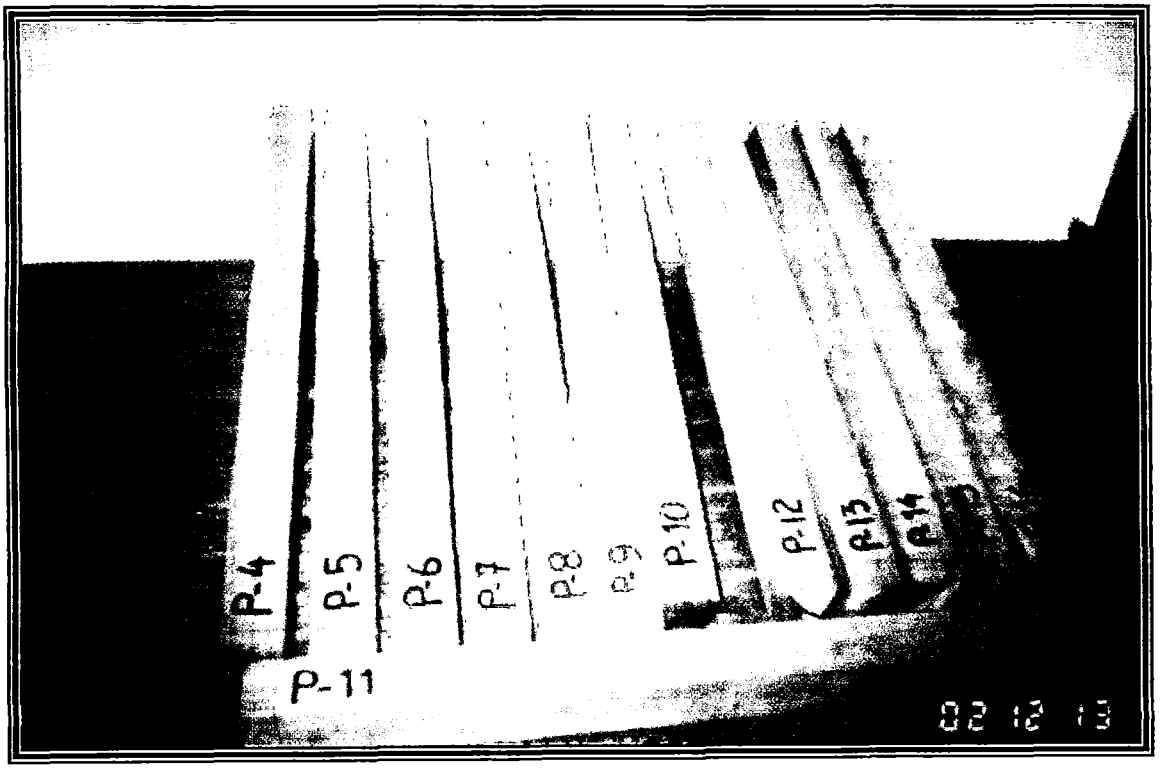


Foto Nº 07 : Codificación de Probetas de Quinilla Colorada (5x5x75 cm) secas al aire.

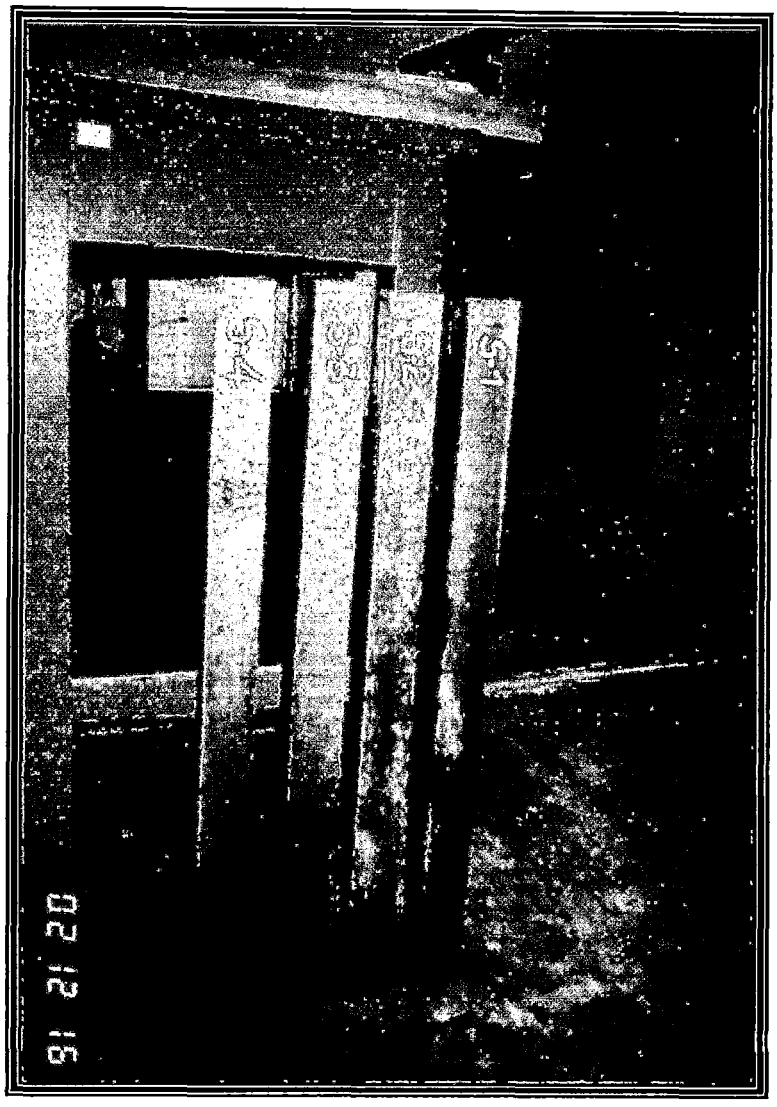


Foto Nº 08 : Probetas de Quinilla Coloradas (5x5x75 cm) en estado saturado.

Foto Nº 09 : Ensayo de flexión estática en la probeta Nº 5 en estado seco al aire.

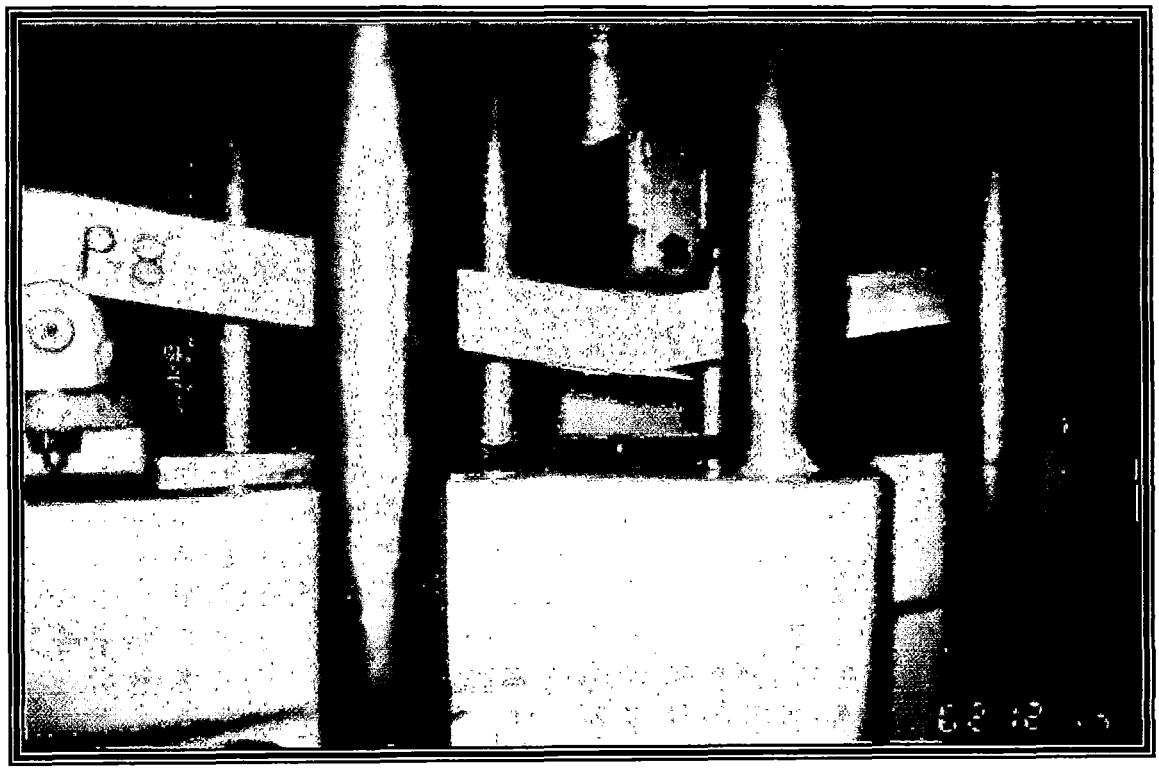


Foto Nº 10 : Ensayo de flexión estática en la probeta Nº 08 en estado seco al aire.

Foto Nº 11 : Ensayo de flexión estática en la probeta Nº 02 en estado saturado.

Foto Nº 11 : Ensayo de flexión estática en la probeta Nº 04 en estado saturado.

Las siguientes fotos corresponden a los ensayos de vigas a escala natural de la especie maderable Quinilla Colorada.

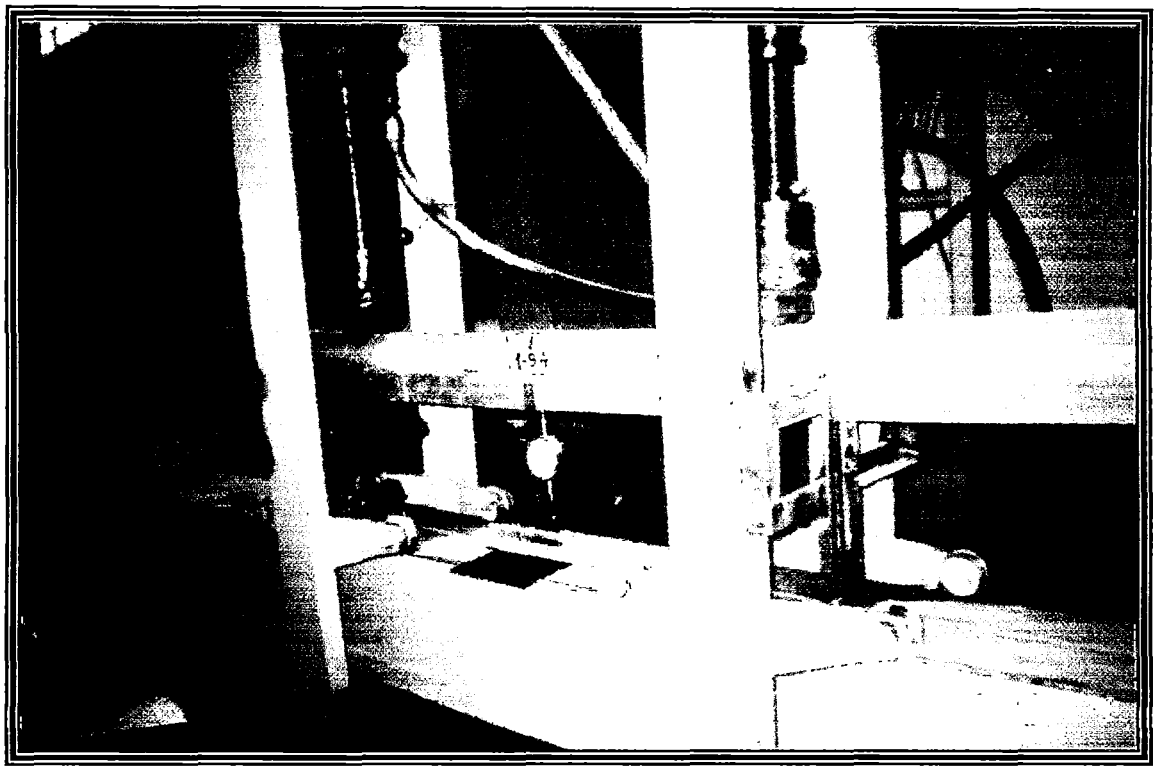


Foto Nº 12.

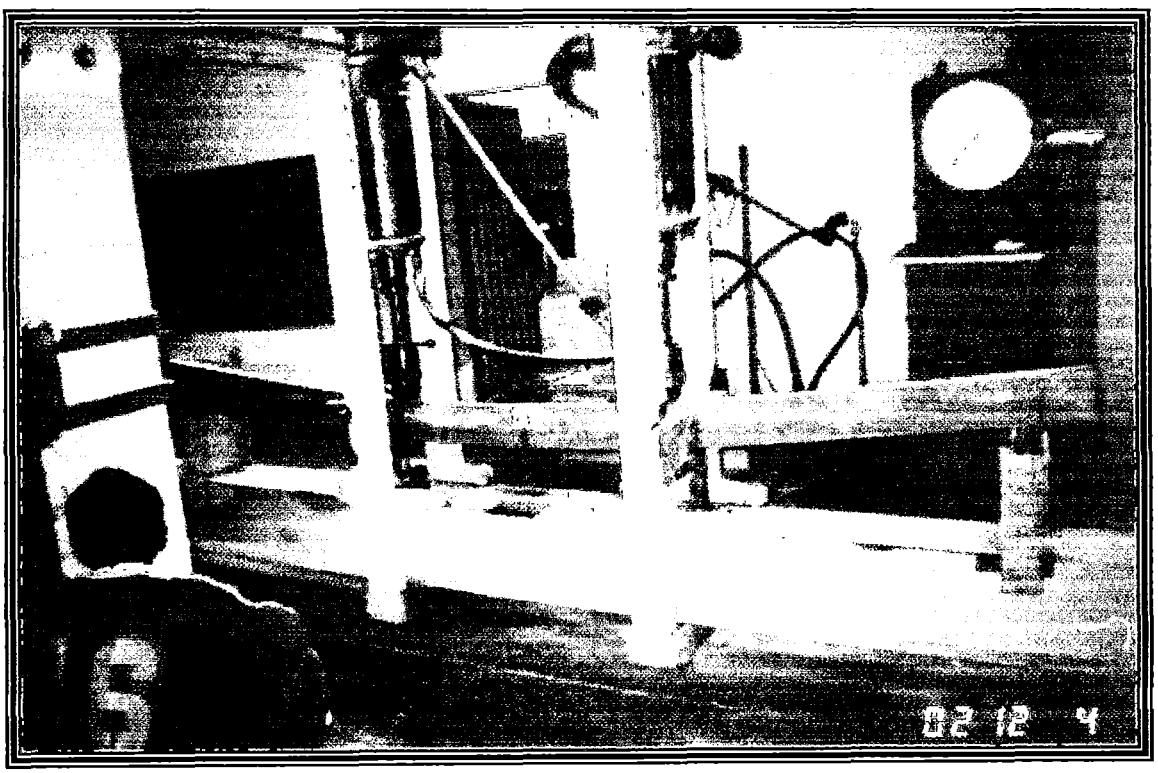


Foto Nº 13.

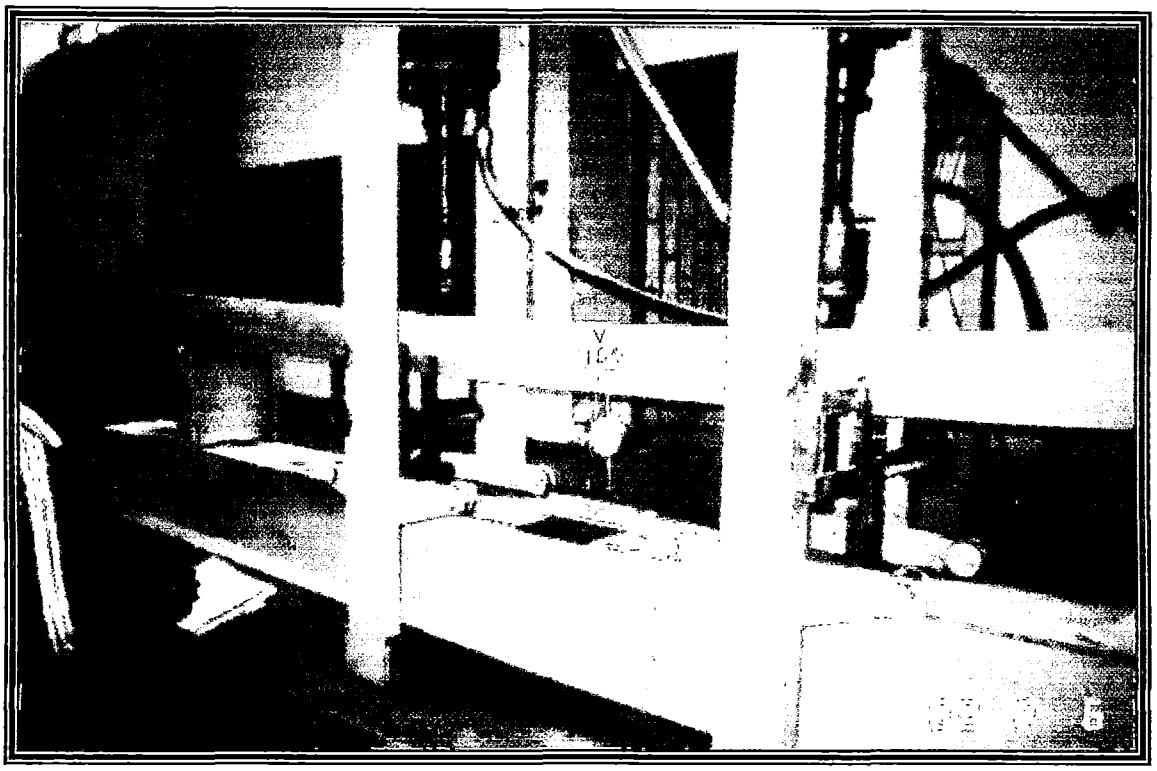


Foto Nº 14.

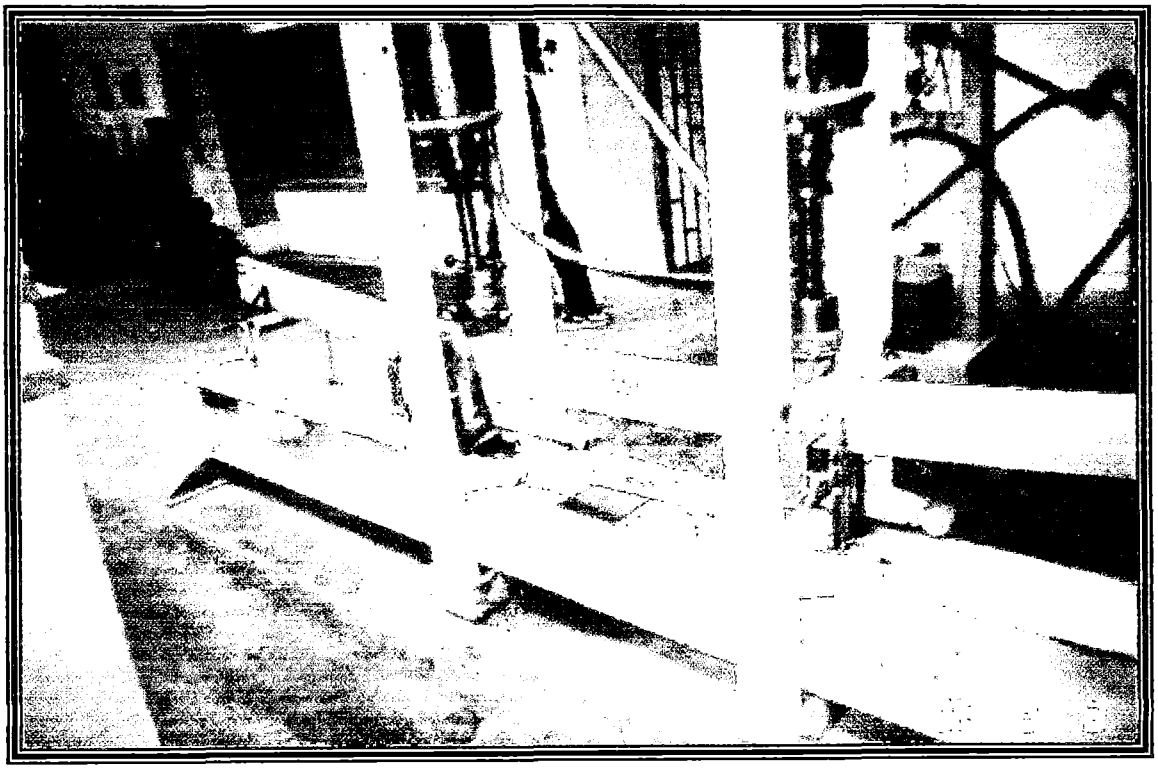


Foto Nº 15.

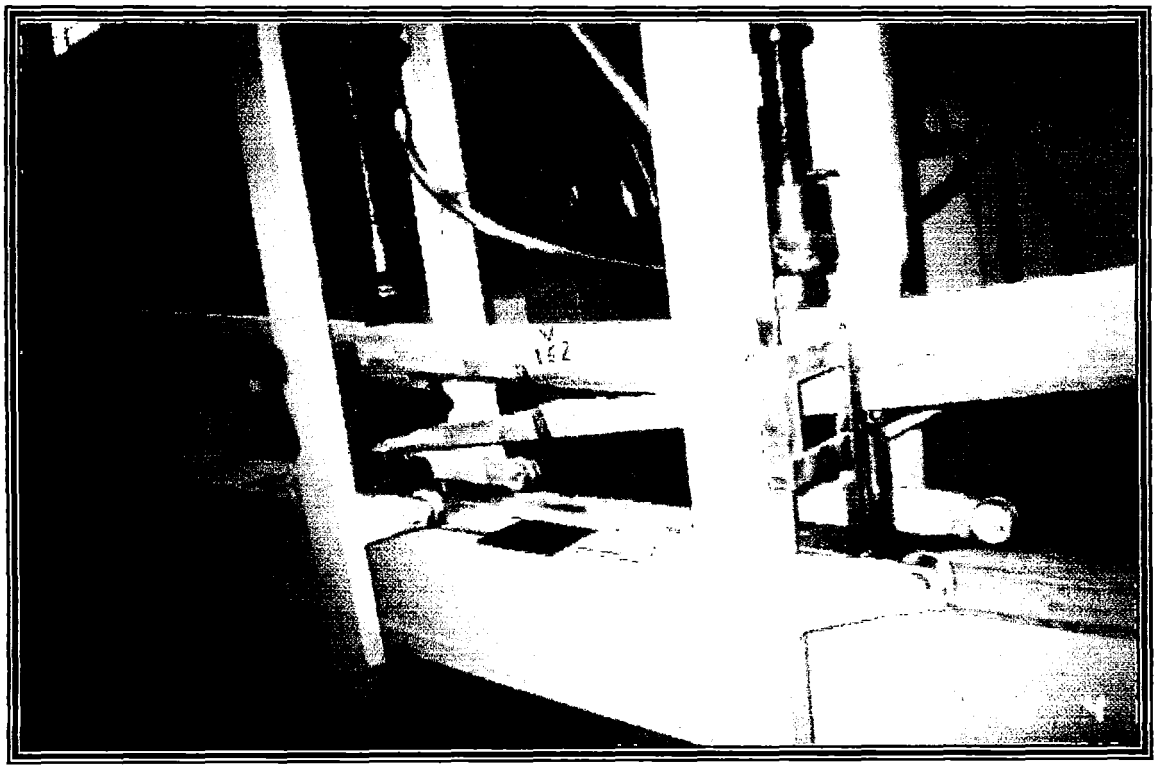


Foto Nº 16.

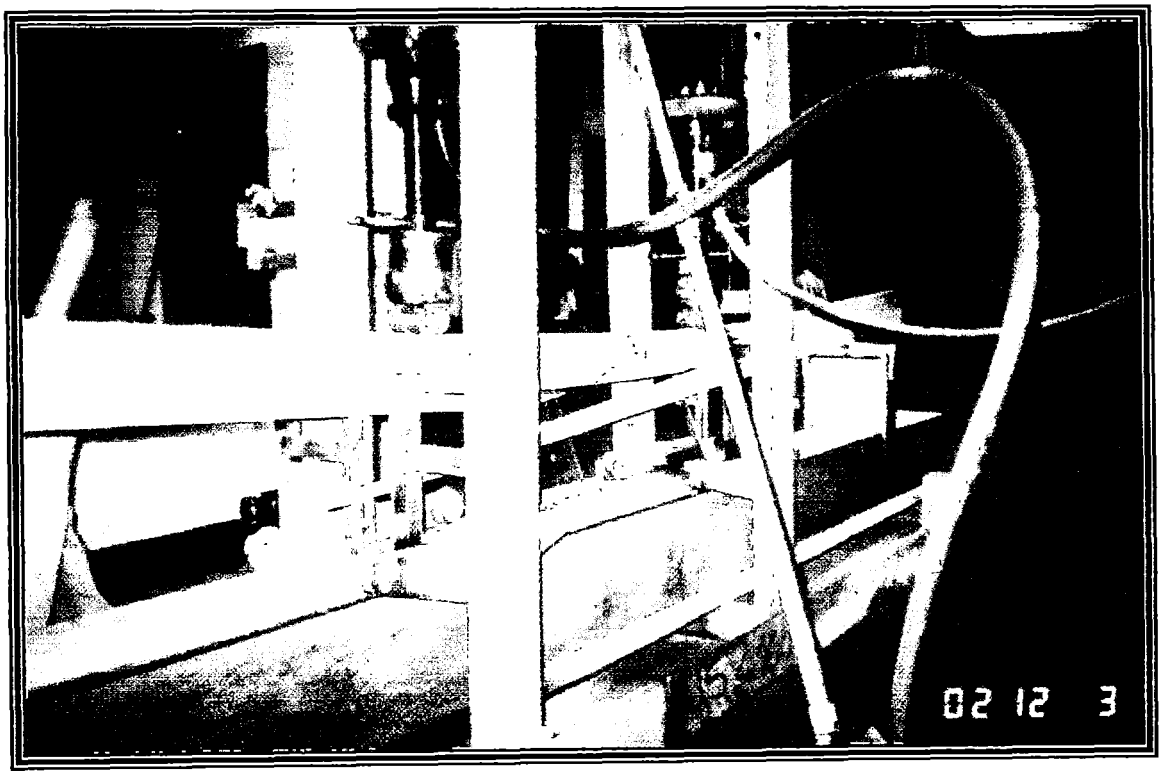


Foto Nº 17.

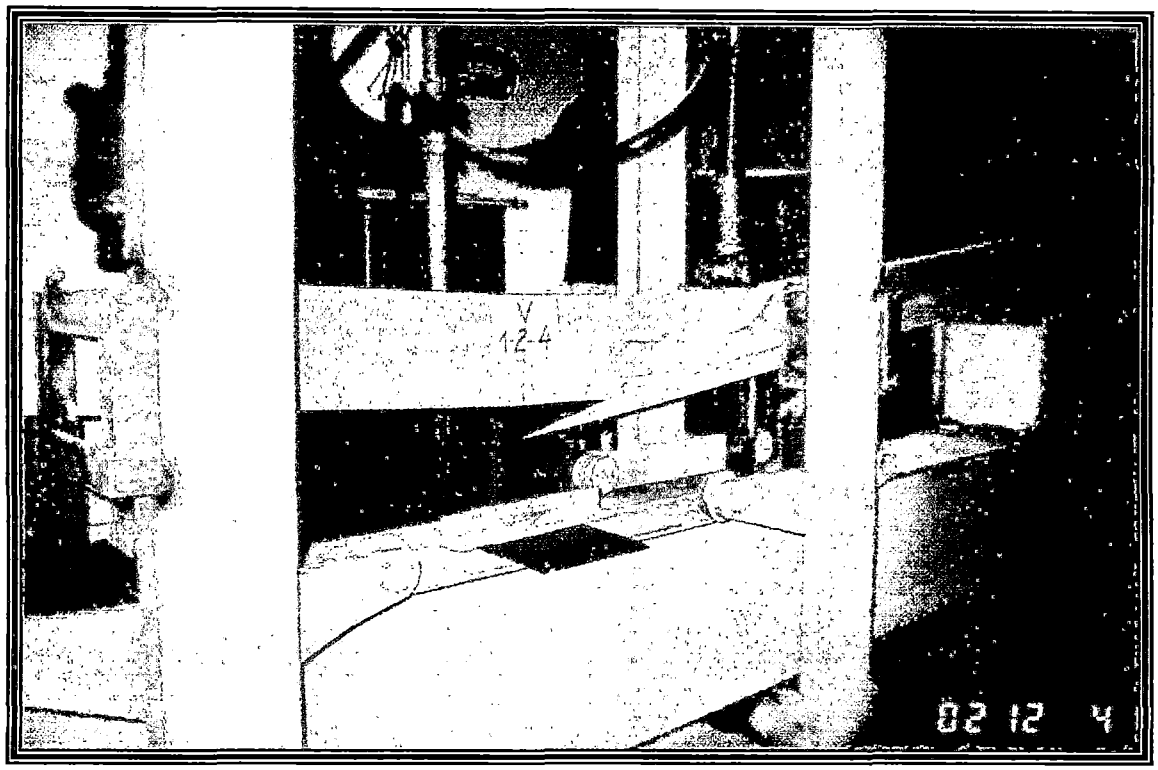


Foto Nº 18

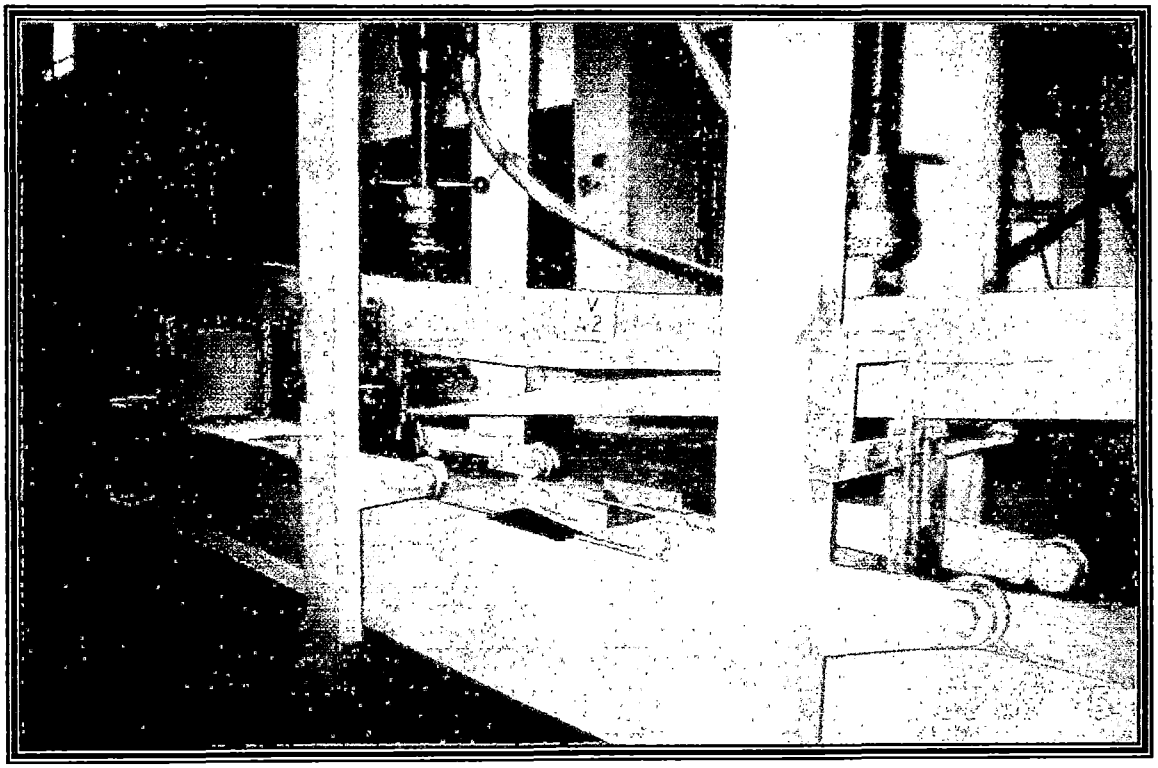


Foto Nº 19.

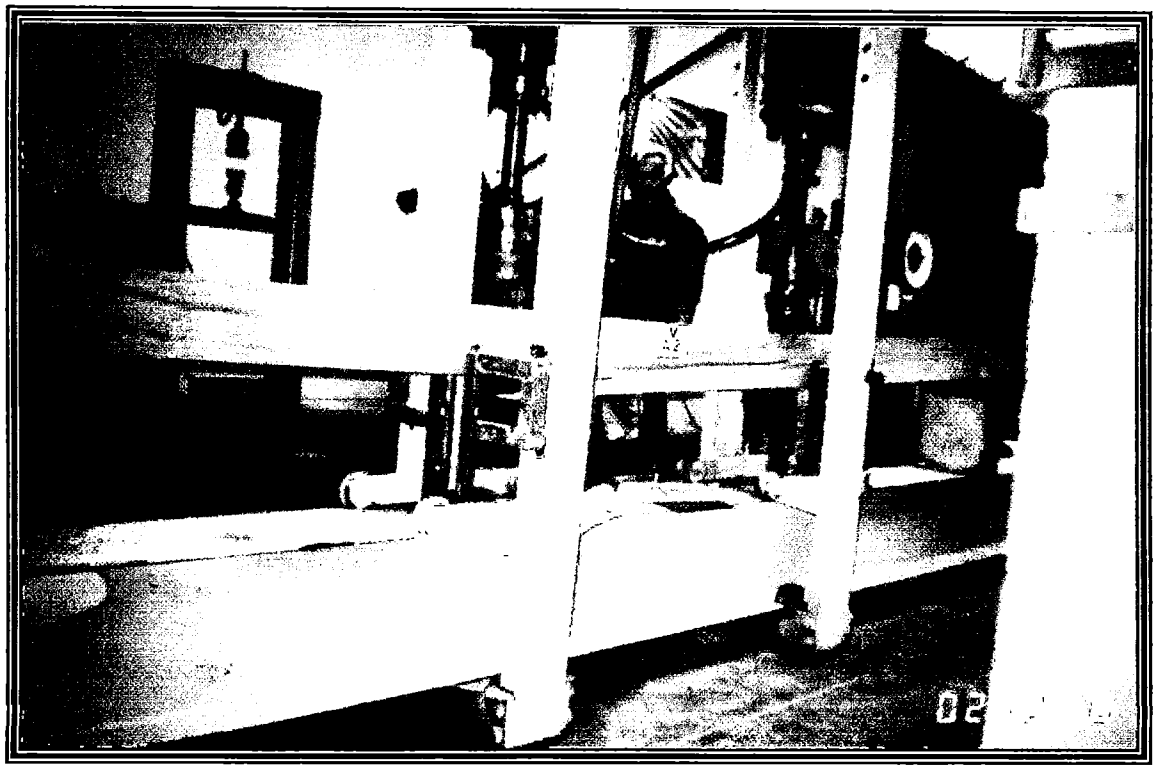


Foto Nº 20.

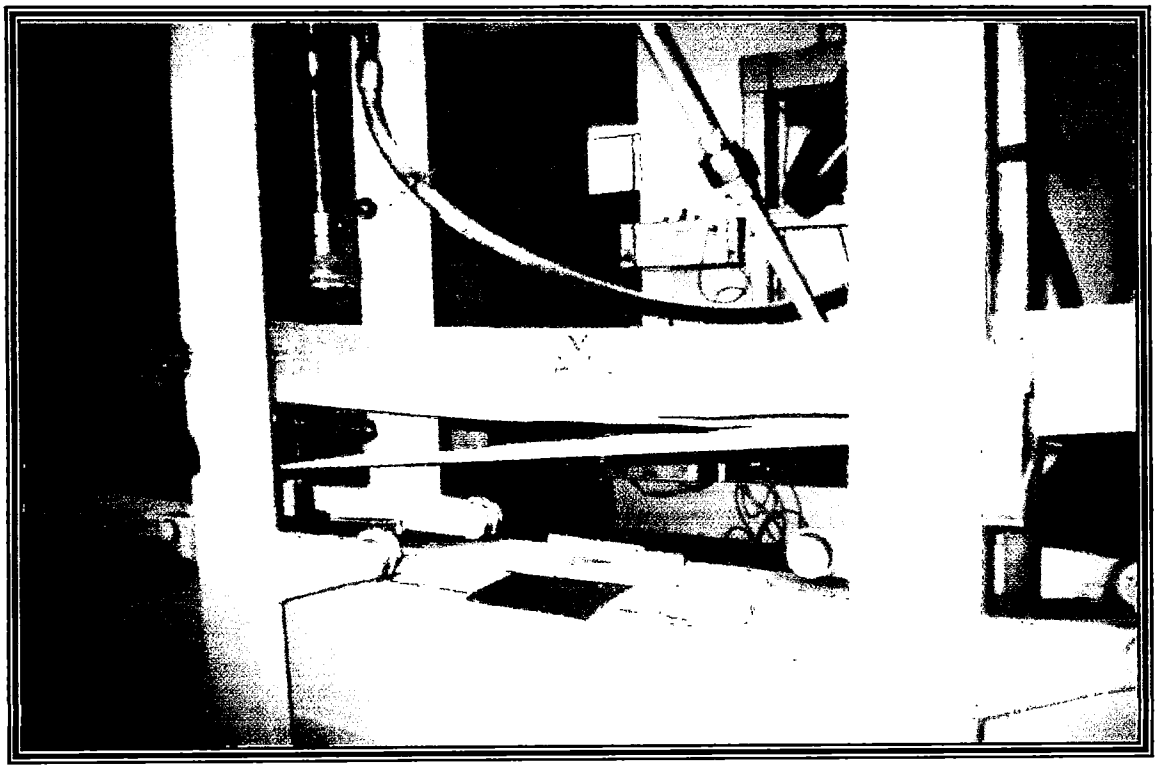


Foto Nº 21.

Foto Nº 22.

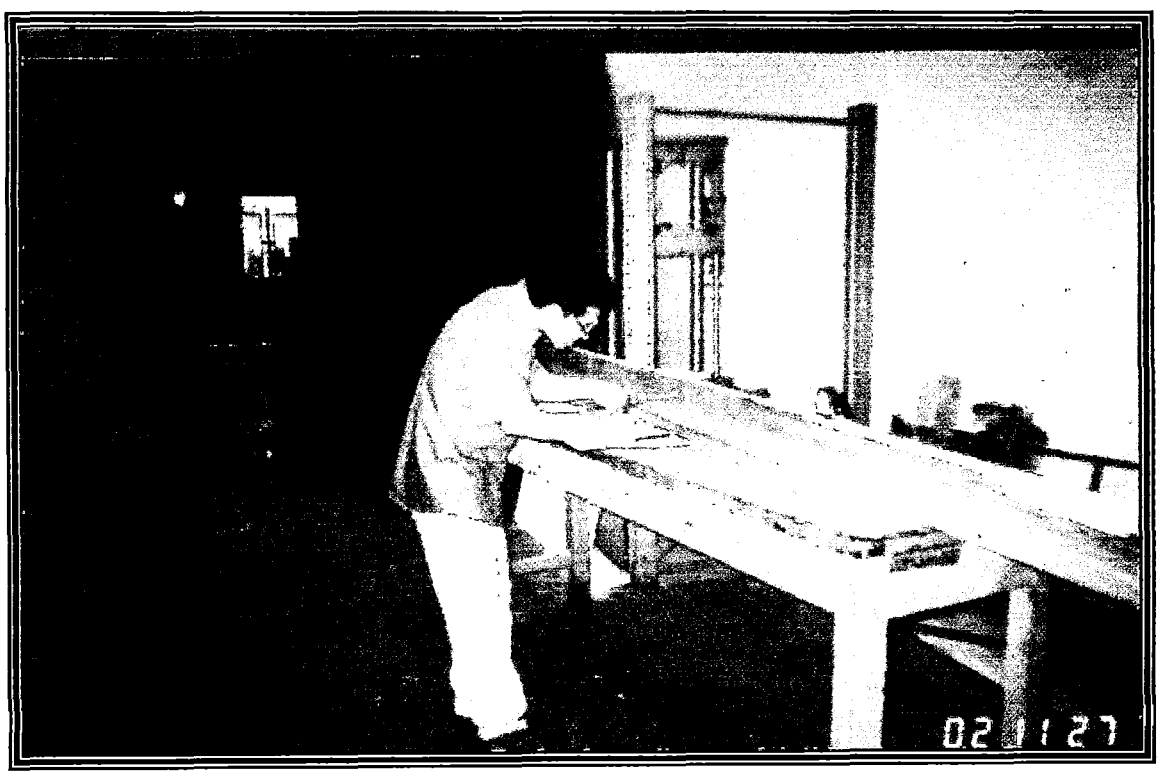


Foto Nº 23: Registro de fallas y defectos en vigas a escala natural.

ANEXO N° 2

REGISTRO DE ENSAYOS

PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P1

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.150
200	0.230
300	0.325
400	0.412
500	0.480
600	0.540
700	0.612
800	0.680
900	0.780
1000	0.920
1100	1.056
1200	1.173
1300	1.328
1400	1.535
1500	1.810
1600	2.216
1645	2.545

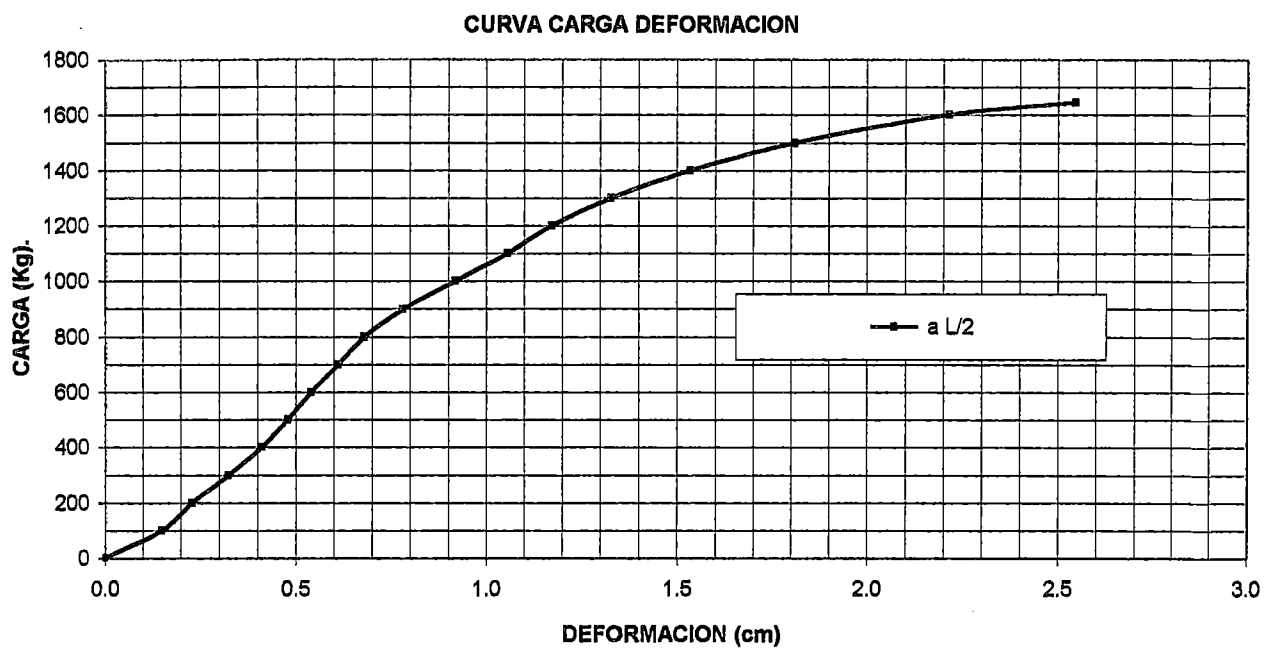
Dimensiones:

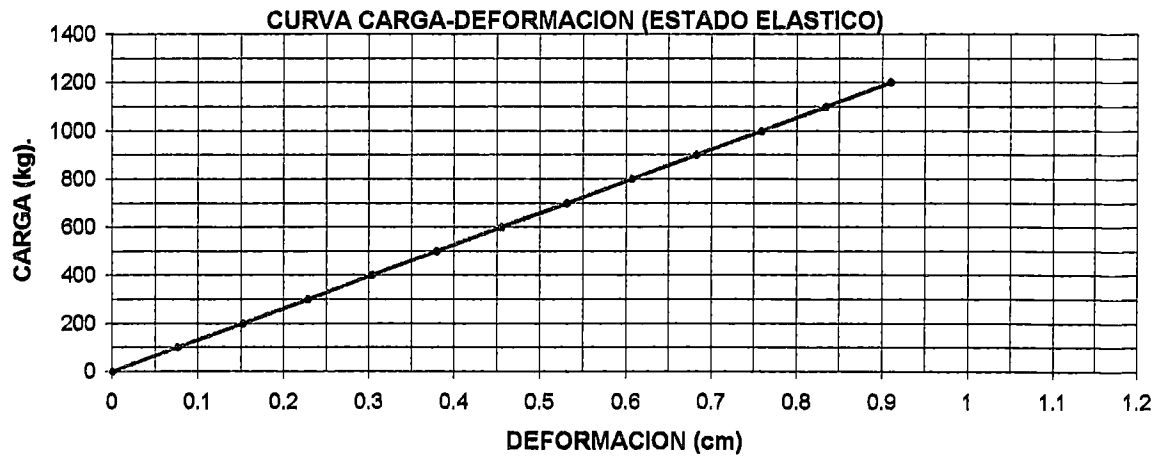
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1319.61
CONSTANNTE	a	-84.82
COEF. REGRECION	r2	0.9913

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P2

Dimensiones:

b(cm)	5.00	**h(cm)**	5.00
		L(cm)	75.00

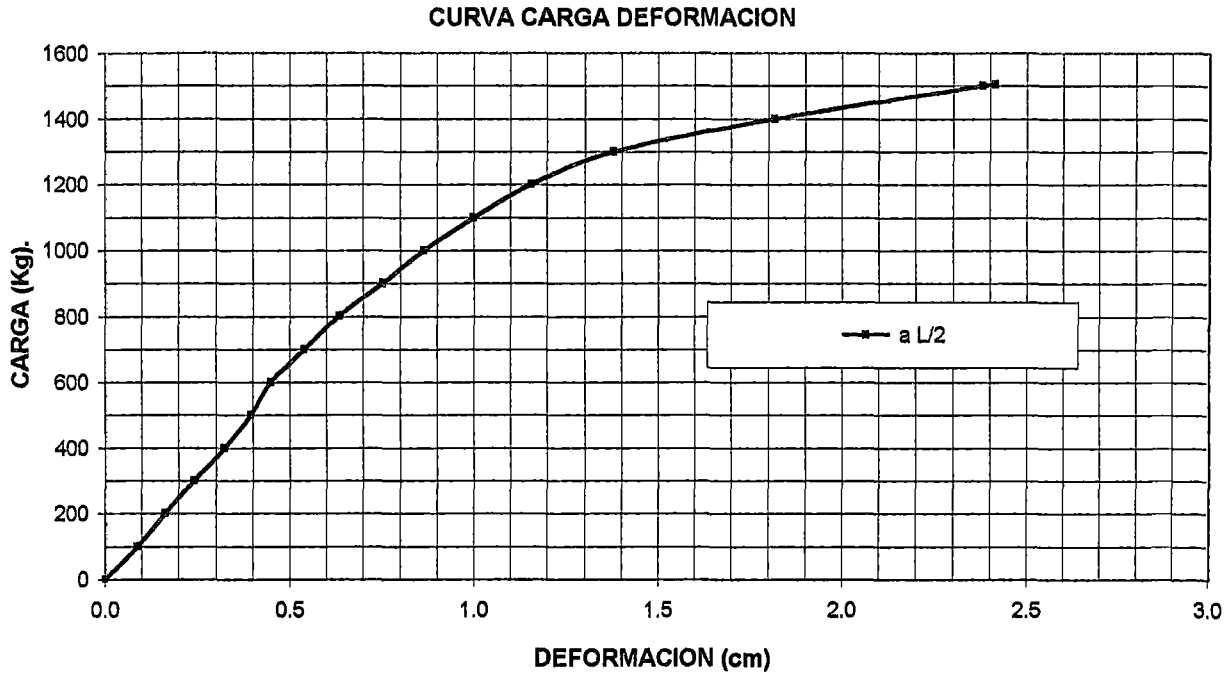
Datos Registrados:

