

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
Programa Académico de Ingeniería Civil



TESIS

**“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA
MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCIÓN,
IQUITOS 2023”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Herrera Noel, Bruno Davor

Chávez Arévalo, Eladio

ASESORES:

Ing. Caleb Ríos Vargas Ms C.

Código ORCID: 0000-0002-7183-4892

Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari Ms C.

Código ORCID: 0000-0002-1616-7601

Iquitos – Perú.

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 224-2023-UCP-FCEI, del 24 de marzo del 2023, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 212-2025-UCP-FCEI, del 25 de febrero del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 11:00 a.m. del día 10 de marzo del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCIÓN, IQUITOS 2023"**.

Presentado por:

BRUNO DAVOR HERRERA NOEL

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

ELADIO CHAVEZ AREVALO

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

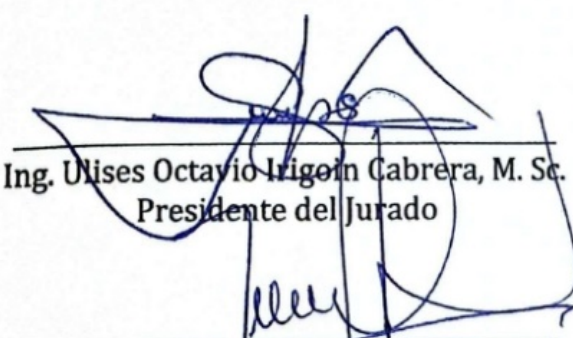
Asesor: Ing. CALEB RÍOS VARGAS, M. Sc. y **Co Asesora:** Ing. CLAUDIA DE JESÚS MORALES AQUITUARI, M. Sc

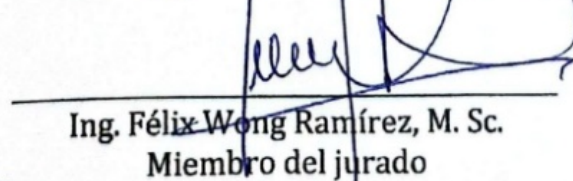
Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

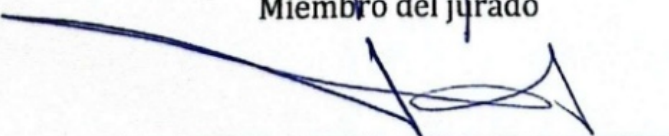
La sustentación es: APROBADA POR UNANIMIDAD

A las 12:15 horas culminó el acto público.

En fe de los cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.


Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.
Presidente del Jurado


Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
Miembro del jurado


Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.
Miembro del jurado

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCIÓN, IQUITOS 2023”

De los alumnos: **BRUNO DAVOR HERRERA NOEL Y ELADIO CHÁVEZ ARÉVALO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **20% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 13 de Diciembre del 2024.



Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores
Presidente del Comité de Ética – UCP

UCP_INGENIERIA
CIVIL_2024_TESIS_BRUNO_HERRERA_EL
DIO_CHAVÉZ_V1



Nombre del documento: UCP_INGENIERIA
CIVIL_2024_TESIS_BRUNO_HERRERA_ELADIO_CHAVEZ_V1.pdf
ID del documento: c398636057e7ddc625faeaf76b3e5982573413b
Tamaño del documento original: 667,61 kB
Autores: ∅

Depositante: Chris Angela Ramirez Flores
Fecha de depósito: 9/12/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 9/12/2024

Número de palabras: 10.716
Número de caracteres: 69.197

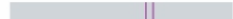
Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 www.inacal.gob.pe https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/1jer/prensa/files/MADERA.pdf 10 fuentes similares	5%		 Palabras idénticas: 5% (506 palabras)
2	 pdfcoffee.com NORMAS TECNICAS PERUANAS DE MADERA.pdf - PDFCOFFEE.COM https://pdfcoffee.com/normas-tecnicas-peruanas-de-maderapdf-5-pdf-free.html 10 fuentes similares	4%		 Palabras idénticas: 4% (432 palabras)
3	 repositorio.uncp.edu.pe https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2571/Morales del Pozo.pdf 7 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (186 palabras)
4	 kupdf.net Temas Peones - Free Download PDF https://kupdf.net/download/temas-peones_5a2e8bf6e2b6f511592b034e_pdf 2 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (187 palabras)
5	 cedinfor.lamolina.edu.pe http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol04_no1-2_Ene-Dic70_(07)/vol4_art2.pdf 9 fuentes similares	1%		 Palabras idénticas: 1% (125 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 cedinfor.lamolina.edu.pe http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol05_no1-2_Ene71-Dic74_(08)/vol5_art1.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	 Documento de otro usuario #e73f26  El documento proviene de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
3	 Documento de otro usuario #dac3a7  El documento proviene de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
4	 editorial.unam.edu.ar https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/f5_978-950-579-154-5.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	 lamolina.edu.pe VIVERO FORESTAL http://lamolina.edu.pe/facultad/forestales/viveroforestal/interior/presentacion.htm	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: BRUNO DAVOR HERRERA NOEL Y ELADIO CHAVEZ AREVALO

**La Tesis sustentada en acto público el día 10 de marzo del 2025, a las 11: 00 am,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



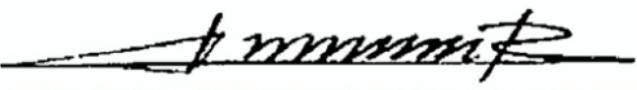
**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC.
PRESIDENTE DE JURADO**



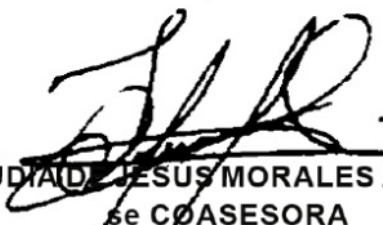
**ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. CALEB RÍOS VARGAS, M. SC.
ASESOR**



**ING. CLAUDYAD JESUS MORALES AQUITUARI, M.
se COASESORA**

DEDICATORIA

“Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre Magali, pues sin ella no lo había logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi paciencia y amor incondicional madre mía, te amo”.

Bruno Herrera Noel

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a mis padres Magali y Anibal, por su amor incondicional, comprensión y ánimo constante. Su fe en mis capacidades ha sido una fuente de motivación y fuerza durante todo mi recorrido académico.

Agradezco también a mi novia Blanca por su apoyo emocional y estar siempre ahí ofreciéndome su apoyo incondicional en este trayecto de la investigación.