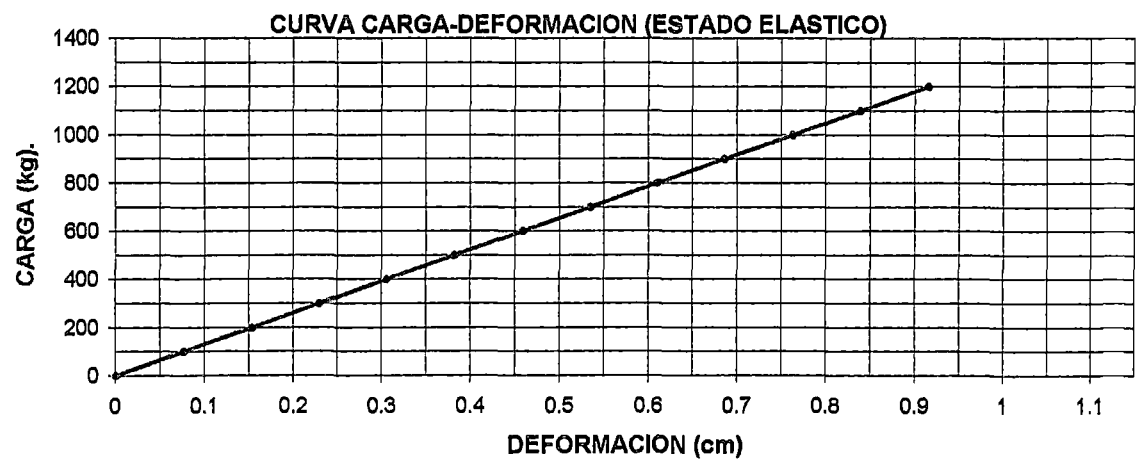
Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.090
200	0.165
300	0.242
400	0.324
500	0.396
600	0.450
700	0.540
800	0.635
900	0.753
1000	0.865
1100	1.000
1200	1.158
1300	1.378
1400	1.818
1500	2.381
1505	2.415

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE HA CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1311.96
CONSTANNTE	a	20.22
COEF. REGRECION	r2	0.9905

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P3**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.109
300	0.278
400	0.359
500	0.434
600	0.520
700	0.568
800	0.640
900	0.720
1000	0.826
1100	0.984
1200	1.116
1300	1.243
1400	1.463
1500	1.705
1600	1.891
1735	2.357

Dimensiones:

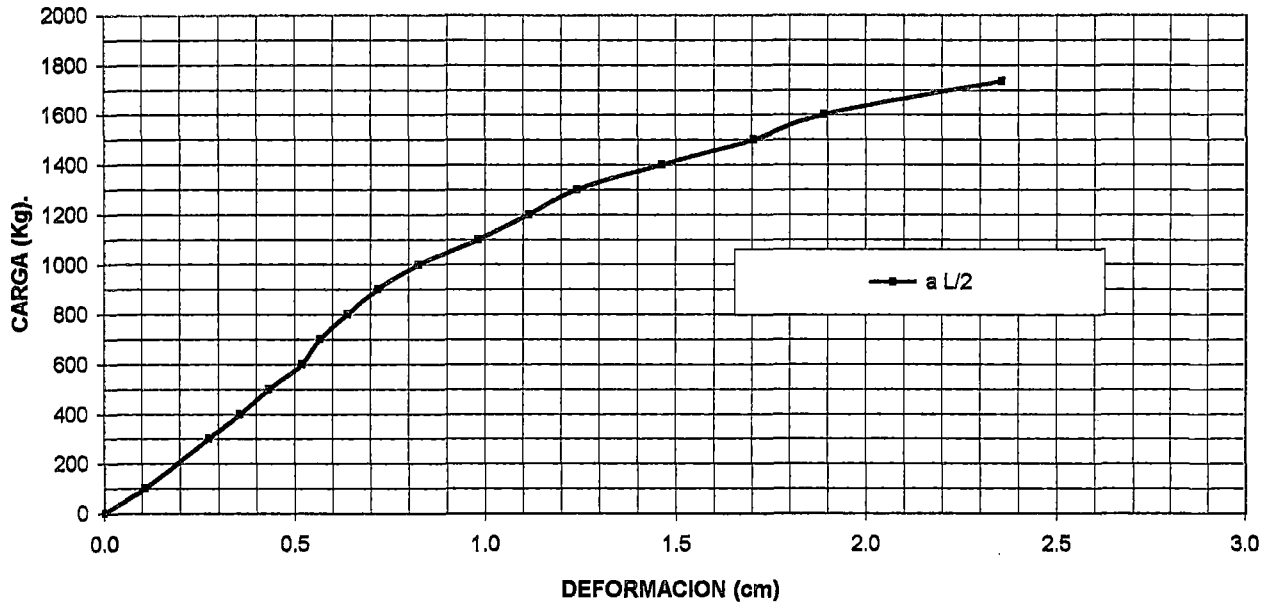
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

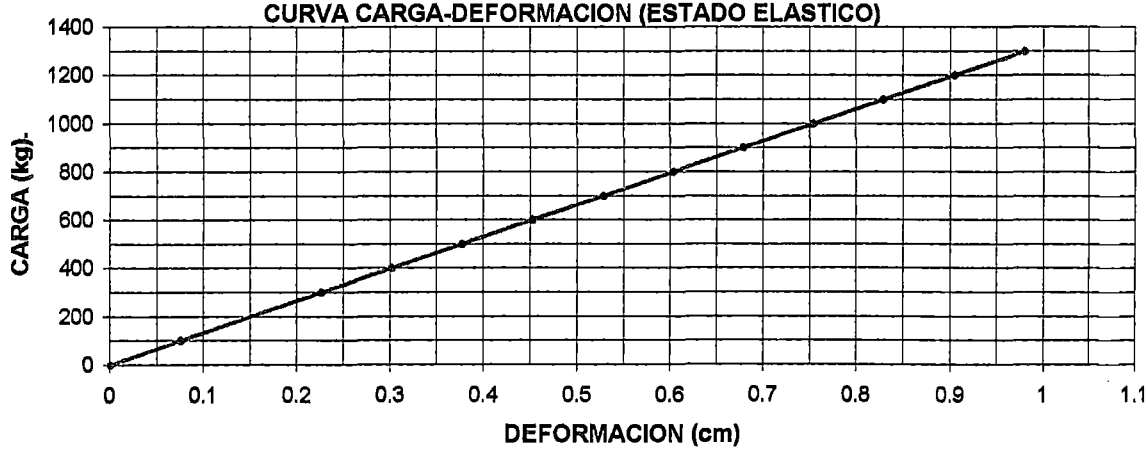
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1327.23
CONSTANNTE	a	-19.47
COEF. REGRECION	r2	0.9875

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P4

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.085
200	0.172
300	0.232
400	0.300
500	0.400
600	0.472
700	0.560
800	0.675
900	0.785
1000	0.900
1100	1.100
1200	1.300
1300	1.605
1400	2.100
1500	2.250
1515	2.315

Dimensiones:

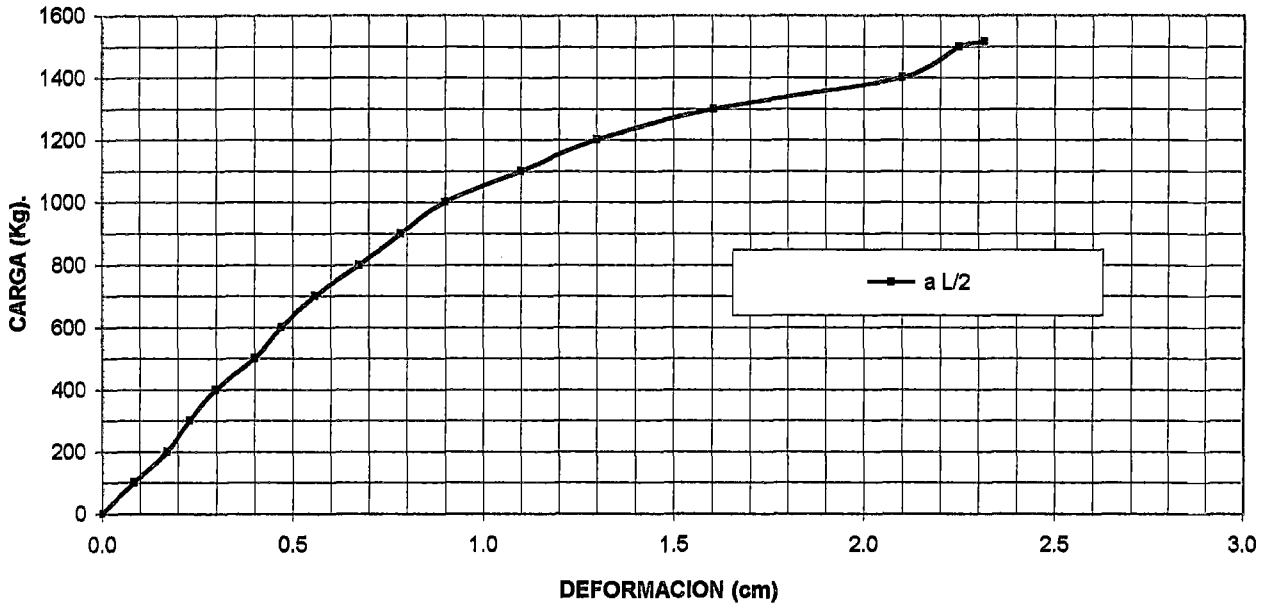
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

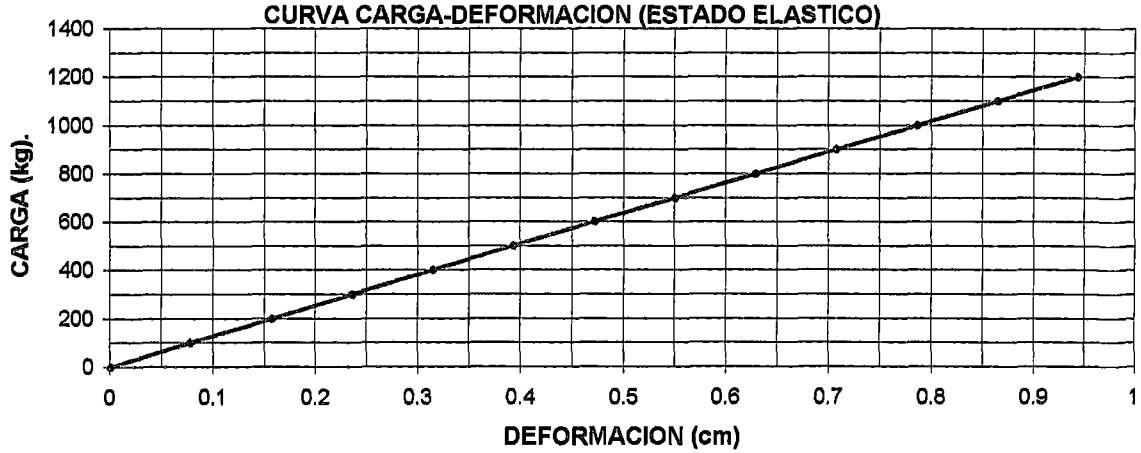
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1272.59
CONSTANNTE	a	40.33
COEF. REGRECION	r2	0.9907

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P5**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.070
200	0.132
300	0.201
400	0.255
500	0.350
600	0.435
700	0.505
800	0.560
900	0.650
1000	0.750
1100	0.860
1200	0.950
1300	1.100
1400	1.250
1500	1.500
1600	1.860
1695	2.352

Dimensiones:

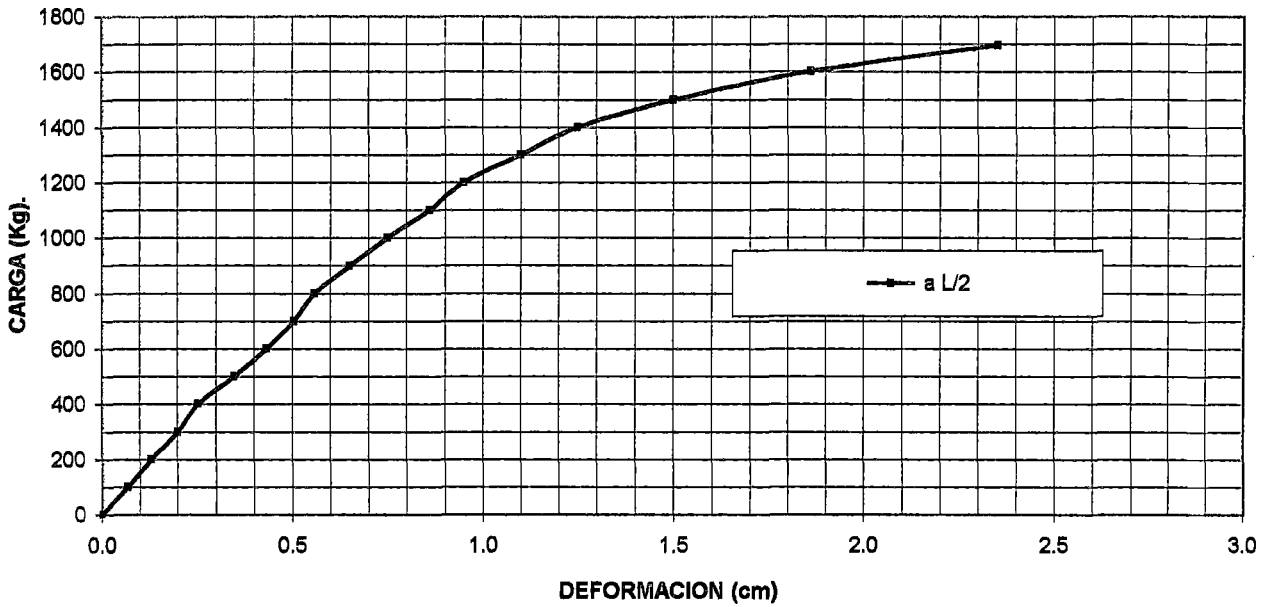
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

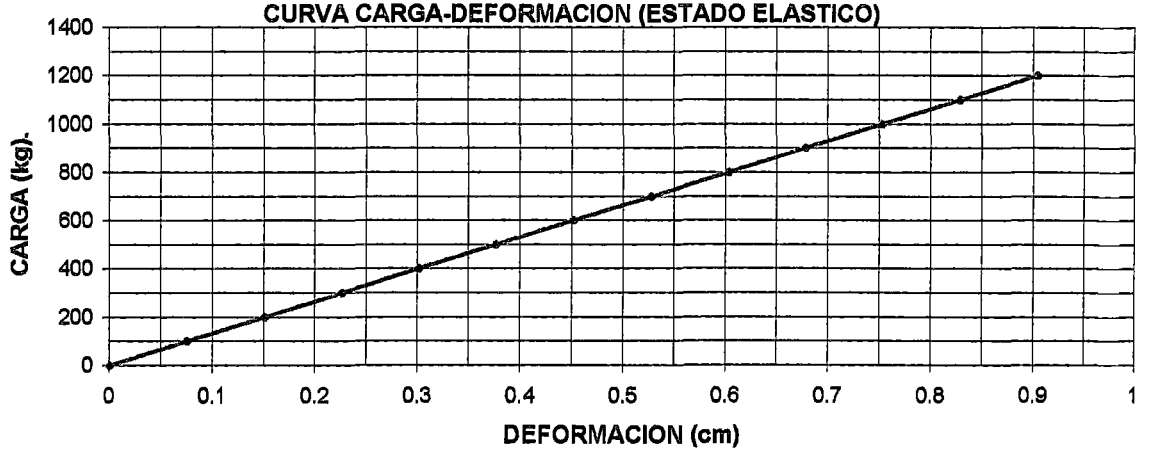
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1328.31
CONSTANNTE	a	30.89
COEF. REGRECION	r2	0.9963

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P6**

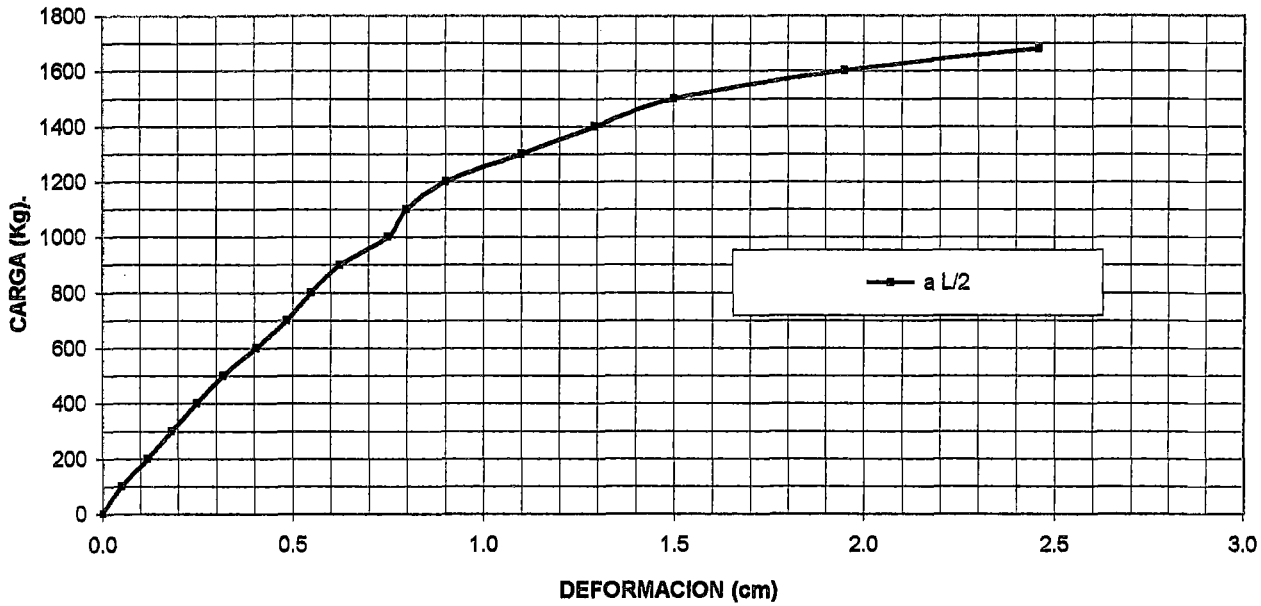
Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.050
200	0.120
300	0.185
400	0.250
500	0.320
600	0.405
700	0.485
800	0.550
900	0.625
1000	0.750
1100	0.800
1200	0.902
1300	1.100
1400	1.295
1500	1.500
1600	1.950
1680	2.46

Dimensiones:

b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

CURVA CARGA DEFORMACION

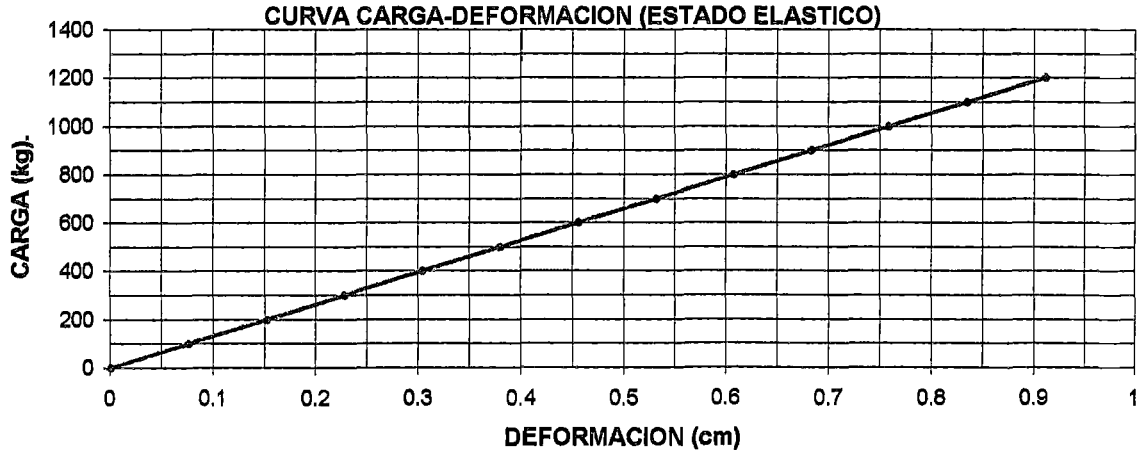


PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1318.46
CONSTANNTE	a	56.89
COEF. REGRECION	r2	0.9948

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P7

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.106
200	0.200
300	0.299
400	0.380
500	0.450
600	0.520
700	0.590
800	0.675
900	0.820
1000	0.985
1100	1.210
1200	1.481
1300	1.804
1400	2.380
1460	2.780

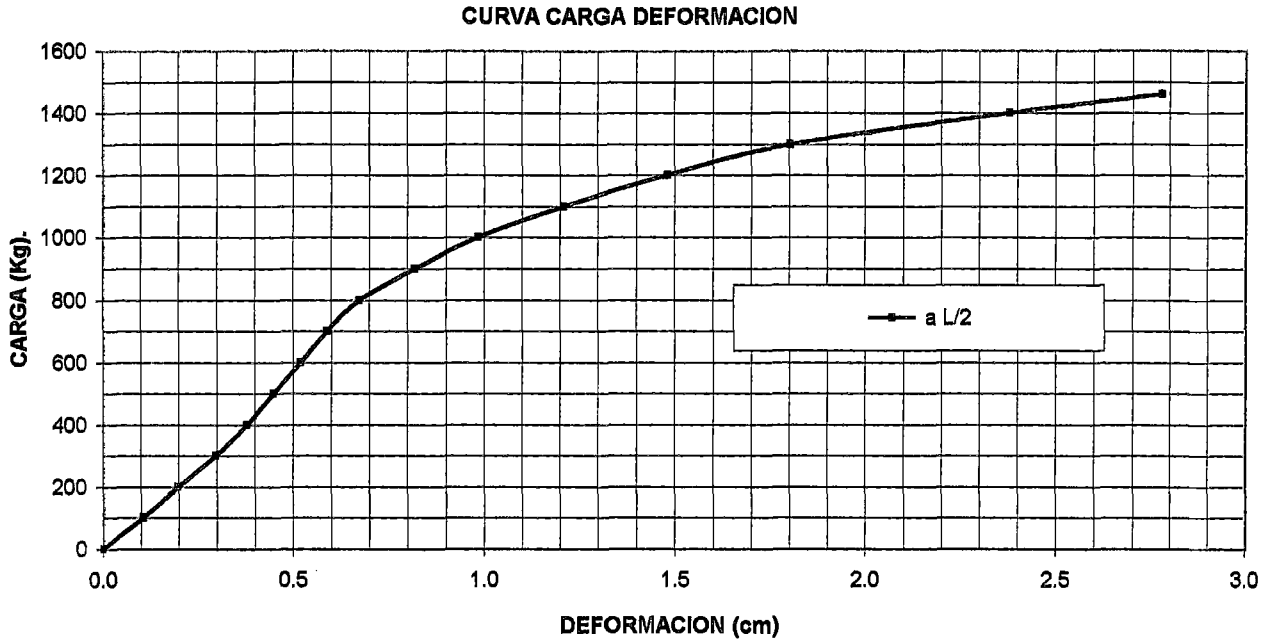
Dimensiones:

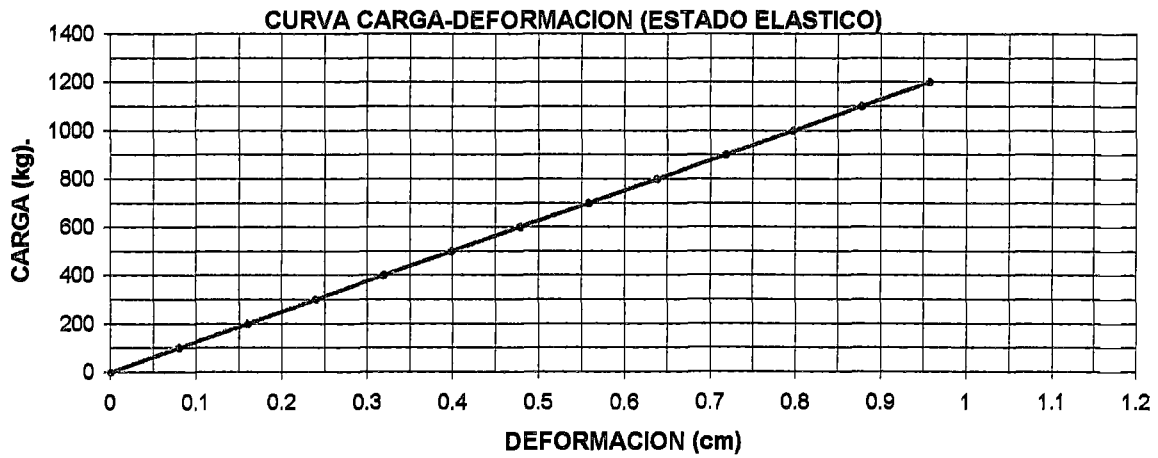
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1254.84
CONSTANNTE	a	-55.07
COEF. REGRECION	r2	0.9958

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P9

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.097
200	0.162
300	0.231
400	0.301
500	0.395
600	0.451
700	0.530
800	0.620
900	0.750
1000	0.985
1100	1.200
1200	1.450
1300	1.880
1380	2.725

Dimensiones:

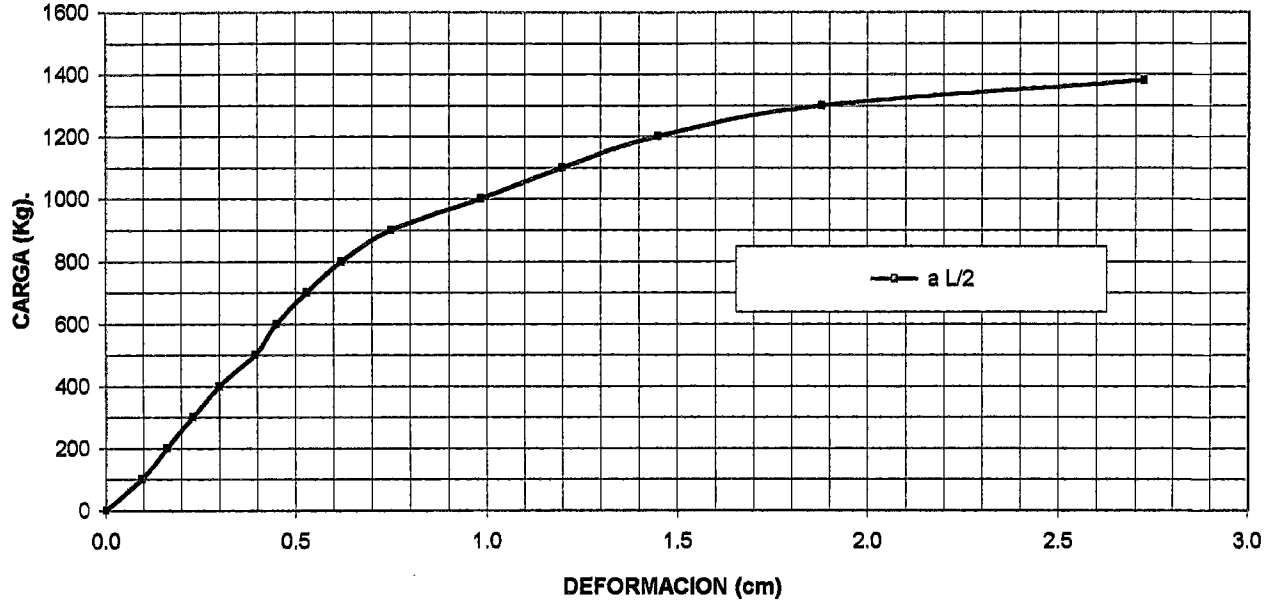
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

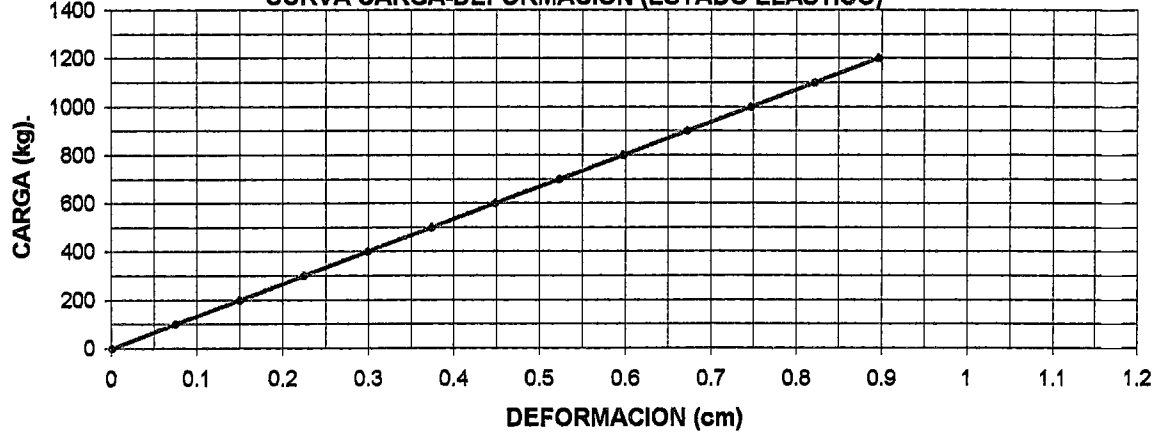
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1339.86
CONSTANNTE	a	66.72
COEF. REGRECION	r2	0.9913

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P11**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.060
200	0.120
300	0.200
400	0.280
500	0.352
600	0.421
700	0.506
800	0.584
900	0.669
1000	0.753
1100	0.861
1200	0.981
1300	1.130
1400	1.353
1500	1.633
1600	2.066
1610	2.28

Dimensiones:

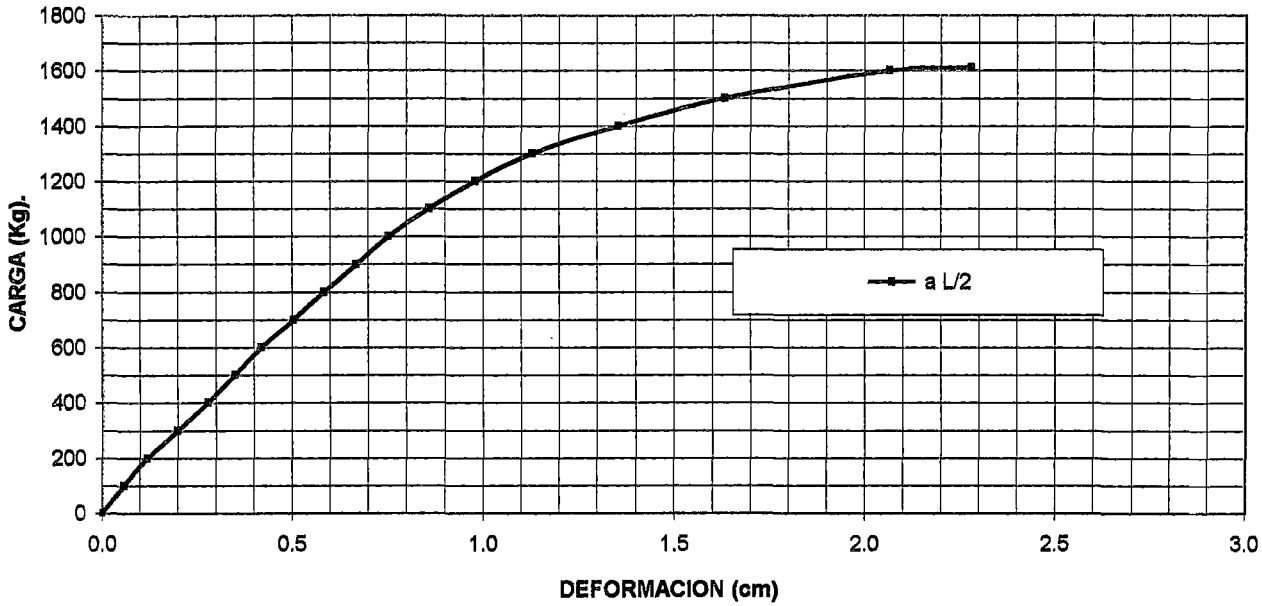
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

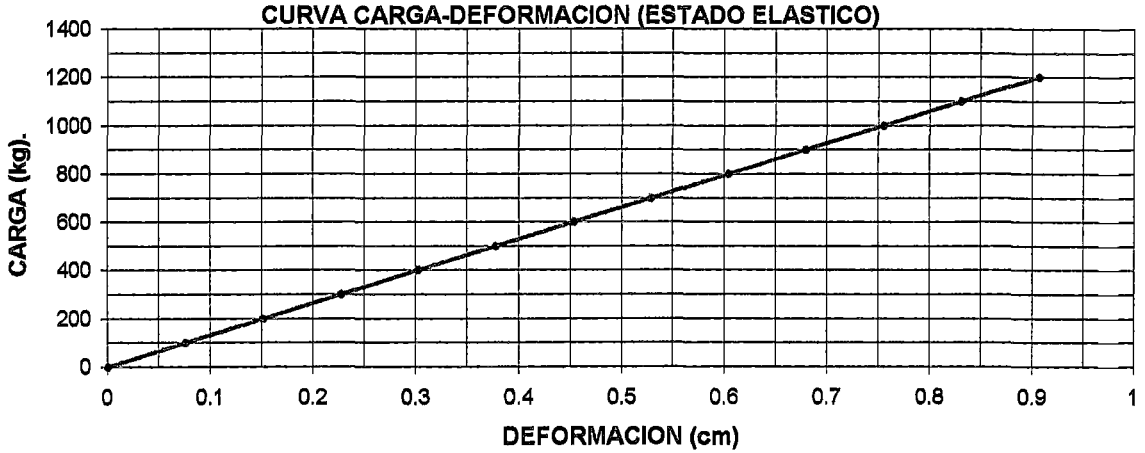
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1325.20
CONSTANNTE	a	39.89
COEF. REGRECION	r2	0.9989

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P12

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.055
200	0.100
300	0.185
400	0.269
500	0.343
600	0.409
700	0.483
800	0.562
900	0.648
1000	0.780
1100	0.860
1200	0.980
1300	1.130
1400	1.300
1415	1.600

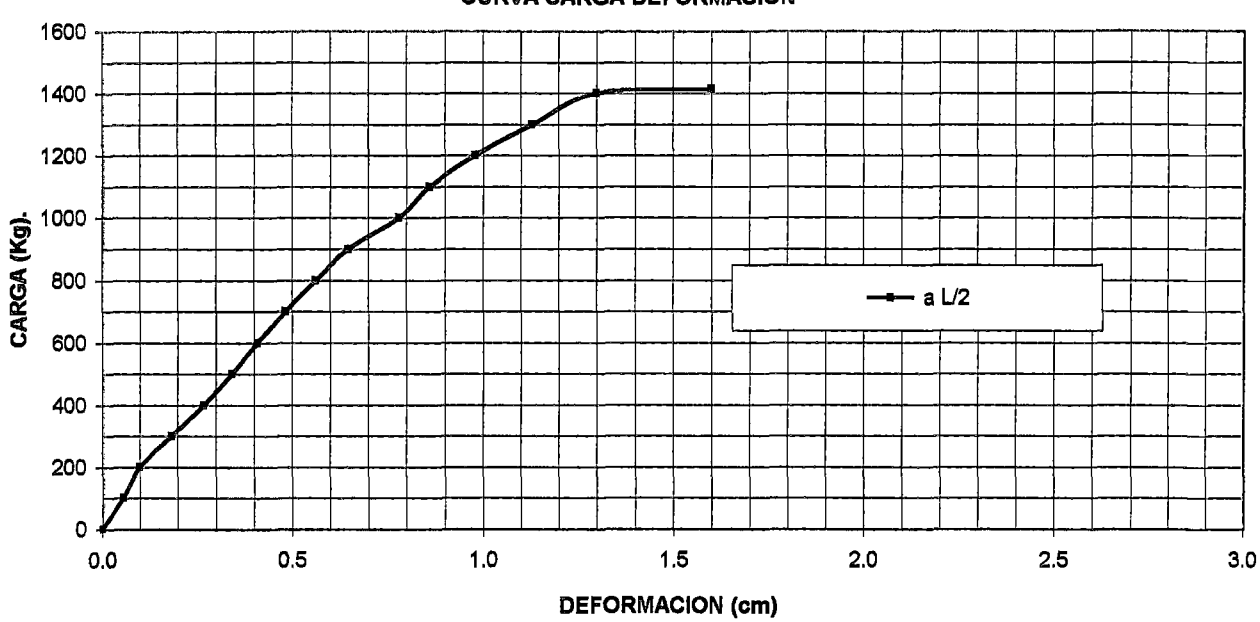
Dimensiones:

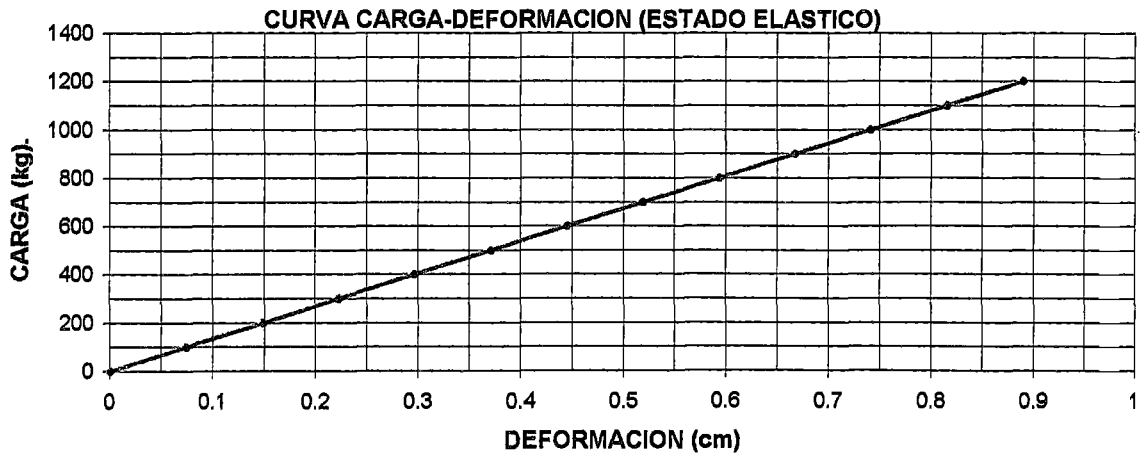
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1349.59
CONSTANNTE	a	65.01
COEF. REGRECION	r2	0.9931

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.

ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P14**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.099
200	0.180
300	0.260
400	0.342
500	0.406
600	0.460
700	0.536
800	0.635
900	0.756
1000	0.867
1100	0.992
1200	1.132
1300	1.326
1400	1.588
1470	1.920

Dimensiones:

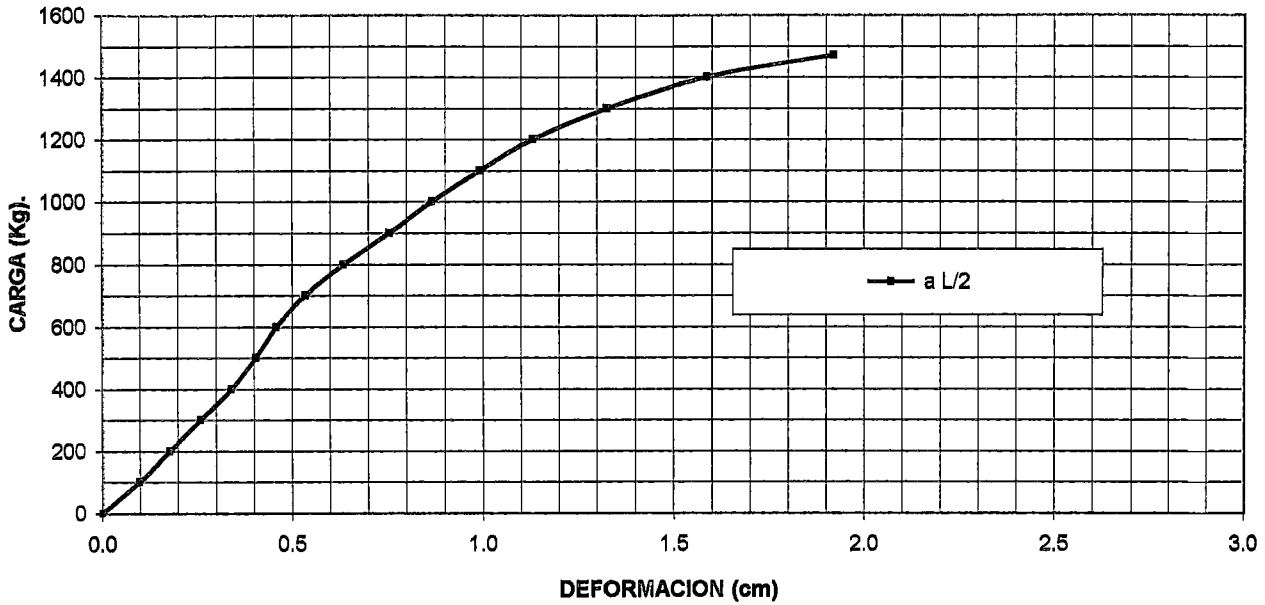
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

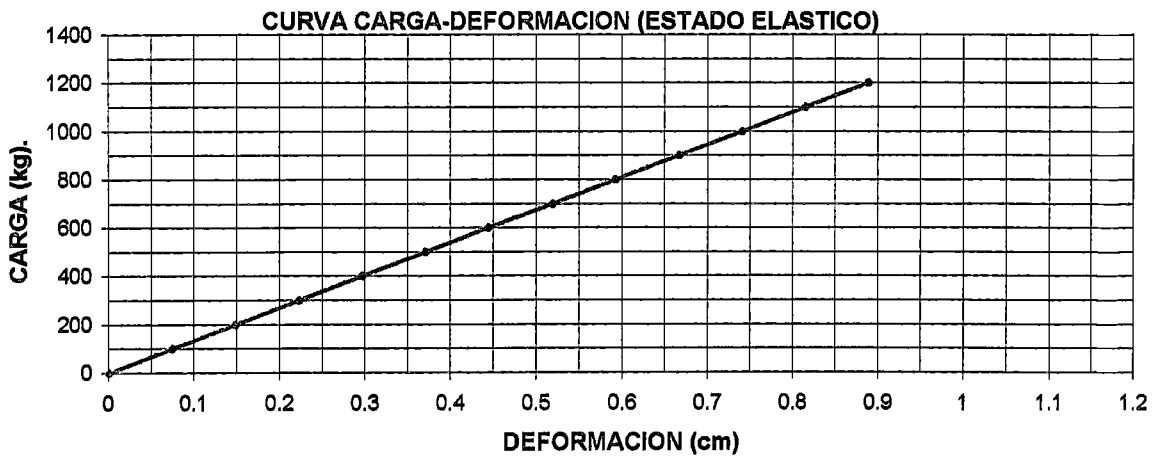
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1350.59
CONSTANNTE	a	-0.43
COEF. REGRECION	r2	0.9886

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.

ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P15

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.108
200	0.230
300	0.320
400	0.395
500	0.460
600	0.520
700	0.600
800	0.660
900	0.750
1000	0.856
1100	1.056
1200	1.173
1300	1.328
1400	1.535
1470	1.650

Dimensiones:

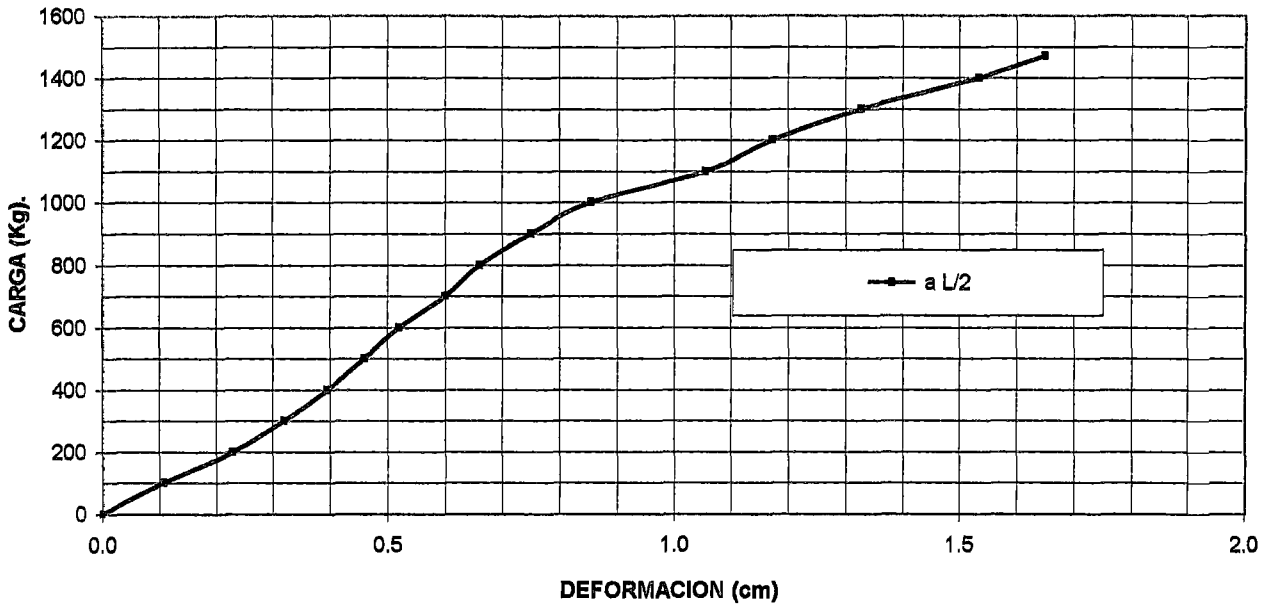
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

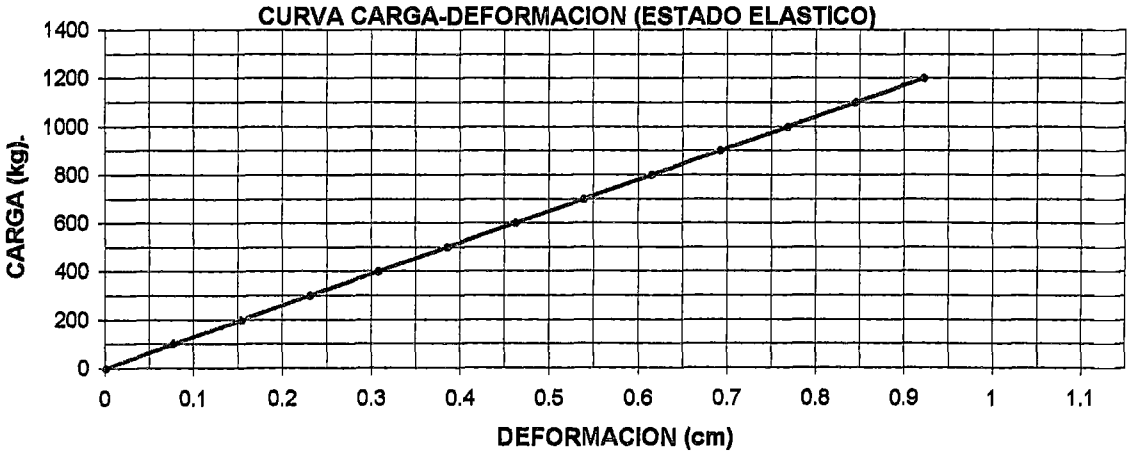
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1301.26
CONSTANNTE	a	-79.76
COEF. REGRECION	r2	0.9931

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: P17

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.120
200	0.201
300	0.289
400	0.384
500	0.446
600	0.496
700	0.560
800	0.660
900	0.785
1000	0.985
1100	1.116
1200	1.286
1300	1.500
1400	1.680
1500	2.100
1520	2.150

Dimensiones:

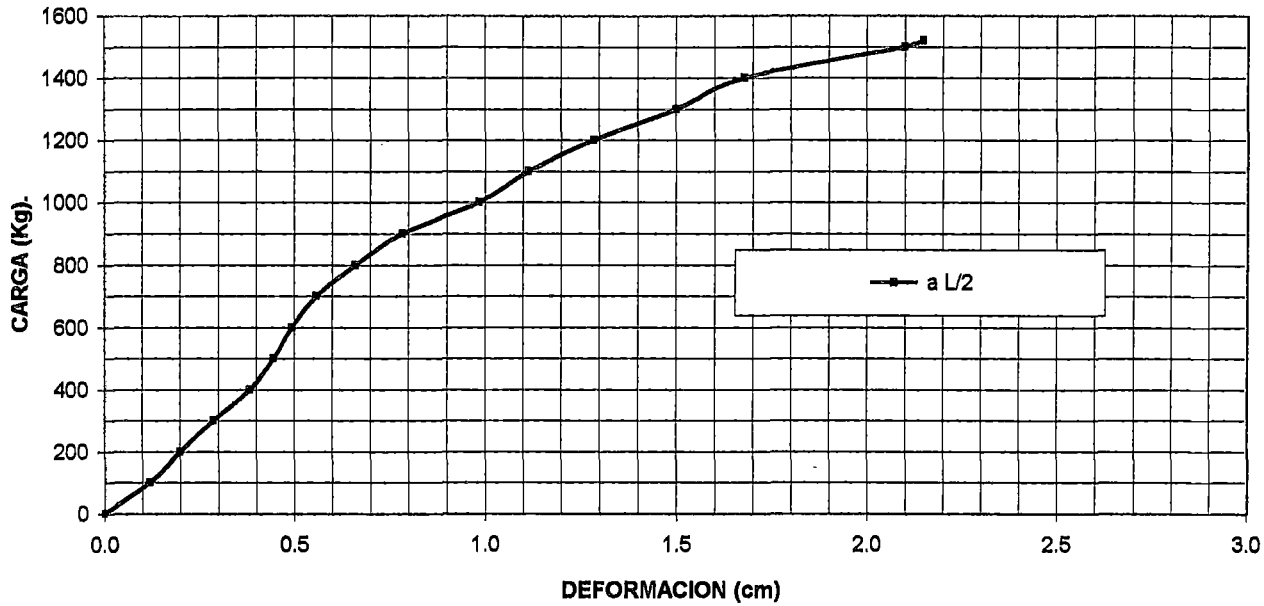
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

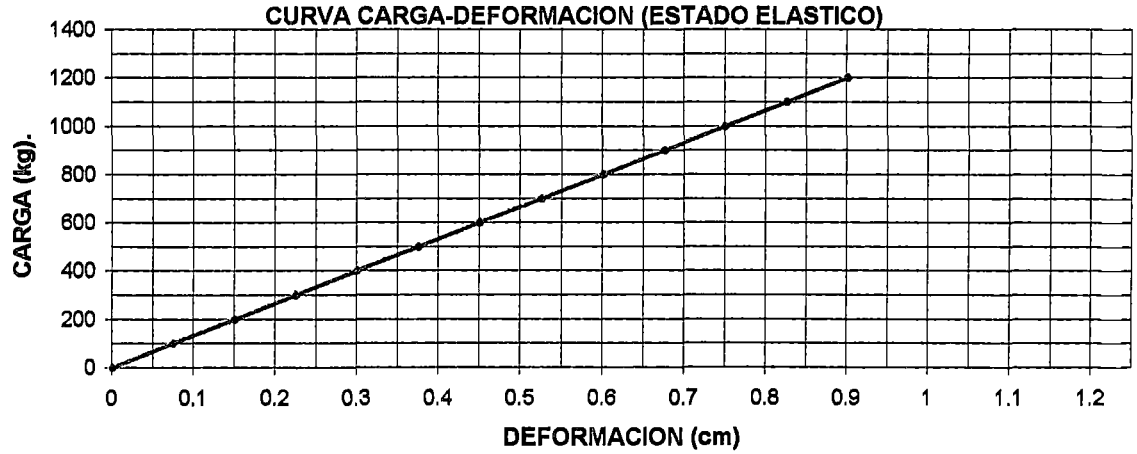
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1332.44
CONSTANNTE	a	-0.66
COEF. REGRECION	r2	0.9888

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.

ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P20**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.150
200	0.230
300	0.325
400	0.380
500	0.450
600	0.521
700	0.596
800	0.680
900	0.820
1000	0.980
1100	1.185
1200	1.531
1300	1.862
1370	3.065

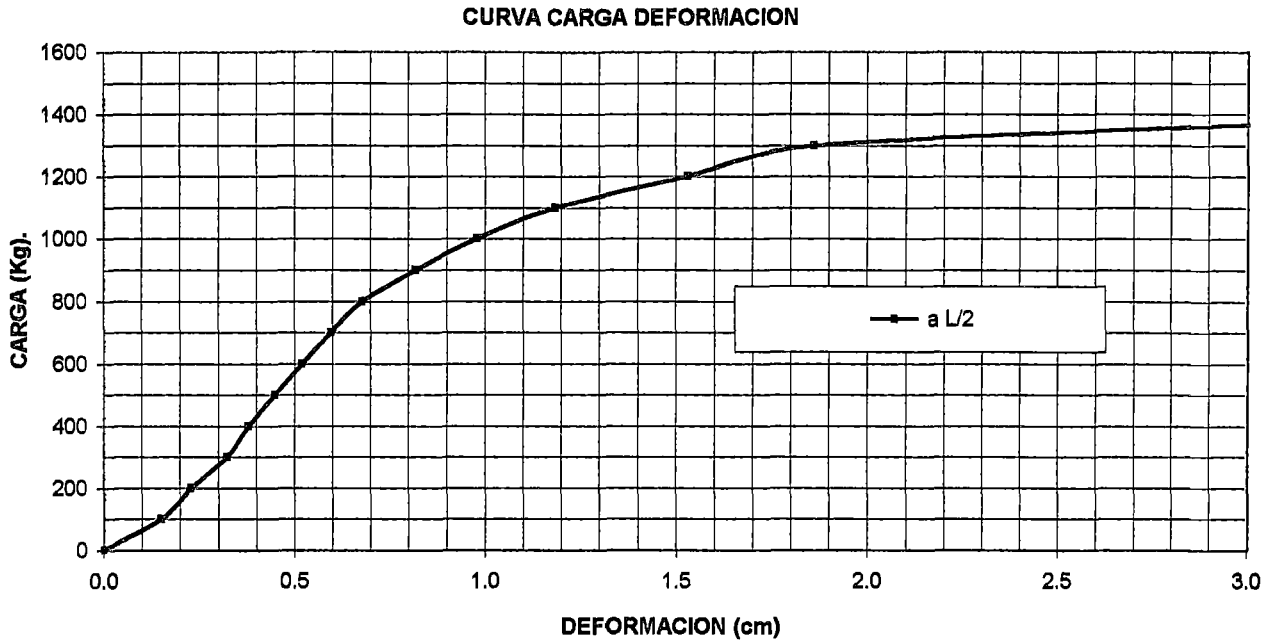
Dimensiones:

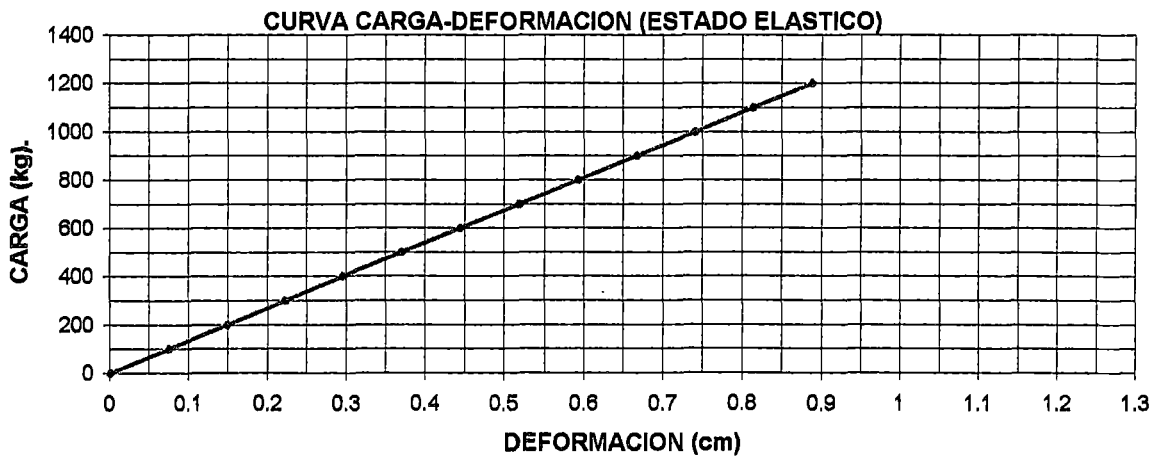
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1352.07
CONSTANNTE	a	-37.06
COEF. REGRECION	r2	0.9967

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75)

Muestra N°: **P21**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.120
200	0.187
300	0.286
400	0.347
500	0.416
600	0.503
700	0.568
800	0.645
900	0.781
1000	0.907
1100	1.011
1200	1.203
1300	1.409
1400	1.709
1450	2.129

Dimensiones:

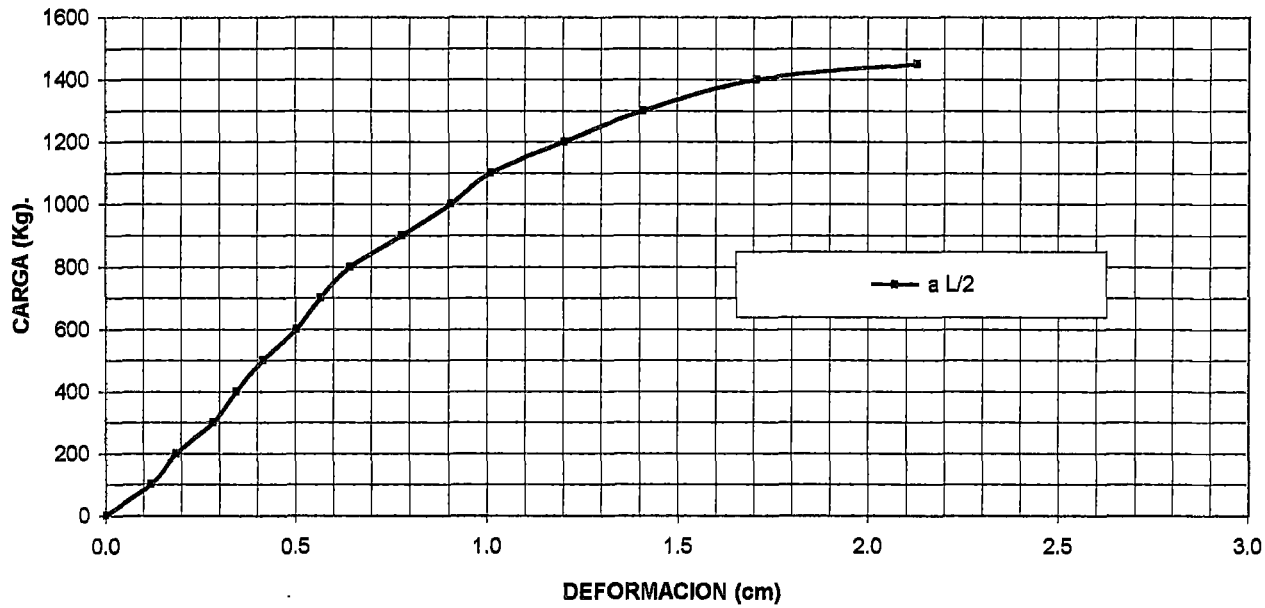
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

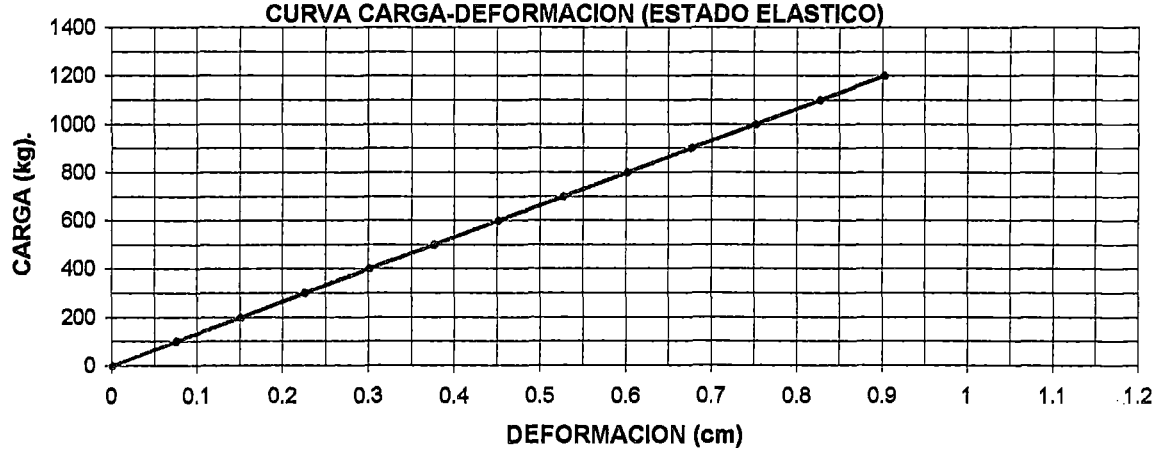
PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1330.98
CONSTANNTE	a	-12.42
COEF. REGRECION	r2	0.9876

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

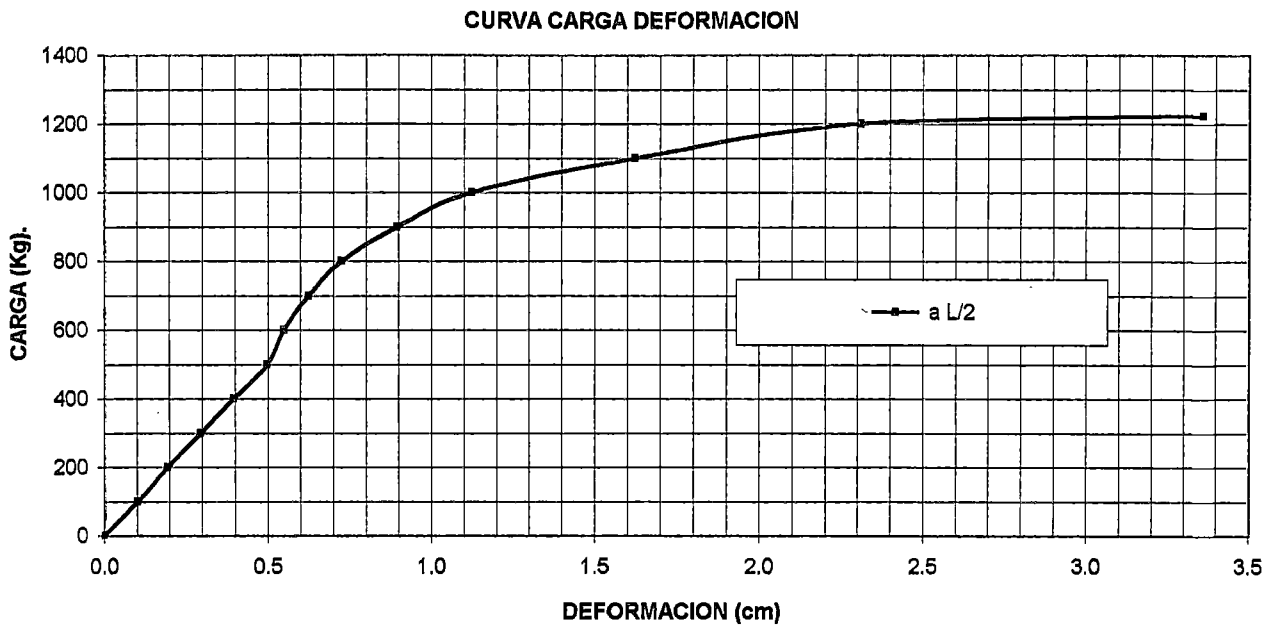
Muestra N°: **S1**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.102
200	0.195
300	0.295
400	0.396
500	0.498
600	0.550
700	0.625
800	0.725
900	0.896
1000	1.124
1100	1.623
1200	2.310
1225	3.360

Dimensiones:

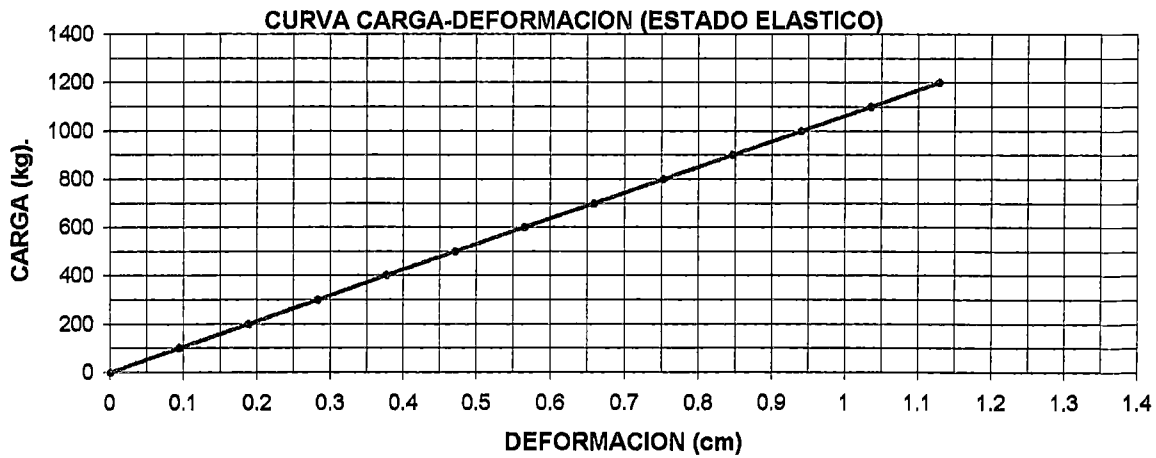
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1063.75
CONSTANNTE	a	41.16
COEF. REGRECION	r2	0.9694

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

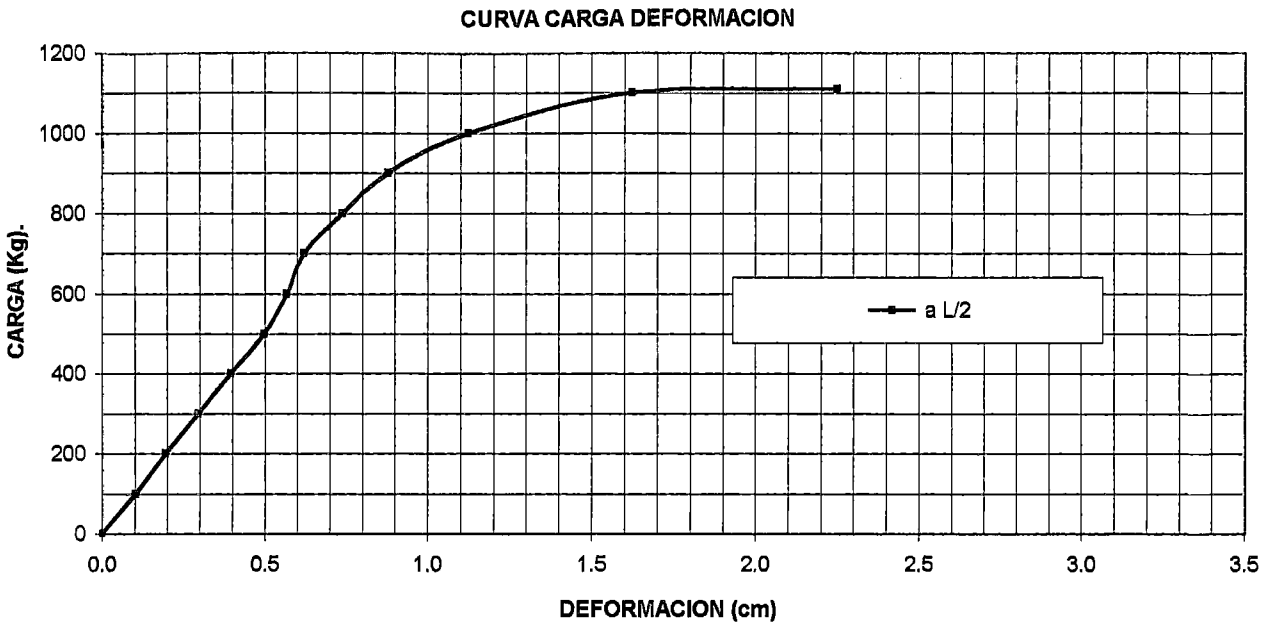
Muestra N°: **S2**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.102
200	0.195
300	0.295
400	0.396
500	0.498
600	0.568
700	0.621
800	0.740
900	0.880
1000	1.124
1100	1.623
1110	2.250

Dimensiones:

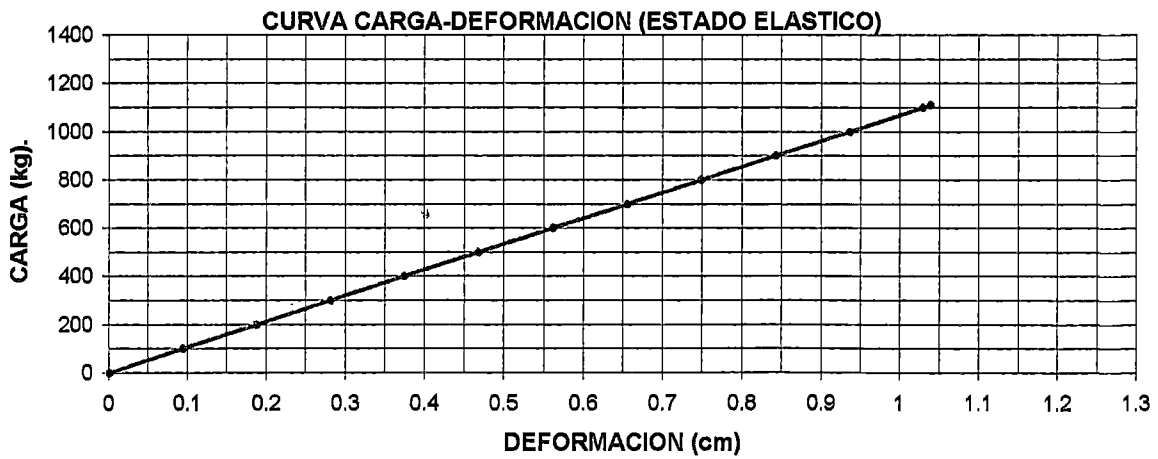
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1069.56
CONSTANNTE	a	37.82
COEF. REGRECION	r2	0.9717

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

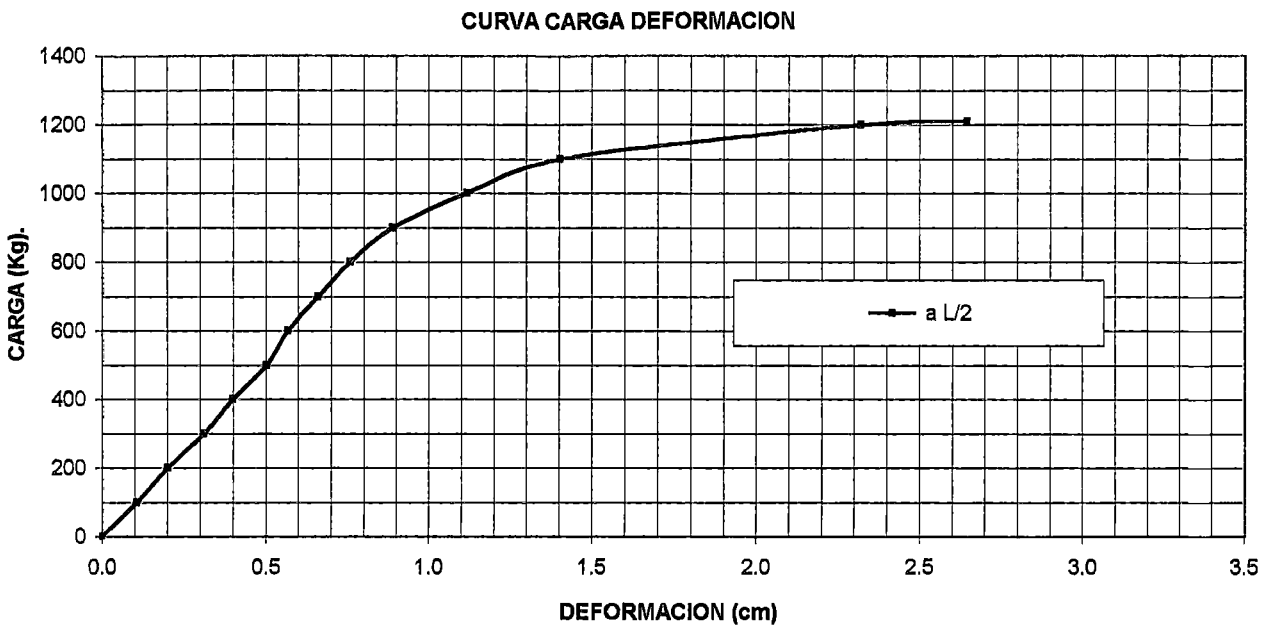
Muestra N°: S3

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.106
200	0.201
300	0.312
400	0.400
500	0.502
600	0.568
700	0.660
800	0.760
900	0.890
1000	1.118
1100	1.403
1200	2.321
1210	2.647

Dimensiones:

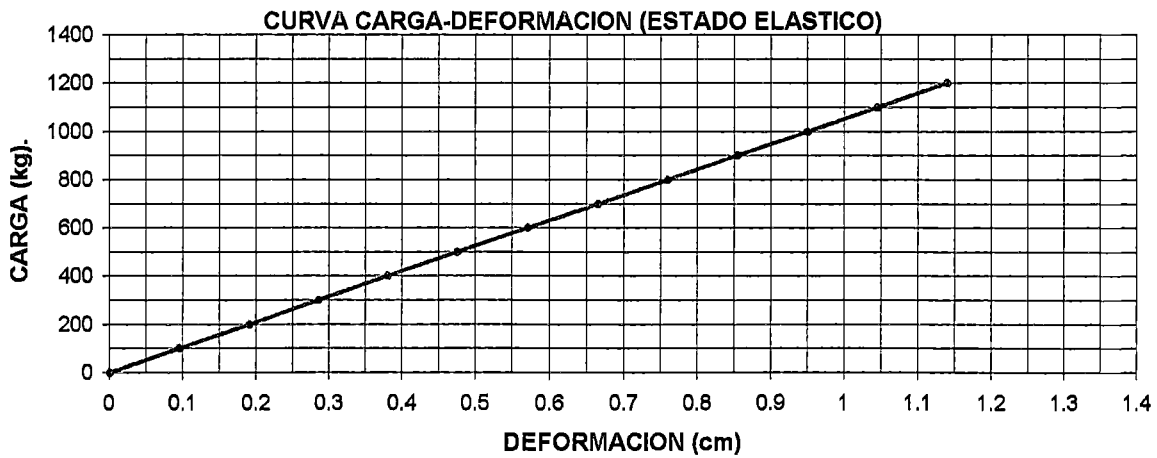
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1053.69
CONSTANNTE	a	25.66
COEF. REGRECION	r2	0.9803

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

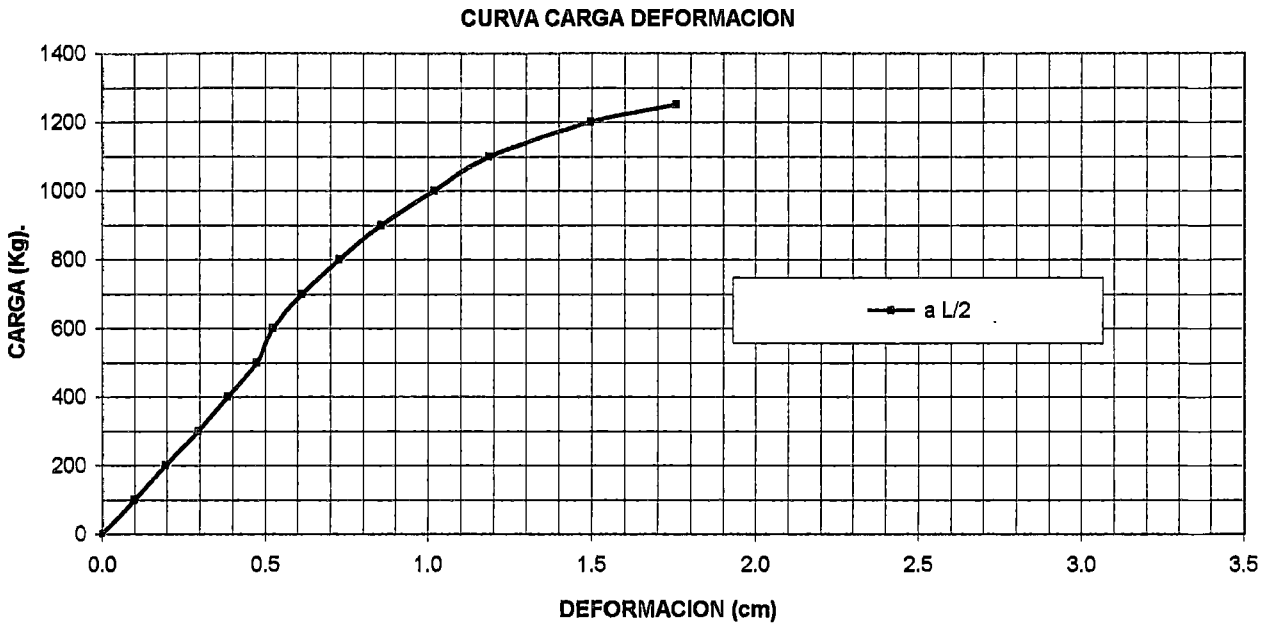
Muestra N°: **S5**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.100
200	0.196
300	0.295
400	0.387
500	0.475
600	0.525
700	0.613
800	0.727
900	0.856
1000	1.020
1100	1.187
1200	1.498
1250	1.756

Dimensiones:

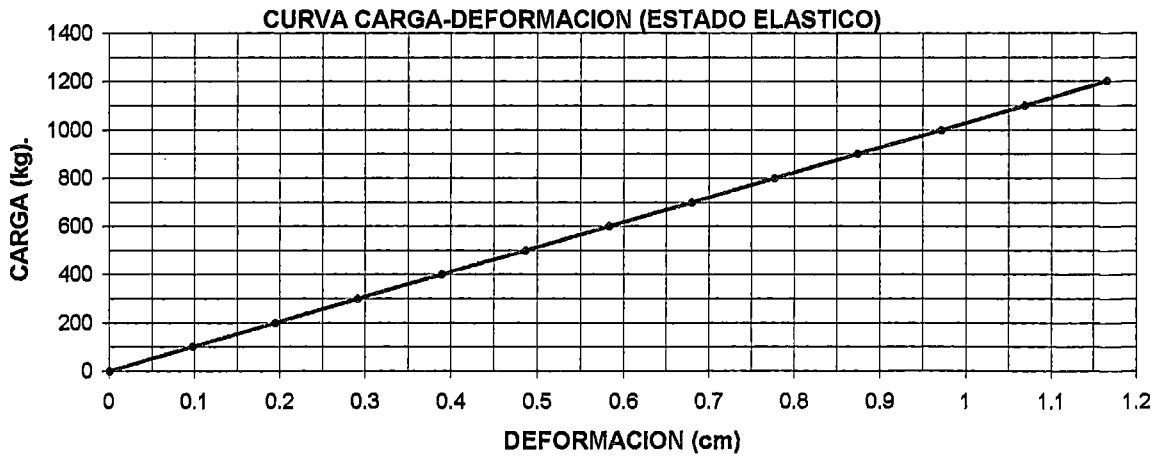
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1030.37
CONSTANNTE	a	14.82
COEF. REGRECION	r2	0.9859

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

Muestra N°: **S6**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.070
200	0.130
300	0.213
400	0.325
500	0.413
600	0.513
700	0.609
800	0.702
900	0.833
1000	0.959
1100	1.113
1200	1.391
1230	1.913

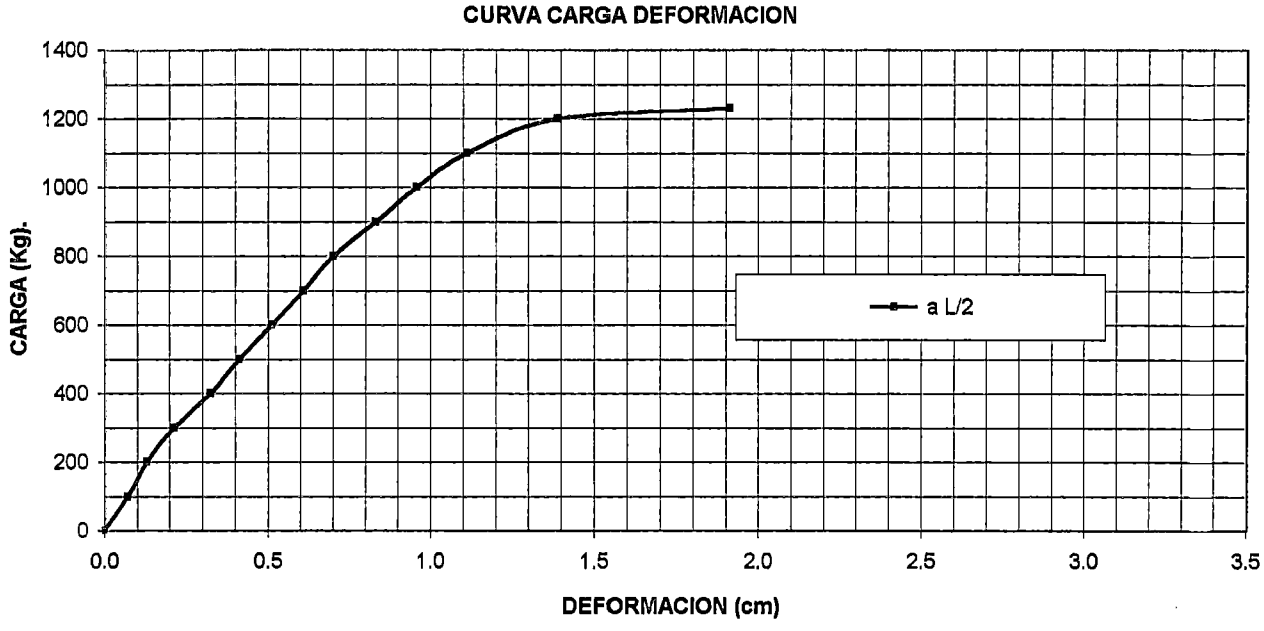
Dimensiones:

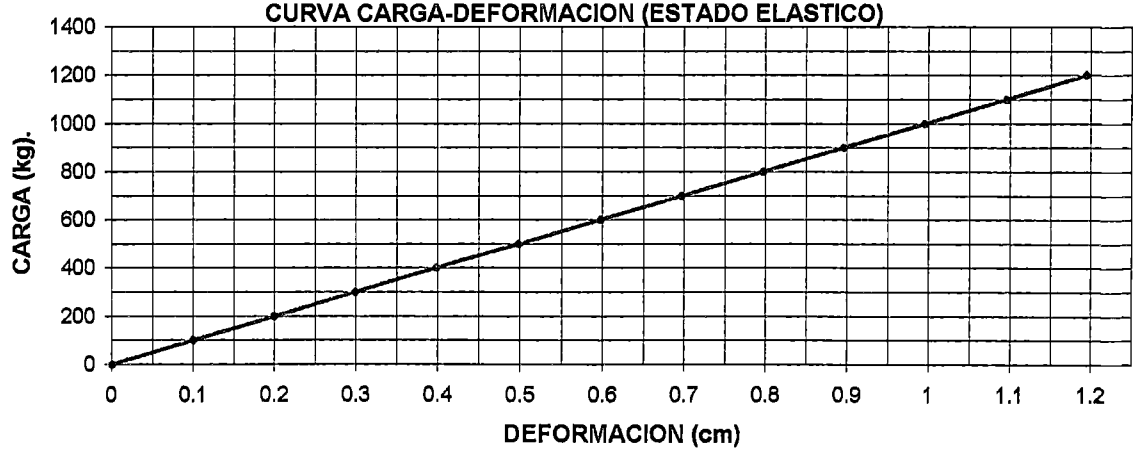
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1005.66
CONSTANNTE	a	70.60
COEF. REGRECION	r2	0.9946

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

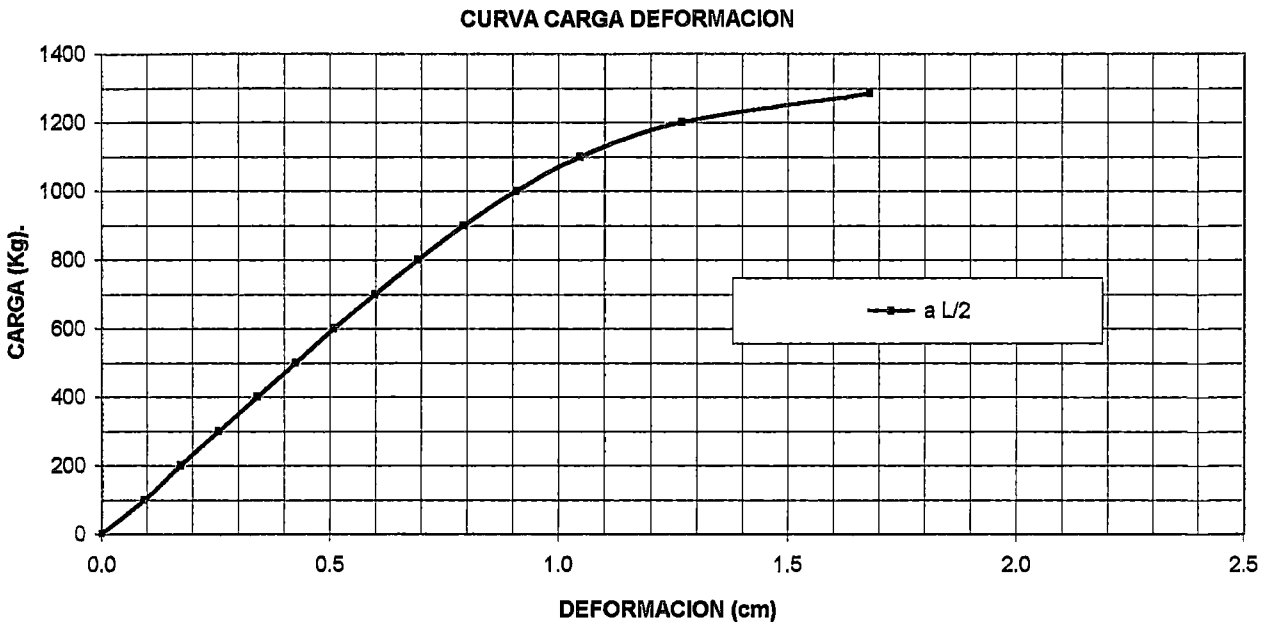
Muestra N°: S7

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.095
200	0.174
300	0.258
400	0.343
500	0.426
600	0.509
700	0.598
800	0.693
900	0.793
1000	0.909
1100	1.048
1200	1.268
1285	1.680

Dimensiones:

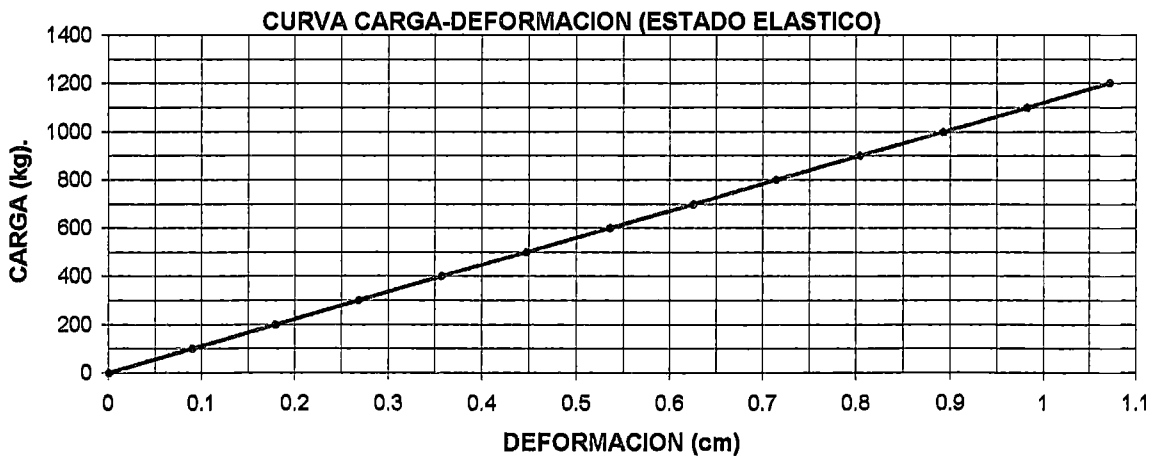
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1120.69
CONSTANNTE	a	12.35
COEF. REGRECION	r2	0.9973

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

Muestra N°: **S8**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.082
200	0.161
300	0.239
400	0.326
500	0.403
600	0.485
700	0.568
800	0.658
900	0.760
1000	0.877
1100	1.022
1200	1.198
1300	1.404
1400	1.818
1445	2.480

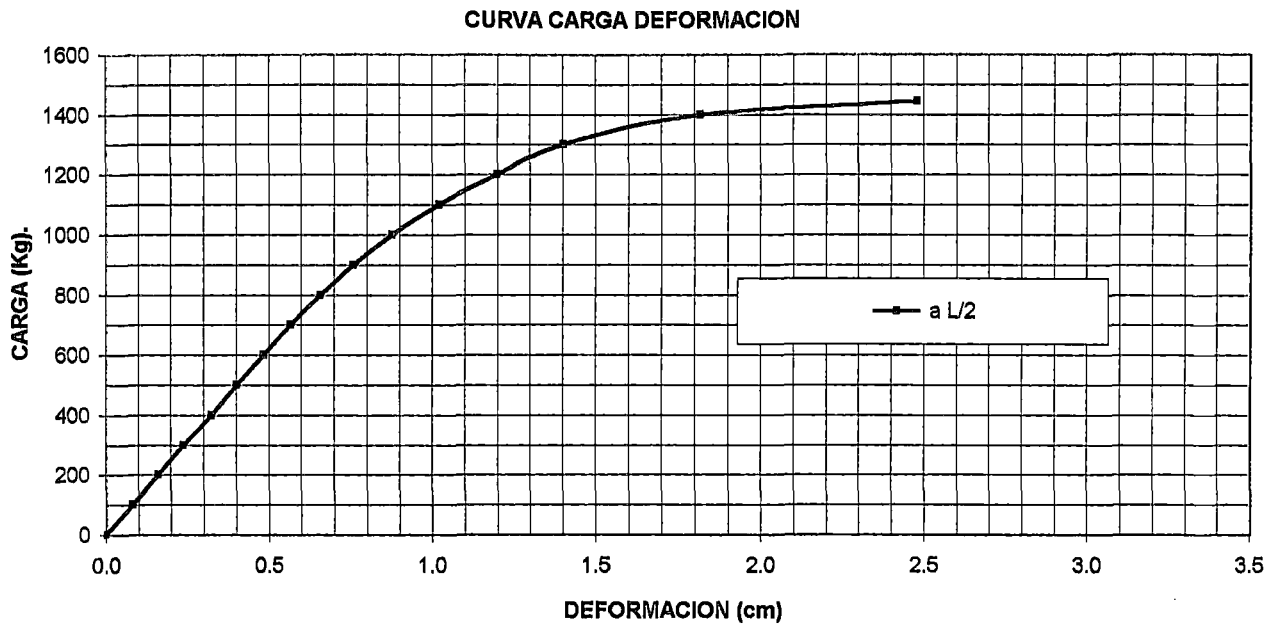
Dimensiones:

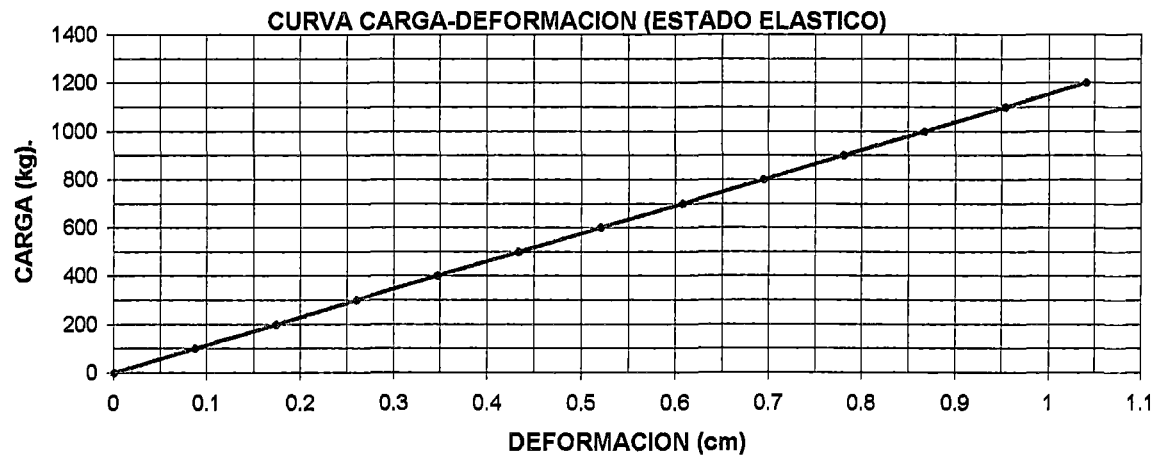
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1153.86
CONSTANNTE	a	24.01
COEF. REGRECION	r2	0.9965

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

Muestra N°: **S10**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.091
200	0.170
300	0.253
400	0.337
500	0.465
600	0.503
700	0.594
800	0.695
900	0.808
1000	0.941
1100	1.096
1200	1.315
1300	1.859
1340	2.360

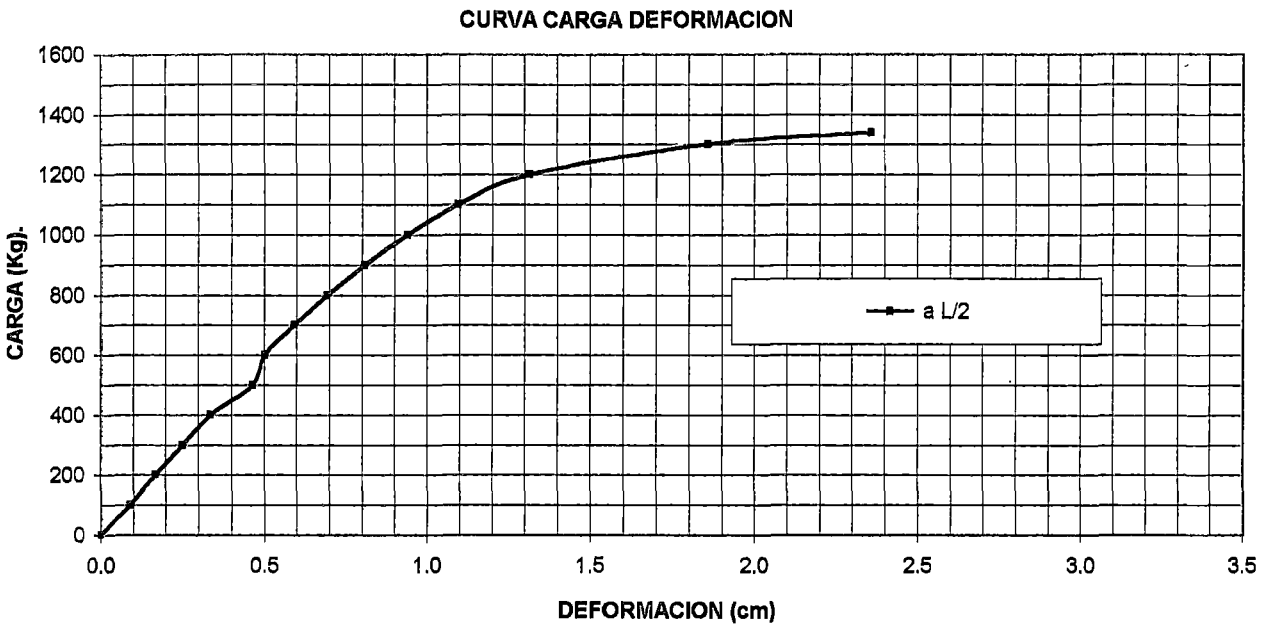
Dimensiones:

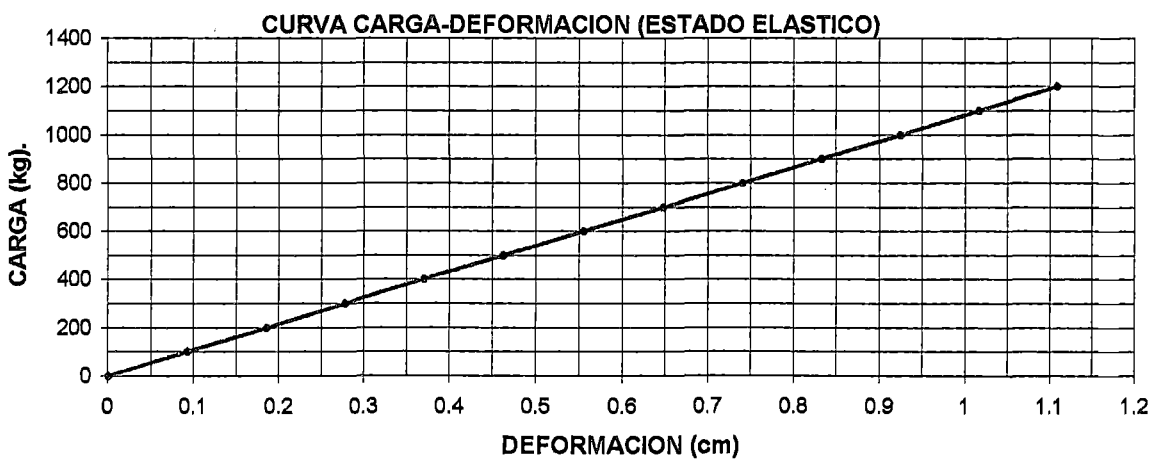
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1082.38
CONSTANNTE	a	24.29
COEF. REGRECION	r2	0.9928

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

Muestra N°: S11

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.109
200	0.194
300	0.292
400	0.364
500	0.452
600	0.549
700	0.648
800	0.752
900	0.880
1000	1.090
1100	1.214
1200	1.512
1245	2.230