Bruno Herrera Noel

ÍNDICE DE CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	iii
HOJA DE APROBACION.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
INDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Bases Teóricas	8
1.2.1. Generalidades de la Madera	8
1.2.2. Propiedades Físicas de la Madera.....	9
1.2.2.1. Contenido de Humedad.....	9
1.2.2.2. Cambios Dimensionales	11
1.2.3. Propiedades Mecánicas de la Madera:	15
1.2.3.1. Resistencia a la compresión paralela a la fibra	16
1.2.3.2. Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra.....	16
1.2.3.3. Resistencia a la tracción.....	17
1.2.3.4. Resistencia al corte paralelo a la fibra (Cizallamiento): .	17
1.2.3.5. Flexión Estática.	18
1.2.3.6. Módulo de Elasticidad (E):.....	18
1.2.3.7. Dureza	19
1.2.3.8. Módulo de Rotura:	19
1.2.3.9. Uso Estructural	20
1.2.4. Distribución de la especie Machimango negro.....	21
1.2.5. Características Tecnológicas	21
1.3. Definición de Términos Básicos:.....	21

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
2.1. Descripción del Problema	25
2.2. Formulación del Problema	26
2.2.1. Problema general	26
2.2.2. Problemas Específicos	26
2.3. Objetivos	27
2.3.1. Objetivo general	27
2.3.2. Objetivos específicos	27
2.4. Justificación e importancia de la investigación	27
2.5. Alcances y limitaciones de la investigación	30
2.6. Hipótesis	31
2.6.1. Hipótesis general.....	31
2.6.2. Hipótesis específicas.....	32
2.7. Variables	32
2.7.1. Identificación de variables	32
2.7.2. Definición de variables	32
2.7.3. Operacionalización de variables	32
2.7.3.1. Identificación de variables	32
2.7.4. Operacionalización de variables	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	33
3.1. Nivel y tipo de investigación.....	33
3.1.1. Nivel de investigación.....	33
3.1.2. Tipo de Investigación	33
3.2. Diseño de la investigación	33
3.3. Población y muestra	33
3.3.1. Población	33
3.3.2. Muestra	34
3.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	34
3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.4.2. Procedimientos.....	34

3.5. Procesamiento y análisis de la información	40
3.6. Procesamiento de la Información:	42
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
4.1. Resultados.....	43
4.2. Discusión de resultados.....	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusiones	47
5.2. Recomendaciones	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	53
ANEXO N° 01. INSTRUMENTOS	54
ANEXO N°02.....	57
ANEXO 03: Matriz de Consistencia	59
ANEXO 04: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	60
ANEXO 05: CONSTANCIA DE DETERMINACION DE LA MADERA.	71
ANEXO 06: FOTOS DE LOS ENSAYOS.....	72

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Especies Consideradas - “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.....	3
Tabla N° 2: Propiedades Físicas. “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.....	4
Tabla N° 3: Propiedades Mecánicas “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.....	5
Tabla N° 4: Propiedades Físicas de la madera Mari mari, realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP	6
Tabla N° 5: Propiedades Mecánicas de la madera Marimari, realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP	7
Tabla N° 6: Propiedades Físicas de algunas especies forestales del país	7
Tabla N° 7: Propiedades Mecánicas de algunas especies forestales del país.....	7
Tabla N° 8: Operacionalización de Variables	32
Tabla N° 9: Las Normas Técnicas Peruanas de Madera.....	36
Tabla N° 10: Terminología de Maderas.....	37
Tabla N° 11: Requisitos de Maderas	37
Tabla N° 12: Maderas aserrada clasificación	38
Tabla N° 13: Madera Aserrada Requisitos	39
Tabla N° 14: Madera Aserrada Métodos de Ensayo	40
Tabla N° 15: Madera Aserrada Rotulado.....	40
Tabla N 16: Contenido de humedad y densidad de madera machimango negro Eschweilera Coriacea	43
Tabla N° 17: Ensayo de flexión en viga.....	43
Tabla N°18: Ensayo de resistencia a la compresión perpendicular al grano de la madera	44
Tabla N° 19: Ensayo de resistencia a la compresión paralela al grano de la madera.....	44

Resumen

La presente investigación abarca el estudio físico y mecánico de la madera machimango negro *Eschweilera coreacea*, procedente de un bosque natural de las inmediaciones de la capital del distrito de Alto Nanay, provincia de Maynas - Perú. La investigación es de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y de diseño no experimental. Se aplicó la estadística descriptiva para el procesamiento de la información. Los resultados indican que esta especie de madera tiene una densidad comprendida entre 1.091 gr/cm³ y 1.123 gr/cm³, siendo el promedio de 1.113 gr/cm³, correspondiendo el valor inferior a un contenido de humedad de 14.58%, y el valor superior a 14.78%. El **ensayo de compresión perpendicular a la fibra** arrojó valores de esfuerzo al límite proporcional comprendidos en el intervalo de 490 kg/cm² y 650 kg/cm², siendo el promedio de 520 kg/cm², correspondiendo a una deformación por compresión promedio de 5.85 mm; y, siendo la carga proporcional al límite promedio de 12485 kg. El **ensayo a la flexión en viga** arrojó valores de esfuerzo de la fibra al límite proporcional comprendidos en el intervalo de 1993 kg/cm² y 2011 kg/cm², siendo el promedio alcanzado de 1997 kg/cm²; correspondiéndole una carga promedio al límite proporcional de 757 kg/cm². Y el módulo de rotura estuvo comprendido en el intervalo de 2,702kg/cm² y 2,946 kg/cm², siendo el promedio alcanzado de 2804 kg/cm². Asimismo, el módulo de elasticidad estuvo comprendido en el intervalo de 293,105 kg/cm² y 326, 209 kg/cm², siendo el promedio 304,203 kg/cm². Concluyéndose que para efectos de su clasificación estaría en el grupo A del PADT – REFORT para madera estructural de la Madera del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena; con un gran potencial para ser utilizada en estructuras de edificaciones.

Abstract

This research covers the physical and mechanical study of black machimango wood *Eschweilera coreacea*, from a natural forest near the capital of the Alto Nanay district, Maynas province, Peru. The research has a quantitative approach, a descriptive level, and a non-experimental design. Descriptive statistics were applied for data processing. The results indicate that this wood species has a density between 1,091 g/cm³ and 1,123 g/cm³, with an average of 1,113 g/cm³, the lower value corresponding to a moisture content of 14.58%, and the higher value to 14.78%. The compression test perpendicular to the fiber yielded stress values at the proportional limit in the range of 490 kg/cm² and 650 kg/cm², with an average of 520 kg/cm², corresponding to an average compressive strain of 5.85 mm; The load was proportional to the average load limit of 12,485 kg. The beam bending test yielded fiber stress values at the proportional limit ranging from 1,993 kg/cm² to 2,011 kg/cm², with an average load reached of 1,997 kg/cm²; corresponding to an average load at the proportional limit of 757 kg/cm². The modulus of rupture ranged from 2,702 kg/cm² to 2,946 kg/cm², with an average load reached of 2,804 kg/cm². The modulus of elasticity ranged from 293.105 kg/cm² to 326.209 kg/cm², with an average of 304.203 kg/cm². It was concluded that, for classification purposes, the timber would be classified in Group A of the PADT-REFORT for structural timber of the Andean Group of the Cartagena Agreement Board. with great potential to be used in building structures.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, como trabajo de investigación para optar el título profesional, **Manolo Verástegui Payehuanca (2016)**, en su tesis “Determinación de esfuerzos admisibles en madera seca para las especies Mashonaste y Panguana”, obtuvo muestras procedentes de Pucallpa, comercializados en Lima por cinco (5) aserraderos, los ensayos se efectuaron en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina, llegando entre otras a la siguiente conclusión: “las propiedades mecánicas en estado seco de las especies Panguana y Mashonaste son superiores considerablemente, comparado con los valores de la Norma E.010 del grupo C, los estudios de Aróstegui (1982) y la información disponible de la JUNAC (1980) que fueron determinados en estado húmedo” (Verástegui, 2016).