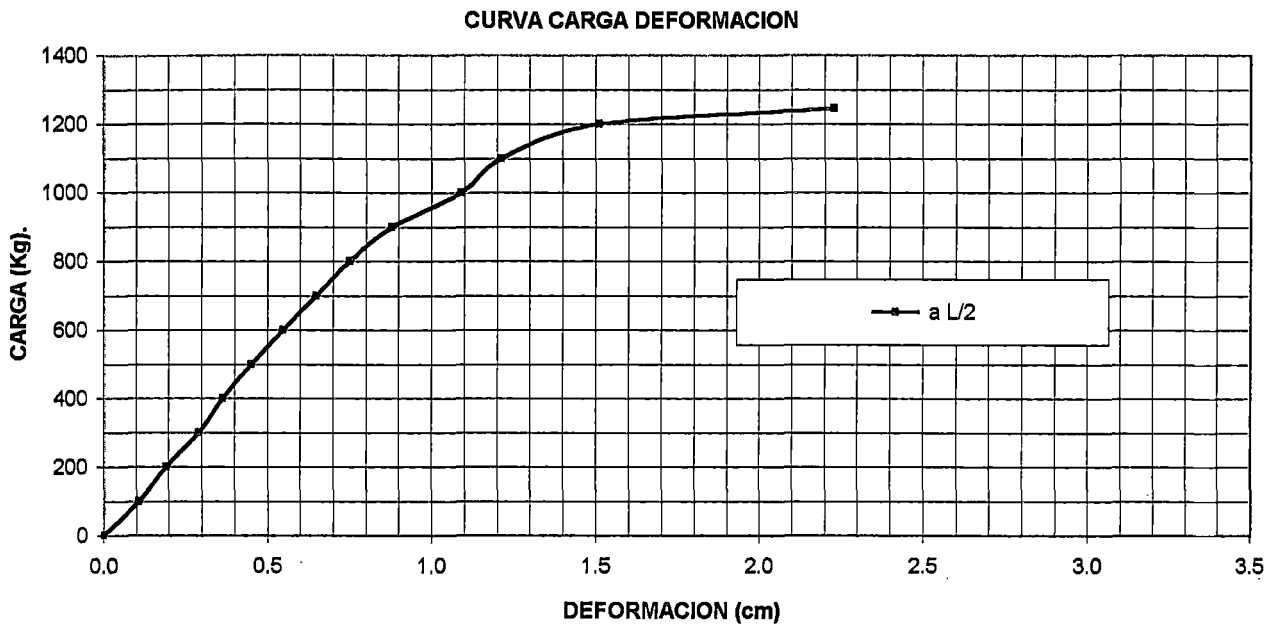
Dimensiones:

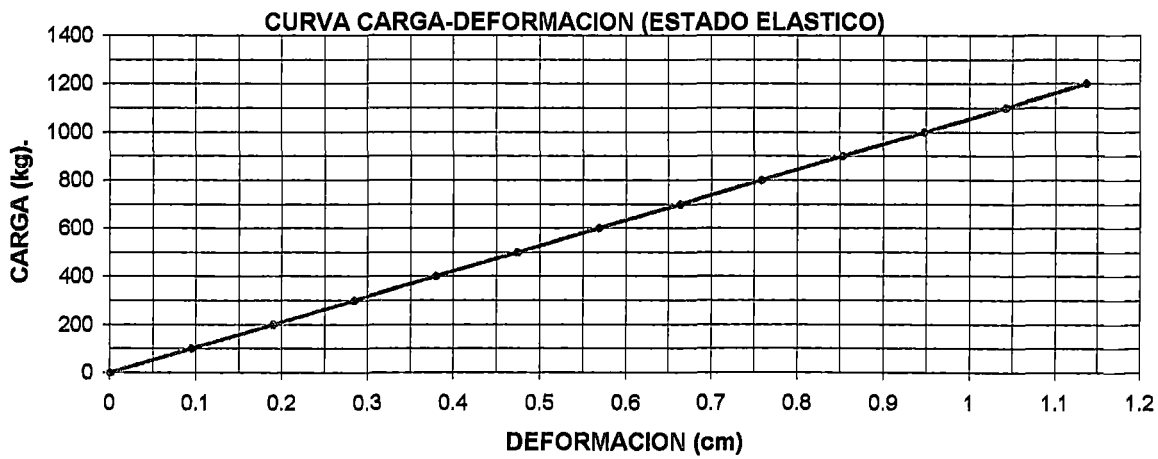
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1056.46
CONSTANNTE	a	2.29
COEF. REGRECION	r2	0.9957

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

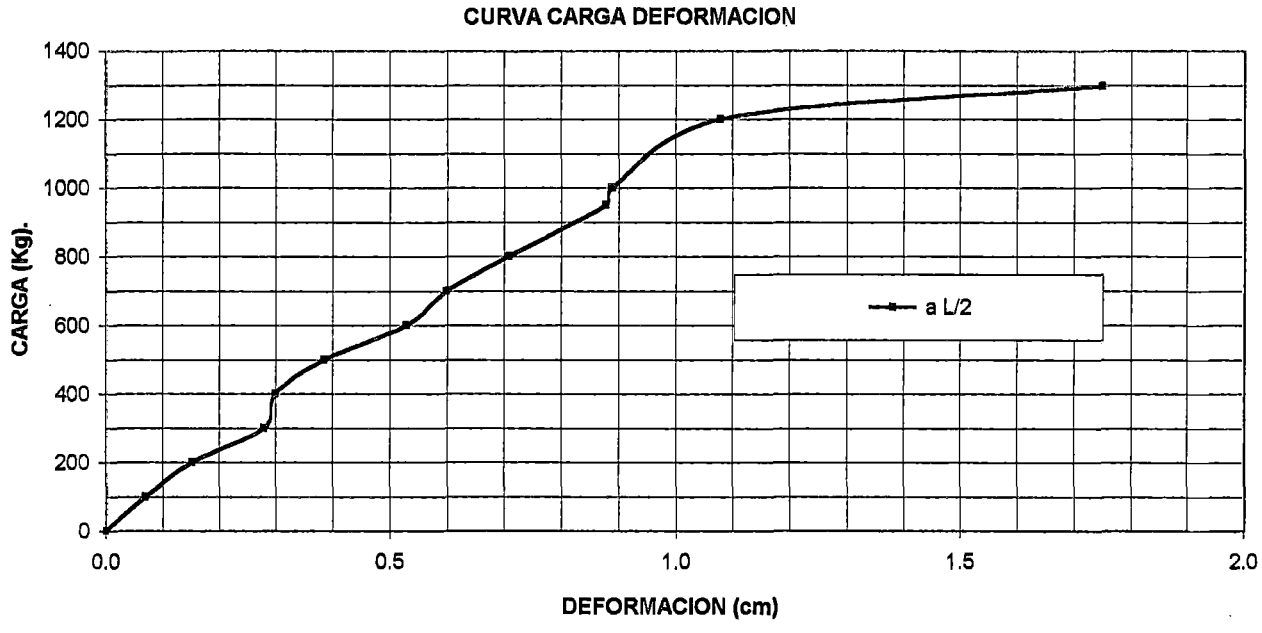
Muestra N°: **S12**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.070
200	0.153
300	0.279
400	0.300
500	0.385
600	0.530
700	0.599
800	0.709
950	0.879
1000	0.889
1200	1.079
1298	1.750

Dimensiones:

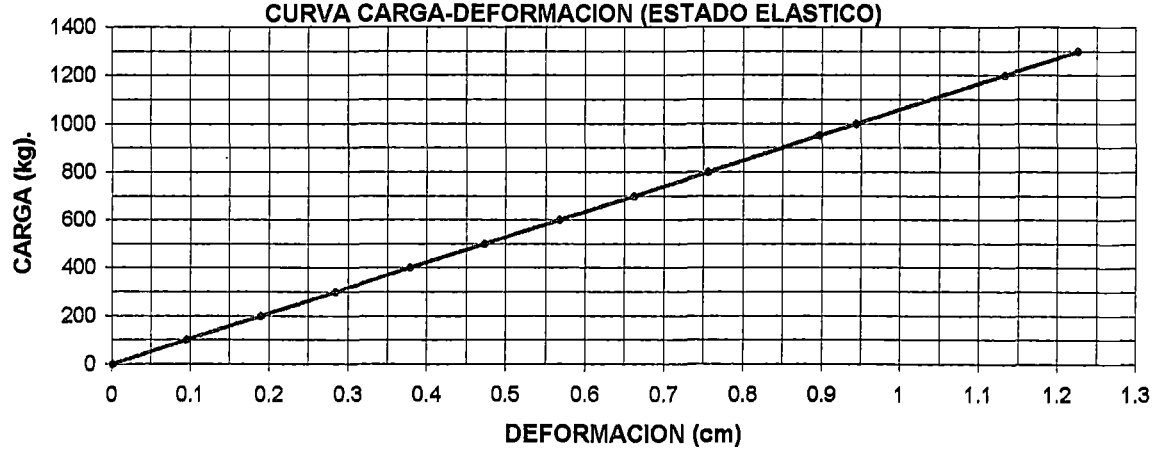
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1059.60
CONSTANNTE	a	45.92
COEF. REGRECION	r2	0.9894

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

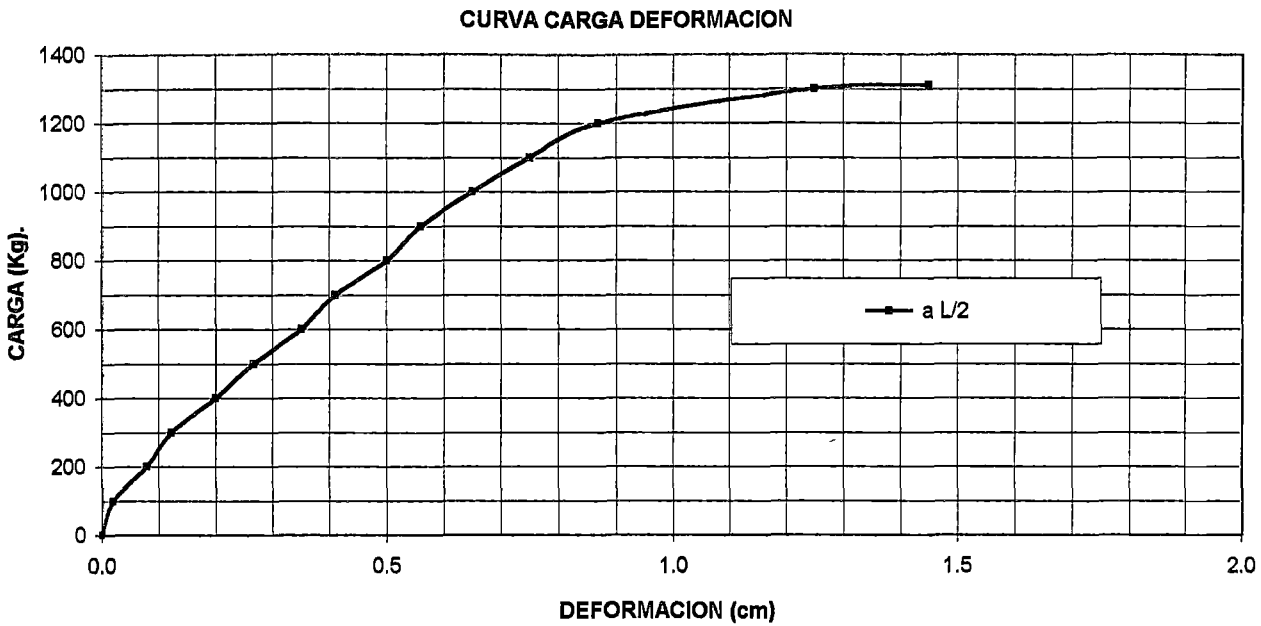
Muestra N°: S13

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.020
200	0.080
300	0.123
400	0.200
500	0.267
600	0.350
700	0.411
800	0.501
900	0.560
1000	0.650
1100	0.750
1200	0.870
1300	1.250
1310	1.450

Dimensiones:

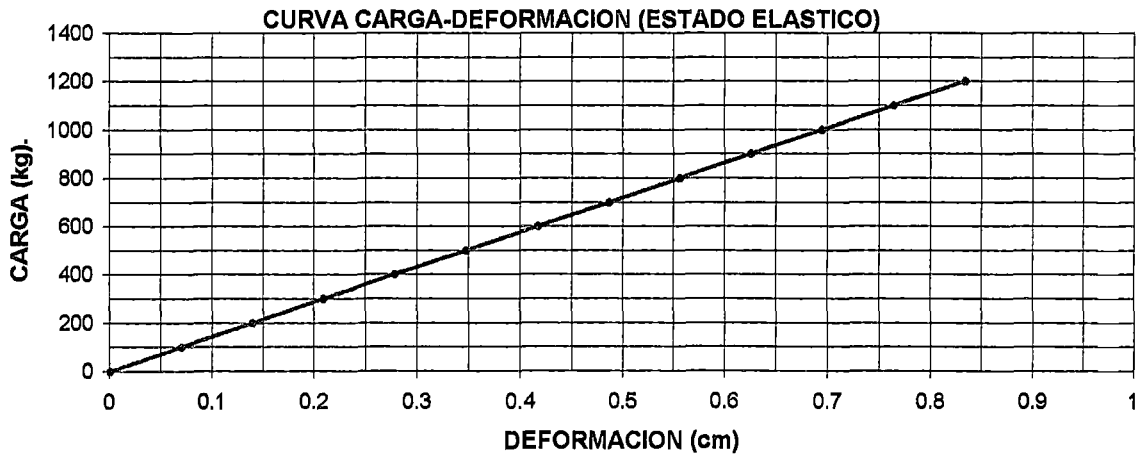
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00



PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1440.06
CONSTANNTE	a	98.06
COEF. REGRECION	r2	0.9958

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

Muestra N°: S14

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.084
200	0.157
300	0.225
400	0.314
500	0.390
600	0.478
700	0.562
800	0.647
900	0.743
1000	0.860
1100	1.000
1200	1.414
1215	1.608

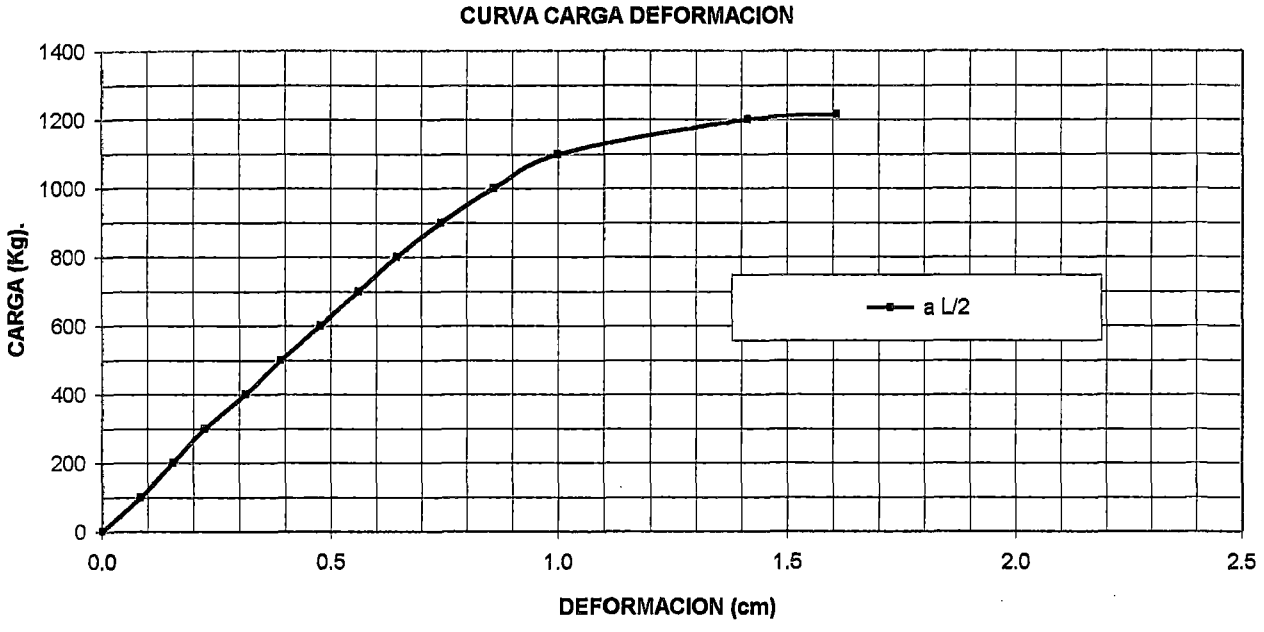
Dimensiones:

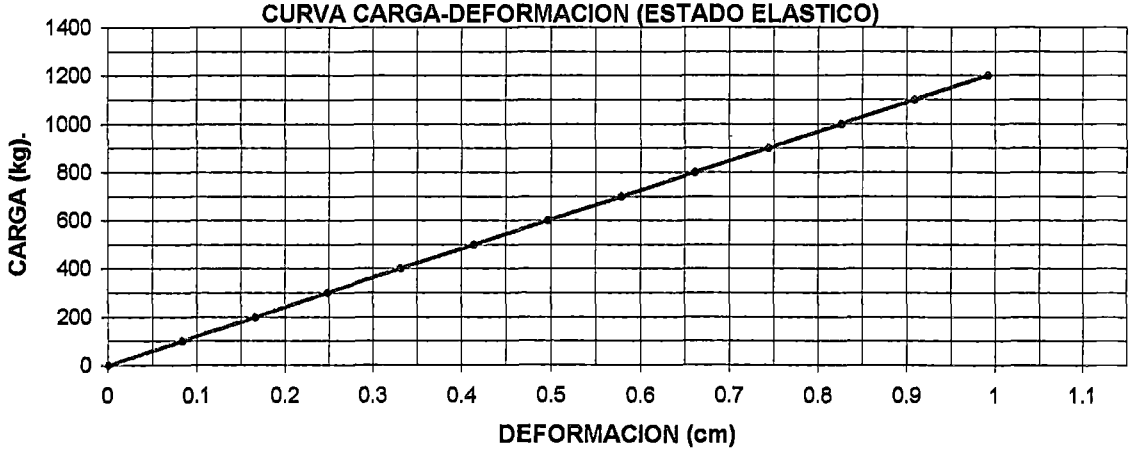
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1211.73
CONSTANNTE	a	15.31
COEF. REGRECION	r2	0.9985

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

PROBETA DE MADERA (5x5x75) EN ESTADO SATURADO

Muestra N°: **S15**

Datos Registrados:

Carga Real (kg)	Lectura L/2 (cm)
0	0.000
100	0.030
200	0.102
300	0.201
400	0.280
500	0.331
600	0.409
700	0.509
800	0.605
900	0.706
1000	0.809
1100	0.909
1200	1.104
1300	1.309
1391	1.850

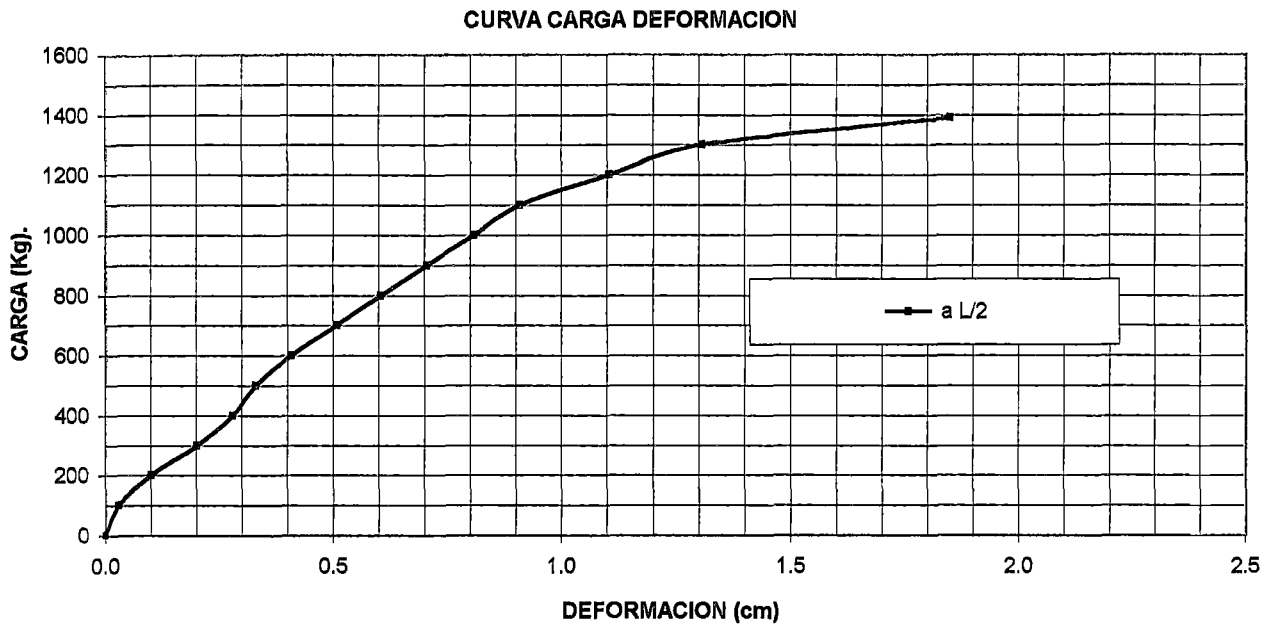
Dimensiones:

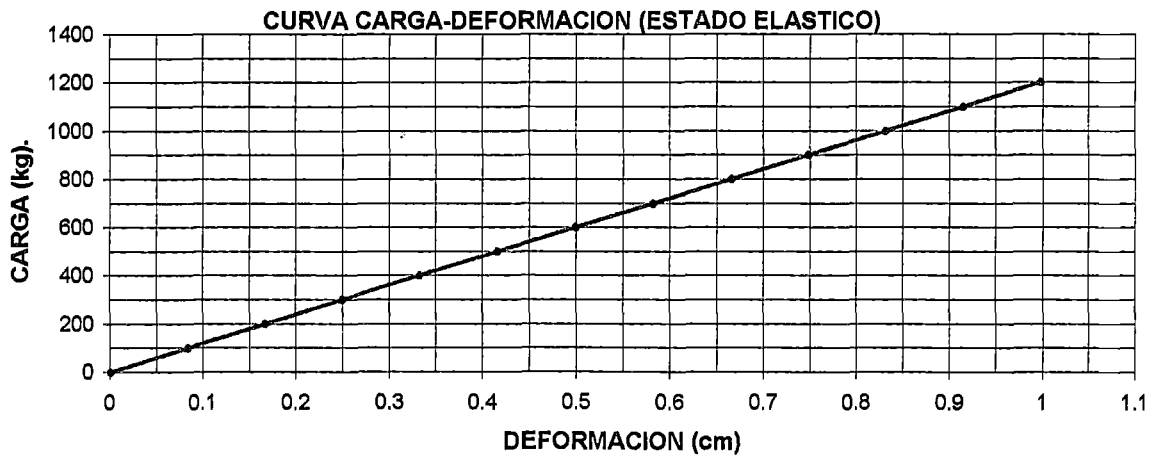
b(cm)	5.00
h(cm)	5.00
L(cm)	75.00

PARA LA ESTIMACION LINEAL SE A CONCIDERADO 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS	y=bx+a	
PENDIENTE	b	1203.89
CONSTANNTE	a	75.56
COEF. REGRECION	r2	0.9948

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V1

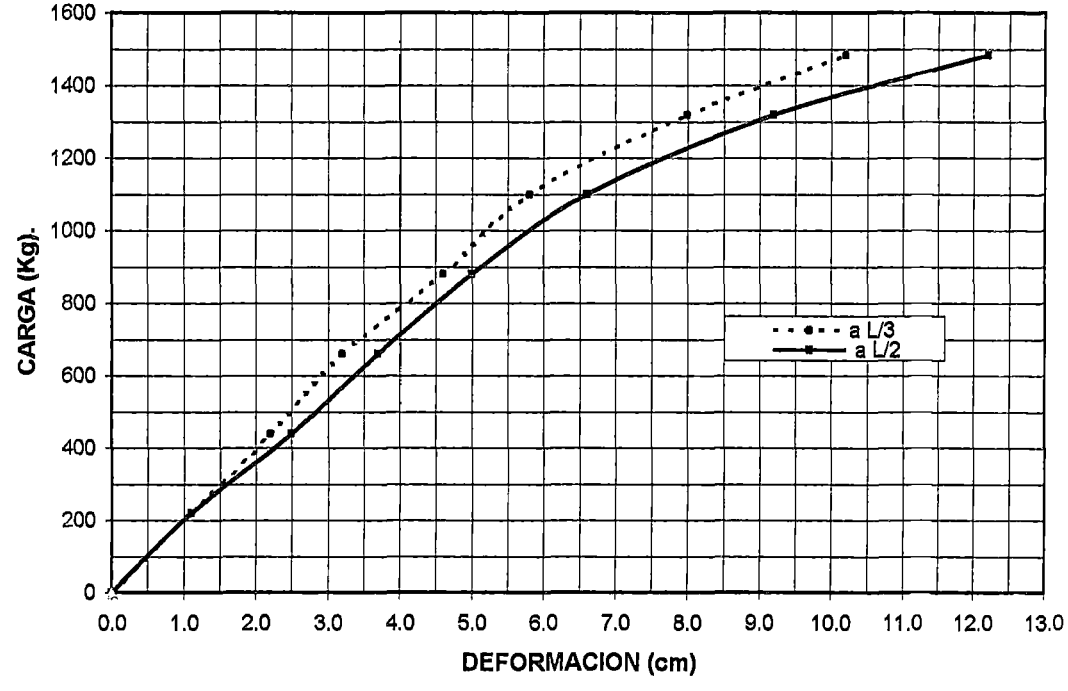
Dimensiones:

b(cm) 4.00 h(cm) 14.00
L(cm) 300.00

Datos Registrados:

Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	0.000
200	219.80	1.10	1.100	
400	439.59	2.20	2.500	
600	659.39	3.20	3.700	
800	879.18	4.60	5.000	
1000	1098.98	5.80	6.600	
1200	1318.77	8.00	9.200	
1350	1483.62	10.20	12.200	

CURVA CARGA DEFORMACION

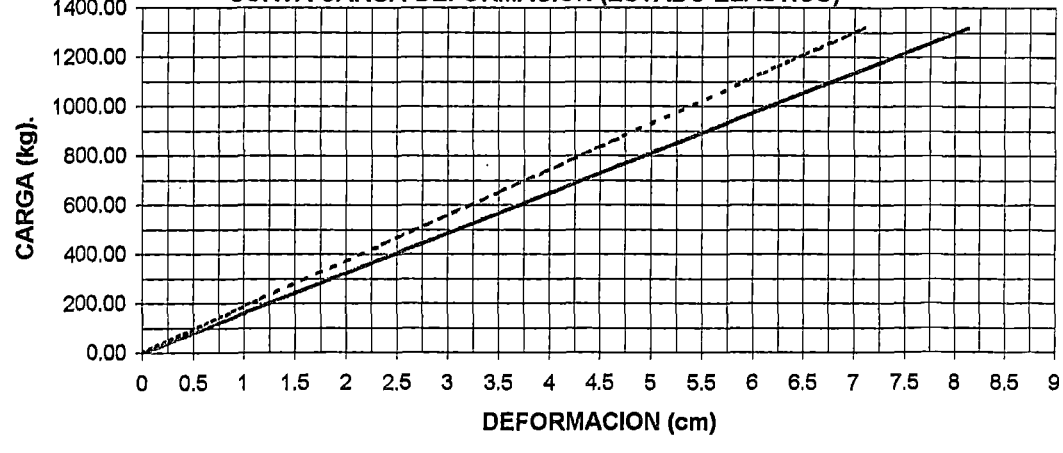


LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	162.428	185.680
Constante	a	45.408	31.786
coef. Regresion	r2	0.998	0.997

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V2**

Dimensiones:

b(cm)	4.01	h(cm)	14.03
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

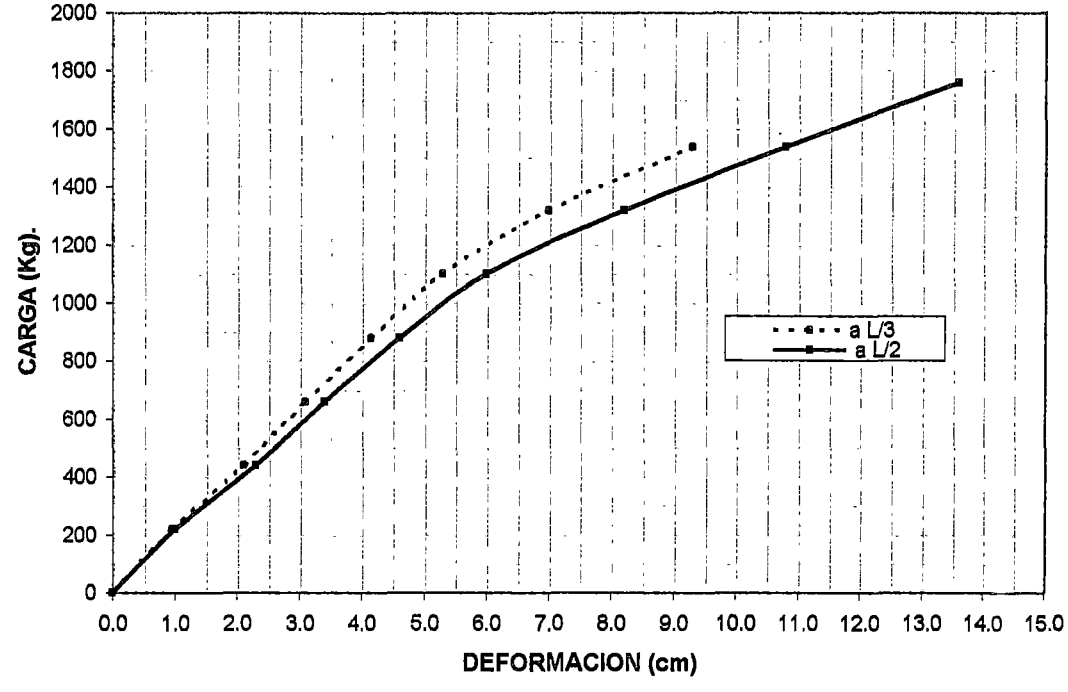
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.95	1.000	
400	439.59	2.10	2.300	
600	659.39	3.10	3.400	
800	879.18	4.15	4.600	
1000	1098.98	5.30	6.000	
1200	1318.77	7.00	8.200	
1400	1538.57	9.30	10.800	
1600	1758.36		13.600	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

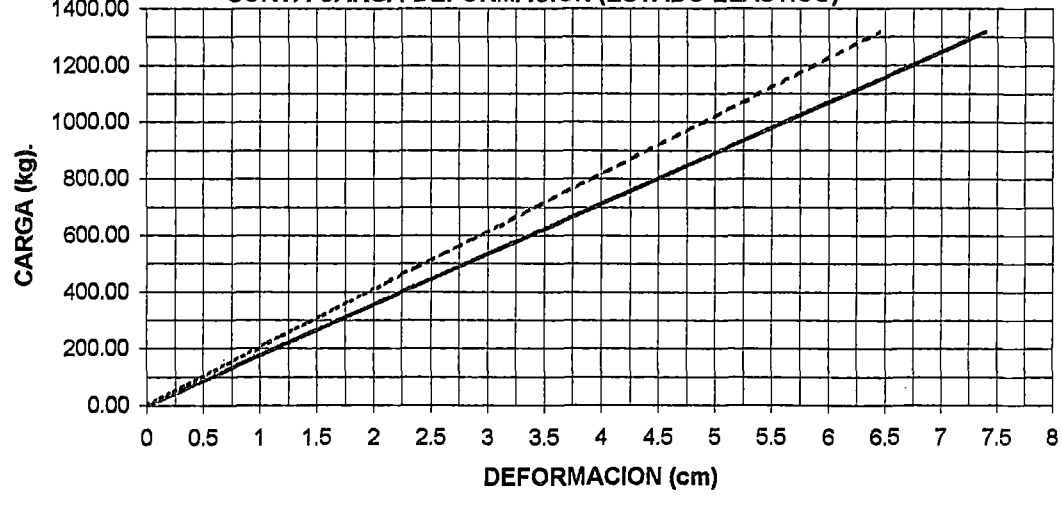
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	178.424	204.341
Constante	a	42.038	21.841
coef. Regresion	r2	0.998	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V3

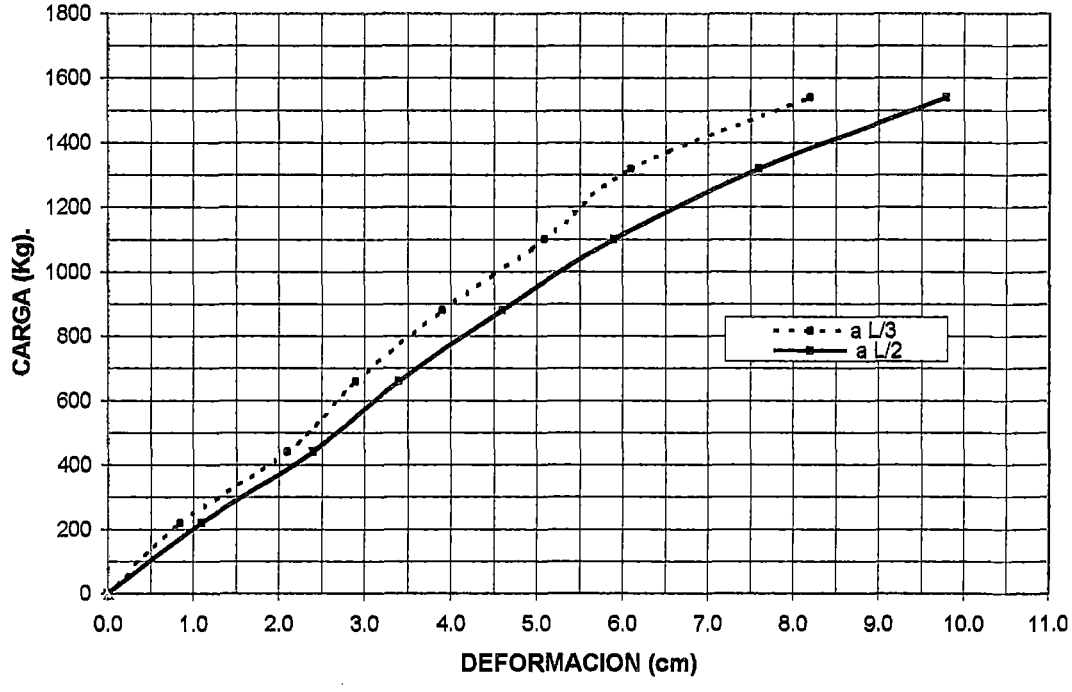
Dimensiones:

b(cm)	4.02	h(cm)	14.01
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	0.000
200	219.80	0.85	1.100	
400	439.59	2.10	2.400	
600	659.39	2.90	3.400	
800	879.18	3.90	4.600	
1000	1098.98	5.10	5.900	
1200	1318.77	6.10	7.600	
1400	1538.57	8.20	9.800	

CURVA CARGA DEFORMACION

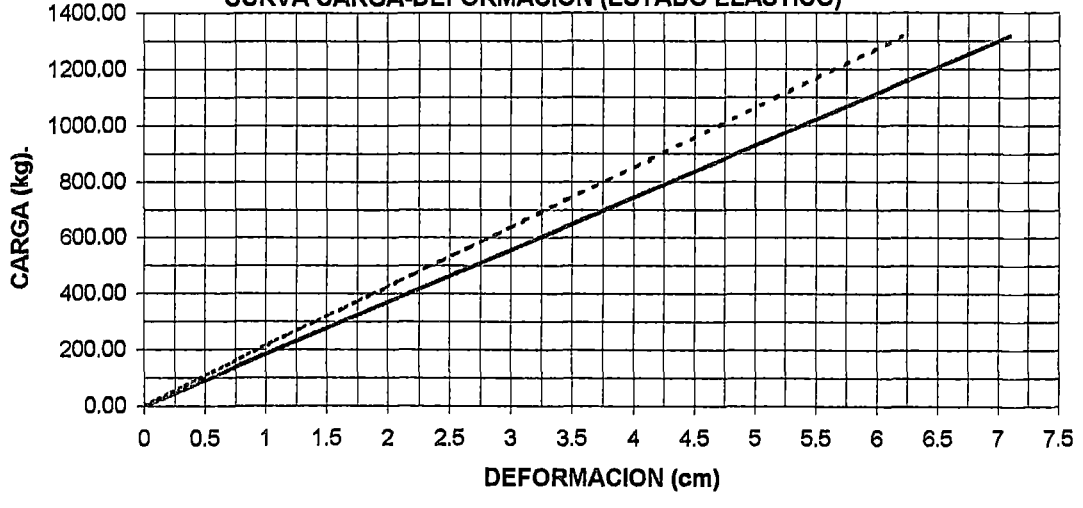


LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	185.946	212.412
Constante	a	12.291	28.521
coef. Regresion	r2	0.998	0.995

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V4

Dimensiones:

b(cm)	3.98	h(cm)	13.98
		L(cm)	300.00

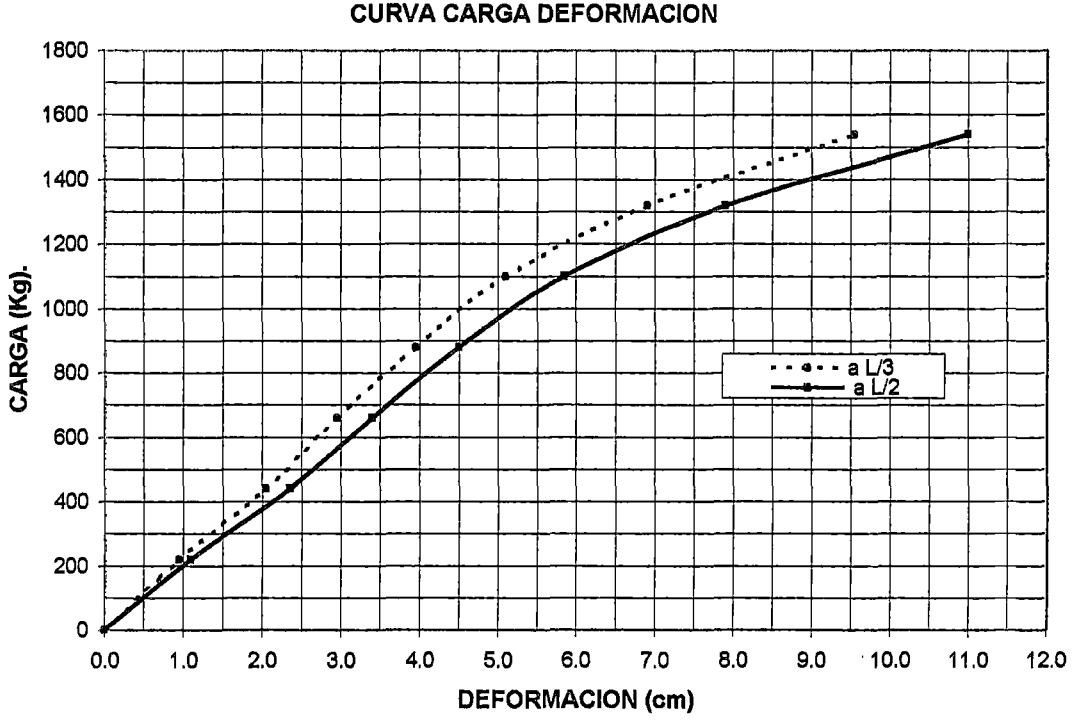
Datos Registrados:

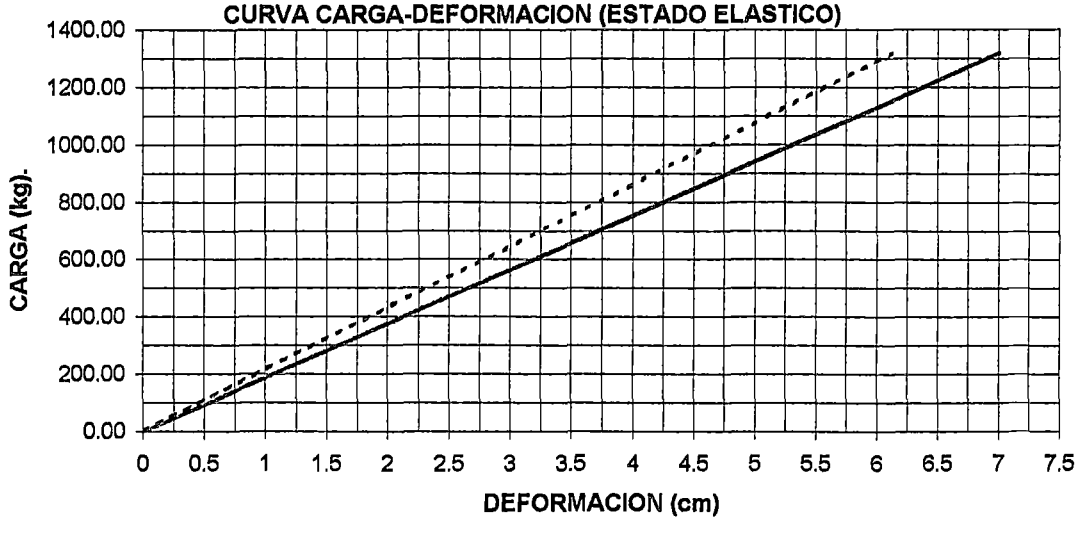
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.95	1.100	
400	439.59	2.05	2.350	
600	659.39	2.95	3.400	
800	879.18	3.95	4.500	
1000	1098.98	5.10	5.850	
1200	1318.77	6.90	7.900	
1400	1538.57	9.55	11.000	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	188.322	215.154
Constante	a	11.558	13.922
coef. Regresion	r2	0.998	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V5

Dimensiones:

b(cm)	3.99	h(cm)	13.92
		L(cm)	300.00

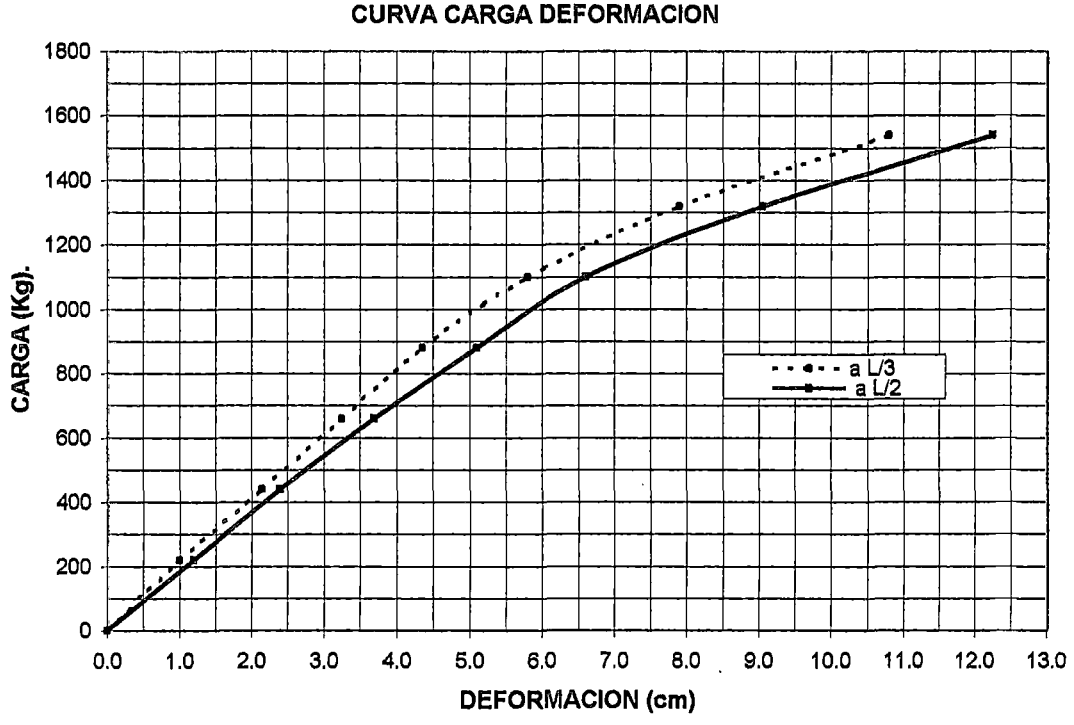
Datos Registrados:

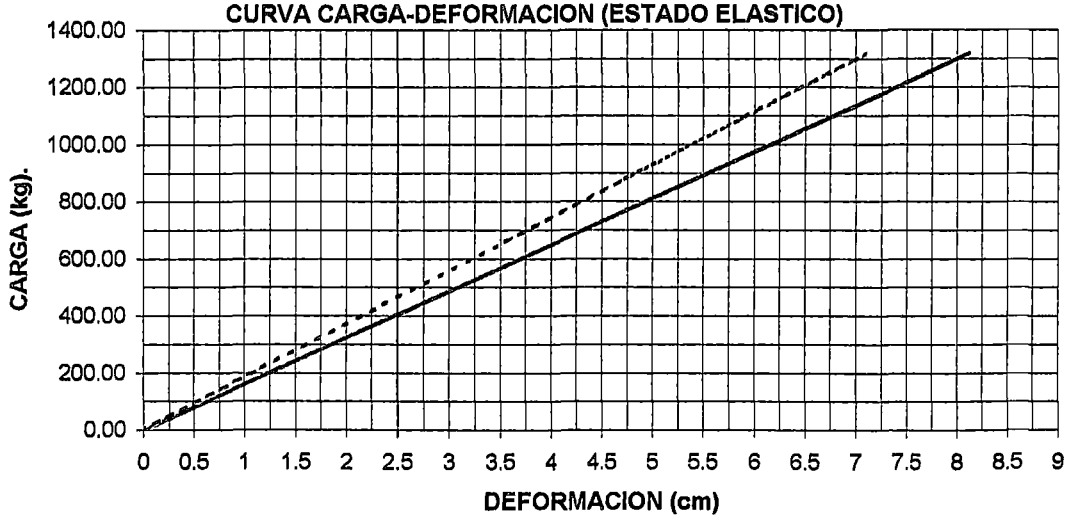
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	1.00	1.200	
400	439.59	2.15	2.400	
600	659.39	3.25	3.700	
800	879.18	4.35	5.100	
1000	1098.98	5.80	6.600	
1200	1318.77	7.90	9.050	
1400	1538.57	10.80	12.250	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	162.499	185.693
Constante	a	41.889	44.740
coef. Regresion	r2	0.998	0.997

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V6

Dimensiones:

b(cm)	3.96	h(cm)	13.95
		L(cm)	300.00

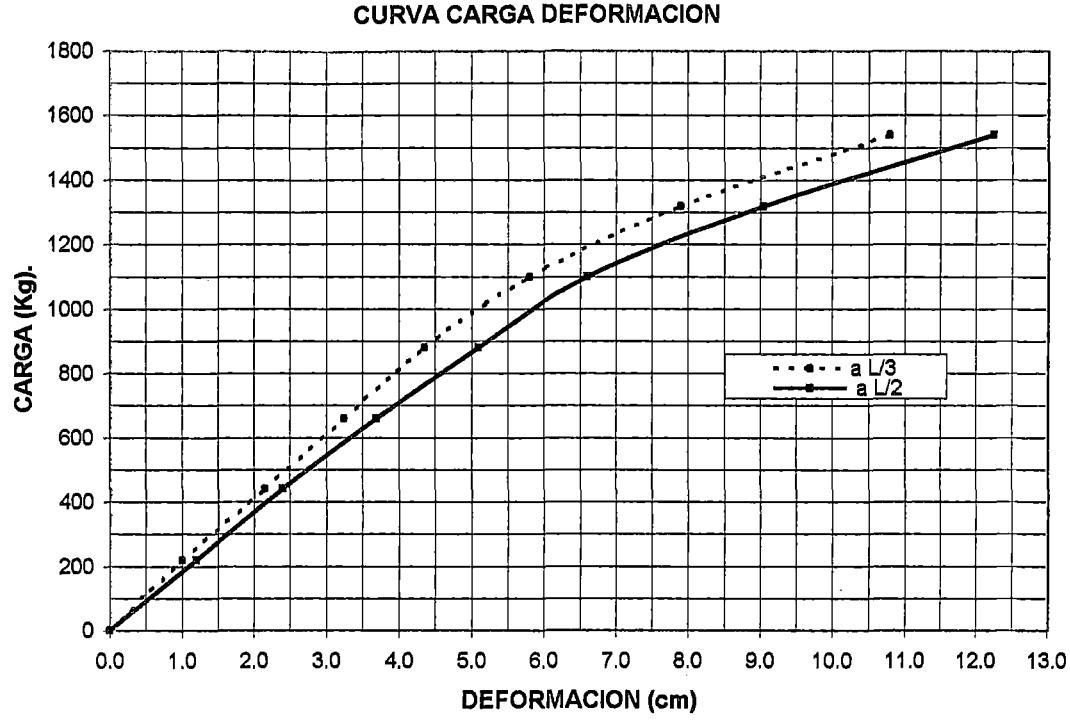
Datos Registrados:

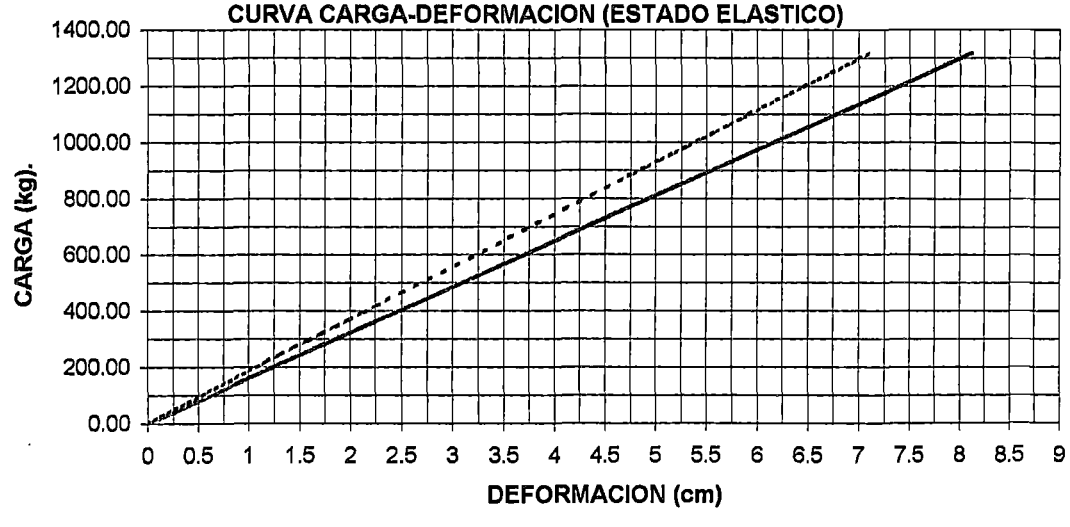
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	1.00	1.200	
400	439.59	2.15	2.400	
600	659.39	3.25	3.700	
800	879.18	4.35	5.100	
1000	1098.98	5.80	6.600	
1200	1318.77	7.90	9.050	
1400	1538.57	10.80	12.250	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	162.499	185.693
Constante	a	41.889	44.740
coef. Regresion	r2	0.998	0.997

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V7

Dimensiones:

b(cm)	4.02	h(cm)	13.98
		L(cm)	300.00

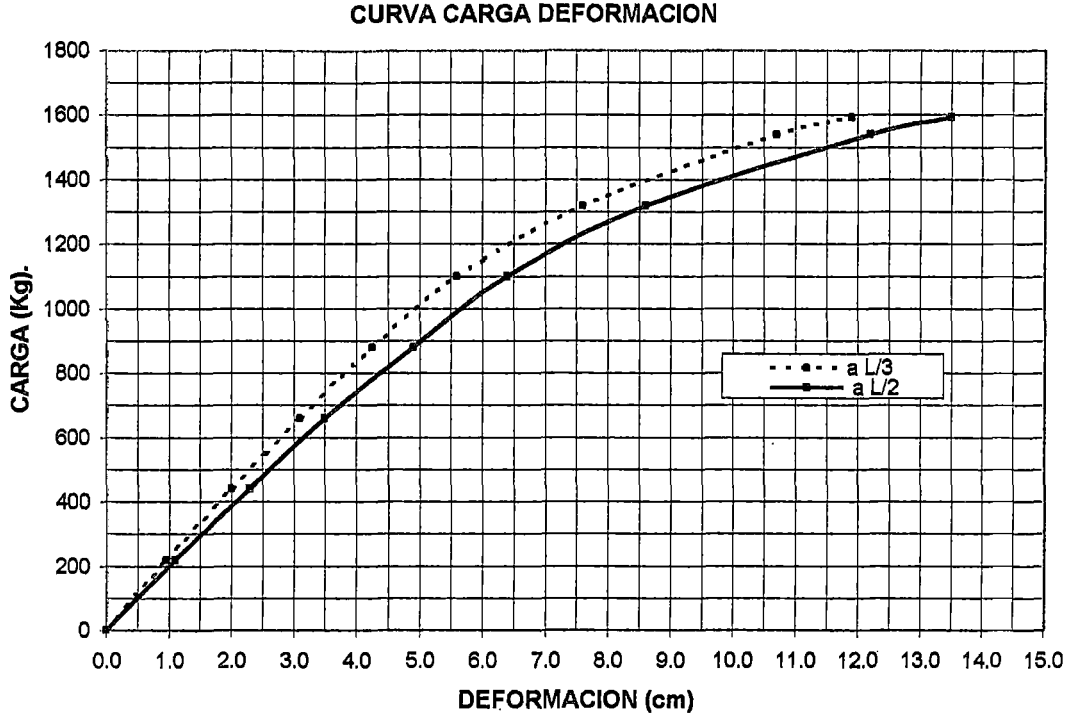
Datos Registrados:

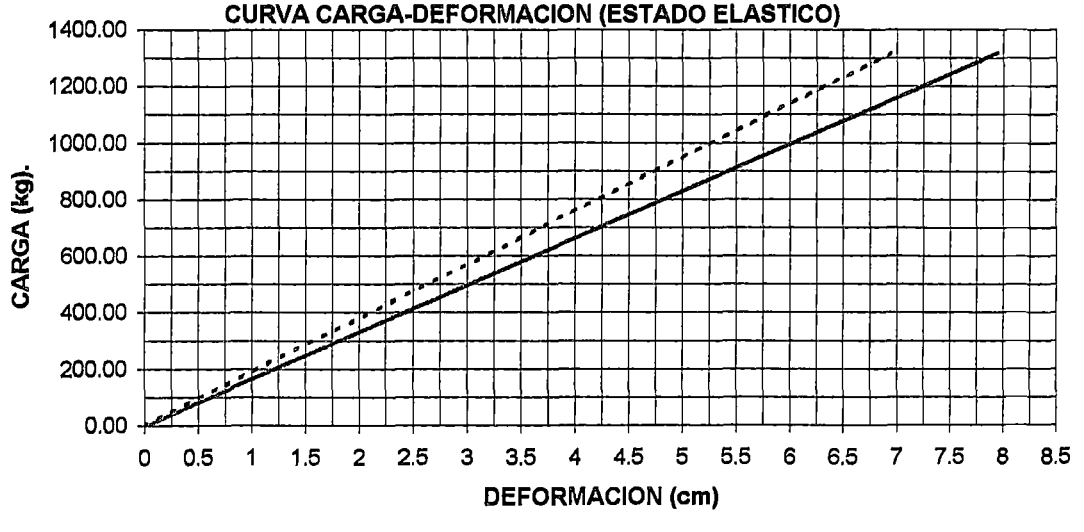
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.95	1.100	
400	439.59	2.00	2.300	
600	659.39	3.10	3.500	
800	879.18	4.25	4.900	
1000	1098.98	5.60	6.400	
1200	1318.77	7.60	8.600	
1400	1538.57	10.70	12.200	
1450	1593.51	11.90	13.500	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	166.054	189.833
Constante	a	54.949	55.717
coef. Regresion	r2	0.997	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V8

Dimensiones:

b(cm)	3.99	h(cm)	13.96
		L(cm)	300.00

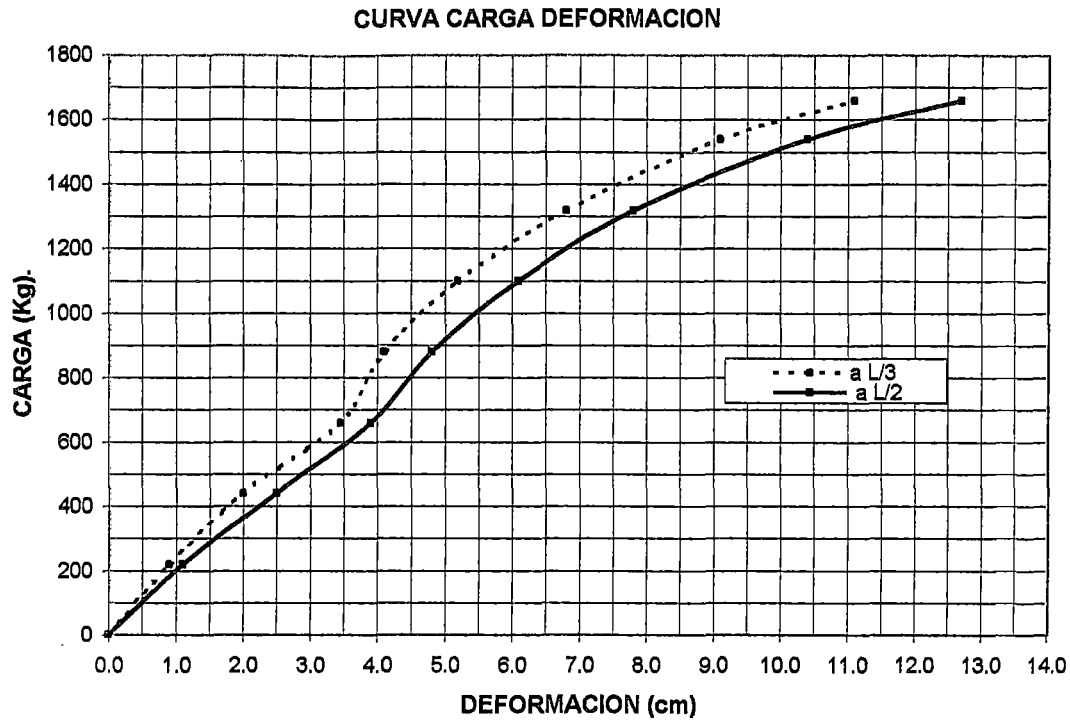
Datos Registrados:

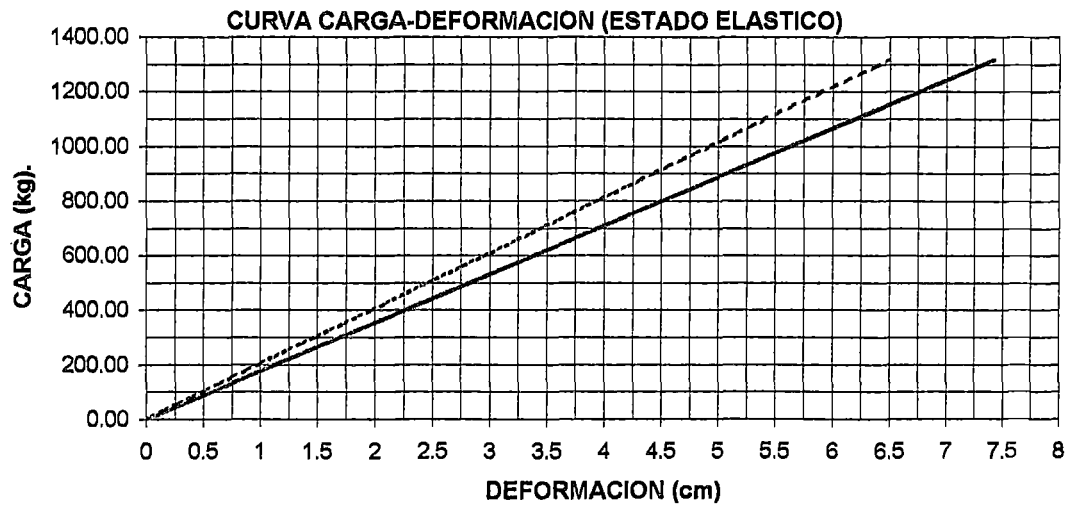
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.90	1.100	
400	439.59	2.00	2.500	
600	659.39	3.45	3.900	
800	879.18	4.10	4.800	
1000	1098.98	5.20	6.100	
1200	1318.77	6.80	7.800	
1400	1538.57	9.10	10.400	
1510	1659.45	11.10	12.700	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	177.767	203.127
Constante	a	5.203	23.597
coef. Regresion	r2	0.995	0.989

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

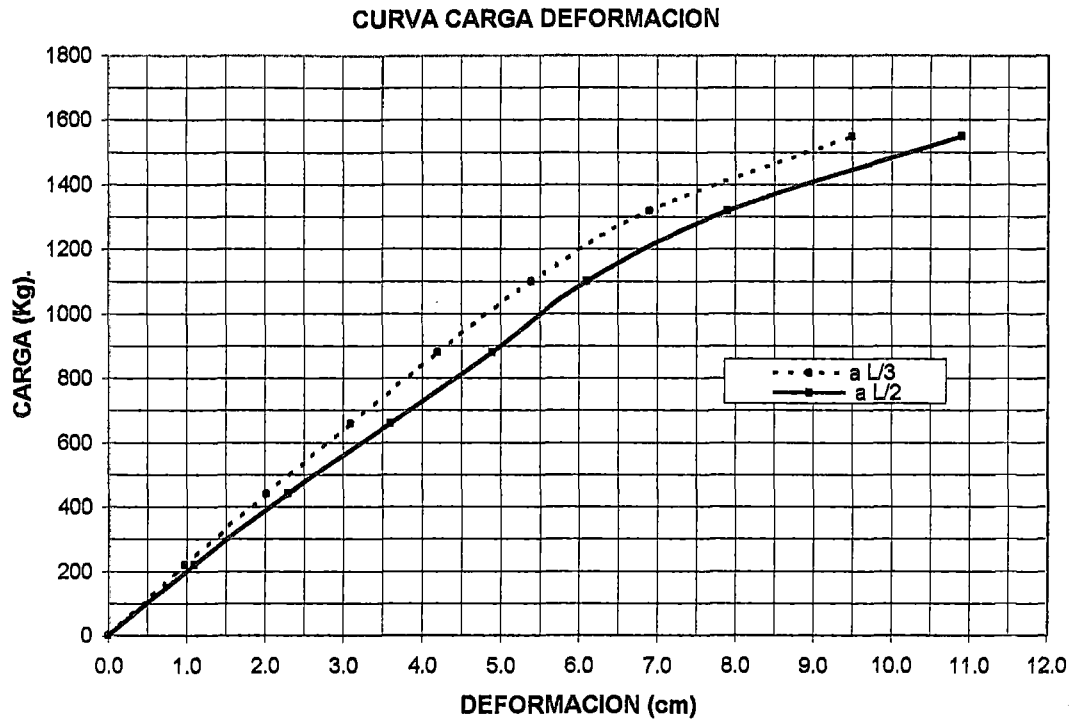
Muestra N°: V9

Dimensiones:

b(cm)	3.97	h(cm)	13.98
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

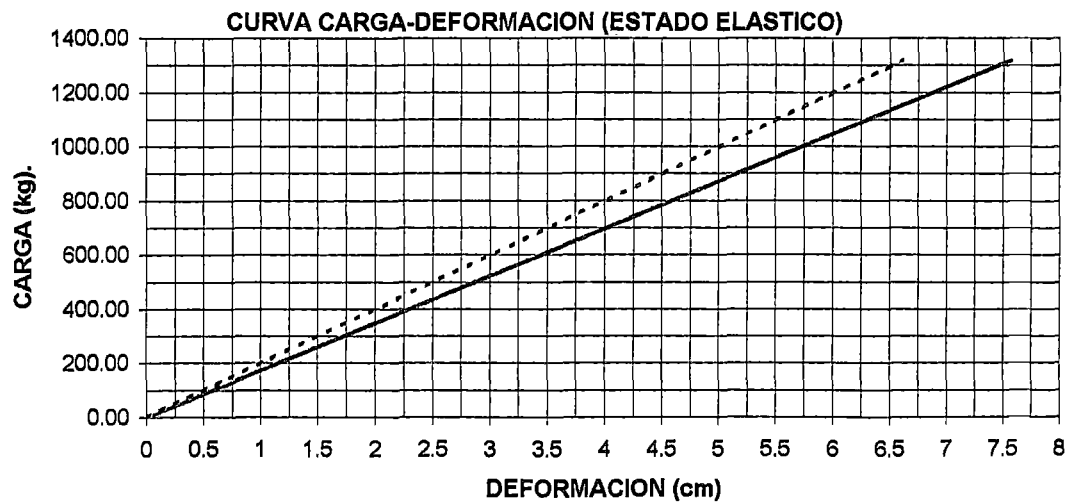
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.98	1.100	
400	439.59	2.02	2.300	
600	659.39	3.10	3.600	
800	879.18	4.20	4.900	
1000	1098.98	5.40	6.100	
1200	1318.77	6.90	7.900	
1410	1549.55	9.50	10.900	



LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	174.397	199.307
Constante	a	31.557	33.560
coef. Regresion	r2	1.000	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V10**

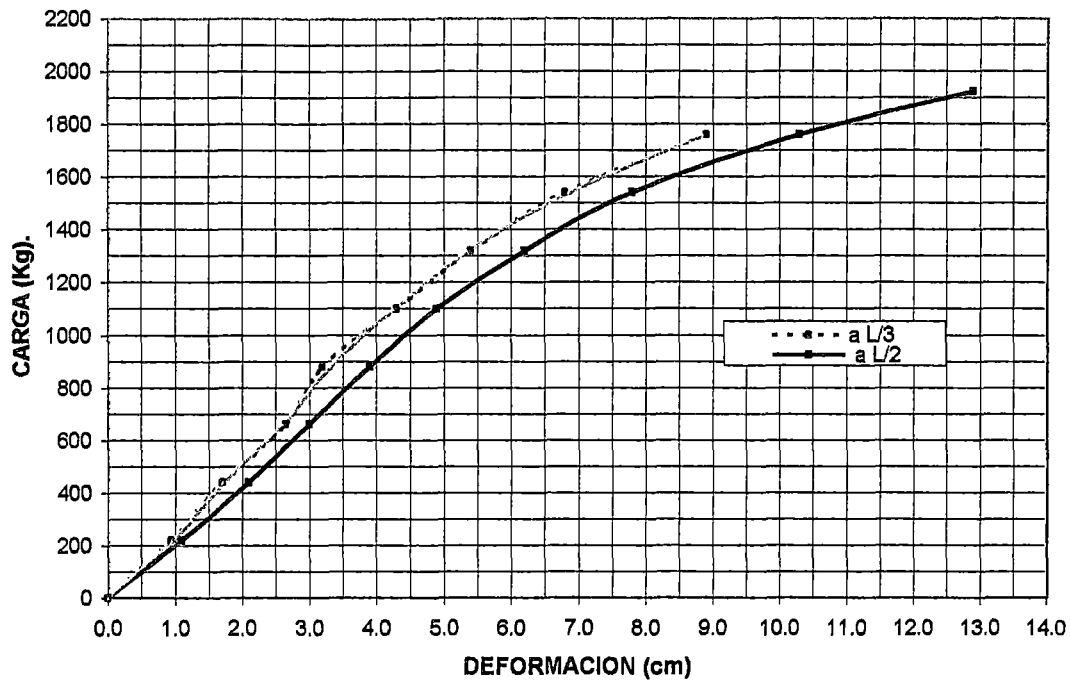
Dimensiones:

b(cm)	4.12	h(cm)	13.97
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	0.000
200	219.80	0.95	1.100	0.96
400	439.59	1.70	2.100	1.70
600	659.39	2.65	3.000	2.60
800	879.18	3.20	3.900	3.30
1000	1098.98	4.30	4.900	4.25
1200	1318.77	5.40	6.200	5.35
1400	1538.57	6.80	7.800	6.85
1600	1758.36	8.90	10.300	8.85
1750.00	1923.21		12.90	

CURVA CARGA DEFORMACION

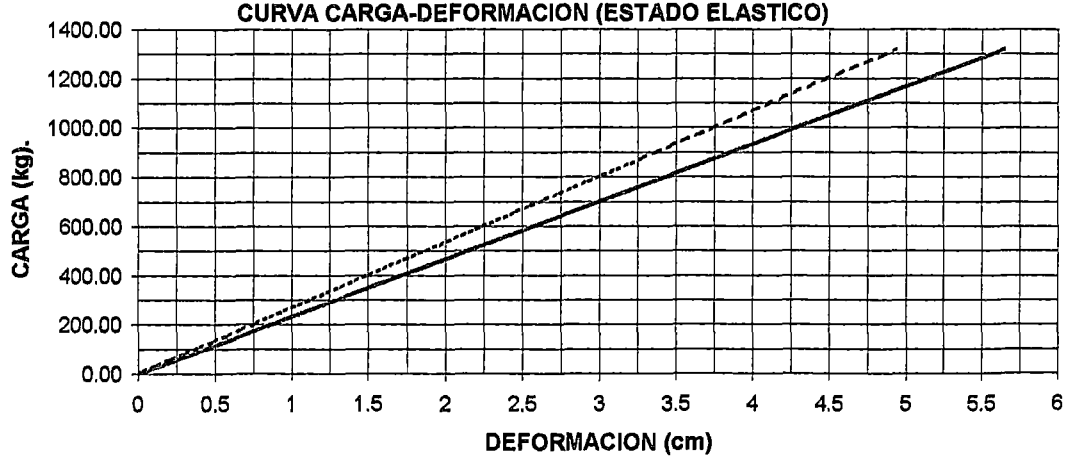


LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	233.719	267.192
Constante	a	-41.771	-24.895
coef. Regresion	r2	1.000	0.996

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V11

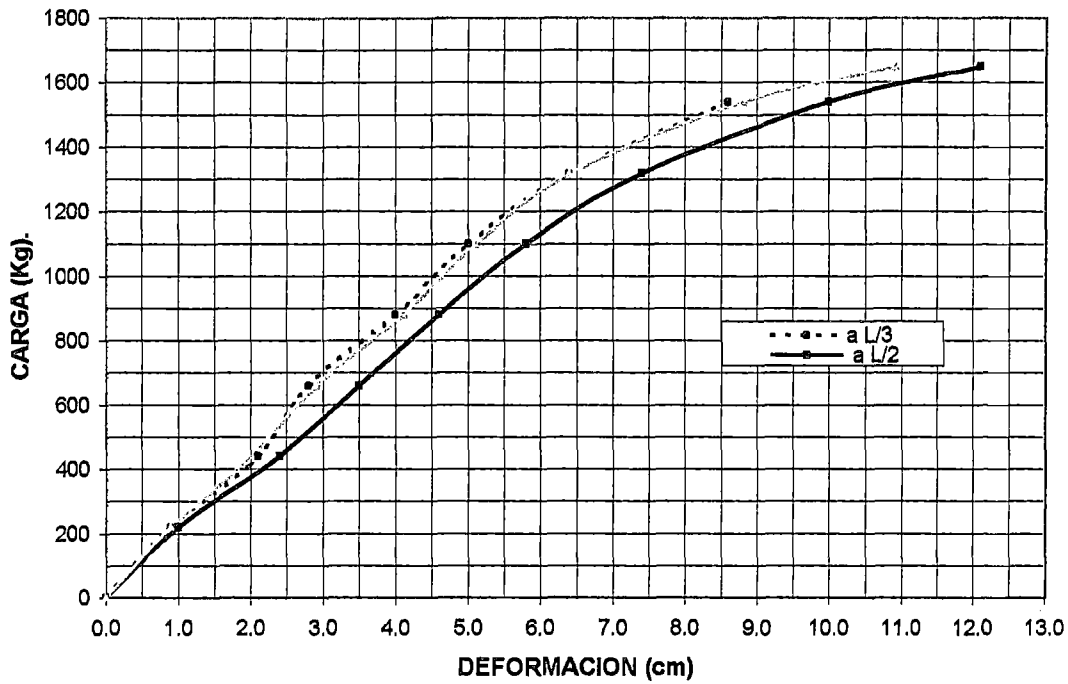
Dimensiones:

b(cm)	3.87	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	0.000
200	219.80	0.90	1.000	0.90
400	439.59	2.10	2.400	2.00
600	659.39	2.80	3.500	2.90
800	879.18	4.00	4.600	4.10
1000	1098.98	5.00	5.800	5.10
1200	1318.77	6.40	7.400	6.40
1400	1538.57	8.60	10.000	8.80
1500	1648.46		12.100	10.90

CURVA CARGA DEFORMACION

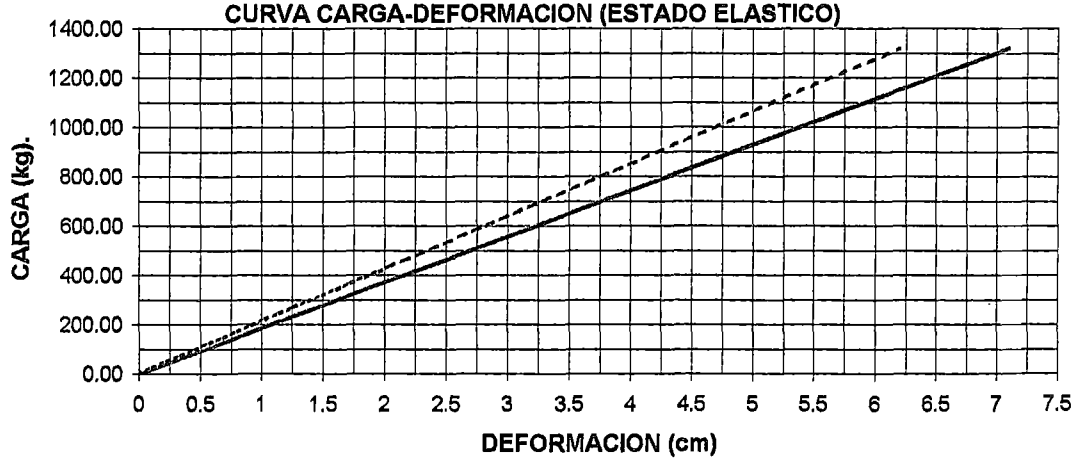


LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	185.893	212.811
Constante	a	16.195	25.207
coef. Regresion	r2	0.998	0.997

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

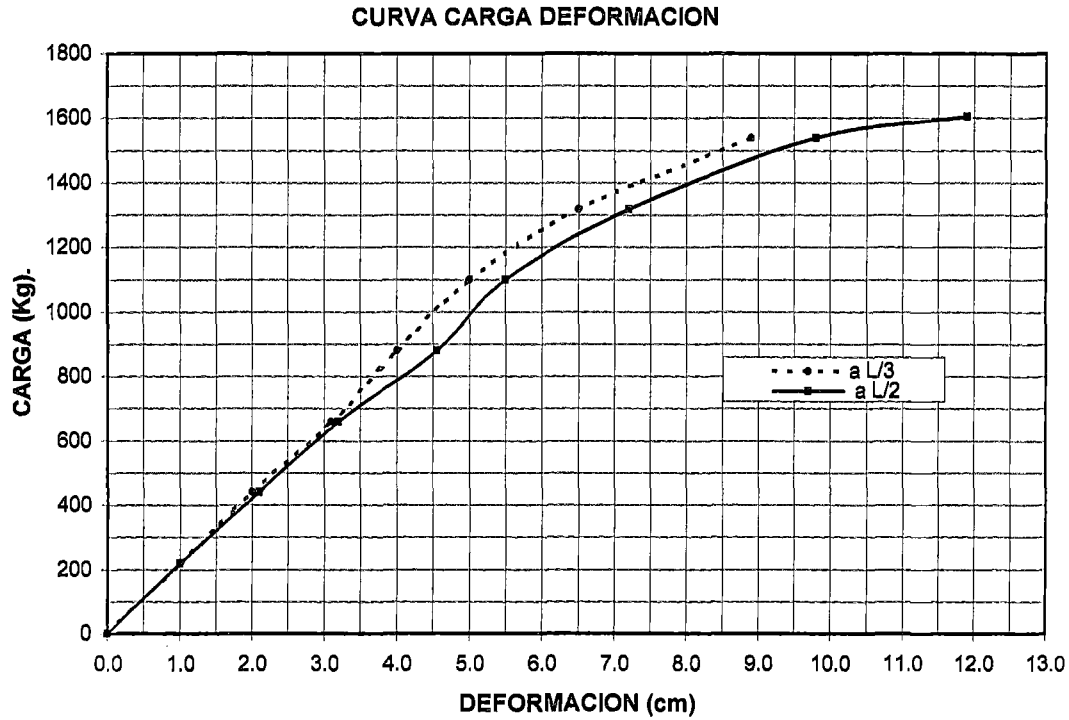
Muestra N°: V12

Dimensiones:

b(cm) 3.94 h(cm) 14.01
L(cm) 300.00

Datos Registrados:

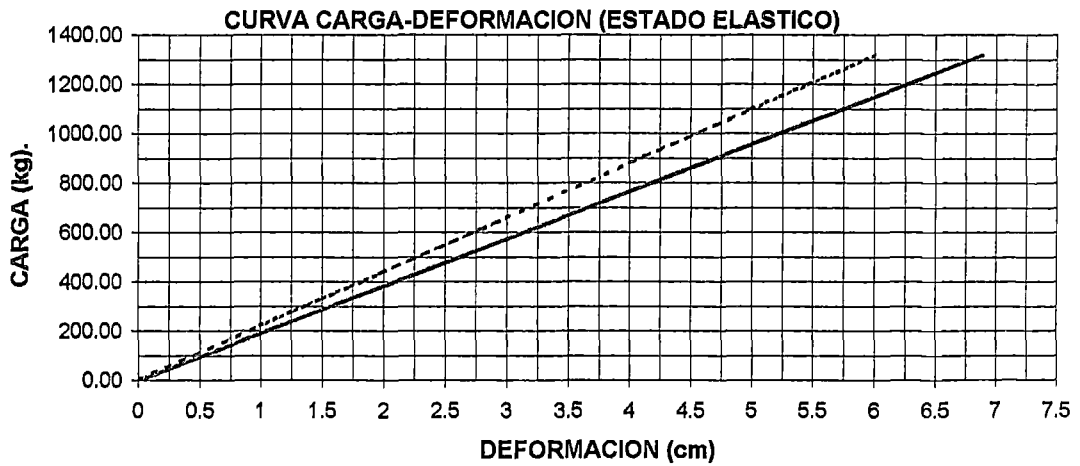
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	1.00	1.000	
400	439.59	2.00	2.100	
600	659.39	3.10	3.200	
800	879.18	4.00	4.550	
1000	1098.98	5.00	5.500	
1200	1318.77	6.50	7.200	
1400	1538.57	8.90	9.800	
1460	1604.50		11.900	



LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	191.555	219.619
Constante	a	32.999	-3.865
coef. Regresion	r2	0.998	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V13

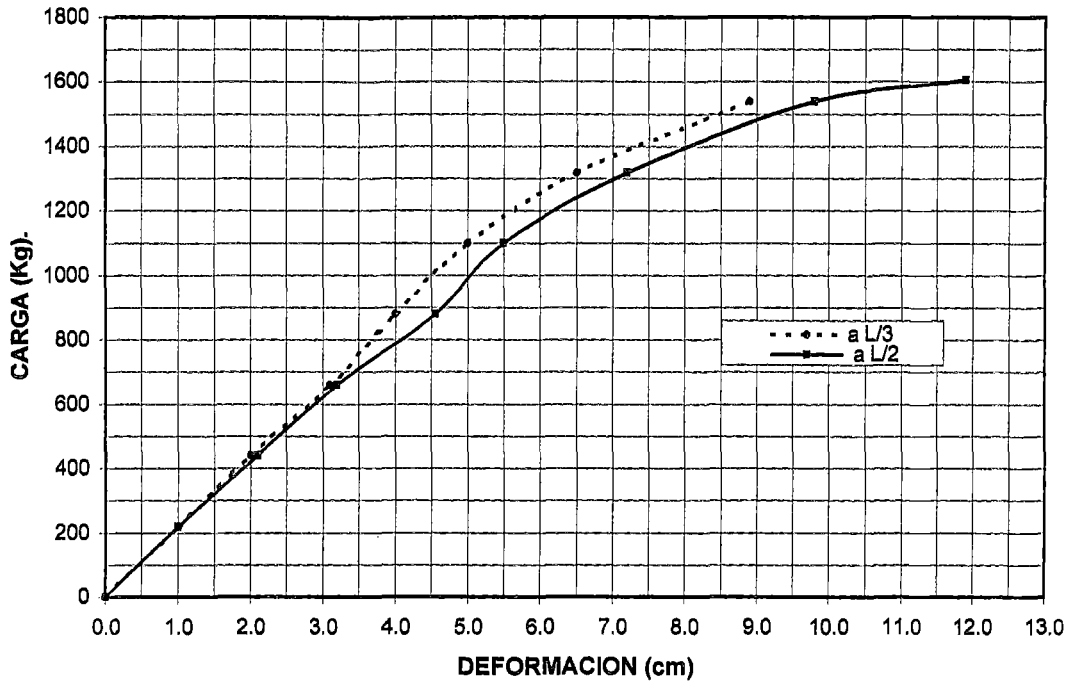
Dimensiones:

b(cm)	4.01	h(cm)	14.06
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	1.00	1.000	
400	439.59	2.00	2.100	
600	659.39	3.10	3.200	
800	879.18	4.00	4.550	
1000	1098.98	5.00	5.500	
1200	1318.77	6.50	7.200	
1400	1538.57	8.90	9.800	
1460	1604.50		11.900	

CURVA CARGA DEFORMACION

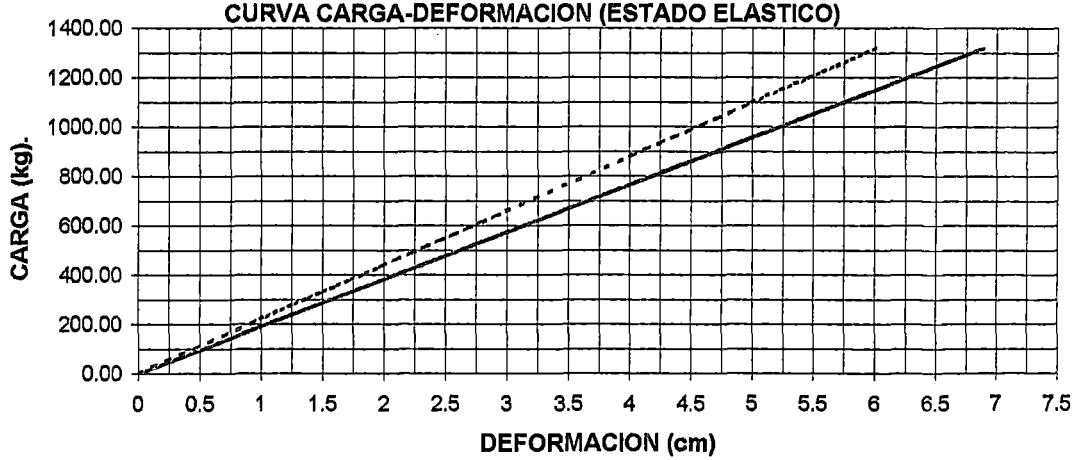


LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	191.555	219.619
Constante	a	32.999	-3.865
coef. Regresion	r2	0.998	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V14

Dimensiones:

b(cm)	4.01	h(cm)	13.96
		L(cm)	300.00

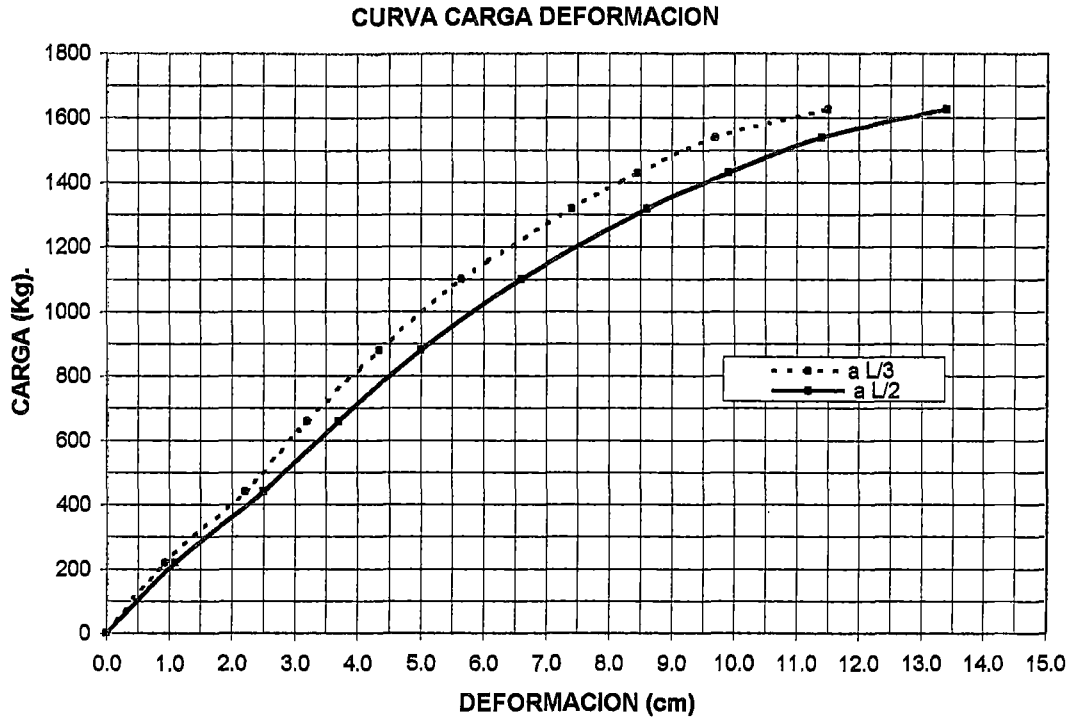
Datos Registrados:

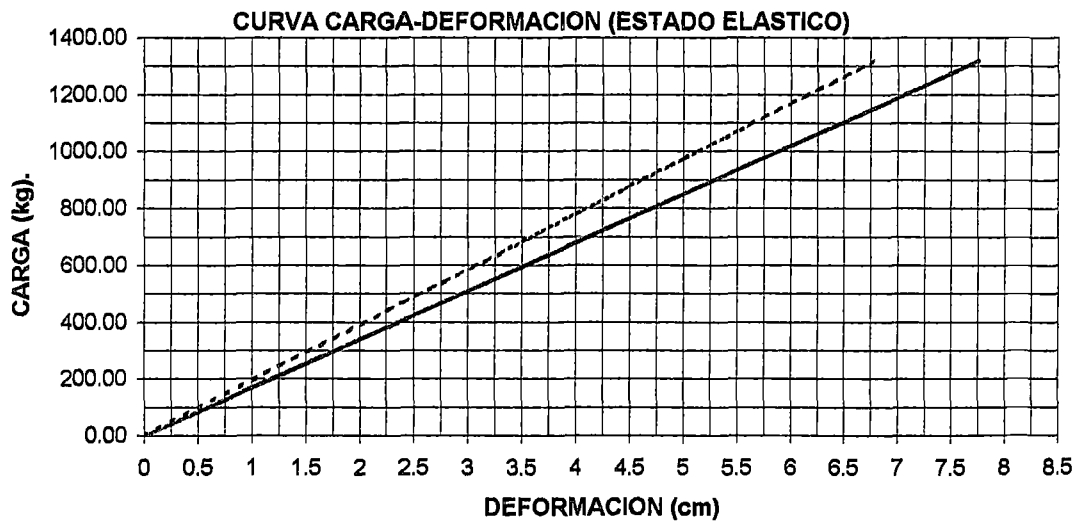
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.93	1.100	
400	439.59	2.20	2.500	
600	659.39	3.20	3.700	
800	879.18	4.35	5.000	
1000	1098.98	5.65	6.600	
1200	1318.77	7.40	8.600	
1300	1428.67	8.45	9.900	
1400	1538.57	9.70	11.400	
1480.00	1626.48	11.50	13.40	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	170.240	194.818
Constante	a	25.998	29.323
coef. Regresion	r2	0.998	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V15

Dimensiones:

b(cm)	4.07	h(cm)	14.01
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

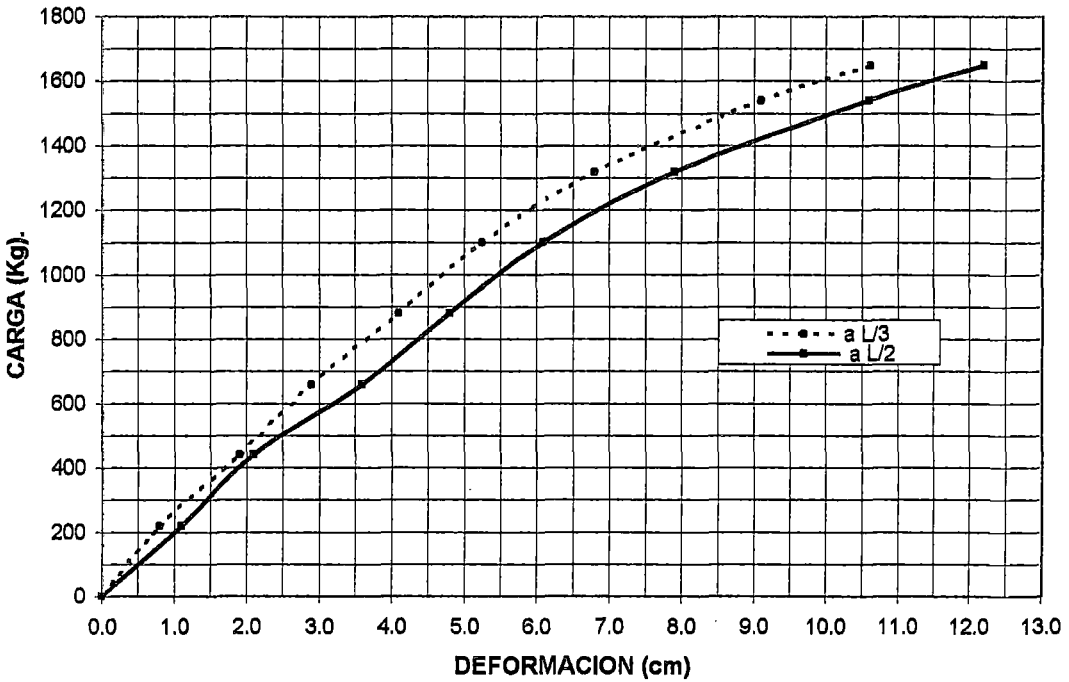
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.80	1.100	
400	439.59	1.90	2.100	
600	659.39	2.90	3.600	
800	879.18	4.10	4.800	
1000	1098.98	5.25	6.100	
1200	1318.77	6.80	7.900	
1400	1538.57	9.10	10.600	
1500	1648.46	10.62	12.200	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEAL SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

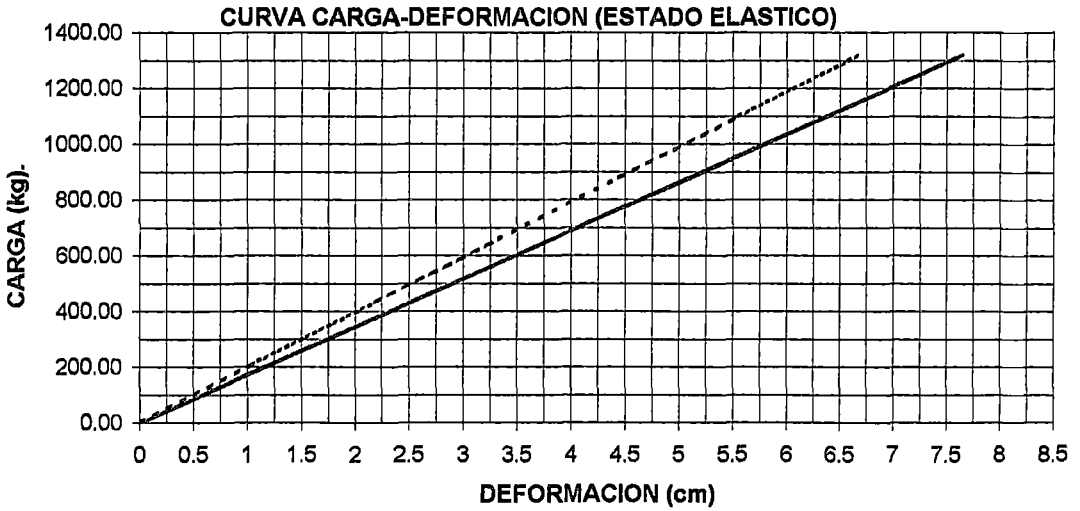
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	172.607	197.837
Constante	a	48.357	67.853
coef. Regresion	r2	0.997	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V16

Dimensiones:

b(cm)	4.06	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

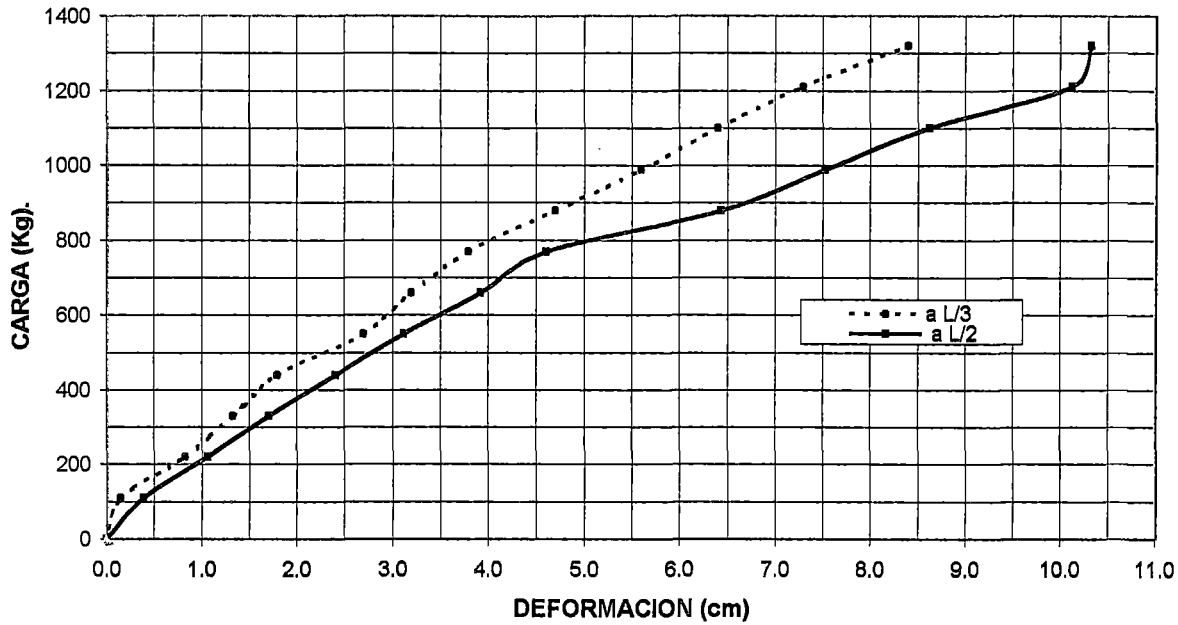
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.15	0.389	
200	219.80	0.83	1.063	
300	329.69	1.33	1.711	
400	439.59	1.80	2.411	
500	549.49	2.70	3.116	
600	659.39	3.20	3.925	
700	769.28	3.80	4.603	
800	879.18	4.70	6.435	
900	989.08	5.60	7.525	
1000	1098.98	6.40	8.625	
1100	1208.87	7.30	10.125	
1200	1318.77	8.40	10.325	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

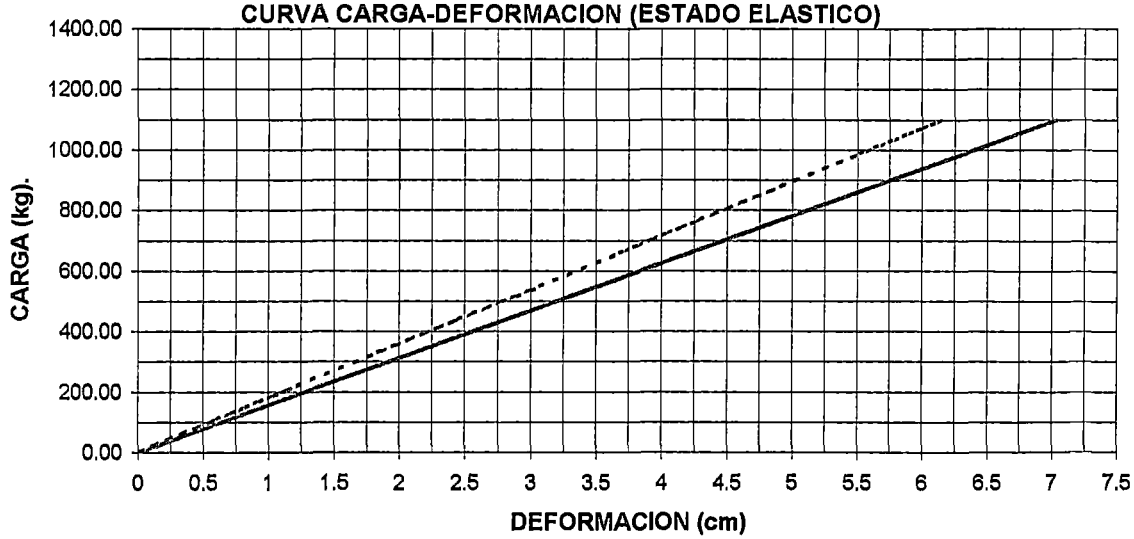
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	156.538	178.932
Constante	a	55.519	86.123
coef. Regresion	r2	0.999	0.992