En lo que respecta a estudios similares sobre esta madera, se tiene una tesis en la Universidad Científica del Perú, que fue realizada por su ex alumna de la carrera profesional de Ingeniería Civil, y un estudio sobre madera de Aróstegui Valderrama de la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP y del IIAP. En estos estudios se indica lo siguiente:

Veintemilla del Águila Susana (2004), en su tesis para optar el título de ingeniera civil por la Universidad Particular de Iquitos, titulada “Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera Capirona”, a partir de los ensayos efectuados en la Universidad Nacional de Ingeniería, concluyó que la especie Capirona presenta una clasificación alta para los diferentes valores de las propiedades físicas y mecánicas, y una calificación buena para los diferentes valores de flexión estática, corte paralelo a la fibra, tracción paralela a la fibra. Concluyendo que la madera Capirona puede ser utilizada estructuralmente.

Los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en este estudio garantizan que la madera “Capirona” puede ser utilizada para diseñar elementos estructurales, por ser también resistente al clivaje en cuyo caso alcanza valores de hasta 68 kg/cm² (Aróstegui 1982). Recomendando finalmente proponer que la madera Capirona sea incluida al grupo estructural “B” de madera intermedia (densidad básica 0.56 – 0.70) del PADT- REFORT (3-26).

Aróstegui y A. Sato (1970) - IIAP, Proyecto “Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 16 Especies Forestales del Perú”. El estudio describe las características generales y macroscópicas de 16 especies de madera procedente de la zona de Tingo María y Pucallpa (Perú). Las propiedades físicas y mecánicas fueron determinadas de acuerdo a las normas ASTM D143 – 52. La identificación de estas especies se hizo a través del Proyecto de Dendrología de la Dirección General Forestal de Caza y Tierras. Los resultados obtenidos fueron analizados y comparados con las características y propiedades de especies conocidas, basado en este criterio se determinaron los usos probables de las especies estudiadas.

Hess y Wangard en base a las propiedades físicas y mecánicas indican que la madera “Marupa” puede utilizarse en construcciones temporales, cajonería, chapas, duelas de barriles, palos de fósforos, pulpa y papel.

Heiter Valderrama Freyre (1991). “Tabla de Valores de las Propiedades Físicas de Especies estudiadas en el Proyecto Forestal ITTO”. Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera. FIF – UNAP. Iquitos Perú. Presenta los valores de las propiedades físicas (peso específico, contenido de humedad, contracción), determinados en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal - UNAP, de las siguientes especies: pashaco

colorado, pashaco blanco, cedrillo, quillosa, azúcar huayo, mari mari, shiringarana, carahuasca negra, maría buena.

Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP (1993). Heiter Valderrama Freyre. “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”. Presenta los resultados concernientes a los valores tecnológicos, comportamiento y usos preliminares de 31 especies forestales tropicales desconocidas en el mercado. La toma de datos y el análisis correspondiente a las características y propiedades de la madera, se las realizó en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal – UNAP.

Tabla N° 1: Especies Consideradas - “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
1.	Pashaco colorado	<i>Macrobrachiumaceceineifolium Benth</i>	Leguminosae
2.	María buena	<i>Pterocarpus amazoniens Mart</i>	Leguminosae
3.	Huamanzamana	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignonaceae
4.	Carahuasca	<i>Guatteria hyposericeae</i>	Annonaceae
5.	Shiringarana	<i>Micranda spruceana</i>	Euphorbiaceae
6.	Cedrillo	<i>Vochisia vismifolia spruceana</i>	Vochysiaceae
7.	Quillosa	<i>Erisma bicolor Ducke</i>	Vochysiaceae
8.	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
9.	Mari mari	<i>Hymenolobium sp.</i>	Leguminosae
10.	Azúcar huayo	<i>Hymenae oblongifolia</i>	Leguminosae
11.	Punga	<i>Pseudobombax munguuba M.</i>	Bombacaceae
12.	Pashaco blanco	<i>albizzia sp.</i>	Leguminosae
13.	Ubos	<i>Spondias mombin l.</i>	Anacardiaceae
14.	Ojé blanco	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
15.	Ojé rosado	<i>Ficus glabrata</i>	Moraceae
16.	Ojé renaco	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae
17.	Hualaja	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae
18.	Panguana	<i>Brosium utile (N .B. K) Pitt</i>	Moraceae
19.	Cachimbo blanco	<i>Cariniana decandra</i>	Lecythidaceae
20.	Cachimbo	<i>Cariniana sp.</i>	Lecythidaceae
21.	Requia	<i>Guarea gomma</i>	Maliaceae
22.	Huayruro	<i>Ormosia sp</i>	Leguminosae
23.	Machinga	<i>Brosium uleanum s .w</i>	Moraceae
24.	Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae
25.	Yacushapana	<i>Terminalia amazónica</i>	Combretaceae

26.	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae
27.	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i>	Leguminosa
28.	Shihuahuaco	<i>Coumarouma odorata</i>	Leguminosa
29.	Tahuari	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
30.	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae
31.	Ana caspi	<i>Apuleia molaris</i>	Leguminosae

Fuente: Heiter Valderrama Freyre. “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.

Tabla N° 2: Propiedades Físicas. “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.

N°	Especie	Humedad contenido %	Peso específico (gr/cm3)				Contracción (%)	
			Saturada	Basico	Tang	Radi	Volumen	
1	Pashaco colorado	100.68	1.078	0.53	5.57	2.98	8.65	1.86
2	María buena	167.26	0.96	0.36	6.51	2.66	9.30	2.44
3	Huamansamana	---	0.53	0.35	10.30	6.80	18.00	1.51
4	Carahuasca	142.33	0.69	0.29	7.29	2.98	10.37	2.44
5	Shiringanara	102.20	0.79	0.39	6.51	3.51	10.30	1.85
6	Cedrillo	106.90	1.27	0.51	10.48	4.44	15.50	2.36
7	Quillosisa	113.24	1.08	0.49	7.62	4.13	11.80	1.84
8	Andiroba	65.00	----	0.54	8.00	3.90	12.11	2.00
9	Mari mari	82.00	0.81	0.57	7.14	3.57	10.80	2.00
10	Azúcar bisayo	56.00	1.02	0.74	6.33	3.65	10.20	1.73
11	Punga	94.00	----	0.28	10.06	3.63	12.93	2.90
12	Pashaco blanco	98.00	0.65	0.58	7.40	3.30	11.00	2.20
13	Ubos	210.00	0.57	0.35	5.50	2.50	9.00	2.20
14	Ojé blanco	----	----	0.36	6.40	2.20	8.60	2.90
15	Qjé rosado	----	----	0.42	8.69	4.17	12.49	2.08
16	Ojé renaco	----	----	0.43	5.56	2.11	7.55	2.64
17	Hualaja	76.00	0.54	0.47	7.98	4.29	11.40	1.90
18	Panguana	61.00	----	0.49	6.88	3.71	9.69	1.85

19	Cachimbo blanco	77.20	1.32	0.51	5.13	4.8 0	10.0 0	10.0 6
20	Cachimbo	50.00	----	0.59	7.58	4.9 6	12.1 0	1.50
21	Requia	79.00	----	0.60	10.1 4	5.5 9	14.9 0	1.81
22	Huayruro	70.70	----	0.61	6.30	3.1 9	9.40	1.98
23	Manchinga	52.00	----	0.68	8.13	4.9 6	12.4 0	1.60
24	Pumaquiro	67.00	----	0.67	8.08	4.1 0	12.3 8	1.97
25	Yacushapana	40.00	----	0.73	8.70	5.1 0	12.4 0	1.76
26	Capirona	----	----	0.76	9.00	5.0 0	15.0 0	1.80
27	Estoraque	29.00	----	0.78	6.52	4.1 6	9.97	1.56
28	Shihuahuaco	51.00	1.14	0.87	9.10	5.5 0	15.0 0	1.60
29	Tahuari	34.00	----	0.92	8.00	6.6 0	13.2 0	1.20
30	Mashonaste	94.00	----	0.59	6.34	2.8 0	9.38	2.26
31	Ana caspi	32.30	0.93	0.70	0.40	4.2 0	10.5 0	152

Fuente: Heiter Valderrama Freyre. “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía Peruana”.