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V17

Dimensiones:

b(cm)	3.99	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

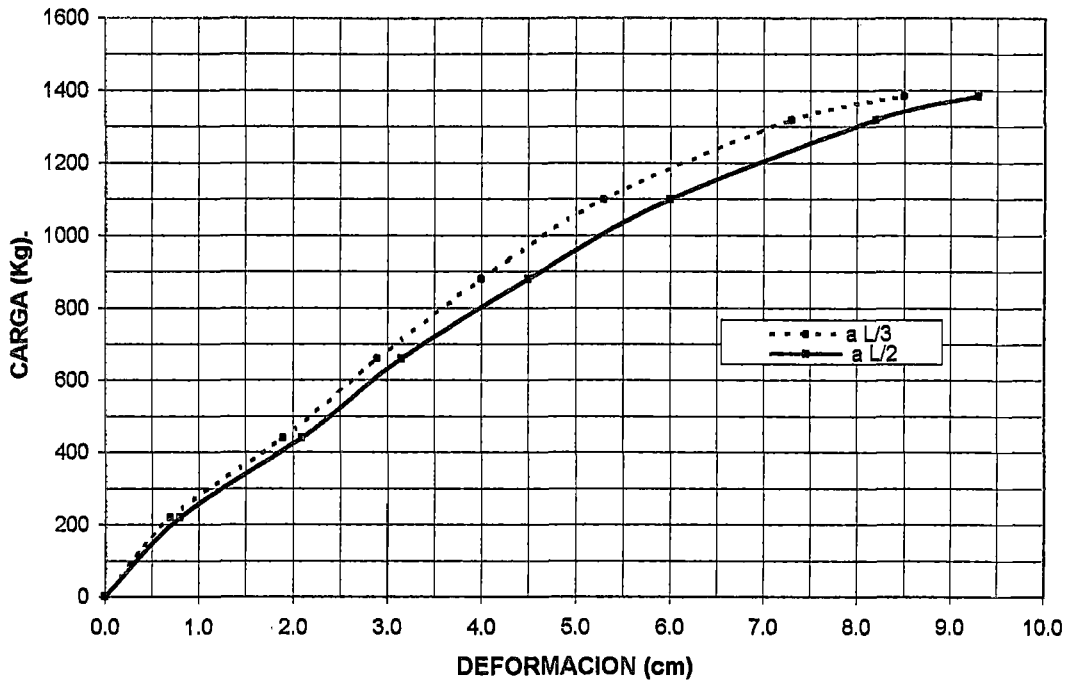
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.70	0.800	
400	439.59	1.90	2.100	
600	659.39	2.90	3.150	
800	879.18	4.00	4.500	
1000	1098.98	5.30	6.000	
1200	1318.77	7.30	8.200	
1260	1384.71	8.50	9.300	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

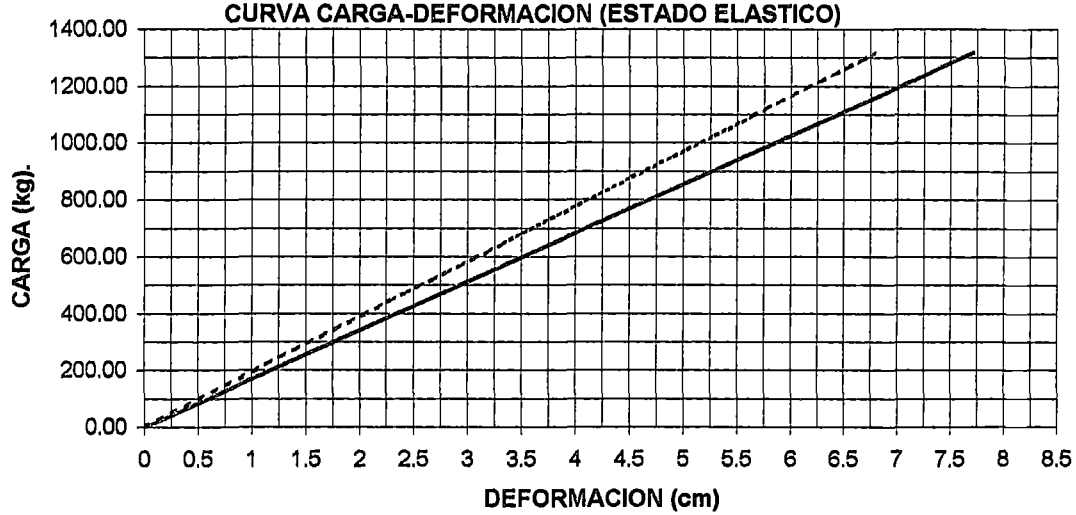
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	171.109	194.159
Constante	a	93.014	84.674
coef. Regresion	r2	0.996	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V18

Dimensiones:

b(cm)	3.79	h(cm)	13.94
		L(cm)	300.00

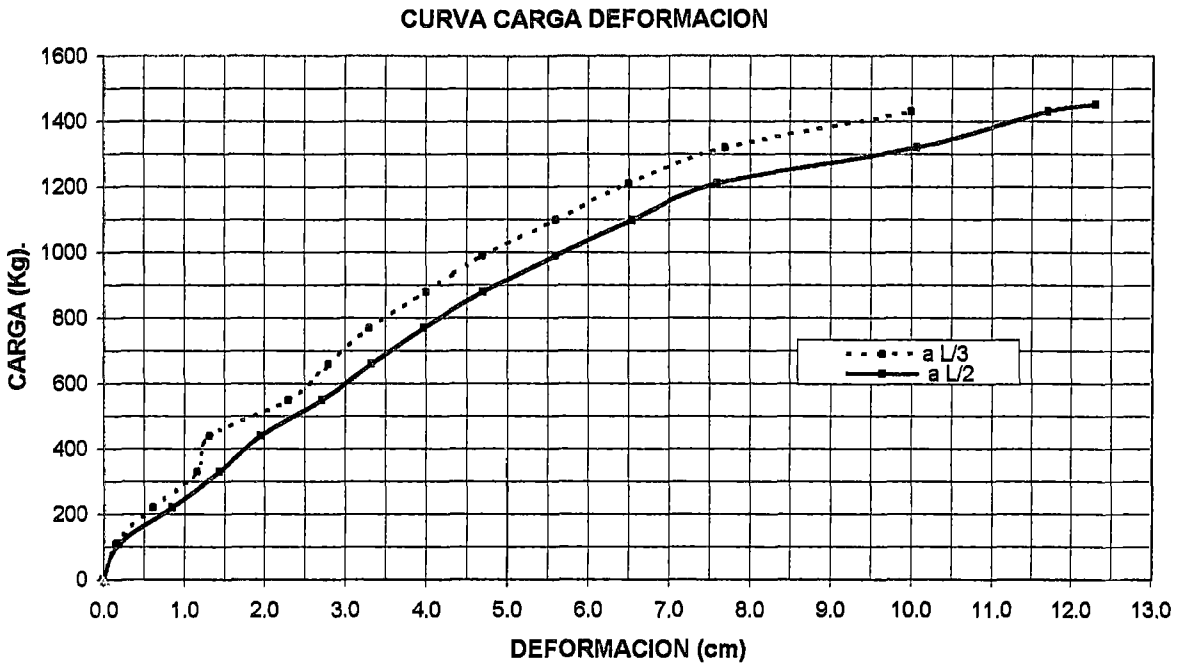
Datos Registrados:

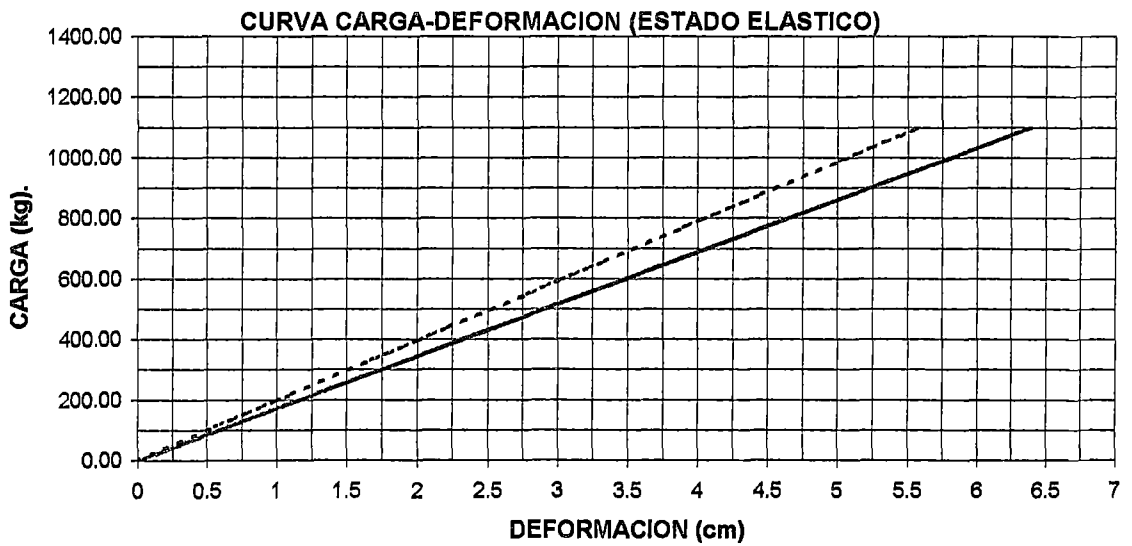
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.16	0.200	
200	219.80	0.61	0.855	
300	329.69	1.17	1.448	
400	439.59	1.32	1.960	
500	549.49	2.30	2.710	
600	659.39	2.80	3.330	
700	769.28	3.30	3.975	
800	879.18	4.00	4.704	
900	989.08	4.70	5.600	
1000	1098.98	5.60	6.550	
1100	1208.87	6.50	7.600	
1200	1318.77	7.70	10.075	
1300	1428.67	10.00	11.700	
1320	1450.65		12.300	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	172.225	197.182
Constante	a	81.586	108.555
coef. Regresion	r2	0.999	0.987

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V19

Dimensiones:

b(cm)	4.02	h(cm)	13.98
		L(cm)	300.00

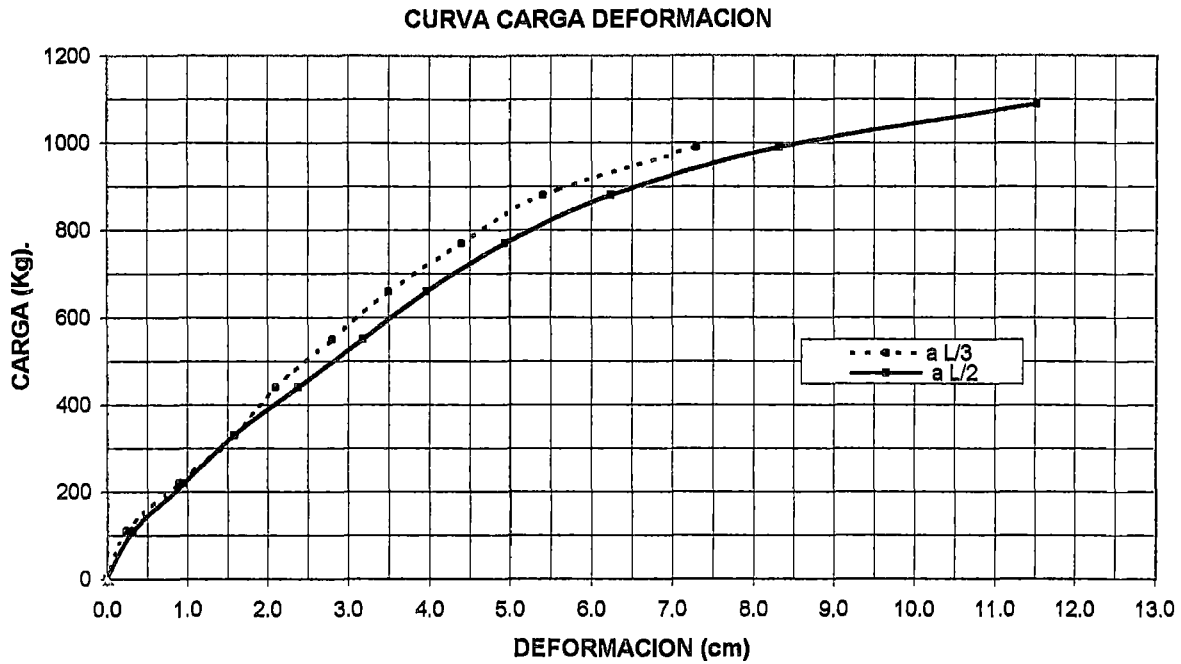
Datos Registrados:

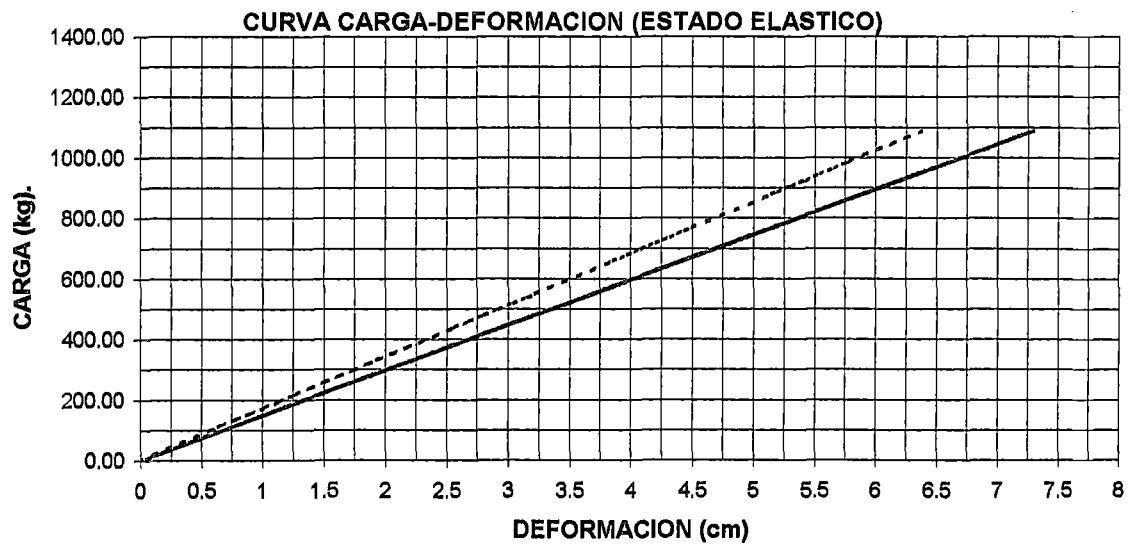
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.24	0.329	
200	219.80	0.90	0.960	
300	329.69	1.60	1.585	
400	439.59	2.10	2.382	
500	549.49	2.80	3.185	
600	659.39	3.50	3.970	
700	769.28	4.40	4.940	
800	879.18	5.40	6.235	
900	989.08	7.30	8.320	
990	1087.99		11.520	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	149.307	170.664
Constante	a	75.812	67.775
coef. Regresion	r2	0.997	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V20

Dimensiones:

b(cm)	4.03	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

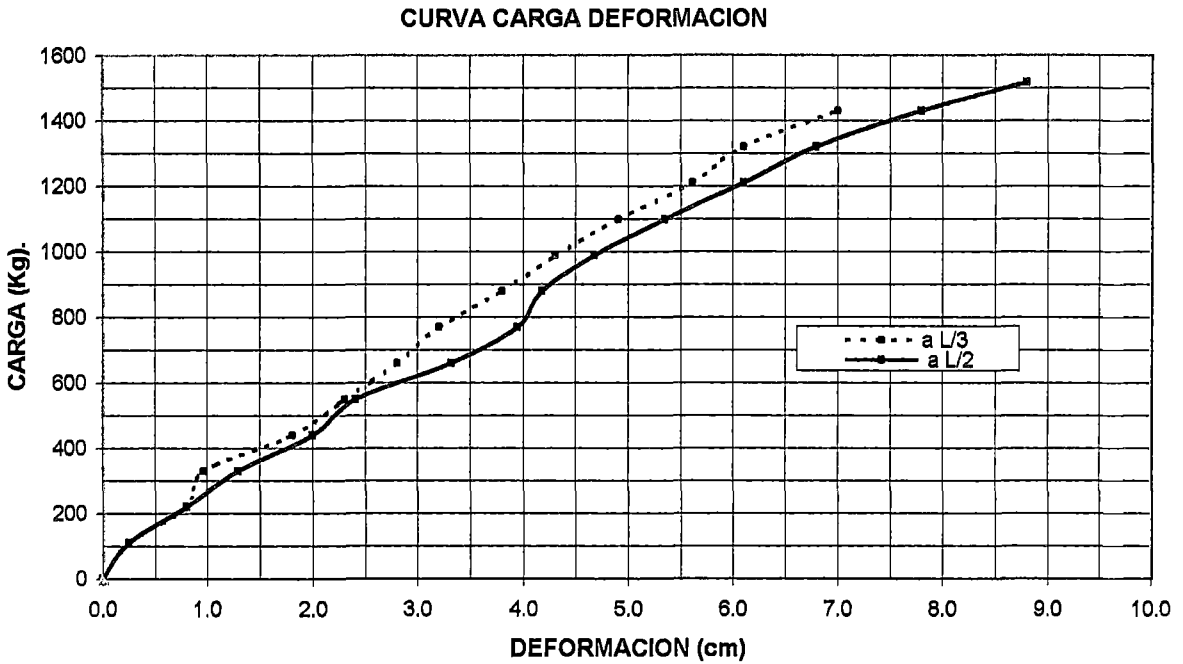
Datos Registrados:

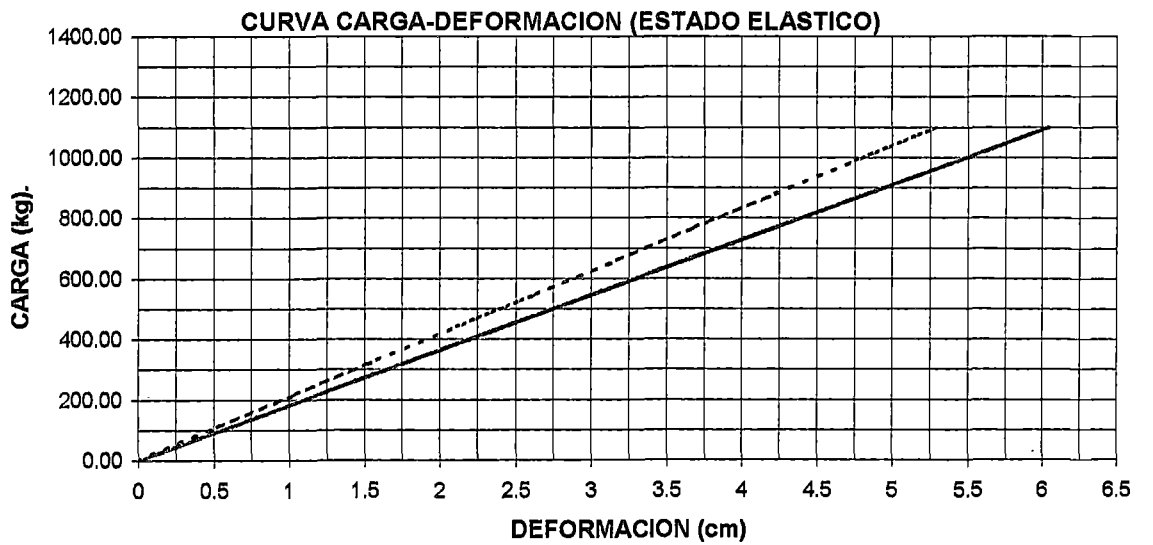
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.25	0.250	
200	219.80	0.80	0.800	
300	329.69	0.97	1.300	
400	439.59	1.81	2.000	
500	549.49	2.31	2.410	
600	659.39	2.81	3.325	
700	769.28	3.21	3.950	
800	879.18	3.81	4.182	
900	989.08	4.31	4.680	
1000	1098.98	4.91	5.350	
1100	1208.87	5.61	6.100	
1200	1318.77	6.11	6.800	
1300	1428.67	7.01	7.800	
1380	1516.59		8.800	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	182.189	208.058
Constante	a	78.412	74.392
coef. Regresion	r2	0.990	0.982

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V21**

Dimensiones:

b(cm)	3.99	h(cm)	14.01
		L(cm)	300.00

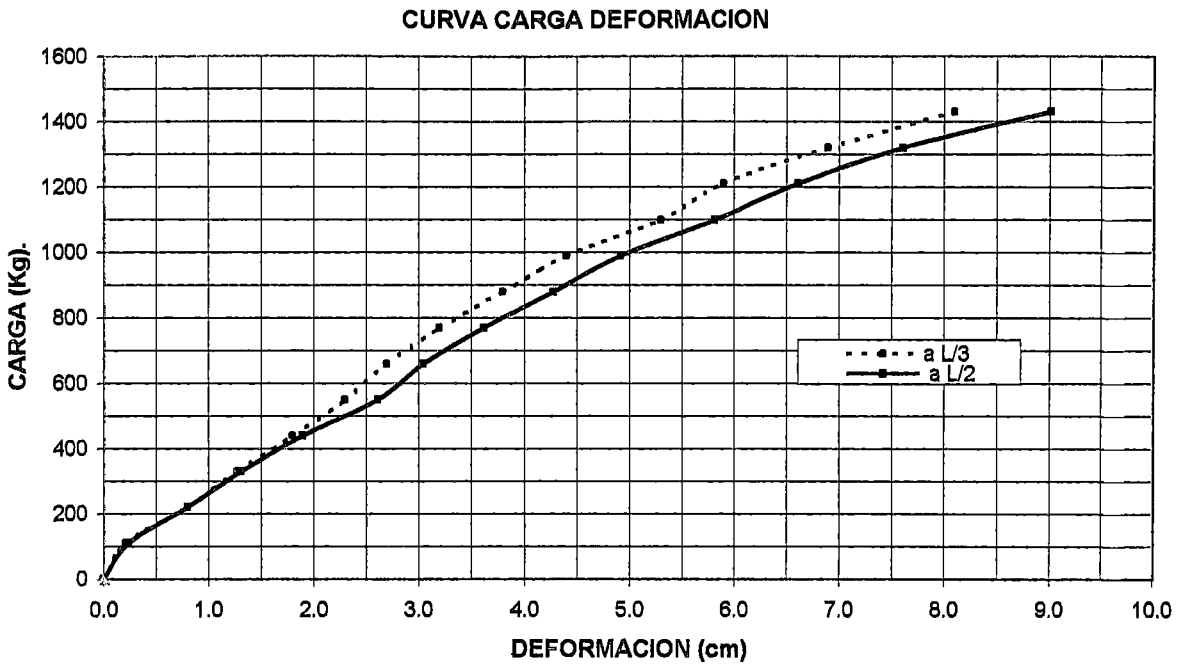
Datos Registrados:

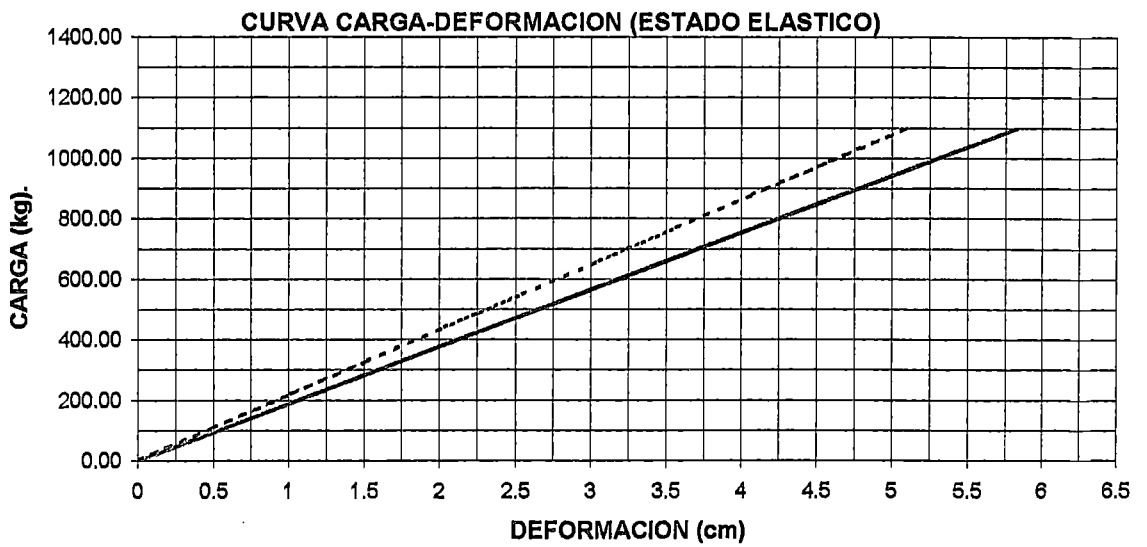
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.21	0.240	
200	219.80	0.80	0.800	
300	329.69	1.27	1.312	
400	439.59	1.80	1.900	
500	549.49	2.30	2.612	
600	659.39	2.70	3.050	
700	769.28	3.20	3.622	
800	879.18	3.80	4.280	
900	989.08	4.40	4.915	
1000	1098.98	5.30	5.815	
1100	1208.87	5.90	6.615	
1200	1318.77	6.90	7.615	
1300	1428.67	8.10	9.015	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	188.642	215.646
Constante	a	73.040	58.774
coef. Regresion	r2	0.999	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V22

Dimensiones:

b(cm)	3.89	h(cm)	14.01
		L(cm)	300.00

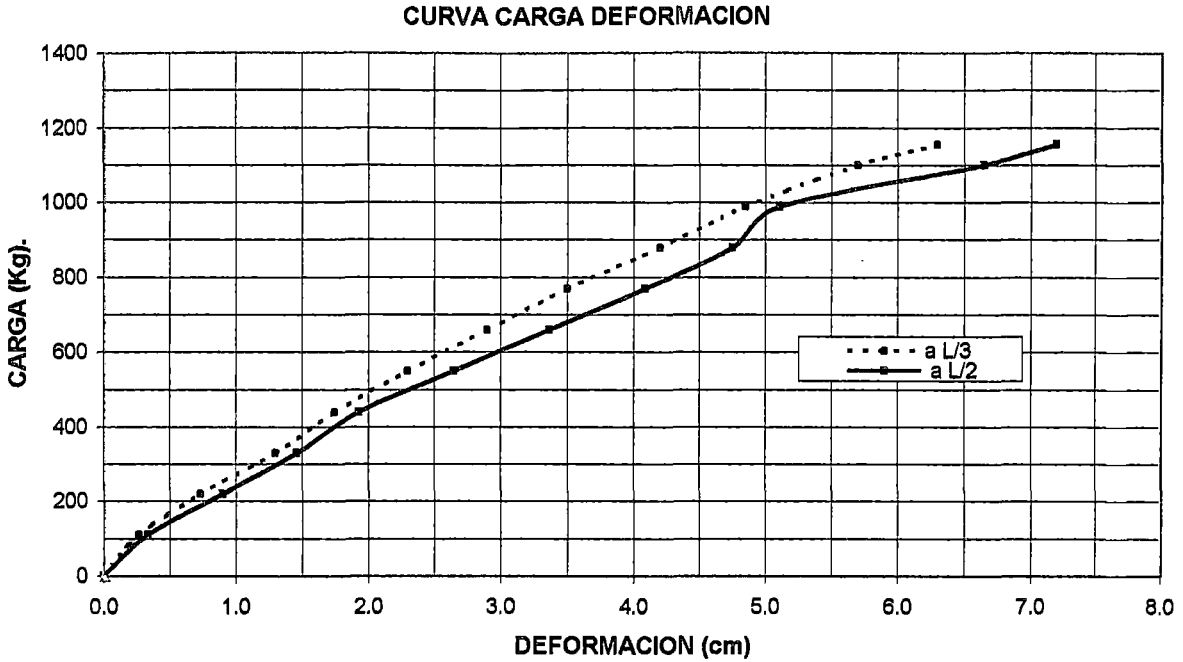
Datos Registrados:

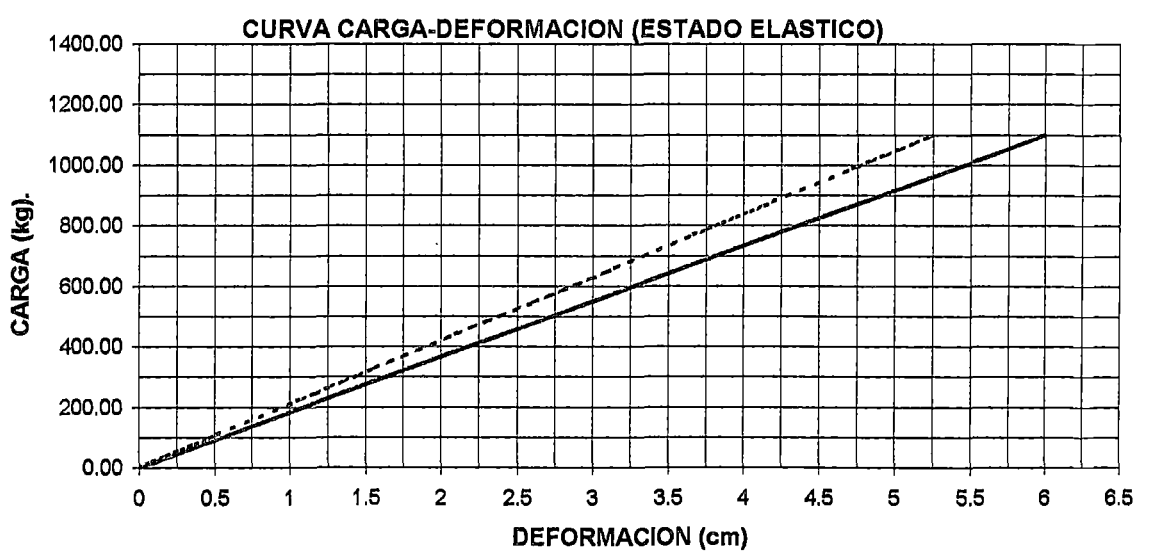
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.27	0.338	
200	219.80	0.73	0.902	
300	329.69	1.30	1.460	
400	439.59	1.75	1.928	
500	549.49	2.30	2.648	
600	659.39	2.90	3.364	
700	769.28	3.50	4.088	
800	879.18	4.20	4.750	
900	989.08	4.85	5.110	
1000	1098.98	5.70	6.650	
1050	1153.92	6.30	7.200	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	183.575	209.447
Constante	a	59.102	61.918
coef. Regresion	r2	0.994	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V23

Dimensiones:

b(cm)	3.95	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

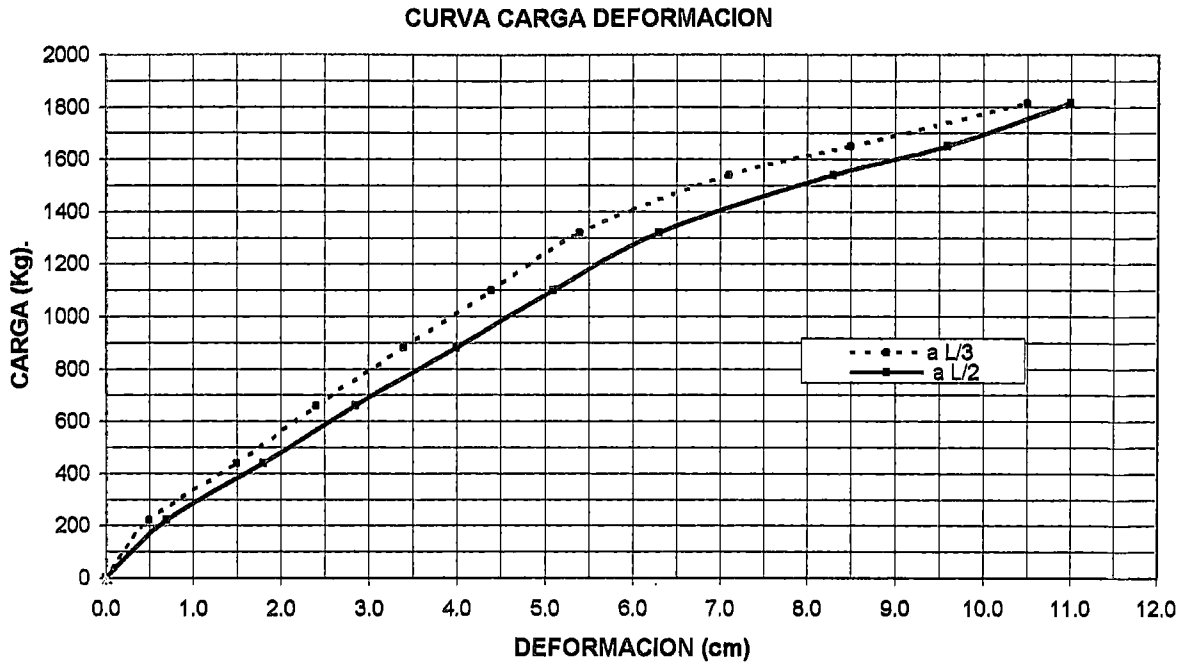
Datos Registrados:

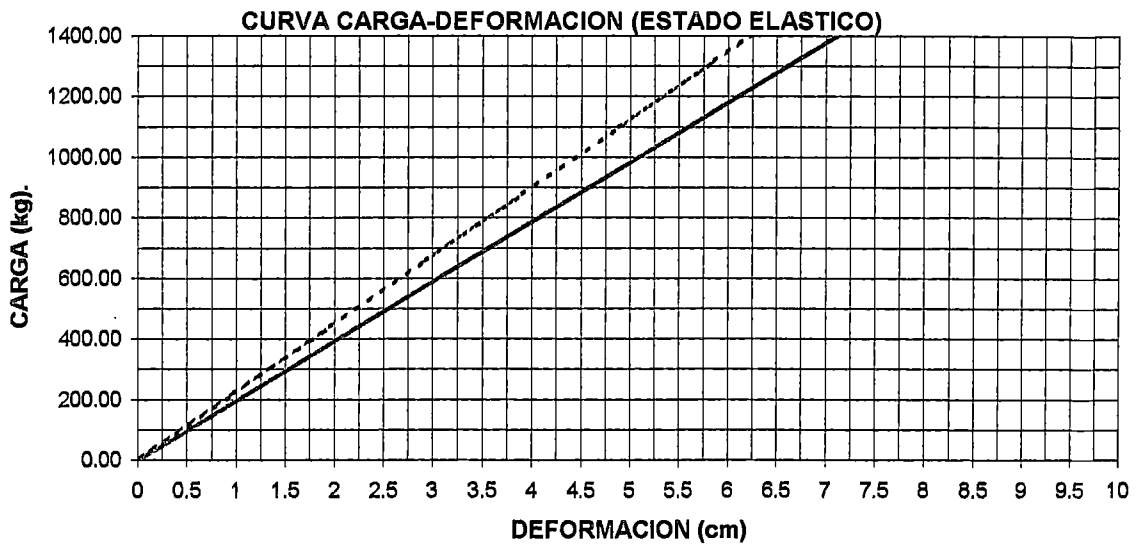
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
200	219.80	0.50	0.700	
400	439.59	1.50	1.800	
600	659.39	2.40	2.850	
800	879.18	3.40	4.000	
1000	1098.98	4.40	5.100	
1200	1318.77	5.40	6.300	
1400	1538.57	7.10	8.300	
1500	1648.46	8.50	9.600	
1650	1813.31	10.50	11.000	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	196.929	224.880
Constante	a	88.236	109.634
coef. Regresion	r2	1.000	1.000

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: V24

Dimensiones:

b(cm)	3.96	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

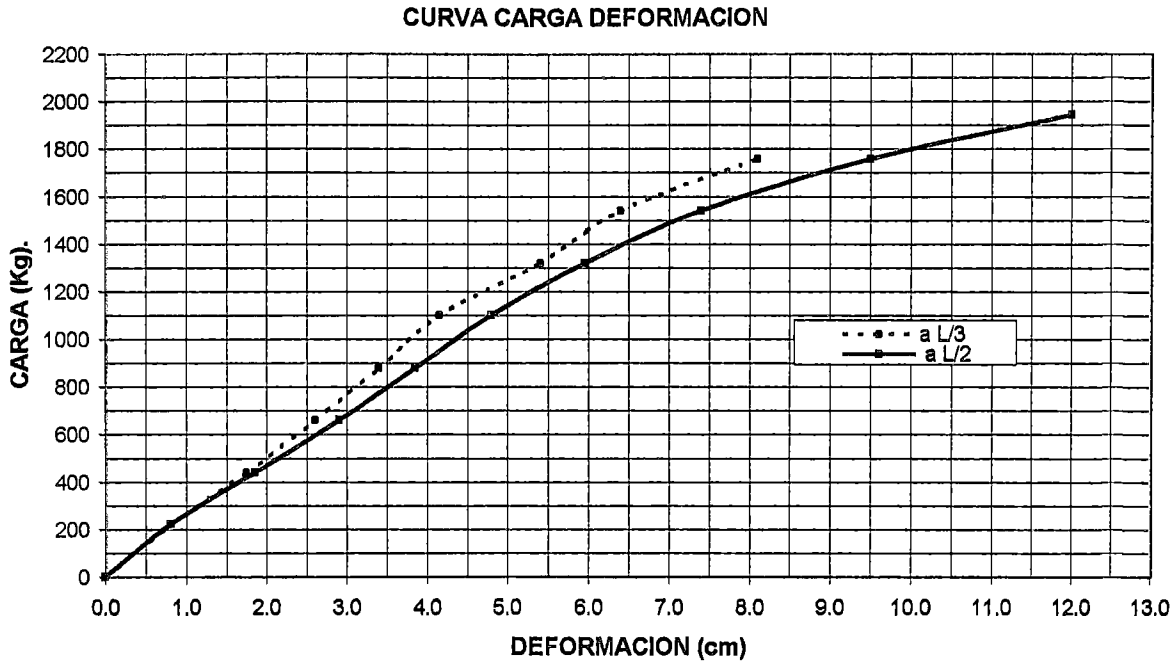
Datos Registrados:

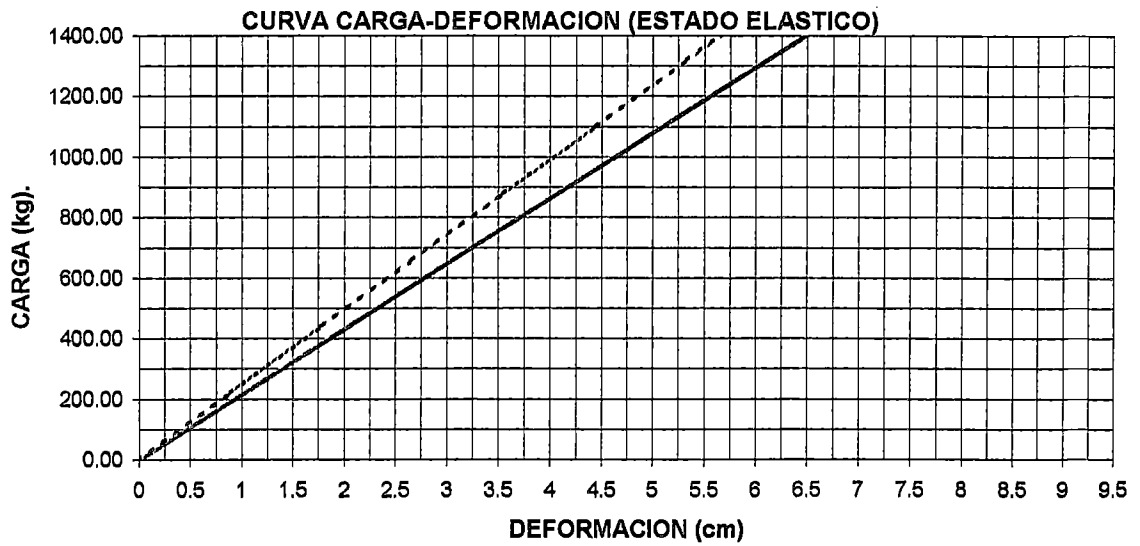
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.82	0.800	
400	439.59	1.75	1.850	
600	659.39	2.60	2.900	
800	879.18	3.40	3.850	
1000	1098.98	4.15	4.800	
1200	1318.77	5.40	5.950	
1400	1538.57	6.40	7.400	
1600	1758.36	8.10	9.500	
1770	1945.19		12.000	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	216.242	247.600
Constante	a	43.071	21.531
coef. Regresion	r2	0.999	0.995

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V25**

Dimensiones:

b(cm)	4.01	h(cm)	14.01
		L(cm)	300.00

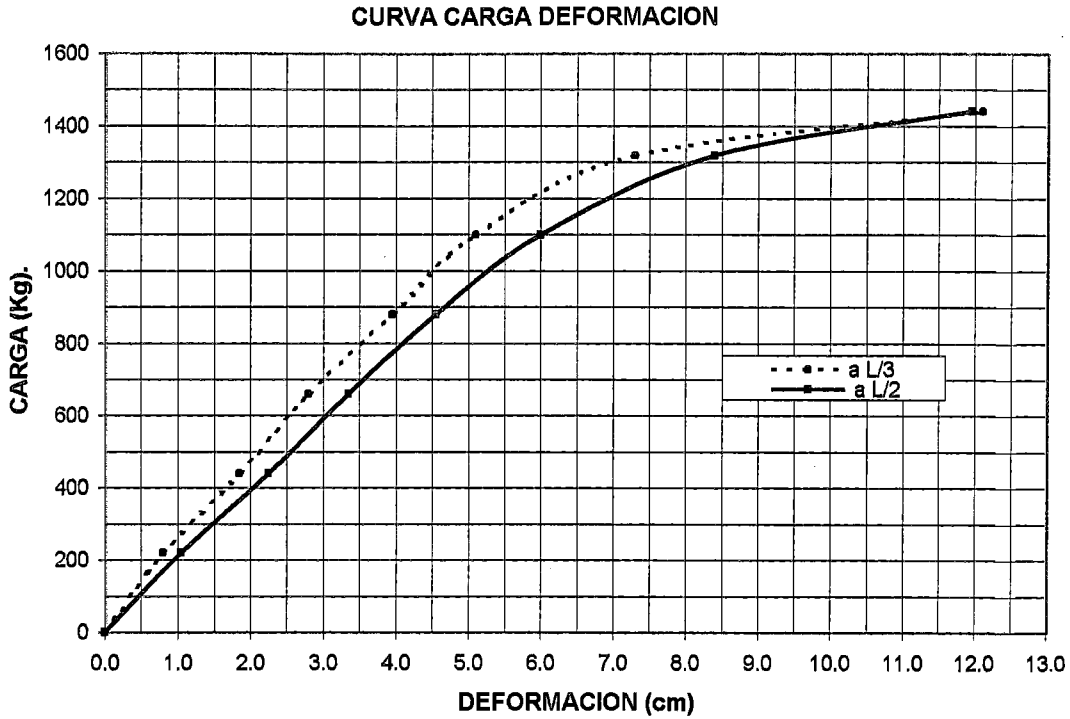
Datos Registrados:

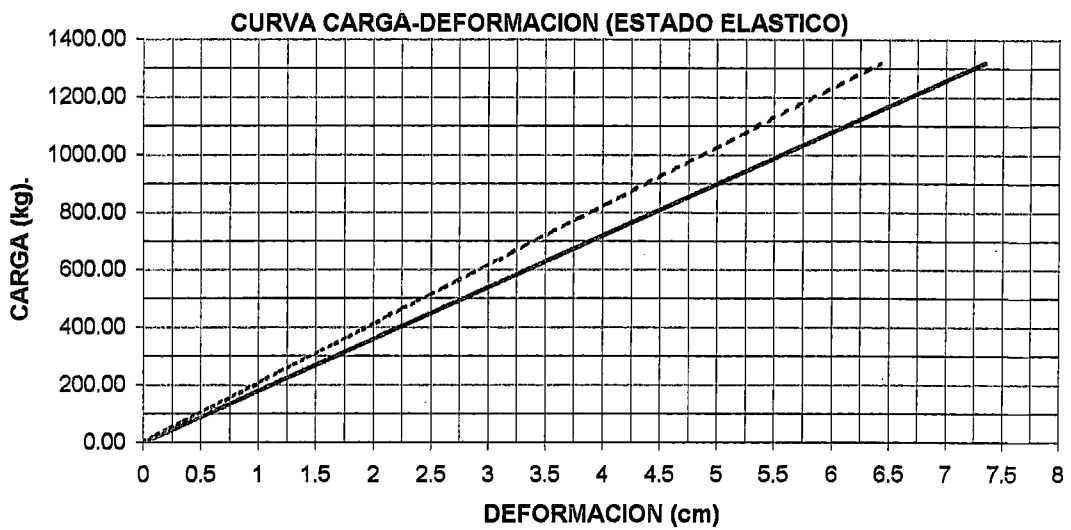
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.80	1.050	
400	439.59	1.85	2.250	
600	659.39	2.80	3.350	
800	879.18	3.95	4.550	
1000	1098.98	5.10	6.000	
1200	1318.77	7.30	8.400	
1310	1439.66	12.10	11.950	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	179.701	205.129
Constante	a	41.213	64.510
coef. Regresion	r2	0.997	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V26**

Dimensiones:

b(cm)	4.01	13.96	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

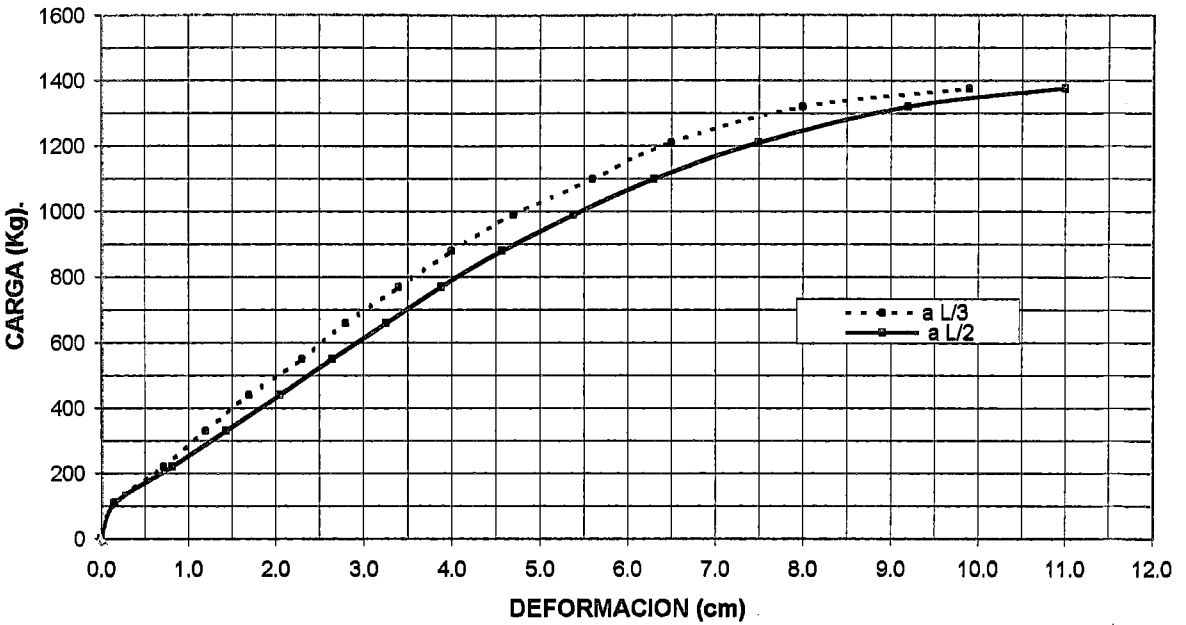
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	0.000
100	109.90	0.15	0.163	
200	219.80	0.72	0.812	
300	329.69	1.20	1.430	
400	439.59	1.70	2.050	
500	549.49	2.30	2.645	
600	659.39	2.80	3.258	
700	769.28	3.40	3.885	
800	879.18	4.00	4.572	
900	989.08	4.70	5.380	
1000	1098.98	5.60	6.300	
1100	1208.87	6.50	7.500	
1200	1318.77	8.00	9.200	
1250	1373.72	9.90	11.000	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

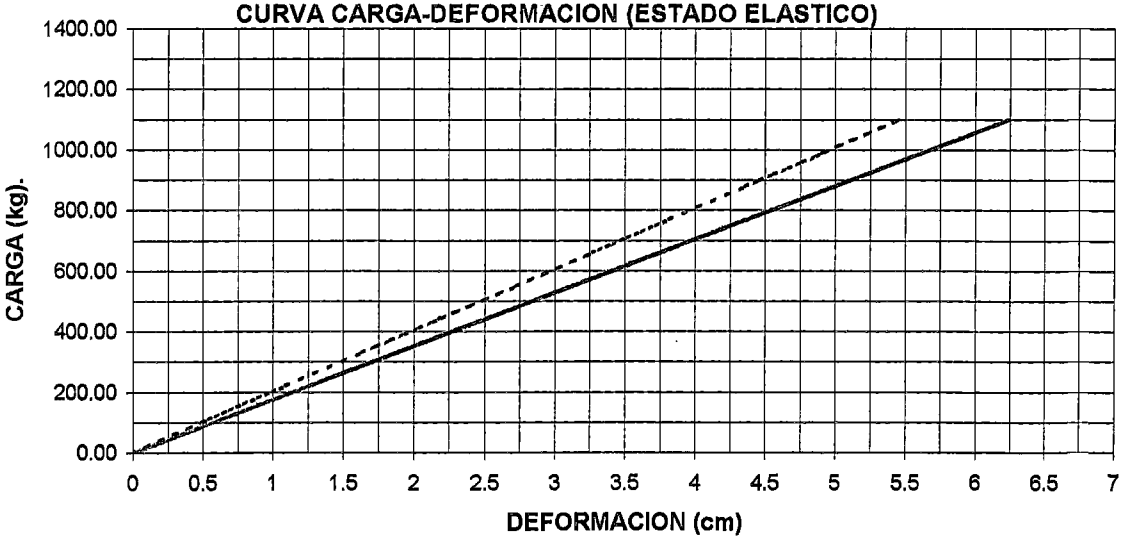
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	176.442	201.567
Constante	a	79.569	84.601
coef. Regresion	r2	1.000	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V27**

Dimensiones:

b(cm)	4.03	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

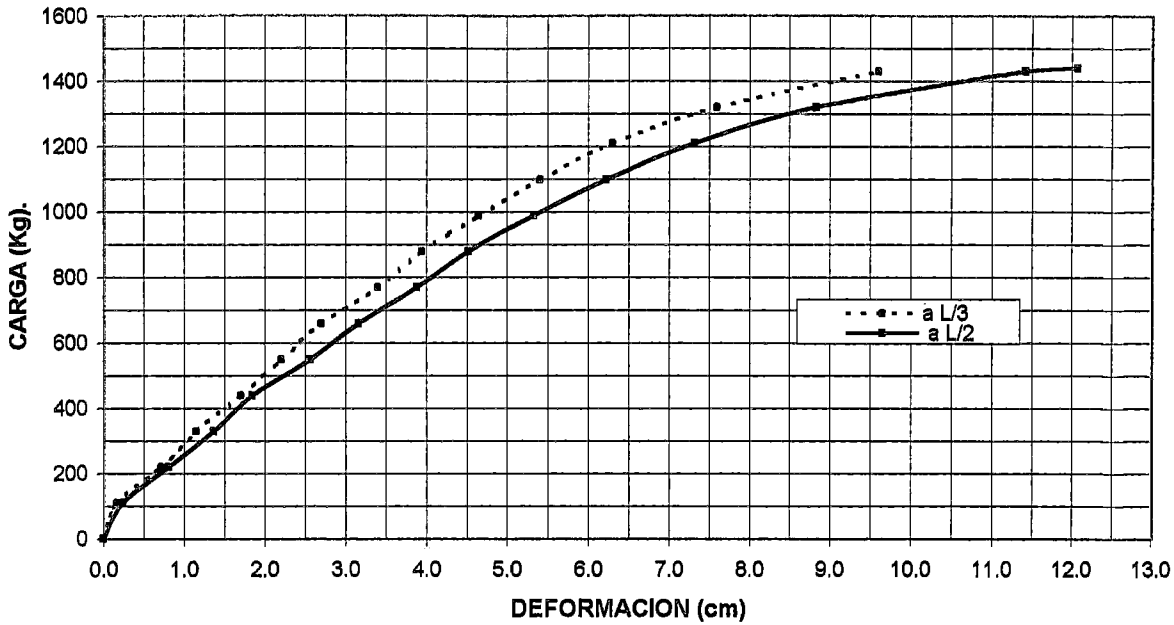
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	
100	109.90	0.17	0.240	
200	219.80	0.72	0.810	
300	329.69	1.15	1.370	
400	439.59	1.70	1.845	
500	549.49	2.20	2.560	
600	659.39	2.70	3.162	
700	769.28	3.40	3.879	
800	879.18	3.95	4.520	
900	989.08	4.65	5.320	
1000	1098.98	5.40	6.220	
1100	1208.87	6.30	7.320	
1200	1318.77	7.60	8.830	
1300	1428.67	9.60	11.420	
1310	1439.66		12.070	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

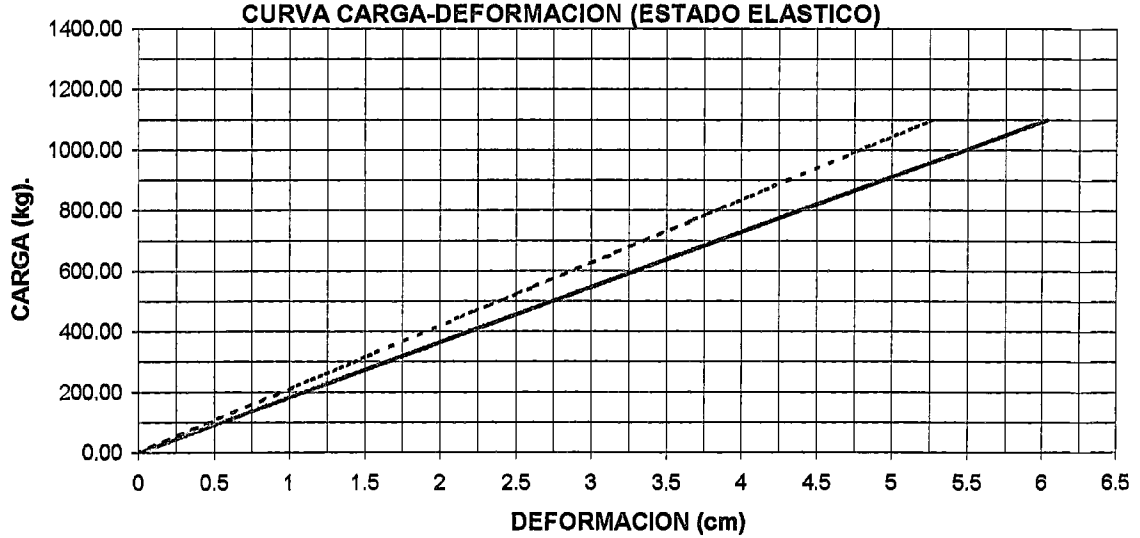
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	182.440	208.693
Constante	a	78.202	80.638
coef. Regresion	r2	0.997	0.997

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION



CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : "QUINILLA COLORADA".

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V28**

Dimensiones:

b(cm)	4.39	h(cm)	13.98
		L(cm)	300.00

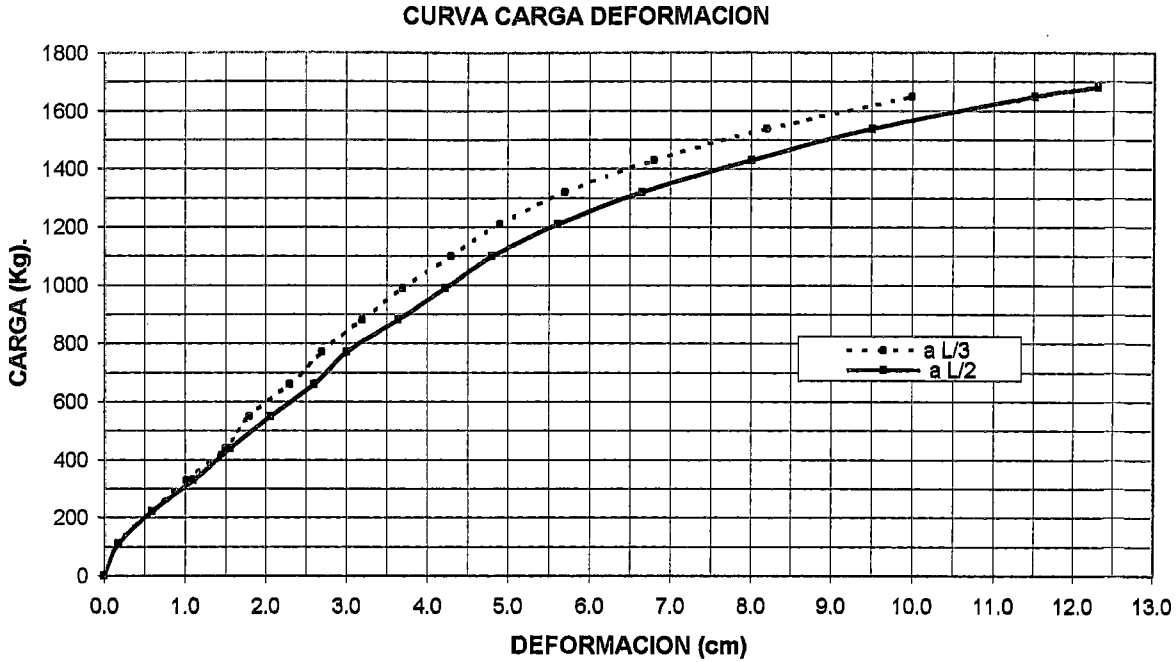
Datos Registrados:

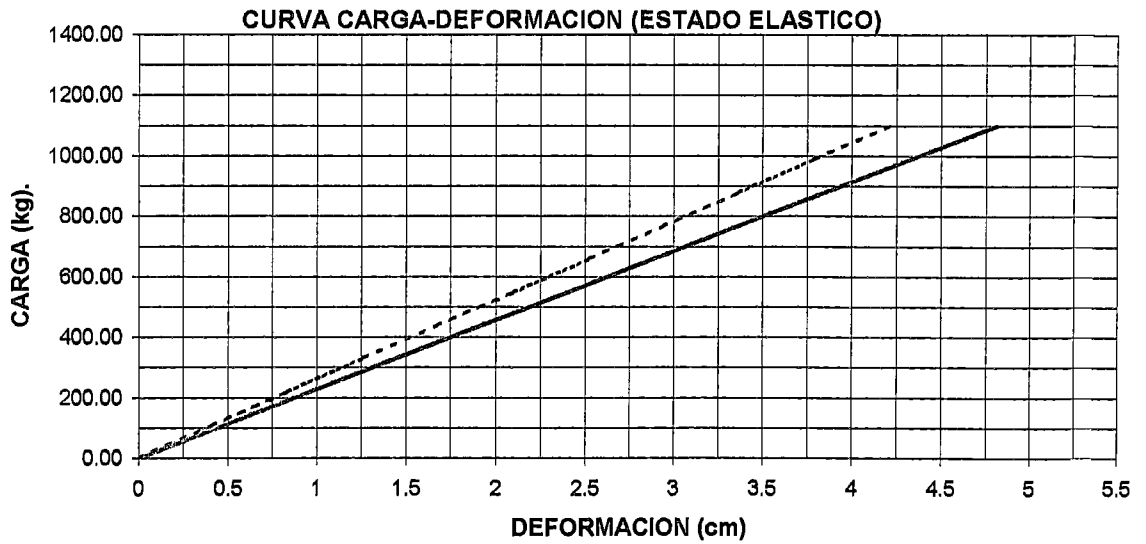
Carga Leida (kg)	Carga Real (kg)	Lectura L/3 (cm)	Lectura L/2 (cm)	Lectura 2L/3 (cm)
0	0.00	0.00	0.000	
100	109.90	0.18	0.181	
200	219.80	0.59	0.600	
300	329.69	1.02	1.102	
400	439.59	1.50	1.560	
500	549.49	1.80	2.058	
600	659.39	2.30	2.598	
700	769.28	2.70	3.010	
800	879.18	3.20	3.640	
900	989.08	3.70	4.225	
1000	1098.98	4.30	4.805	
1100	1208.87	4.90	5.605	
1200	1318.77	5.70	6.655	
1300	1428.67	6.80	8.010	
1400	1538.57	8.20	9.505	
1500	1648.46	10.00	11.510	
1530	1681.43		12.310	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	228.771	260.921
Constante	a	76.530	63.677
coef. Regresion	r2	0.999	0.998

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V29**

Dimensiones:

b(cm)	3.96	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

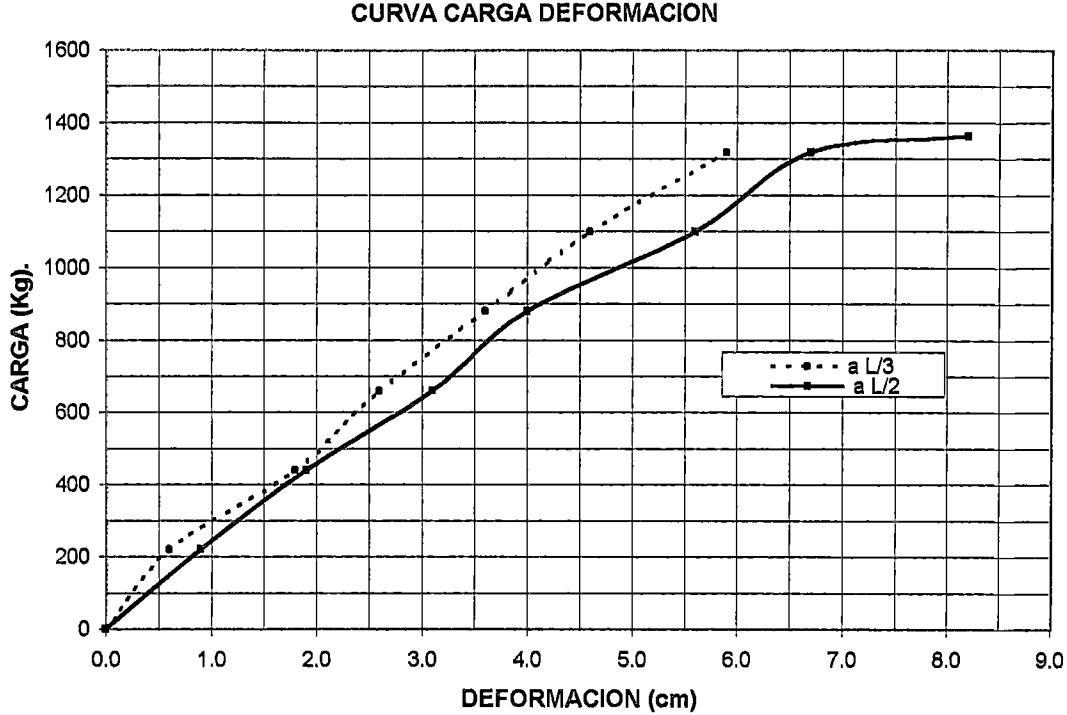
Datos Registrados:

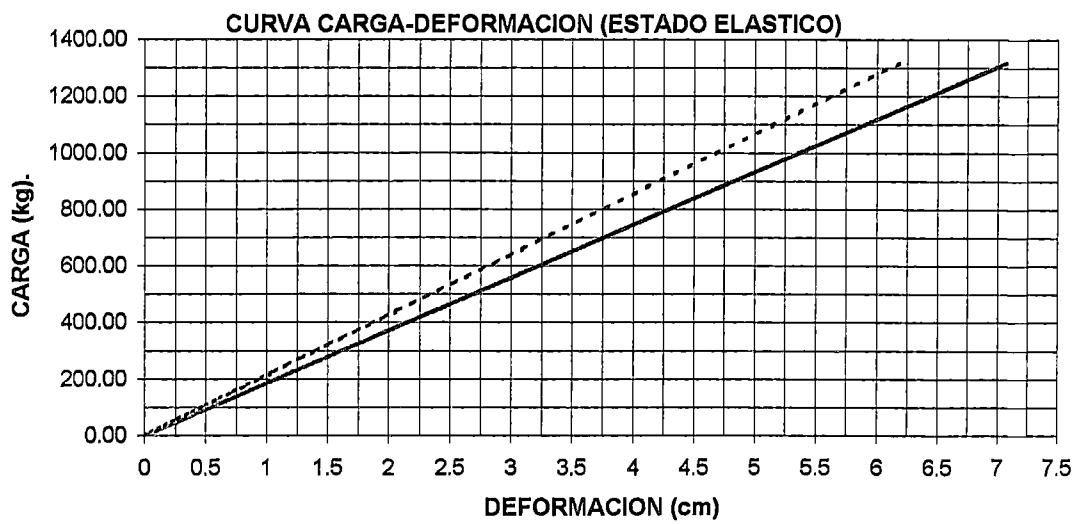
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.60	0.900	
400	439.59	1.80	1.900	
600	659.39	2.60	3.100	
800	879.18	3.60	4.000	
1000	1098.98	4.60	5.600	
1200	1318.77	5.90	6.700	
1240	1362.73		8.200	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	186.653	213.395
Constante	a	78.667	89.975
coef. Regresion	r2	0.995	0.996

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx





PROYECTO: INCORPORACION DE ESPECIES MADERABLES A LA CONSTRUCCION.
ESPECIE : " QUINILLA COLORADA"

VIGA DE MADERA A ESCALA NATURAL

Muestra N°: **V30**

Dimensiones:

b(cm)	3.99	h(cm)	14.00
		L(cm)	300.00

Datos Registrados:

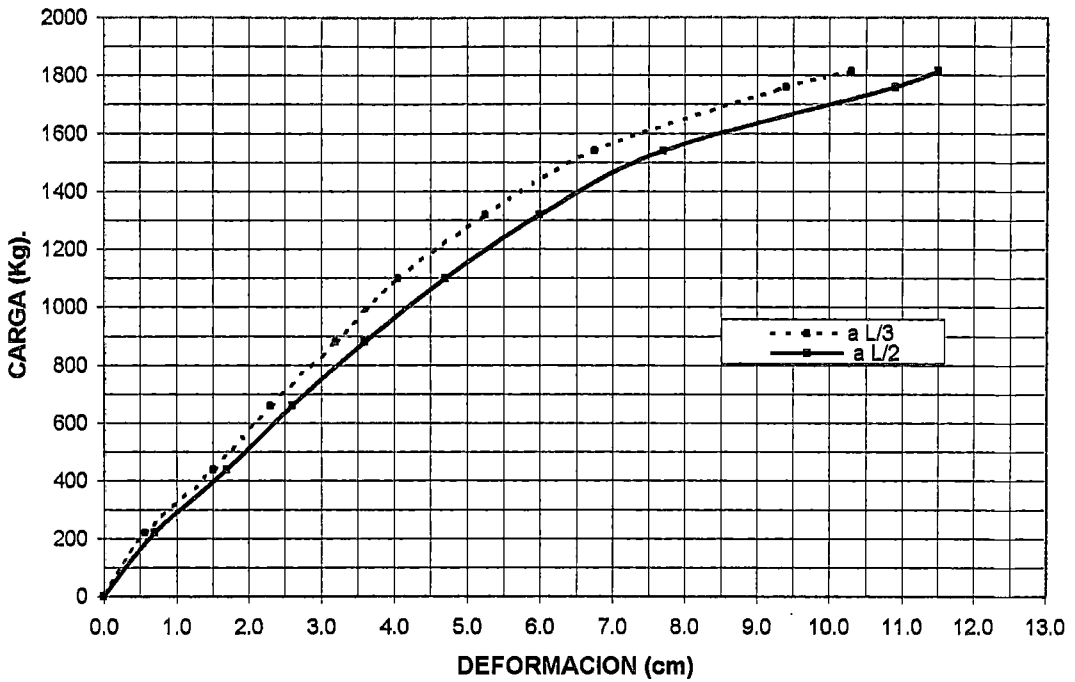
Carga Leida (Kg)	Carga Corregida (Kg)	Lectura L/3 cm	Lectura L/2 cm	Lectura 2L/3 cm
0	0.00	0.00	0.000	
200	219.80	0.57	0.700	
400	439.59	1.51	1.700	
600	659.39	2.30	2.600	
800	879.18	3.20	3.600	
1000	1098.98	4.05	4.700	
1200	1318.77	5.25	6.000	
1400	1538.57	6.75	7.700	
1600	1758.36	9.40	10.900	
1650.00	1813.31	10.30	11.50	

LOS DATOS PARA EL AJUSTE LINEA SE TOMARAN 5 O 6 PUNTOS APARTIR DEL PRIMER PUNTO

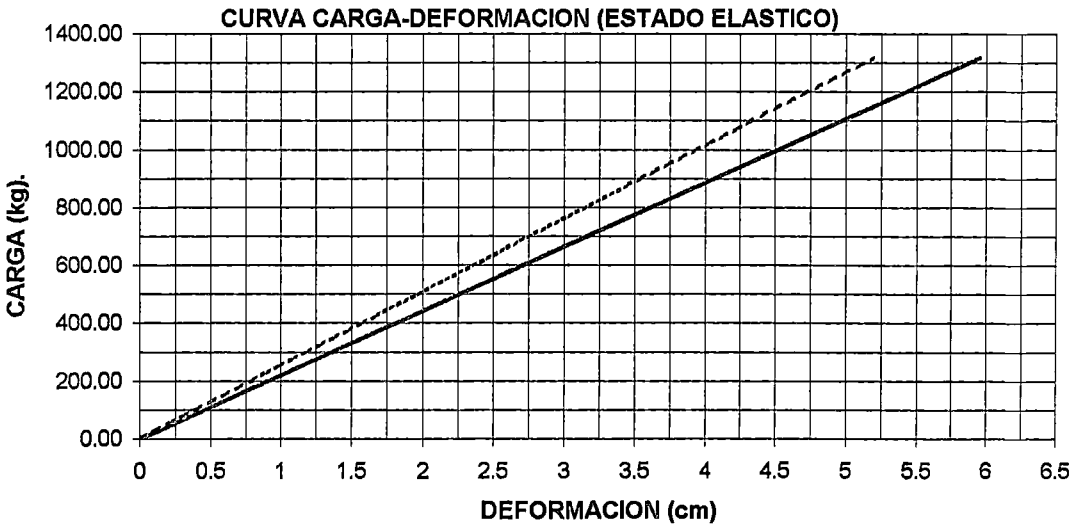
PARAMETROS OBTENIDOS	y=bx+a	L/2	L/3
Pendiente	b	221.766	253.967
Constante	a	69.487	68.658
coef. Regresion	r2	0.999	0.999

OBS: EL GRAFICO ES DE LA FORMA y=bx

CURVA CARGA DEFORMACION

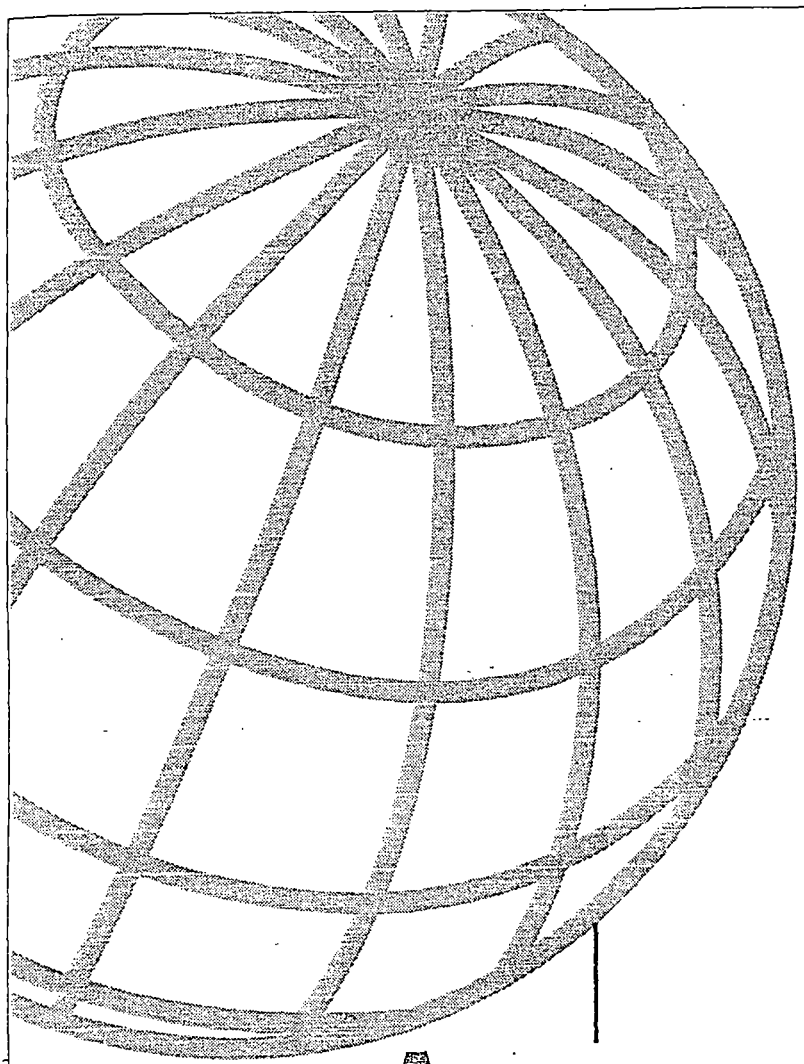


CURVA CARGA-DEFORMACION (ESTADO ELASTICO)



ANEXO N° 3

NORMAS DE ENSAYOS



E.101

Agrupamiento de Maderas para uso Estructural

ICG
INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA

www.construccion.org.pe

Calle Nueve 472, San Isidro,
Lima, Perú / telefax: 225-9066
icgperu@construccion.org.pe

Agrupamiento de maderas para uso estructural

CODIGO E-101
Aprobado por R.M. Nº 059-89-VC-9600 de 28.02.89

NORMA: E 101 AGRUPAMIENTO DE MADERAS PARA USO ESTRUCTURAL

1 Normas a consultar

ITINTEC	251.001 MADERAS. Terminología
ITINTEC	251.011 MADERAS. Método de determinación de la densidad
ITINTEC	251.104 MADERA ASERRADA. Madera Aserrada para Uso Estructural. Clasificación Visual y Requisitos.
ITINTEC	251.107 MADERA ASERRADA. Madera Aserrada para uso Estructural. Método de Ensayo de Flexión para Vigas a Escala Natural.

COMENTARIOS A LA NORMA (en este capítulo los comentarios están con sombreado)

PROLOGO

La Norma E.101 Agrupamiento de Maderas para Uso Estructural, ha sido escrita en forma directa y concisa en virtud de su carácter reglamentario y no presenta detalles ni sugerencias para el cumplimiento de sus exigencias. Consecuentemente los criterios y consideraciones en que se ha basado el Comité Especializado para la elaboración de la Norma no son expuestos; por esta razón dicho Comité ha creído conveniente presentar estos Comentarios que aclaran dichos criterios y que en otros casos los complementan facilitando su aplicación.

La numeración de cada capítulo y sección de los Comentarios tiene correspondencia con los de la Norma.

2 Objeto

2.1 - Esta Norma establece el agrupamiento de la madera para uso estructural, en tres clases denominadas A, B y C y fija los requisitos y el procedimiento que se deberá seguir para la incorporación de especies a los grupos establecidos.

C2.1 - Se trata de establecer la normalización que permita la incorporación de las especies maderables de los bosques peruanos al mercado de madera aserrada para uso estructural, ofreciendo al usuario un mayor número de especies utilizables. Los bosques del País son en su mayoría bosques tropicales con un gran número de especies, siendo el volumen de madera por especie no tan abundante, de manera que una utilización racional se logra al agrupar las especies en función de sus características. Se espera así, promocionar nuevas especies con características similares o mejores a las actualmente comercializadas, lo que evitaría la extracción selectiva y la posible extinción de las más conocidas.

3 Campo de aplicación

3.1 - Los valores establecidos en esta Norma son aplicables a madera aserrada que cumple con los requisitos establecidos en la norma ITINTEC 251.104. Maderas coníferas de procedencia extranjera podrán agruparse siempre que cumplan con normas de calidad internacionalmente reconocidas y que resulten en características de resistencia mecánica similares a las de los grupos establecidos en esta Norma.

C3.1 - La norma de clasificación visual ITINTEC 251.104, está orientada a maderas latifoliadas y a las coníferas nativas.

3.2 - Los valores establecidos en esta Norma son aplicables a madera aserrada en condiciones normales. Para condiciones especiales los requisitos serán establecidos en las normas correspondientes.

C3.2 - Pueden existir condiciones extremas o internas que de alguna manera alteren las propiedades de la madera como temperatura, humedad, ambientes corrosivos y otras, que requieran especificaciones especiales o modificaciones de los valores de diseño; estas serán establecidas por las normas de diseño aplicables en cada caso.

4 Definiciones

Para los fines de esta norma se define:

4.1 - Densidad Básica.- Es la relación entre la masa anhidra de una pieza de madera y su volumen verde. Se expresa en g/cm³.

4.2 - Esfuerzo Básico.- Es el esfuerzo mínimo obtenido de ensayos de propiedades mecánicas que sirve de base para la determinación del esfuerzo admisible. Este mínimo corresponde a un límite de exclusión del 5% (cinco por ciento).

4.3 - Esfuerzos Admisibles.- Son los esfuerzos de diseño del material para cargas de servicio, definidos para los grupos estructurales.

4.4 - Madera Estructural o Madera para Estructuras.- Es aquella que cumple con la Norma ITINTEC 251.104, con características mecánicas aptas para resistir cargas.

4.5 - Madera Húmeda.- Es aquella cuyo contenido de humedad es superior al del equilibrio higroscópico.

4.6 - Madera Seca.- Es aquella cuyo contenido de humedad es menor o igual que el correspondiente al equilibrio higroscópico.

4.7 - Módulo de Elasticidad Mínimo ($E_{mínimo}$).- Es el obtenido como el menor valor para las especies del grupo, correspondiente a un límite de exclusión del 5% (cinco por ciento) de los ensayos de flexión.

4.8 - Módulo de Elasticidad Promedio ($E_{promedio}$).- Es el obtenido como el menor de los valores promedio de las especies del grupo. Este valor corresponde al promedio de los resultados de los ensayos de flexión.

5 Agrupamiento

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

C5.1 - El agrupamiento obedece sólamente a un ordenamiento a base de la resistencia y no implica ventaja relativa de un grupo con respecto al otro. Un grupo no es superior o inferior a otro sino de características diferentes.

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

5.2.1 - Densidad básica

GRUPO	DENSIDAD BASICA g/cm³
A	≥ 0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

C5.2.1 - En algunos casos las especies agrupadas podrían no corresponder estrictamente a estos límites. En un futuro podrá definirse un grupo de especies con densidades básicas por debajo de 0.4 g/cm³.

5.2.2 - Módulo de elasticidad*

GRUPO	Módulo de Elasticidad (E) MP a (kg/cm²)	
	$E_{mínimo}$	$E_{promedio}$
A	9 316 (96 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

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

5.2.2 - Los módulos de elasticidad mínimo y promedio fueron obtenidos en base a ensayos de flexión en probetas pequeñas libres de defectos, realizados en 104 especies del Grupo Andino, incluyendo 20 especies peruanas (Refs. 8.1, 8.2).

Adicionalmente se realizaron ensayos en vigas a escala natural de algunas especies estudiadas (Refs. 8.3, 8.4). Estos módulos pueden ser utilizados conservadoramente en tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

5.2.3 - Esfuerzos Admisibles*

Grupo	Esfuerzos Admisibles MPa (kg/cm²)				
	Flexión fm	Tracción Paralela ft	Compresión Paralela fc//	Compresión Perpendicular fc	Corte Paralelo fv
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

(*) Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

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

C5.2.3 - Para el diseño estructural de elementos de madera, los valores establecidos en 5.2.2 y 5.2.3 no deben ser excedidos a menos que se demuestre de conformidad con lo establecido mediante ensayos de elementos de tamaño natural, realizados según las normas ITINTEC pertinentes, que se pueden usar valores superiores. Estos valores se usarán en conjunción con las limitaciones resultantes de consideraciones de estabilidad y posibles reducciones o modificaciones propias de la buena práctica de la Ingeniería.

Los esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad fueron obtenidos en madera húmeda y pueden ser usados para madera seca, basándose en la hipótesis que la madera seca tiene igual o mayor resistencia que la húmeda. Por otro lado existen evidencias de que en la condición seca se observa por lo general un comportamiento más frágil (Ref. 8.4).
Los esfuerzos admisibles están basados en resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos de 104 especies del Grupo Andino, incluyendo 20 del Perú (Refs. 8.1, 8.2). Estos ensayos se realizaron según las normas ITINTEC (Refs. 8.5, 8.6, 8.7, 8.8). Adicionalmente, se efectuaron ensayos a escala natural (Refs. 8.3, 8.4).

Para los esfuerzos de tracción no se aplicó esta metodología, habiéndose considerado los esfuerzos admisibles como 70% de los correspondientes a flexión.

A diferencia del diseño en concreto armado y en acero donde se usan métodos de resistencia última, las estructuras de madera en la práctica mundialmente establecida se diseñan por métodos de esfuerzos admisibles, reduciendo la resistencia en vez de incrementar las cargas.

Los esfuerzos admisibles se han determinado aplicando la siguiente expresión (Refs. 8.3, 8.9).

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{\text{F.C. x F.T.}}{\text{F.S x F.D.C.}} \text{ x Esfuerzo básico}$$

Donde:

F.C. = *Coeficiente de reducción por calidad (defectos). Es la relación entre el esfuerzo resistido por elementos a escala natural, vigas por ejemplo, y el correspondiente esfuerzo para probetas pequeñas libres de defectos. Es una medida de la influencia de los defectos en la resistencia y rigidez de las piezas (Ref. 8.3).*

F.T. = *Coeficiente de reducción por tamaño. Representa la reducción en los esfuerzos resistidos por una pieza en función de su altura.*

$$\text{F.T.} = (50/h)^{1/9} \qquad \text{(h en mm)}$$

Esta expresión ha sido tomada de la Ref. 8.10 y está basada en información experimental.
Para la determinación del F.T. *se uso* h = 290 mm. *Para piezas de peralte mayor de 290 mm deberá tomarse el factor de reducción correspondiente.*

F.S. = *Coeficiente de seguridad.*
F.D.C. = *Coeficiente de duración de carga. Basado en la reducción observada en ensayos de vigas a escala natural (Ref. 8.11).*

Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles:

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

(*) *Incluido en F.S.*
(**) *Incluye un coeficiente por concentración de esfuerzos = 2.00 debido a la posible presencia de rajaduras por secado en los extremos de las piezas.*

A medida que se incorporen más especies a los grupos A, B y C, los valores de las Tablas 5.2.2 y 5.2.3 podrán ser reajustados.

5.3 - Los módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles establecidos en 5.2 sólo son aplicables para madera aserrada que cumple con lo establecido en 3.

6 Incorporación de especies a los grupos A, B y C

6.1 Requisitos

6.1.1 - El procedimiento a seguir para la incorporación de especies a los grupos A, B y C deberá ser el establecido en el acápite 6.2 de esta Norma.

6.1.2 - La incorporación de especies a los grupos establecidos se hará en función de la densidad básica y de la resistencia mecánica obtenida mediante ensayos de flexión de vigas de madera de tamaño natural, según la norma ITINTEC 251.107. Se deberá ensayar un mínimo de 30 vigas provenientes por lo menos de 5 árboles por especie.

C6.1.2 - Las propiedades mecánicas determinadas mediante ensayos de laboratorio en probetas pequeñas libres de defectos no son suficientes para definir valores de diseño aplicables a elementos estructurales de tamaño natural, que incluyen defectos que alteran su rigidez y resistencia; por esta razón es necesario realizar ensayos de vigas.

Para que los resultados sean confiables se requiere que las muestras sean representativas de las características de la especie. Considerando un coeficiente de variación de 0.22 se deben ensayar 30 vigas por especie, provenientes de 10 árboles y tres repeticiones por árbol para conseguir un intervalo de confianza del valor medio de ± 10% con una seguridad estadística del 95% (Ref. 8.12, 8.13).
En vista de las dificultades para la colección de las muestras directamente del bosque por las condiciones de distribución, climáticas, transporte y otras, se ha considerado que provisionalmente se puede aceptar para estos propósitos un mínimo de 5 árboles.

6.1.3 - La identificación de la especie y los ensayos estructurales deberán ser efectuados por laboratorios debidamente reconocidos, los que emitirán y garantizarán los resultados correspondientes, de conformidad con los requisitos exigidos por el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de Vivienda - ININVI.

6.2 Procedimiento

6.2.1 - Se identifican las especies en forma botánica y se efectúa la descripción anatómica de las muestras de madera.

6.2.2 - Se determina la densidad básica promedio de la especie (ITINTEC 251.011) y se la compara con los valores establecidos en 5.2.1, obteniéndose así un agrupamiento provisional.

6.2.3 - Se determinan los valores de la rigidez (Módulo de Elasticidad) y de la resistencia (Esfuerzo Admisible por flexión), a partir de vigas a escala natural que cumplan con los requisitos de la norma ITINTEC 251.104, ensayadas de acuerdo a la norma ITINTEC 251.107.

6.2.4 - Se comparan los módulos de elasticidad y los esfuerzos admisibles en flexión obtenidos según la norma ITINTEC 251.107 con los valores establecidos en 5.2.2 y 5.2.3.

6.2.5 - Si los valores obtenidos son superiores a los valores del grupo provisional obtenidos por la densidad, se clasifica a la especie en dicho grupo, si los valores alcanzan los de un grupo resistente se la clasifica en el grupo superior. En caso contrario, si los valores no alcanzar a los del grupo provisional se la clasifica en el grupo inferior.

6.2.6 - Agrupada la especie, podrán adoptarse para el diseño todos los esfuerzos admisibles indicados en 5.2.3.

7 Registro de grupos de especies de madera para uso estructural

7.1 - El ININVI mantendrá un Registro actualizado de los grupos de especies de madera aserrada para uso estructural.

7.2 - La incorporación de especies que cumplan con lo establecido en esta Norma al Registro señalado en 7.1 será autorizada por el ININVI.

8 Referencias

8.1 - PADT-REFORT/JUNAC, 1980. Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 especies del Perú. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima - Perú.

8.2 - PADT-REFORT/JUNAC, 1980, revisado 1987. Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de 104 Maderas de los Bosques Tropicales del Grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima - Perú.

8.3 - PIQUE, J., TEJADA, M., 1982, Working Stresses for Tropical Hardwoods of the Andean Group Countries. PADT.RFT/dt 5. Junta del Acuerdo de Cratagena. Lima - Perú.

8.4 - SCALETTI, H., 1983. Influencia de defectos en la Rigidez y Resistencia de Vigas de 5 especies de la Subregión Andina. PAD-REFORT. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima - Perú.

8.5 - ITINTEC 251.013-80 MADERAS. Método de Determinación del Cizallamiento Paralelo al Grano.

8.6 - ITINTEC 251.014-80 MADERAS. Método de Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.

8.7 - ITINTEC 251.016-80 MADERAS. Método de Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.

8.8 - ITINTEC 251.017-80 MADERAS. Método de Ensayo de Flexión Estática.

8.9 - PADT-REFORT/JUNAC. 1984. Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. 3a. Edición preliminar. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima - Perú.

8.10 - BOHANNAN, B., 1966. Effect of Size on Bending Strength of Wood Members. USDA Forest Service. Rescarch Paper FPL 56. Forest Products Laboratory, Madison. Wisconsin. E.E.U.U.

8.11 - MADSEN, B., 1972. Duration of Load Tests for Wet Lumber in Bending. Report N° 4. Structural Rescarch Series. Department of Civil Engineering. University of Bristish Columbia. Vancouver, B.C., Canadá.

8.12 - NOACK, D., 1970. Evaluación de Propiedades de Maderas Tropicales. Trabajo presentado en la 1ra. Reunión del Grupo de Trabajo "IUFRO". Hamburgo. Traducción: OVERBEEK, A.

8.13 - SCALETTI, H., 1979. Consideraciones para Determinar el Número de Repeticiones por Arbol y por Especie para Ensayos de Vigas a Escala Natura. Documento Interno de Trabajo. PADT-REFORT/JUNAC. Lima - Perú.

indecopi

COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES

NORMA TECNICA PERUANA

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De La Prosa 138, San Borja Lima - Perú Telf. 2247800 Fax. 2240348 e-mail: postmaster@indecopi.gob.pe WEB: www.indecopi.gob.pe

DIRECCION DE INFORMACION Y EXTENSION - ITINTEC - Normateca

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TECNICAS (ITINTEC) LIMA - PERU

1 NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 251.102 MADERA ASERRADA. Defectos. Método de medición.
ITINTEC 251.104 MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Clasificación visual y requisitos.

2. OBJETO

2.1 La presente norma establece el método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad, módulo de elasticidad aparente, módulo de corte y la resistencia a la flexión en vigas de madera a escala natural sometidas a flexión.

3. CAMPO DE APLICACION

3.1 Esta norma se aplica a secciones cuadradas y rectangulares de madera sólida.

4. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

4.1 Símbolos

A	Area de la sección transversal o escuadría, en milímetros cuadrados (mm2).
a	Distancia entre el punto de carga y el punto de apoyo en la viga, en milímetros (mm).
E	Módulo de elasticidad, en megaPascales (N/mm2).
F	Fuerza, en Newtons (N).
f	Esfuerzo, en megaPascales (N/mm2).
G	Módulo de corte o de rigidez, en megaPascales (N/mm2).
h	Peralte o la mayor dimensión de la escuadría de la viga, en milímetros (mm).
I	Momento de inercia de la sección, en milímetros a la cuarta (mm^4).
l	Luz total, en milímetros (mm).
l_1	Luz para determinar el módulo de elasticidad, en milímetros (mm).
Z	Módulo de sección, en milímetros cúbicos (mm^3)
w	Deflexión o deformación en milímetros (mm).
d	Densidad, en kilogramos por metro cúbico (kg/m3).
C.H.	Contenido de humedad, en porcentaje (%).

4.2 Abreviaturas

app	aparente

R.D. Nº 1141-88-ITINTEC-DG 88-10-04 11 páginas 05 ABR. 1989

C.D.U. 673.09

TODA REPRODUCCION INDICAR EL ORIGEN

c	compresión
m	flexión
t	tensión
u	última o máxima
adm	admisible

4.3 Prefijos

Δ	incremento

5. APARATOS Y/O INSTRUMENTOS

5.1 Máquina de ensayo

- Con marco de carga que permita apoyar la viga y se flexione sin restricciones.
- El cabezal de carga debe aplicar fuerzas transversales sobre la viga evitando la concentración de esfuerzos.
- La capacidad de la máquina de ensayo debe ser mínimo de 5 000 kg.

5.2 Dispositivos de apoyo

5.2.1 Planchas de apoyo (Fig. 1)

Con las dimensiones siguientes:

- Espesor de 12 mm.
- Ancho igual al espesor de la viga.
- Longitud de 150 mm.

5.2.2 Rodillos de apoyo

- Sistema de rodillos que permitan la rotación de la viga, así como pequeños desplazamientos (Fig. 1).

5.2.3 Soportes o arriostres laterales (Fig. 2).

5.3 Dispositivos para la aplicación de cargas

5.3.1 Bloques de carga (Fig. 3).

Con las dimensiones siguientes:

- Radio de la curvatura 2 a 4 veces el peralte.
- Ancho igual o mayor al espesor de la viga.
- Longitud igual al peralte.

5.4 Dispositivos para medir la deflexión

5.4.1 Deformómetro o deflectómetro con una aproximación a 0,1 mm y una carrera mínima de 25 mm.

5.4.2 Regla de deformación, con una longitud de 5 veces el peralte.

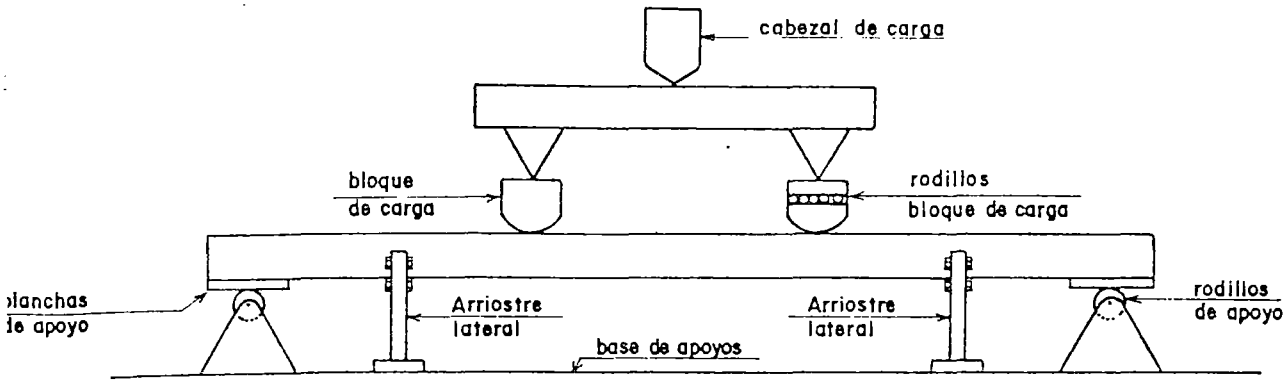


Fig. 1 ESQUEMA DE APLICACION DE CARGAS Y APOYOS

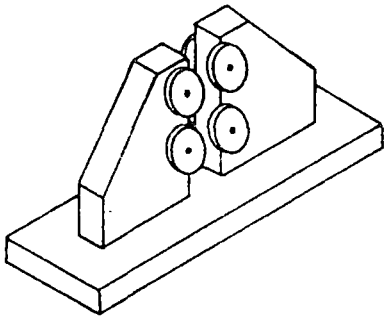


Fig. 2 ACCESORIO PARA ARRIOSTRE LATERAL

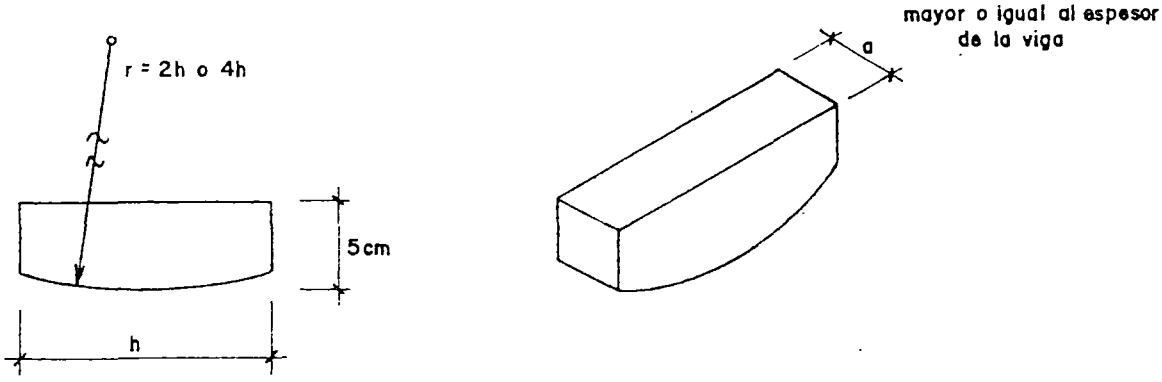


Fig. 3 BLOQUES DE APLICACION DE CARGA

6. PREPARACION Y CONSERVACION DE LAS MUESTRAS

6.1 Acondicionamiento

6.1.1 Las vigas se acondicionan antes del cepillado a la dimensión final en un ambiente con una humedad relativa de 60% ± 2% y una temperatura de 23ºC ± 2ºC hasta obtener peso constante.

6.1.2 En caso de no acondicionar las vigas, se indica el contenido de humedad de las muestras en el momento del ensayo.

6.1.3 Las muestras que se ensayen para determinar los esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad mínimo y promedio, se acondicionan a un contenido de humedad mayor o igual al 30%.

6.2 Dimensiones

6.2.1 Módulo de elasticidad

Las vigas para ensayo tendrán una longitud mínima de 19 veces el peralte de la sección.

6.2.2 Módulo de corte - Método de luz simple

Las vigas para ensayo tendrán una longitud mínima de 19 veces el peralte de la sección.

6.2.3 Resistencia a la flexión

Las vigas para ensayo tendrán una longitud mínima de 19 veces el peralte de la sección.

6.3 Medición

6.3.1 El espesor, ancho y longitud se miden en milímetros.

6.3.2 Las dimensiones de la escuadría se toman como el promedio de las dos medidas tomadas en los puntos medios entre el centro de la luz y las secciones de apoyo.

6.3.3 Las mediciones de las vigas se realizan previamente al ensayo.

6.4 Descripción de la muestra

6.4.1 Se describen los defectos presentes en la viga de preferencia en forma gráfica (Ver anexo A).

6.4.2 Se miden los defectos según el método de ensayo de la norma ITINTEC 251.102.

6.5 Clasificación visual por defectos

Las muestras que se ensayen para determinar los esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad mínimo y promedio, deben cumplir con la clasificación visual por defectos establecida en la norma ITINTEC 251.104.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Contenido de humedad

El contenido de humedad de las muestras se mide en la zona central con un detector de pines aislados.

7.2 Módulo de elasticidad

7.2.1 Se coloca la viga sobre los rodillos y planchas de apoyo, la distancia entre estos debe ser 18 veces el peralte (Fig. 4).

7.2.2 Se colocan los bloques de carga en dos puntos que correspondan a los tercios de la luz.

7.2.3 En caso de ser necesario se colocan los soportes o arriostres laterales para evitar esfuerzos de torsión.

7.2.4 Se aplica la carga a velocidad constante, evitando efectos de impacto, se tendrá cuidado que la carga máxima aplicada no exceda al límite proporcional o cause daño a la muestra aplicándose hasta un desplazamiento del cabezal de 90×10^{-3} h mm.

7.2.5 La velocidad de carga no debe ser mayor que 2×10^{-3} h mm/s donde h es el peralte de la viga, en milímetros. (1.68) mm/m 0.28 mm/s

7.2.6 Para determinar el modulo de elasticidad, la pendiente de la curva carga-deformación se mide sobre un desplazamiento del cabezal de 60×10^{-3} h mm de iniciada la aplicación de la carga.

7.2.7 La deformación se mide en el centro de la viga, es preferible que el deformómetro se extienda en vez de comprimirse, al cargar la viga.

7.2.8 Las lecturas de carga-deformación se hacen a intervalos regulares.

7.2.9 En la etapa inicial del ensayo, las deformaciones se miden con una aproximación de ± 0,1 mm para deflexiones mayores a 20 mm con una aproximación de ± 0,25 mm.