Tabla N° 3: Propiedades Mecánicas “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”.

N°	Especie	Flex. Estática (kg/cm ²) EFLP MOE x 100			Compression (kg/cm ²) MOR RM		Dureza (kg/cm ²) Paralela Perpend. lados EFPL		
1	Pashaco colorado	---	111	691	326	62	461	81	2.8
2	María buena (*)	---	75	396	179	25	133	47	1.1
3	Huamansama na	189.3	100.1	386.8	24.18	20.52	147.3 4	46.51	0.92
4	Carahuasca (*)	---	61	275	118	11	---	33	0.40
5	Shiringarana	---	94	403	209	31	136	47	3.50
6	Cedrillo (*)	---	107	656	309	58	423	77	2.60
7	Quillosa (*)	---	103	621	292	53	384	73	2.40
8	Andriroba	663	127	1045	511	75	437	94	2.07
9	Mari mari (*)	---	120	760	361	71	538	89	3.2
10	Azúcar huayo	550	150	1300	700	---	---	180	3.5
11	Punga (*)	---	58.6	258	109	08	---	31	0.3
12	Pashaco blanco	309	91.6	508	273	55	334	82	2.8

13	Ubos	246	80	400	204	25	199	54	1.7
14	Ojé blanco	344	63	456	307	35	167	43	0.5
15	Ojé rosado	305	72	475	393	76	480	79	1.21
16	Ojé renaco(*)	---	90	517	240	41	268	61	1.8
17	Hualaja	345	97.7	551	299	57	361	73	2.2
18	Panguana	289	100	511	264	41	380	74	2.7
19	Cachimbo blanco	332.8	98.3	592.3	260.9	32.62	284.2	49.09	---
20	Cachimbo	429	131	735	342	66	468	84	3.9
21	Requia	461	153,9	750	384	67	579	93	3.6
22	Huayruro	543	136	838	443	71	650	105	3.7
23	Manchinga	460	117	785	365	75	720	109	3.6
24	Pumaquiro	626	146	950	522	95	738	117	4.0
25	Yacushapana	530	127	807	472	96	768	111	5.3
26	Capirona	813	162	1312	660	183	1486	195	4.42
27	Estoraque	667	153	1116	593	110	1039	134	5.3
28	Shihuahuaco	---	---	1286	672	150	1353	145	6.2
29	Tahuari	---	198	1436	786	128	1043	152	6.5
30	Mashonaste	614	123	985	784	137	893	127	2.77
31	Ana caspi	567.3	150.6	976.6	501.8	84.78	734.6	76.39	---

Fuente: Heiter Valderrama Freyre. “Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía Peruana”.

(*) = Valores estimados según procedimientos utilizado por Valderrama
EFLP = Esfuerzo de las fibras al límite proporcional
MOE = Módulo de elasticidad
MOR = Módulo de ruptura
RM = Resistencia máxima

Así, por ejemplo, las propiedades físicas y mecánicas de la madera Mari mari, realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP, son las siguientes:

Tabla N° 4: Propiedades Físicas de la madera Mari mari, realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP

Contenido de Humedad	82.00 %
Peso Específico Saturado	0.81 gr/cm3
Contracción Tangencial	7.14 %
Contracción Radial	3.57 %
Contracción Volumétrica	10.80 %
Relación T/R	2.00
Densidad Básica	0.57 gr/cm3

Fuente: Heiter Valderrama Freyre

Tabla N° 5: Propiedades Mecánicas de la madera Marimari, realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP.

Flexión Estática	426 kg/cm ²
Módulo de Rotura (MOR)	760 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (MOE)	110 Tn/cm ²
Compresión Paralela	361 kg/cm ²
Compresión Perpendicular	71 kg/cm ²
Dureza Paralela	538 kg/cm ²
Dureza Perpendicular	89 kg/cm ²
Dureza en los lados	3.2 kg/cm ²

Fuente: Heiter Valderrama Freyre

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Presenta los valores de las propiedades físicas y mecánicas de algunas especies forestales del país.

Las Propiedades físicas y Mecánicas de la Madera Marimari, realizadas por El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), son las siguientes:

Tabla N° 6: Propiedades Físicas de algunas especies forestales del país

Contracción Tangencial	7.80 %
Contracción Radial	3.50 %
Relación T/R	2.20
Densidad Básica	0.77 gr/cm ³

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

Tabla N° 7: Propiedades Mecánicas de algunas especies forestales del país.

Flexión Estática	
Módulo de Rotura en flexión	1,315 kg/cm ²
Compresión Paralela (RM)	622 kg/cm ²
Módulo de elasticidad	160 Tn/cm ²

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

El control del volumen comercializado de la madera, es llevado para Loreto por el Programa de Manejo de Bosques y Fauna Silvestre – Gobierno Regional de Loreto. Similarmente, esta misma institución autoriza el volumen de extracción de las especies maderables.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Generalidades de la Madera

La madera es un producto orgánico natural muy resistente que se ha usado por miles de años como material de construcción. La madera presenta las características de un material complejo y variable. Además, se ha comprobado mediante investigaciones efectuadas por diferentes autores, que las propiedades de las maderas varían de la misma forma que las especies vegetales, según las zonas geográficas y los climas, es decir, una especie vegetal desarrollada en la misma zona, pero en terrenos diferentes en cuanto altitud, humedad o composición, acusa notables diferencias. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

La madera está constituida por células de diversas formas, con paredes de espesores variados y dispuestas diferentemente según las especies, pero siempre orientadas en las direcciones ortogonales principales (longitudinal, radial y tangencial). Estas células forman la estructura peculiar de la madera, y explican su naturaleza heterogénea y anisótropa. En virtud de ello, las características de la madera varían de un punto a otro, y también sus resistencias se modifican según las direcciones consideradas. Si no la atacan organismos vivos puede conservarse cientos e incluso miles de años. Se han encontrado restos de maderas utilizadas por los romanos casi intactos gracias a una combinación de circunstancias que las han protegido de ataques externos. De los organismos que atacan a la madera, el más importante es un hongo que causa el llamado desecamiento de la raíz, que ocurre

sólo cuando la madera está húmeda. La albura de todos los árboles es sensible a su ataque; sólo el duramen de algunas especies resiste el ataque de hongos. Otras variedades son resistentes al ataque de otros organismos. Algunas maderas, como la teca, son resistentes a los organismos perforadores marinos, por eso se utilizan para construir embarcaderos. El nogal, la secuoya, el cedro, la caoba y la teca son algunas de las maderas duraderas más conocidas. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

Muchas maderas resisten el ataque de las termitas, como la secuoya, el nogal negro, la caoba y muchas variedades de cedro. En la mayoría de estos casos, las maderas son aromáticas, por lo que es probable que su resistencia se deba a las resinas y a los elementos químicos que contienen. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