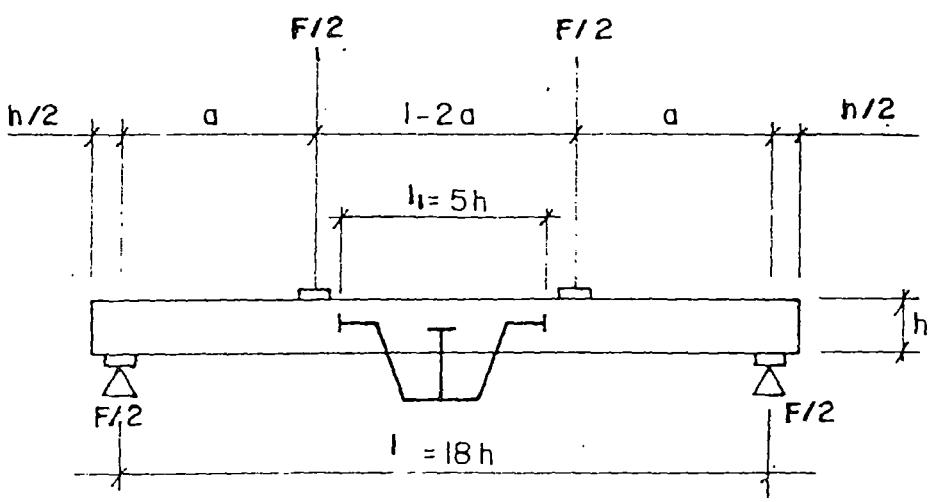


FIG. 4 ENSAYO PARA DETERMINAR EL MODULO DE ELASTICIDAD Y EL ESFUERZO MAXIMO EN FLEXION ESTATICA

7.3 Módulo de corte o de rigidez - Método de luz simple

7.3.1 Módulo de elasticidad

7.3.1.1 El procedimiento se lleva a cabo según lo establecido en 7.2.

7.3.2 Módulo de elasticidad aparente

7.3.2.1 Se coloca la viga sobre los rodillos y planchas de apoyo, la distancia entre éstos debe ser 5 veces el peralte (Fig. 5).

7.3.2.2 El bloque de carga se coloca en el centro de la luz de la viga.

7.3.2.3 En caso de ser necesario se colocan los arriostres laterales para evitar esfuerzos de torsión.

7.3.2.4 Se aplica la carga a velocidad constante, evitando efectos de impacto, esta no debe exceder a la del límite proporcional aplicándose hasta un desplazamiento del cabezal de 120×10^{-3} h mm.

7.3.2.5 La velocidad de carga no debe ser mayor que 2×10^{-4} h mm/s donde h es el peralte de la viga, en milímetros.

7.3.2.6 La deformación se mide en el centro de la viga, es preferible que el deformómetro se extienda en vez de comprimirse.

7.3.2.7 La carga se mide con una aproximación del 1% de la carga aplicada o para cargas menores que el 10% de la carga máxima se mide con una aproximación del 0,1%.

7.3.2.8 En el registro carga/deformación, las deformaciones se miden con una aproximación del 1% o para deformaciones menores que 2 mm con una aproximación de 0,02 mm.

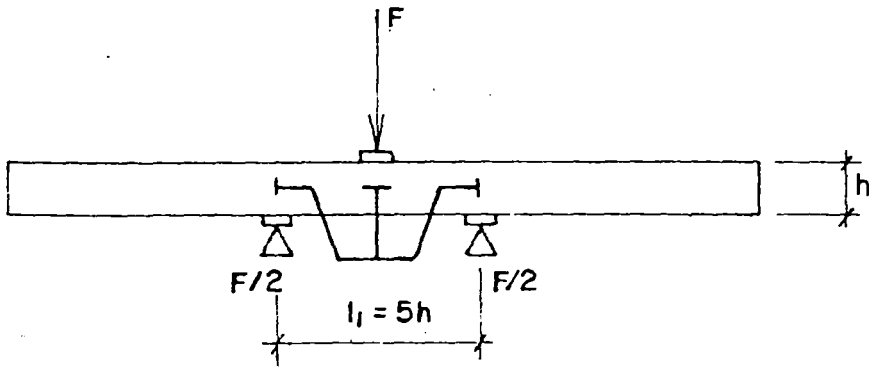


FIG. 5 ENSAYO PARA DETERMINAR EL MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE.

7.4 Resistencia a la flexión

7.4.1 Se sigue el procedimiento establecido para el módulo de elasticidad (7.2).

7.4.2 La velocidad de carga se ajusta de tal forma que se llegue a la carga máxima en 480 s ± 120 s.

7.4.3 Se describen las fallas en detalle de preferencia en forma gráfica.

8. EXPRESION DE RESULTADOS

8.1 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad en flexión estática se calcula de la forma siguiente:

$$E_m = \frac{a\, l_1^2 \Delta F}{16\, I\, \Delta w}$$

donde:

- a distancia entre el punto de carga y el punto de apoyo en la viga, en milímetros.
- l_1 luz para determinar el módulo de elasticidad, en milímetros.
- ΔF incremento de carga por debajo del límite proporcional, en Newtons.
- I momento de inercia de la sección, determinado de su dimensión actual, en milímetros a la cuarta potencia.
- Δw deformación bajo incremento de carga, en milímetros.
- E_m módulo de elasticidad, en megaPascales.

8.2 Módulo de corte o de rigidez - Método de luz simple

8.2.1 Módulo de elasticidad

Se calcula como se establece en 8.1

8.2.2 Módulo de elasticidad aparente

El módulo de elasticidad aparente en flexión estática se calcula de la forma siguiente:

$$E_{m,app} = \frac{l_1^3 \Delta F}{48\, I\, \Delta w}$$

donde:

- l_1 luz para determinar el módulo de elasticidad, en milímetros.
- ΔF incremento de carga por debajo del límite proporcional, en Newtons.
- I momento de inercia de la sección, determinado de su dimensión actual, en milímetros a la cuarta potencia.
- Δw deformación bajo el incremento de carga, en milímetros.

8.2.3 Módulo de corte

El módulo de corte se calcula de la forma siguiente:

$$G = \frac{1,2\ h^2}{l_1^2\left(\frac{1}{E_{m,app}} - \frac{1}{E_m}\right)}$$

donde:

h peralte de la sección, en milímetros.

l_1 luz para determinar el módulo de elaticidad aparente, en milímetros.

$E_{m,app}$ módulo de elasticidad aparente, en megaPascales.

E_m módulo de elasticidad para la misma muestra, en megaPascales.

8.3 Resistencia a la flexión

El esfuerzo máximo a la flexión se calcula de la forma siguiente:

$$f_{m,u} = \frac{a\ Fu}{2Z}$$

donde:

a distancia entre el punto de carga y el punto de apoyo de la viga, en milímetros.

Fu carga máxima, en Newtons.

Z módulo de la sección, determinado de las dimensiones actuales, en milímetros cúbicos.

8.4 Esfuerzo admisible y módulos de elasticidad

8.4.1 Para la determinación del esfuerzo admisible y los módulos de elasticidad mínimo promedio, los valores a considerar se obtendrán solamente de muestras que cumplan con lo establecido en el numeral 6.5.

8.4.2 Esfuerzo admisible

El esfuerzo admisible en flexión ($f_{adm,m}$) se calcula de la forma siguiente:

$$f_{adm,m} = \frac{FC \times FT}{FS \times FDC} \times f_{básico,m}$$

$$FT = \left(\frac{h}{290}\right)^{1/9}$$

donde:

FC coeficiente de reducción por calidad.

FT coeficiente de reducción por tamaño.

FS coeficiente de servicio o seguridad, igual a 2,0.

FDC coeficiente de duración de carga, igual a 1,15.

$f_{básico,m}$ esfuerzo básico en flexión, en megaPascales (N/mm2).

h peralte de la viga, en milímetros.

NOTA.- Los valores de FS y FDS corresponden a la Norma Técnica de Edificación ININVI E 102.

8.4.3 Esfuerzo básico

Los esfuerzos máximos (f_{mu}) obtenidos de los ensayos de las diferentes muestras para una misma especie se ordenan de menor a mayor, se numeran y se toma el valor que corresponde al número de orden igual al 5% del número total de ensayos. Este valor se considera como el mínimo correspondiente al límite de exclusión del 5% (5º percentil).

8.4.4 Módulo de elasticidad mínimo

Los módulos de elasticidad obtenidos de los ensayos de las diferentes muestras para una misma especie se ordenan de menor a mayor, se numeran y se toma el valor que corresponde al número de orden igual al 5% del número total de ensayos. Este valor se considera como el mínimo correspondiente al límite de exclusión del 5% (5º percentil).

8.4.5 Módulo de elasticidad promedio

Se promedian los módulos de elasticidad obtenidos de los ensayos de las diferentes muestras para una misma especie. Este valor se considera como el módulo de elasticidad promedio.

9. INFORME DEL ENSAYO

9.1 En el informe se debe indicar:

9.1.1 Especie.

9.1.2 Dimensiones nominales.

9.1.3 Método de muestreo.

9.1.4 Grado de calidad.

9.1.5 Método y forma de acondicionamiento.

9.1.6 Método de ensayo.

9.1.7 Condiciones de temperatura y humedad relativa en el momento del ensayo.

9.1.8 Equipo usado.

9.1.9 Contenido de humedad de la muestra en el momento del ensayo.

9.1.10 Densidad básica.

9.1.11 Dimensiones actuales.

9.1.12 Valores de los módulos y resistencia máxima.

9.1.13 Tipo de defectos.

9.1.14 Alguna otra información que haya influido en los resultados.

10. ANTEÇEDENTES

10.1 ININVI NTE E 102:1988 Agrupamiento de maderas tropicales aserradas para uso estructural.

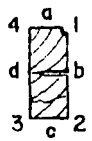
10.2 ISO 8375:1985 Solid timber in structural sizes. Determination of some physical and mechanical properties.

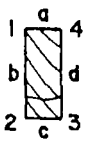
10.3 ASTM D 198-1976 Standards methods of static tests of timbers in structural sizes.

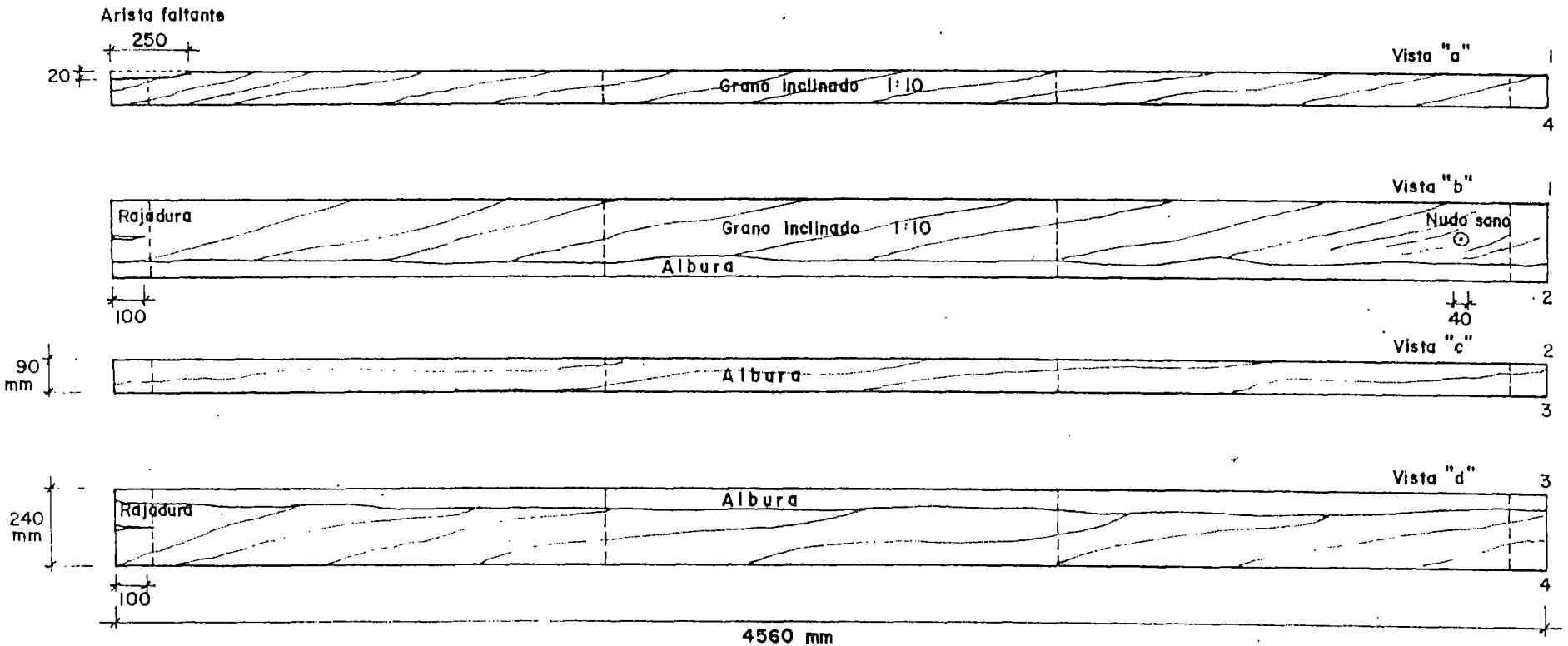
10.4 BSI 5820:1979 Methods of test for determination physical and mechanical properties of timber structural sizes.

****

ANEXO A EJEMPLO DEL REGISTRO DE DEFECTOS







ESCALA 1:20

3.4.7 Norma de Clasificación Visual

La Norma de Clasificación Visual por Defectos PADT–REFORT que se presenta a continuación está destinada a la clasificación de madera aserrada para uso estructural. Todas las piezas que satisfagan la mencionada regla clasifican como Madera Estructural y todas las propiedades resistentes y elásticas asignadas a las especies agrupadas en grupos resistentes son aplicables sin otras restricciones que las tolerancias en dimensiones para la habilitación y fabricación de componentes.

En el desarrollo de la Norma de Clasificación Visual se han tenido como referencia los documentos (3, 4, 5, 6) de la lista de referencias del capítulo que aparece al final del Manual.

ALABEO

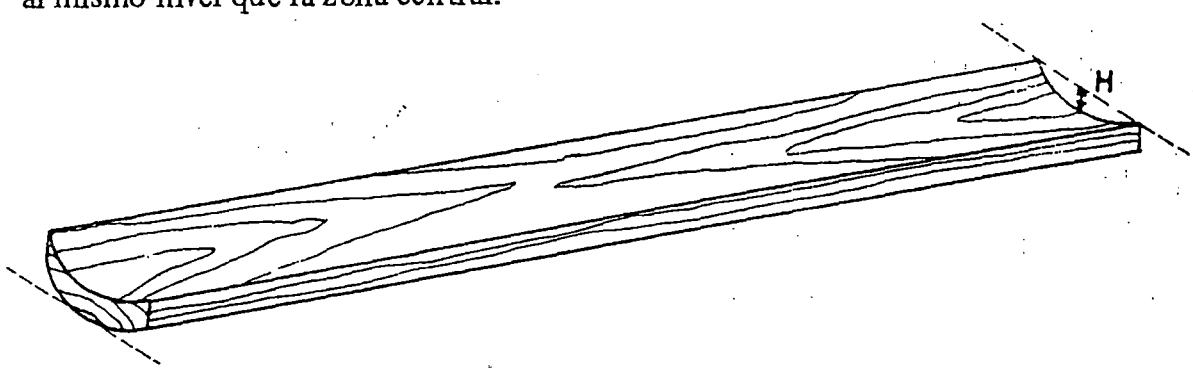
Es la deformación que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudinal, transversal o de ambos.

Se consideran:

a. Abarquillado
b. Arqueadura
c. Encorvadura
d. Torcedura

a. Abarquillado

Es el alabeo de las piezas cuando las aristas o bordes longitudinales no se encuentran al mismo nivel que la zona central.

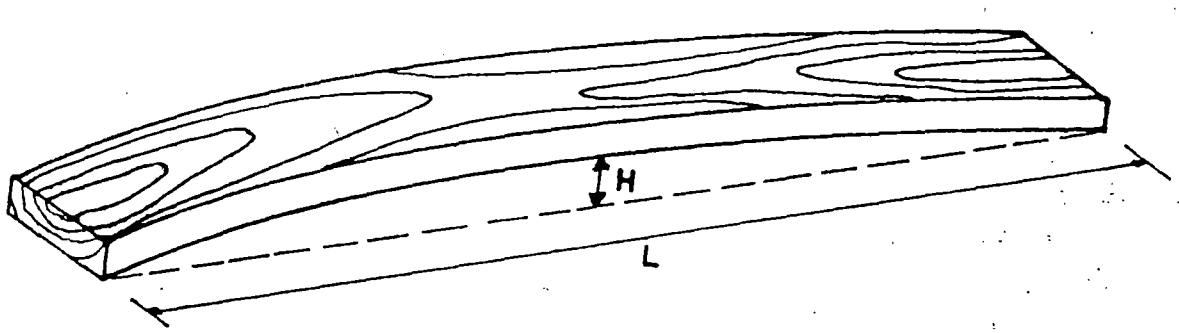


Reconocimiento.- Al colocar la pieza de madera sobre una superficie plana apoyará la parte central de la cara quedando levantados los cantos, presentando un aspecto cóncavo o de barquillo.

Tolerancia.- Se permiten en forma leve, no mayor de 1 por ciento del ancho de la pieza.

b. Arqueadura

Es el alabeo o curvatura a lo largo de la cara de la pieza.

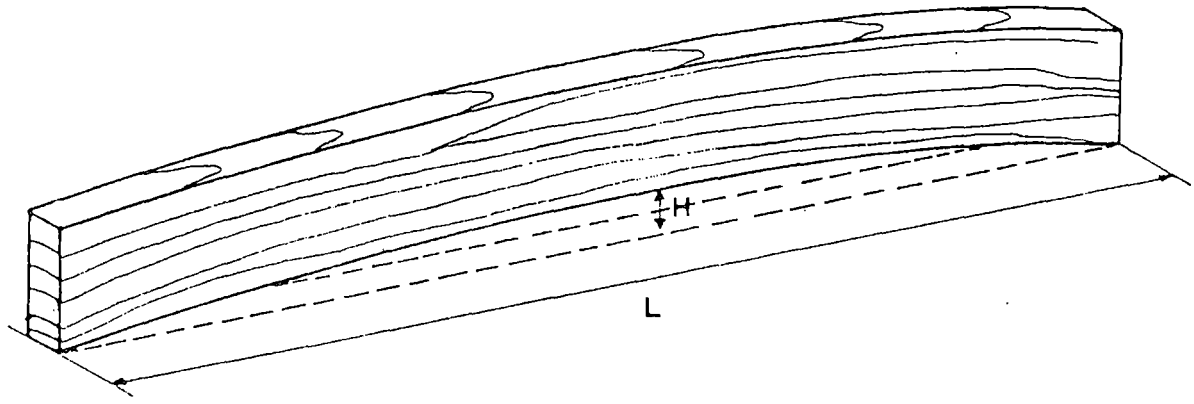


Reconocimiento.- Al colocar la pieza sobre una superficie plana se observará una luz o separación entre la cara de la pieza de madera y la superficie de apoyo.

Tolerancia.- Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud o su equivalencia: $\frac{H}{L} < 0.33$

c. **Encorvadura**

Es el alabeo o curvatura a lo largo del canto de la pieza.

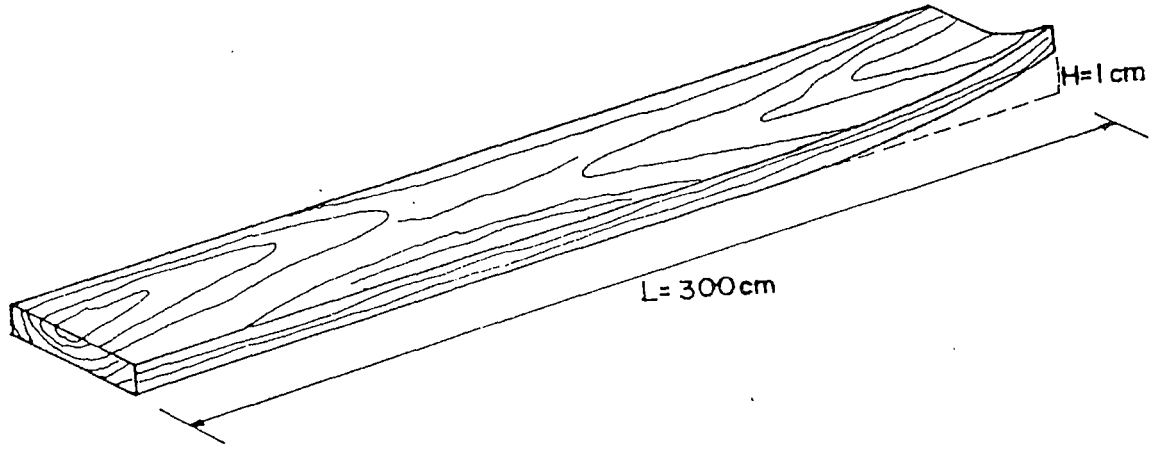


Reconocimiento.- Al colocar la pieza sobre una superficie plana se observará una luz o separación entre el canto de la pieza de madera y la superficie de apoyo. Se ubicará el lugar de mayor distanciamiento para ser medido.

Tolerancia.- Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud o su equivalente: $\frac{H}{L} < 0.33\ \%$

d. **Torcedura**

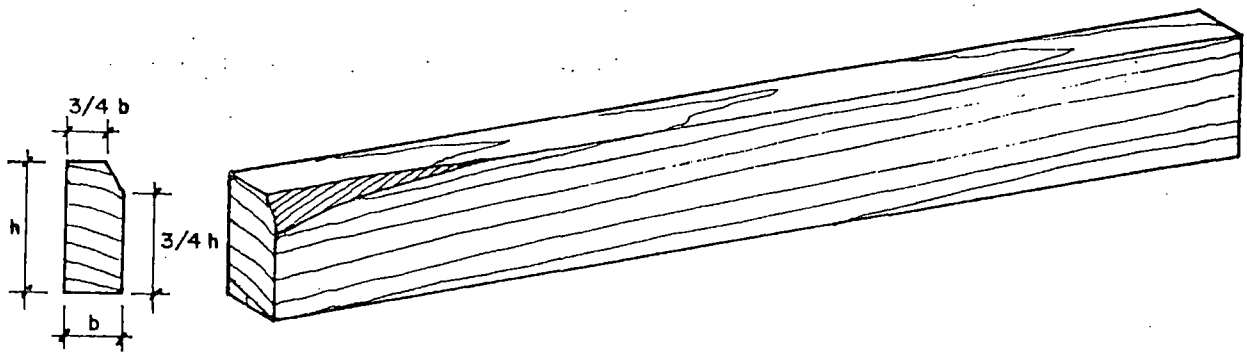
Es el alabeo que se presenta cuando las esquinas de una pieza de madera no se encuentran en el mismo plano.



Reconocimiento.- Al colocar la pieza sobre una superficie plana se observará el levantamiento de una o más aristas en diferentes direcciones.

Tolerancia.- Se permite solamente cuando este defecto se presenta en forma muy leve y en una sola arista. Se permite 1 cm de alabeo para una pieza de 3 m de longitud.

ARISTA FALTANTE

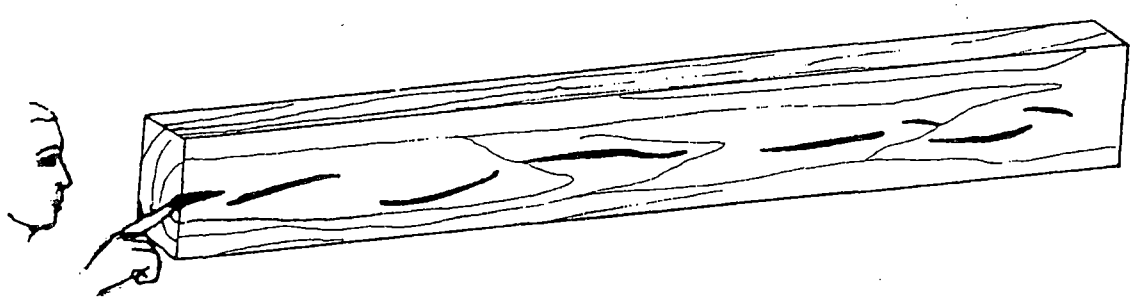


Reconocimiento.- Es la falta de madera en una o más aristas de la pieza.

Tolerancia.- Se permite en una sola arista. Las dimensiones de la cara y el canto donde falta la arista deberán ser por lo menos los tres cuartos de las respectivas dimensiones de la sección completa.

DURAMEN QUEBRADIZO

Es la parte más interior del leño, generalmente de color más oscuro y de mayor durabilidad que la albura, aunque no está siempre nítidamente diferenciado de ella. Constituye normalmente la mayor proporción del centro del tronco.

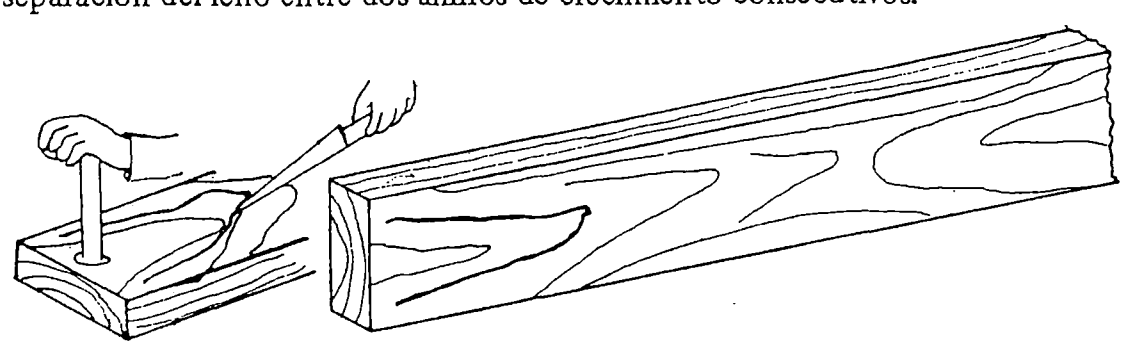


Reconocimiento.- Porción de madera en una zona de aprox. 10 cm de diámetro adyacente a la médula caracterizada por una fragilidad anormal. Se presenta en forma de grietas de media luna. Es más frecuente en árboles viejos y puede presentar deterioro.

Tolerancia.- Ninguna. No se permite.

ESCAMADURA O ACEBOLLADURA

Es la separación del leño entre dos anillos de crecimiento consecutivos.



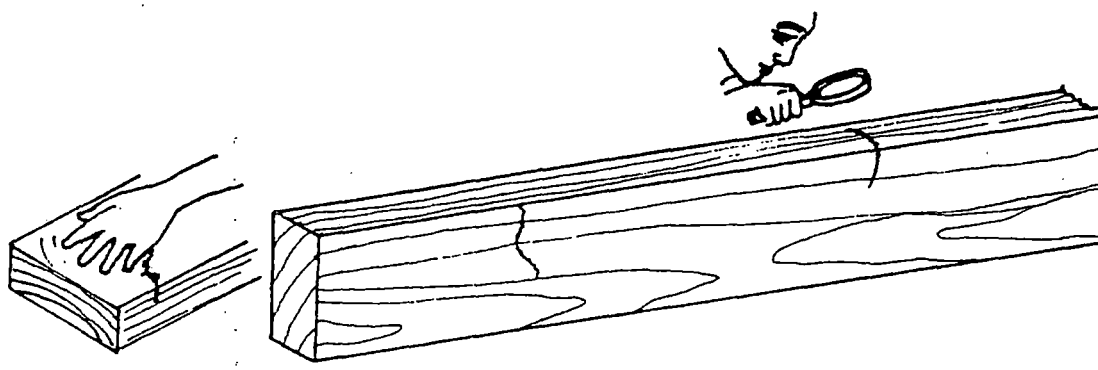
Reconocimiento.- Se observan como escamas superficiales en las caras tangenciales de una pieza de madera.

Tolerancia.- No se permite en las aristas. Se permite en las caras si es paralela al eje de la pieza, de una profundidad menor de un décimo del espesor y una longitud no mayor de un cuarto de la longitud total.

FALLAS DE COMPRESION

Es la deformación y rotura de las fibras de la madera como resultado de compresión o flexión excesiva en árboles en pie causados por su propio peso, o por acción del viento. Pueden producirse además durante las operaciones de corte y apeo de los árboles o por un mal apilado de la madera aserrada.

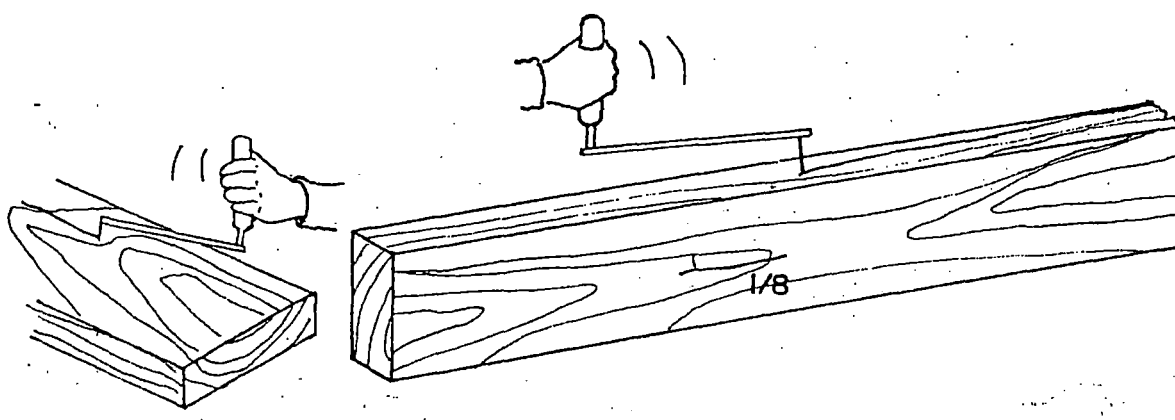
Reconocimiento.- Se observan en las superficies **bien cepilladas** de una pieza como arrugas finas perpendiculares al grano. **Estas fallas originan zonas con muy poca o ninguna capacidad mecánica, por lo que su correcta identificación es fundamental para la seguridad de la estructura.** Se presenta en árboles que tienen el tallo y fuste muy ahusado o cónico.



Tolerancia.- Ninguna. No se permiten.

GRANO INCLINADO

Es la desviación angular de las fibras de la madera en relación al eje longitudinal de la pieza.

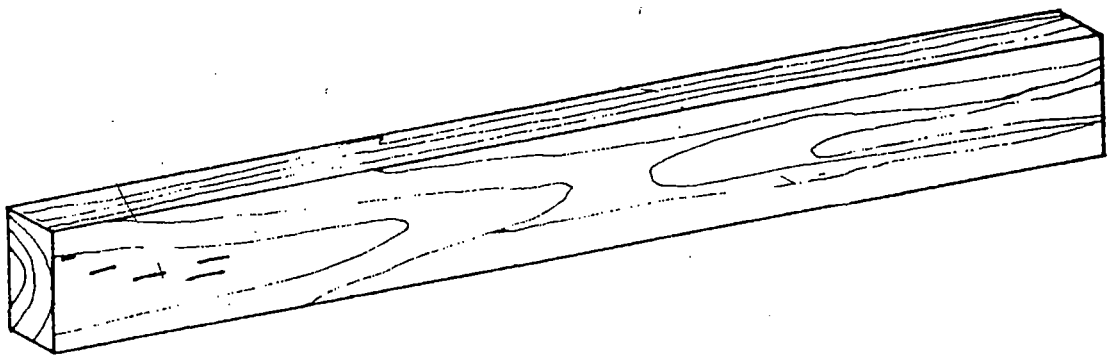


Reconocimiento.- Es la desviación angular que presenta el grano con respecto al eje longitudinal de la pieza. Es necesario hacer uso repetido del detector del grano sobre las caras y cantos de la pieza.

Tolerancia.- Se permite en cara o canto hasta un máximo de 1/8 de inclinación.

GRIETA

Es la separación de los elementos de la madera en dirección radial y longitudinal que no alcanza a afectar dos caras de una pieza, o dos puntos opuestos de la superficie de una madera rolliza.

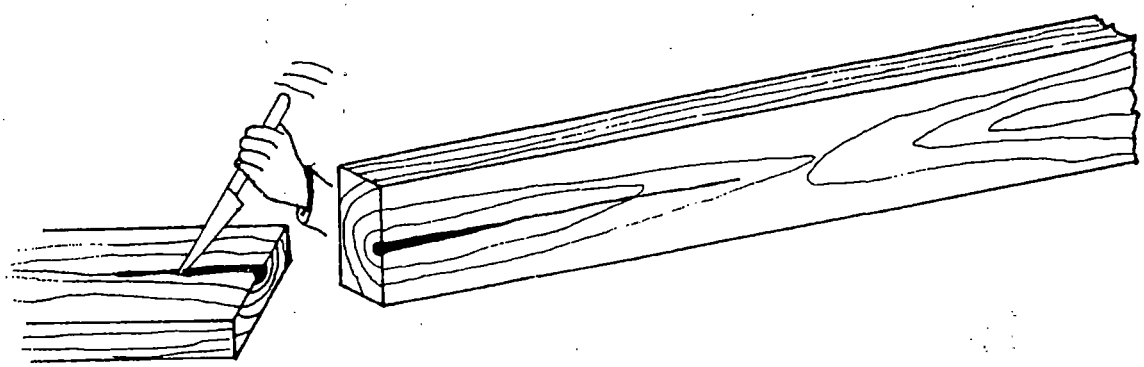


Reconocimiento.- Se observan como separaciones discontinuas y superficiales, de aproximadamente un milímetro de separación y 2 a 3 mm de profundidad. Este defecto se produce durante el proceso de secado.

Tolerancia.- Se permiten moderadamente. La suma de sus profundidades, medidas desde ambos lados, no debe exceder un cuarto del espesor de la pieza.

MEDULA

Es la parte central del duramen constituida esencialmente por parénquima, tejido generalmente blando o células muertas.



Reconocimiento.- Es la pequeña zona de tejido esponjoso situada en el centro del duramen. Es susceptible al ataque de hongos e insectos.

Tolerancia.- No se permite.

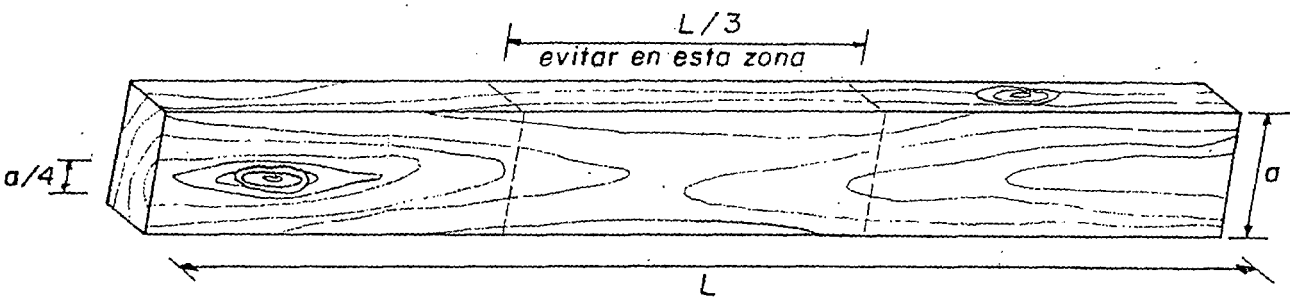
NUDO

Es el área de tejido leñoso, resultante del rastro dejado por el desarrollo de una rama, cuyas características organolépticas y propiedades son diferentes a la madera circundante.

Se consideran:

a. Nudo sano
b. Nudo hueco
c. Nudos arracimados

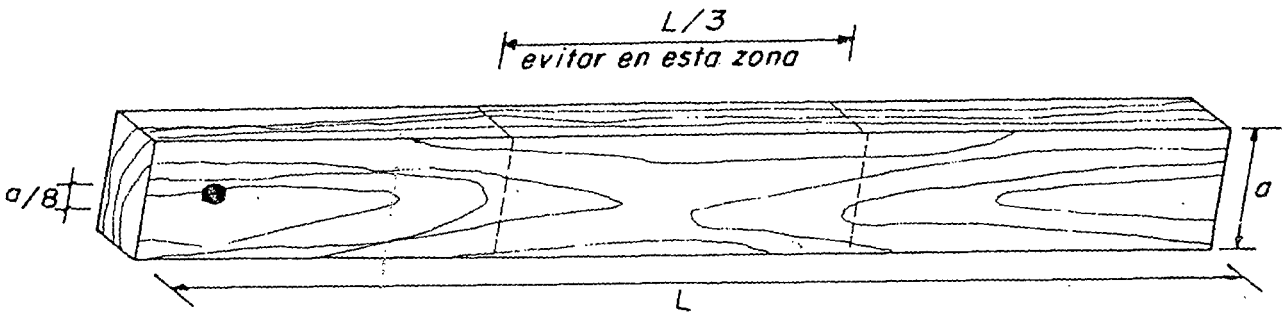
a. Nudo Sano



Reconocimiento.- Es la porción de rama entrecruzada con el resto de la madera y que no se soltará o aflojará durante el proceso de secado y uso. No presenta deterioro ni pudrición.

Tolerancia.- Se permiten hasta un diámetro de 1/4 del ancho de la cara, con un máximo de 4 cm y con un distanciamiento entre nudos mayor de 100 cm.

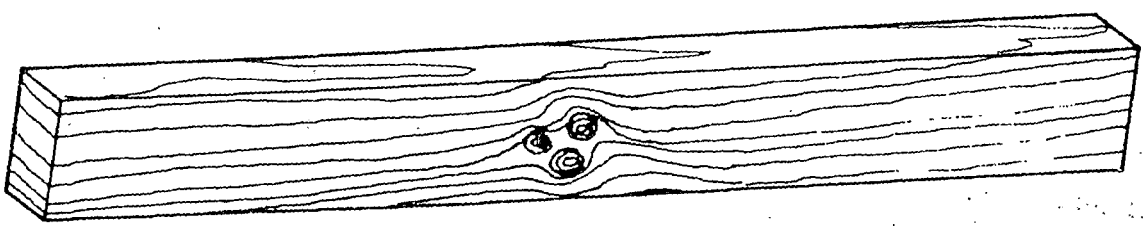
b. Nudo Hueco



Reconocimiento.- Son los espacios huecos dejados por los nudos al desprenderse de la madera. A los nudos sueltos o con deterioro se los debe considerar como nudos huecos

Tolerancia.- Se permite hasta un diámetro de 1/8 del ancho de la cara y hasta un máximo de 2 cm Evitarlos en cantos sometidos a tracción.

c. Nudos Arracimados

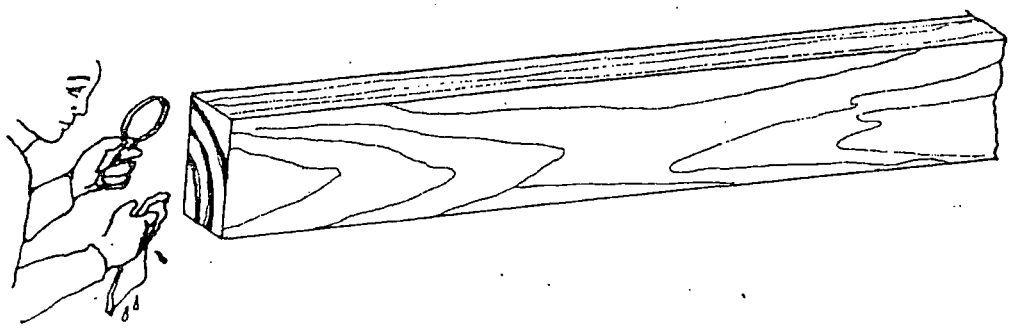


Reconocimiento.- Se observan con el agrupamiento de dos o más nudos desviando notoriamente la dirección de las fibras que lo rodean.

Tolerancia.- No se permiten.

PARENQUIMA

Son células típicamente en forma de paralelepípedo, presentan paredes delgadas. Sirven para almacenar sustancias de reserva. Son susceptibles al ataque de hongos e insectos.



Reconocimiento.- Son células correspondientes al tejido blando, por lo general de color más claro que la parte fibrosa del leño. Se distribuyen en bandas concéntricas y son visibles a simple vista en la sección transversal de la pieza de madera previamente humedecida.

Tolerancia.- No se permite en piezas que van a estar sometidas a esfuerzos de compresión paralela al grano. Para otros usos si se permite. Las bandas parenquimatosas no deben ser mayores de 2 mm. de espesor.

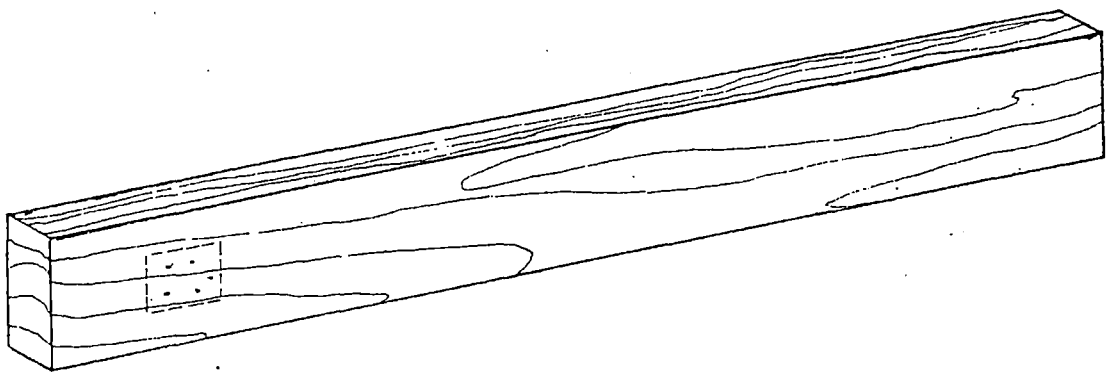
PERFORACIONES

Son agujeros o galerías causadas por el ataque de insectos o larvas.

Se consideran:

a. Perforaciones pequeñas
b. Perforaciones grandes

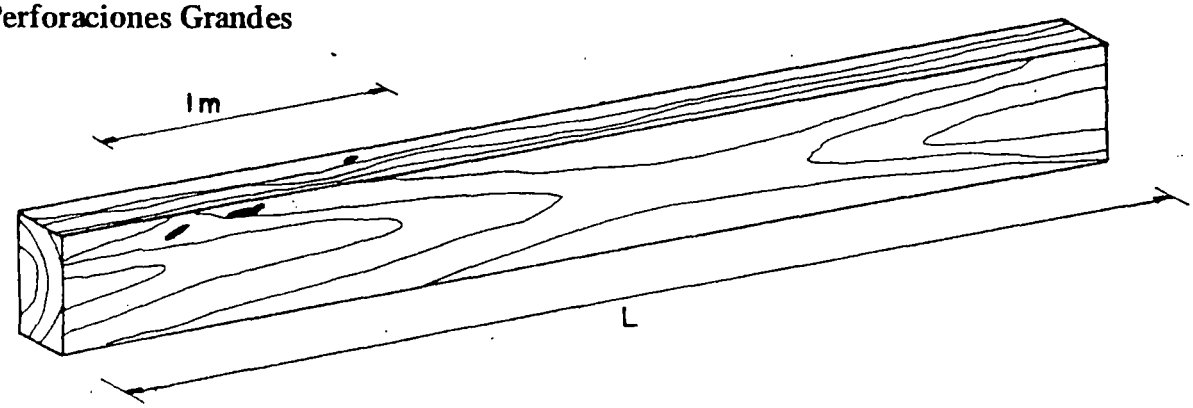
a. **Perforaciones Pequeñas**



Reconocimiento.- Son agujeros con diámetros iguales o menores a 3 mm producidos por insectos de tipo Ambrosia. Insectos tipo Lyctus no se aceptan.

Tolerancia.- Se permiten cuando su distribución es moderada y comprende una zona menor que un cuarto de la longitud total de la pieza. Máximo 6 agujeros por 100 cm^2. No alineados ni pasantes.

b. **Perforaciones Grandes**



Reconocimiento.- Son agujeros con diámetros mayores de 3 mm producidos por insectos o larvas perforadoras tipo "brocas de los domicilios". Bostrychidae.

Tolerancia.- Se permiten cuando su distribución es moderada y superficial. Máximo 3 agujeros por metro lineal. No alineados ni pasantes.

PUDRICION

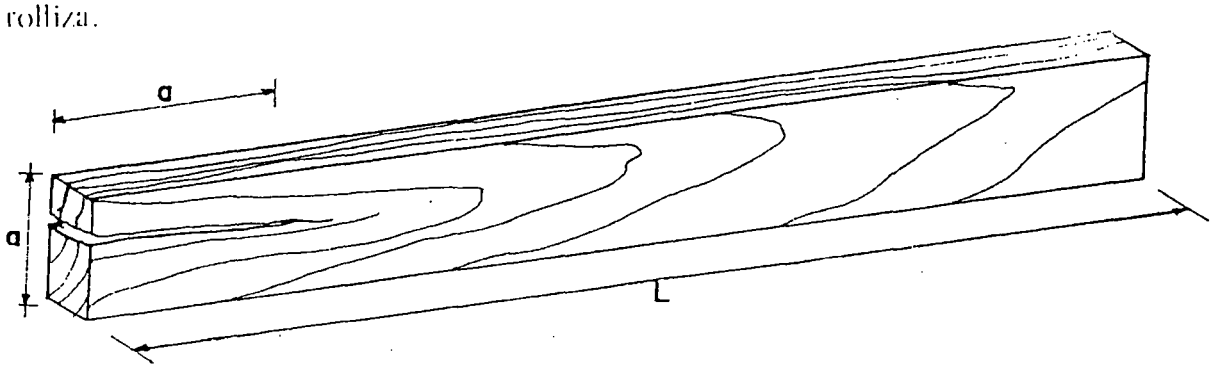
Es la descomposición de la madera en la que se presentan cambios en apariencia y color y pérdida de propiedades físicas y mecánicas.

Reconocimiento.- La pudrición clara se reconoce por la coloración blanquecina de la madera debida a la descomposición de la lignina. La pudrición parda o castaña se caracteriza por la descomposición de la celulosa de las fibras, la superficie de la zona afectada presenta rajaduras formando pequeños cubos o bloques de madera descompuesta.

Tolerancia.- No se permite.

RAJADURAS

Son separaciones naturales entre los elementos de la madera que se extienden en la dirección del eje de la pieza y afectan totalmente su espesor, o dos puntos opuestos de una madera rolliza.



Reconocimiento.- Se observan como separaciones del tejido leñoso en la dirección del grano.

Tolerancia.- Se permite sólo en uno de los extremos de la pieza y de una longitud no mayor al ancho o cara de la pieza.

3.5 AGRUPACION DE MADERAS TROPICALES EN GRUPOS ESTRUCTURALES

El número de especies de madera en la Subregión Andina que pueden ser adecuadas para la construcción es muy grande, mucho mayor que el número de especies que actualmente se conocen y destinan a esta aplicación. Para evitar la selectividad de los usuarios hacia una o pocas especies conocidas cuando existen otras de características similares, se ha considerado apropiado agrupar a las especies ensayadas en tres grupos estructurales. Esto debe permitir mayor flexibilidad en el uso de las maderas tropicales, evitando preferencias injustificadas que incrementen los precios del material.

BIBLIOGRAFIA

- PROYECTOS ANDINOS DE DESARROLLO TECNOLOGICO EN EL AREA DE RECURSOS FORESTALES TROPICALES; MANUAL DE DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO; Junta del Acuerdo de Cartagena; Lima 1984.

- MANUAL DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE LA SUB REGION ANDINA; INIA 1996.

- PROYECTOS ANDINOS DE DESARROLLO TECNOLOGICO EN EL AREA DE RECURSOS FORESTALES TROPICALES; INFLUENCIA DE DEFECTOS EN LA RIGIDEZ Y RESISTENCIA DE VIGAS DE 5 ESPECIES DE LA SUB REGION ANDINA; Junta del Acuerdo de Cartagena; Lima 1983.

- PROYECTOS ANDINOS DE DESARROLLO TECNOLOGICO EN EL AREA DE RECURSOS FORESTALES TROPICALES; SECADO Y PRESERVACIÓN DE 105 MADERAS DEL GRUPO ANDINO; Junta del Acuerdo de Cartagena; Lima 1983.

- USO ESTRUCTURAL DE LA MADERA MOENA AMARILLA; Tesis de Grado; Facultad de Ingeniería Civil; UNI-1992.

- ESTUDIO DE LA MADERA CAPIRONA PARA USO ESTRUCTURAL; Tesis de grado; Facultad de Ingeniería Civil; UNI-2002.

- NORMA N° 251.010 MADERAS. METODO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD; Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. ITINTEC; Lima 1980.

- NORMA N° 251.011 MADERAS. METODO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD; Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. ITINTEC; Lima 1980.

- NORMA N° 251.017 MADERAS. METODO DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA; Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. ITINTEC; Lima 1980.

- NORMA N° 251.104 MADERA ASERRADA. MADERA AERRADA PARA USO ESTRUCTURAL. CLASIFICACION VISUAL Y REQUISITOS; Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. ITINTEC; Lima 1980.

- NORMA N° 251.107 MADERA ASERRADA. MADERA ASERRADA PARA USO ESTRUCTURAL. METODO DE ENSAYO DE FLEXION PARA VIGAS A ESCALA NATURAL; Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. ITINTEC; Lima 1980.

- DESCRIPCIÓN DE PRPIEDADES FISICO MECANICAS Y USOS DE LA MADERA EN EL PERU; Arostegui V. Antonio; Lima 1970.

- RECOPILACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS DE MADERAS PERUANA; Arostegui V. Antonio; Lima 1982.

- UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DE NUEVAS ESPECIES FORESTALES EN EL PERU; Cámara Nacional Forestal del Ministerio de Agricultura y la Organización Internacional de Maderas Tropicales; Perú 1996.

- DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA ; Jarry Parker M.C.; México 1972.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES- INRENA; BOLETÍN "EL FORESTAL"; Lima.