Según la literatura revisada, en nuestra formación de pregrado, está demostrado, por ejemplo, que una madera destinada para compresión no debe usarse sin modificación, para el lado a tensión de un elemento peraltado a flexión, o para un elemento que trabajará a tensión. La experiencia indica que las características típicas de crecimiento perjudican más la resistencia a la tensión que la resistencia a la compresión. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

1.2.2. Propiedades Físicas de la Madera

1.2.2.1. Contenido de Humedad

La madera contiene agua bajo tres formas: agua libre, agua higroscópica y agua de constitución. El agua libre se encuentra llenando las cavidades celulares. El agua higroscópica se halla contenida en las paredes celulares. El agua de constitución se encuentra formando parte integrante de la estructura molecular. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Cuando se expone la madera al medio ambiente, empieza a perder agua iniciándose el proceso de secado. En el transcurso del secado se pierde primero el agua libre y después el agua higroscópica, el agua de constitución no se pierde sino por combustión de la madera. En función de la cantidad de agua que contenga la madera pueden presentarse tres estados: verde, seco y anhidro. Se dice que la madera está verde cuando ha perdido parte del agua libre, será madera seca cuando ha perdido la totalidad del agua libre y parte del agua higroscópica, finalmente, será madera anhidra cuando ha perdido toda el agua libre y toda el agua higroscópica.

El contenido de humedad (CH) es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra. Para una muestra de madera el CH será:

$$CH\% = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Anhidro}}{\text{Peso Anhidro}} \times 100$$

El peso anhidro es conseguido mediante el uso de un horno a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, también se le llama peso seco al horno.

Existen dos valores del CH que son particularmente importantes, al primero se le llama Punto de Saturación de la Fibras (PSF) y es el CH que tiene la madera cuando ha perdido la totalidad del agua libre y comienza a perder el agua higroscópica. Al segundo CH se le llama Contenido de Humedad de Equilibrio (CHE) cuando la madera expuesta al aire, pierde parte del agua higroscópica hasta alcanzar un CH en equilibrio con la humedad relativa al aire.

El PSF varía de 25 a 35 por ciento. Cuando el CH es menor que el PSF la madera sufre cambios dimensionales; también varían sus propiedades mecánicas.

Los resultados de la medición del contenido de humedad CH sirven para clasificar a cuál grupo pertenece una especie de madera.

1.2.2.2. Cambios Dimensionales

Las variaciones en el CH producen cambios dimensionales en la madera, estos cambios se deben principalmente a la pérdida o ganancia del agua higroscópica en la pared celular. El agua libre de las cavidades celulares no tiene ninguna influencia en la variación de las dimensiones, es decir, los cambios dimensionales se producen cuando el CH varía por debajo del PSF. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

1.2.2.2.1. Densidad

La relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpo se llama densidad. Por costumbre cuando se usa el sistema métrico se toma la masa como el peso del cuerpo. El peso de la madera es la suma del peso de la parte sólida más el peso del agua. El volumen de la madera es constante cuando está en el estado verde, el volumen disminuye cuando el CH es menor que el PSF y vuelve a ser constante cuando ha alcanzado el estado anhidro o seco al horno. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984). Se pueden distinguir en consecuencia cuatro densidades para una misma muestra de madera:

- La densidad verde (DV) la relación que existe entre el peso verde (PV) y el volumen verde (VV).
- La densidad seca al aire (DSA) la relación que existe entre el peso seco al aire (PSA) y el volumen seco al aire (VSA).
- La densidad anhidra, (DA) la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen seco al horno (VSH).

La densidad básica (DB) la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen verde (VV). Es la menor de las cuatro. La densidad básica es la que se usa con ventaja ya que las condiciones en las que se basa (peso seco al horno y volumen verde) son estable en una especie determinada. La densidad de la parte sólida de la madera es 1.56 g/cm^3 con variaciones insignificante entre especies.

1.2.2.2.2. Peso Específico (Pe):

Es la relación entre el peso de la madera, a un determinado contenido de humedad, y el peso del volumen de agua desplazado por el volumen de la madera. Considerando que, el agua tiene densidad igual a 1, puede deducirse que, la relación obtenida, al dividir la densidad de la madera entre la densidad del agua igualan a su peso específico. En el sistema métrico la densidad y el peso específico tienen el mismo valor, con la diferencia que este último no tiene unidades. La gravedad específica es equivalente al peso específico.

1.2.2.2.3. Contracciones de la Madera:

La madera cambia de volumen según la humedad que contiene. Cuando pierde agua, se contrae o merma, siendo mínima en la dirección axial o de las fibras, no pasa del 0.8 por ciento; de 1 a 7.8 por ciento, en dirección radial, y de 5 a 11.5 por ciento, en la tangencial.

La contracción es mayor en la albura que en el corazón, originando tensiones por desecación que agrietan y alabea la madera.

En la madera se pueden reconocer tres direcciones principales que pueden considerarse ortogonales entre sí, estas direcciones son:

a. Dirección Axial o Longitudinal:

Es la paralela al eje de crecimiento del árbol y por lo tanto también a las fibras.

b. Dirección Radial:

Es la perpendicular a la axial y por tanto corta el eje del árbol en el plano transversal. Esta dirección se encuentra perpendicular a la fibra.

c. Dirección Tangencial:

Localizada también en la sección transversal, normal a la axial y la radial y tangente a los anillos de crecimiento. En este corte la madera presenta más deformaciones.

Tipos de Contracciones:

- **Contracción tangencial:** Contracción que se produce en las direcciones tangentes a los anillos anuales.
- **Contracción longitudinal:** Contracción que se produce en direcciones paralelas a las fibras y cuyo valor es equiparable al 2% de la contracción radial.
- **Contracción radial:** Contracción perpendicular a las fibras, a través de los anillos anuales de una pieza de madera.
- **Contracción Volumétrica:** El aumento de volumen con la humedad es, prácticamente, proporcional a la misma, hasta un punto que coincide aproximadamente con el 25% de humedad, sigue el aumento de volumen, pero con incrementos cada vez

menores, hasta el punto de saturación de las fibras (PSF), a partir del cual el volumen permanece prácticamente constante, (Deformación Máxima).

La Contracción Volumétrica total, mide la Contracción Volumétrica entre los estados de saturación y anhidro.

$$B\% = \frac{V_s - V_o}{V_o}$$

B% = Contracción Volumétrica Total

Vs = Volumen de la Probeta Saturada de Agua.

Vo = Volumen de la Probeta en estado anhidro.

La Contracción Volumétrica entre dos estados de humedad viene dado por el porcentaje de variación de volumen entre los dos estados.

La medida de contracción volumétrica no es suficiente para determinar la calidad de una madera. Es preciso saber cómo se comporta bajo la influencia de las variaciones de humedad próximas a la humedad normal, que es, en general, la que corresponde al ambiente de empleo de la madera.

- **Contracción Diferencial:** Se define como la relación entre la contracción tangencial y la radial (β_t/β_r).

Es un valor importante en el comportamiento de una madera durante el secado.

Es normalmente mayor en latifoliadas que en coníferas.

1.2.3. Propiedades Mecánicas de la Madera:

Las principales propiedades mecánicas de la madera están asociadas a las tres direcciones principales que pueden considerarse ortogonales entre sí: dirección axial o longitudinal, dirección radial y dirección tangencial.

a. Dirección Axial o Longitudinal: Es la paralela al eje de crecimiento del árbol y por lo tanto también a las fibras. Es la dirección donde la madera presenta mejores propiedades mecánicas. Resistencia elevada a la flexión, compresión y tracción.

b. Dirección Radial: Es la perpendicular a la axial y por tanto corta el eje del árbol en el plano transversal. Esta dirección se encuentra perpendicular a la fibra. En este plano la madera presenta buen comportamiento a la compresión.

c. Dirección Tangencial: Localizada también en la sección transversal, normal a la axial y la radial y tangente a los anillos de crecimiento. En este corte la madera presenta más deformaciones. Esta dirección determina el comportamiento de la madera frente a los factores del entorno natural, sin que ello implique ninguna modificación mecánica o química, algunas de las más relevantes son: densidad o peso específico.

En la práctica se consideran dos direcciones: la dirección longitudinal o paralela a la fibra y la dirección transversal o perpendicular al grano.

La fuerza expresada por unidad de área es conocida como esfuerzo. Existen tres tipos de esfuerzos fundamentales a los que puede estar sometida una pieza de madera: esfuerzo de compresión, esfuerzo de tracción y esfuerzos de flexión y corte o cizallamiento. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

1.2.3.1. Resistencia a la compresión paralela a la fibra

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

La resistencia a la compresión paralela a las fibras en la madera es de aproximadamente la mitad que su resistencia a la tracción.

Valores del esfuerzo de rotura en compresión paralela a las fibras para ensayos con probetas de laboratorio varían entre 100 y 900 kg/cm² para maderas tropicales. Estas varían en función de la densidad (entre 0.2 y 0.8 de D.B). El esfuerzo en el límite proporcional es aproximadamente el 75% del esfuerzo máximo y la deformación es del orden del 60% de la máxima. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

1.2.3.2. Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra

Bajo este tipo de carga las fibras reciben la carga perpendicularmente a su eje y en el sentido de los orificios de las mismas. Esto permite que se pueda cargar la madera prácticamente sin que ocurra una falla propiamente dicha. Al progresar la magnitud de la carga la pieza se va comprimiendo (aplastando los pequeños cilindros que semejan las fibras), aumentando su densidad y también su misma capacidad para resistir mayor carga.

La resistencia está caracterizada por el esfuerzo al límite proporcional. Éste varía entre 1/4 a 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela. Cuando las fibras reciben la carga a un ángulo intermedio entre 0° (paralela a las fibras) y 90° (perpendicular a las

fibras) la resistencia alcanza valores intermedios que siguen aproximadamente la fórmula de Hankinson (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

1.2.3.3. Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción paralela en especímenes pequeños libres de defectos es aproximadamente 2 veces la resistencia a la compresión paralela. En la curva esfuerzo – deformación para maderas latifoliadas, se puede observar el comportamiento lineal y elástico de la curva esfuerzo-deformación, se observa también la naturaleza explosiva y violenta con la que se produce la falla. El esfuerzo de rotura a la tracción varía entre 500 y 1500 kg/cm². Estudios muy específicos indican que la tracción paralela es afectada significativamente por la inclinación del grano. Por ejemplo, para una inclinación de 1 en 8 (7°) el esfuerzo de rotura es el 75% del esfuerzo de rotura paralelo al grano; para una inclinación de 1 en 4 (14°) el esfuerzo de rotura es sólo el 45%. El esfuerzo de rotura perpendicular al grano (90°) es del 2 al 5% del esfuerzo de rotura paralelo al grano. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

Para efectos de prácticos de uso de la madera, la resistencia a la tracción perpendicular se considera nula. Asimismo, la influencia de otros defectos característicos de la madera hace que, la resistencia de elementos a escala real puede ser tan baja como un 15% del esfuerzo de rotura en tracción en probetas. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

1.2.3.4. Resistencia al corte paralelo a la fibra (Cizallamiento):

En elementos constructivos el esfuerzo por corte o cizallamiento se presenta cuando las piezas están sometidas a flexión (corte por flexión). Los análisis teóricos de esfuerzos indican que en un punto dado los esfuerzos de corte son iguales tanto a lo largo como perpendicularmente

al eje del elemento. Como la madera no es homogénea, sino que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza, presenta distinta resistencia al corte en estas dos direcciones. La menor es aquella paralela a las fibras. Perpendicularmente a las fibras la resistencia es de tres a cuatro veces mayor que la resistencia a la compresión. (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984).

El esfuerzo de rotura en probetas sometidas a corte paralelo varía entre 25 y 200 kg/cm² en promedio. Es mayor en la dirección radial que en la tangencial. Aumenta con la densidad, aunque en menor proporción que la resistencia a la compresión. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984).

1.2.3.5. Flexión Estática.

Se establece el procedimiento para realizar el ensayo de flexión estática de la madera, determinando sus propiedades resistentes.

Este procedimiento debe ser aplicado a probetas libres de defectos con un contenido de humedad superior al punto de saturación de las fibras (estado verde) y/o a probetas con un contenido de humedad de $12\pm 1\%$ (estado seco).

El método consiste en aplicar una carga continua, a velocidad constante, en la mitad de la luz de la probeta, midiendo las deformaciones producidas por la aplicación de dicha carga hasta llegar al punto de rotura.

1.2.3.6. Módulo de Elasticidad (E):

Es un parámetro que nos indica la capacidad de la madera para resistir deformaciones, entre más alto sea su valor, más rígida será la madera. El Módulo de Elasticidad es empleado en el diseño para predecir y controlar las deformaciones de los elementos fabricados con

este material. La prueba con la que se evalúa el Módulo de Elasticidad se realiza con especímenes sometidos a la Flexión de los tres puntos de acuerdo a la Norma ASTM D – 2555.

Medida de la resistencia a la deformación axial de la probeta cuando se la somete a una carga de dirección paralela a las fibras de la madera. Se determina como la pendiente de la zona lineal del gráfico carga-deformación por debajo del límite de proporcionalidad. En el caso del ensayo de flexión, se relaciona con la deflexión debido al cizalle o esfuerzo de corte.

1.2.3.7. Dureza

La dureza de la madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavar, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido de sus fibras o en el perpendicular. Cuanta más vieja y dura es, mayor la resistencia que opone.

Por su dureza se clasifican en:

- * Muy duras; ébano, serbal, encina y tejo.
- * Bastante duras; roble, arce, fresno, álamo, acacia, cerezo, almendro.
- * Algo duras; castaño, haya, nogal, peral.
- * Blanda; Abeto, alerce, pino, sauce.
- * Muy blandas; tilo, chopo.

1.2.3.8. Módulo de Rotura:

Medida de la máxima capacidad resistente que tiene la probeta para soportar una carga en forma gradual durante un período corto de tiempo. Es un criterio de resistencia aceptado mundialmente, aún, cuando no corresponde a una tensión real, debido a que la fórmula con la cual se determina solamente es válida en la zona elástica.

$$MOR = \frac{MC}{I}$$

$M = \text{Momento máximo aplicado} = PL/4$

$C = \text{Altura}/2 = h/2$

$I = \text{Momento de Inercia} = bh^3/12; \quad b = \text{ancho}$

1.2.3.9. Uso Estructural

El estudio integral de la madera para la construcción forma parte de los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales Tropicales que ejecuta la Junta del Acuerdo de Cartagena. La investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera permitirá obtener información técnica que posibiliten la introducción de este material abundante en nuestros bosques para incorporarlo en la actividad productivas de modo que pueda contribuir a la solución del problema habitacional que afecta a la Subregión conformada por los países andinos. (Junta del Acuerdo de Cartagena, 2022).

El Manual de Diseño de Maderas del Grupo Andino resume los conocimientos sobre madera tropical acumulados gracias a las múltiples investigaciones de tecnología e ingeniería de la madera, realizadas en los años pasados. Esta información ha sido adaptada para su aplicación en el diseño y se complementa con ciertos datos sobre otras especies tomadas de la literatura existente. El contenido temático de este libro cubre todos los aspectos sobre la madera, incluyendo el diseño y la presentación de detalles constructivos y estructurales; pero merece especial reconocimiento el Capítulo de Protección por Diseño, al presentar recomendaciones de carácter general en el diseño de una edificación de madera durable y segura. (Junta del Acuerdo de Cartagena, 2022).

1.2.3.9.1. Flexión a Escala Natural:

Establece el Método de ensayo para determinar el Módulo de Elasticidad, Módulo de elasticidad Aparente, Módulo de Corte y la Resistencia a la Flexión en vigas de madera a la Escala Natural.

1.2.4. Distribución de la especie Machimango negro

En base a literatura y reportes del herbario de la UNAP, la especie se encuentra en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y Ucayali, entre 0 y 500 msnm. Las especies existen en altas cantidades en la zona Norte de la Amazonía Sur del Perú. Información sobre distribución, abundancia, predominancia y otras características se encuentran en diversa publicación bibliográfica de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

1.2.5. Características Tecnológicas

La madera machimango negro, es un tipo de madera pesada, que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es estable. Otras se determinarán como resultado del desarrollo del proyecto de investigación.

1.3. Definición de Términos Básicos:

Madera: Parte sólida de los tallos correspondiente al tronco despojado de la corteza, y que, cortado convenientemente en tablones, tablas o chapas, constituye un material básico en construcción, así como en carpintería. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Resistencia: Capacidad de un material, para soportar las cargas y la acción de distintos agentes exteriores. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Anisotropía: Cuando sus propiedades físicas y mecánicas varían en función de la dirección de las fibras que se considere. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Albura: Madera proveniente de la parte periférica del árbol constituida por capas de leño en estado de maduración. Para su uso en construcción es recomendable su preservación previa con fungicidas e insecticida. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Alabeo: Deformación que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudes, transversales o de ambos. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Anisotropía: Propiedad de ciertos materiales que, como la madera, presentan características diferentes según la dirección que se considere. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Canto: cada una de las superficies menores, perpendiculares a las caras y paralelas al eje longitudinal de una pieza. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Cara: Cada una de las superficies mayores, paralelas entre sí y al eje longitudinal de una pieza. La superficie de un tablero por la que principalmente se juzga la clase o calidad del mismo. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Comportamiento elástico: Capacidad que tiene un material sometido a cargas, de recobrar su forma y dimensiones originales al cesar la acción de las cargas deformantes. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Contenido de humedad: Cantidad de agua contenida en la madera, generalmente expresada como porcentaje de su peso anhidro. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Deformación: Variación de la forma de un elemento estructural por acción de las cargas. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Deformación diferida: Aquella que ocurre en un elemento o estructura con el transcurso del tiempo debido a la acción continuada de las cargas. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Deformación permanente: Aquella que permanece en un elemento aún después de retiradas las cargas actuantes sobre él. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Higrómetro: Instrumento que se utiliza para medir el contenido de humedad. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera: Parte sólida de los árboles debajo de la corteza. Es el tejido principal de sostén, reserva y conducción de agua de los tallos y raíces. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera anhidra: Aquella en la que se ha eliminado toda la humedad extraíble. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera clasificada: Madera seleccionada mediante grupos de calidad con la finalidad de controlar determinado uso de la misma. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera estructural: Aquella que por sus características mecánicas, principalmente, resulta apta para la elaboración de las piezas utilizadas en estructuras. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera preservada: Aquella tratada con sustancias preservantes con el fin de aumentar su resistencia al ataque de los agentes biológicos degradantes. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera rolliza: Aquella madera utilizada en forma cilíndrica con o sin corteza. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Madera verde: Aquella que no ha sufrido ningún proceso de secado y su contenido de humedad es superior al 30 por ciento. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

Poste: Soporte vertical principal de un entramado de madera, que se ubica generalmente en las esquinas, cuya sección es mayor que la de un pie derecho, y puede estar conformado de dos o más piezas. (PADT – REFORT / JUNAC, 1984)

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

La madera es un material muy utilizado en la construcción; y, en la Amazonía peruana gracias a que la naturaleza nos provee de ella, es de múltiple aplicación. Sin embargo, su uso estructural, por el poblador amazónico ha devenido en experticias que se transmiten generacionalmente como aspecto cultural, sin entenderse sus propiedades físicas y mecánicas, o sea de manera empírica, y es así como se ha estandarizado su función dentro de las actividades constructivas rurales y en los cinturones de pobreza, básicamente del poblador selvático. Últimamente, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, ha incluido a la madera como elemento estructural, en un Programa de saneamiento rural, que se viene desarrollando en la Amazonía Peruana.

Los estudios que existen acerca de las maderas en la región de Loreto, y en este caso de la madera machimango negro, no son definitivos y contundentes en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, para su uso racional desde el diseño hasta la construcción y mantenimiento en su aplicación en la construcción de obras civiles; pues, básicamente, tanto en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, en la mayoría de los casos han sido estudiadas desde el punto de vista forestal y de distribución espacial y disponibilidad del recurso, no enfocándose lo suficiente en los temas que convienen a la Ingeniería Civil, que precisamente se desea aportar con la presente investigación.

En la ciudad de Iquitos no se dispone de más recursos bibliográficos para el Ingeniero Civil en lo que respecta a estudio de la madera “machimango negro” como material de construcción, o en todo caso no son fácilmente accesibles. Existen muy pocos estudios técnicos con estas referencias, por lo que, en el área de la Ingeniería Civil, la especie no es

utilizada de manera óptima con respecto a sus propiedades físicas y mecánicas, aun conociéndose factores como su funcionalidad, economía, abundancia, predominancia, etc.

Esta especie de madera son utilizadas tanto en la construcción como en la ebanistería o Artesanía, razones de preocupación en el manejo sostenible del bosque, que nos indujeron a formular este proyecto de investigación, esperando con su ejecución, contribuir en el enfoque técnico, científico y aplicativo en la construcción de elementos estructurales en obras civiles a partir del conocimiento y análisis de los materiales de construcción, para este caso concreto de conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la especie de madera en mención.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema general

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas de la madera machimango negro?
- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas, entre otras, el módulo de elasticidad y el módulo de rotura de la madera machimango negro?
- ¿A cuál grupo de clasificación corresponde la madera machimango negro, desde el punto de vista forestal?
- ¿Cuál es la clasificación y calificación de la madera machimango negro, desde el punto de vista estructural?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro.

2.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las propiedades físicas de la madera machimango negro.
- Analizar las propiedades mecánicas, entre otras, el módulo de elasticidad y módulo de rotura que posee la madera machimango negro.
- Definir la clasificación y calificación de la madera machimango negro y desde el punto de vista forestal, y proponer su inclusión en la Madera del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena.
- Definir la clasificación y calificación de la madera machimango negro desde el punto de vista estructural, y proponer su inclusión en las Maderas del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

2.4. Justificación e importancia de la investigación

La presente investigación, se justifica por la necesidad de tener en Iquitos datos actuales correspondientes a las características físicas y mecánicas de las maderas “maderas machimango negro”, para evitar su uso, sin el conocimiento empírico de sus propiedades físicas y mecánicas, en la ejecución de obras civiles. Es necesario, conocer los rangos de valores de las propiedades físicas y mecánicas de la madera señalada; y, en otros trabajos de investigación continuar estudiando las de otras especies de maderas propias de la Amazonía; considerando como, en este trabajo, los resultados de propiedades físicas y mecánicas de ensayos de

laboratorio apropiados y pertinentes, que se encuentran en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1984). Lima; “Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Perú”. PADT – REFORT. JUNAC (1980). Lima; y en el manual “Descripción General y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino”. PADT – REFORT. JUNAC (1981). Lima.

Actualmente, se cuenta con algunos datos de algunas de las propiedades de estas maderas; sin embargo, en esta relación, no se indican el tipo de instrumentación que se utilizó para la recolección de datos. Actualmente, el avance tecnológico nos provee de mejores instrumentos y técnicas por lo que, hoy en día, contamos con instrumentos más sofisticados y precisos en comparación con los de los años de la década de 1970, ensayos y características mecánicas que, entonces, no se consideraban tales como clivaje, cizallamiento, módulo de elasticidad, etc. con que cuenta actualmente los laboratorios de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en donde se ha previsto efectuar los ensayos de estas maderas, donde se aplica las Normas Técnicas Peruanas correspondientes para ensayos de madera. Actualmente, para la colección de las muestras y agrupamiento de maderas se ha previsto ciertas exigencias en la Norma Técnica E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Nuestra investigación queda justificada, asimismo, a la luz de los siguientes antecedentes:

El Ministerio de la Producción (Produce) señaló que el Perú es el segundo país en América del Sur con potencial de bosques naturales y el noveno en el mundo, por lo que el recurso forestal puede convertirse en un nuevo motor de crecimiento del país. Aunque un poco más de la mitad de la superficie del Perú (57%) está cubierta por bosques, el valor económico del sector forestal es bajo comparado con el de otros países forestales, y

este sector no es una fuente principal de riqueza y bienestar (Ordoñez P. y Lugo, Y. 2016).

Según datos estadísticos publicados en diciembre 2009 por la Dirección Técnica de Demografía y Estudios Sociales del Instituto Nacional de Estadística e Informática, se observa que la mayor producción de madera se destina a la leña y el resto a madera rolliza. Esto quiere decir que, mientras los recursos forestales son una parte importante de las estrategias de vida de mucha gente, éstos no se explotan a la escala y de una manera que genere valor adicional a la economía (INEI, 2009).

Para Loreto, el Censo de población y vivienda del 2007 refleja que, en el área urbana, existen un total de 119 mil y 21 viviendas particulares, cifra superior en 50 mil 744 viviendas respecto al año 1993, lo que representa un incremento del 74,3% en el periodo intercensal. En el área rural, las viviendas particulares son 64 mil 613, observándose un incremento de 14 mil 401 viviendas en relación con el Censo del año 1993, es decir un crecimiento de 28,7% (INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007).

El material predominante en las paredes exteriores de las viviendas del área urbana es la madera, que representa el 52,8%; y, en el área rural el material predominante en las paredes exteriores de las viviendas es la madera con el 93,5% (INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007).

Ordoñez García, P. K. y Lugo Chávez, Y. K. en su trabajo de Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil por la Pontificia Universidad Católica del Perú, indicaron: “La madera aserrada es el más simple de los productos de madera procesada obtenidas por el aserrado del árbol, generalmente escuadradas, es decir con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas el más fácil de producir y el que se utiliza desde hace más tiempo. La cifra récord en la producción de madera aserrada se presenta el año 2007, con un total de 9,4 millones de m³; sin embargo, debido a la

crisis que afectó a Estados Unidos a fines de la década anterior, la producción disminuyó drásticamente, llegando en el año 2009 con solo una producción de 6,3 millones de m³; es decir, una caída de 33,2% en relación al año 2007. Luego, la producción se fue recuperando, creciendo sostenidamente hasta el año 2011. Luego se observa nuevamente una caída para llegar al 2013 con 5.8 millones de m³” (Ordoñez, P. K. y Lugo, Y. K., 2016).

2.5. Alcances y limitaciones de la investigación

Se estudiaron las siguientes propiedades físicas: Contenido de humedad y densidad. Asimismo, las siguientes propiedades mecánicas: flexión estática, compresión paralela a la fibra; compresión perpendicular a la fibra.

La UCP no cuenta con equipos para la determinación de las propiedades mecánicas. En la UNAP existe un laboratorio para determinar algunas propiedades físicas y organolépticas, pero no se encuentran operativos los equipo para ensayos mecánicos; por lo que se llevaron las muestras al laboratorio N°01 de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería - UNI.

Laboratorio N° 01 de Ensayo de Materiales “Ing. Manuel Gonzáles De La Cotera”: Expediente N° 24-1357-C1. Recibo N° 83499. Fecha de emisión: 20 agosto 2024.

Equipamiento utilizado, materiales y normativa:

Equipo: Máquina Universal ZWICK ROELL: LF-B-092-2003

Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022

Balanza Digital SARTORIUS: Certificado de calibración: TC-18002-2021.

Estufa (horno) HUMBOLD. Certificado de calibración: TC-16476-2021.

Procedimiento interno AT-PR-13.

Se utilizaron probetas de tamaño:

Para el contenido de humedad: 2.5 cm x 4 cm x 4 cm

Para determinar la densidad: 3 cm x 3 cm x 1 o cm

Para determinar la compresión paralela a la fibra: 5 cm x 5 cm x 20 cm

Para determinar la compresión perpendicular a la fibra: 5 cm x 5 cm x 15 cm

Para determinar la flexión estática: 2.5 cm x 2.5 cm x 41 cm

Todas las muestras se cortaron de acuerdo a la normativa, Norma de referencia NTP 251.014:2020 y NTP 251.010:2020.

Para estas maderas de nombres vulgares machimango negro, durante la investigación se estudió su distribución geográfica, abundancia, predominancia; asimismo, se presenta sus nombres científicos y familia correspondientes.

Se presentarán, además, las siguientes características:

- a). De la troza: calidad, diámetro, flotabilidad, ataques biológicos.
- b). Características Organolépticas de estas especies referidas a: diferenciación entre albura y duramen, % de albura, color de albura, color de duramen, brillo, grano, veteado, textura, olor, sabor.
- c). Comportamiento tecnológico: Comportamiento para el aserrío; durabilidad; tratamiento preservador.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis general

“Las propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro, corresponden al rango de las propiedades de la Madera Estructural Tipo “A” de las Maderas del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena.”

2.6.2. Hipótesis específicas

2.7. Variables

2.7.1. Identificación de variables

Variable Independiente

X: Propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro.

2.7.2. Definición de variables

2.7.3. Operacionalización de variables

2.7.3.1. Identificación de variables

Variable X: Propiedades físicas y mecánicas de la madera Machimango negro.

2.7.4. Operacionalización de variables

Tabla N° 8: Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores
X1: Propiedades físicas de la madera machimango negro	Contenido de humedad
	Densidad
X2: Propiedades mecánicas de la madera machimango negro	Compresión paralela a la fibra
	Compresión perpendicular a la fibra
	Flexión estática

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Nivel y tipo de investigación

3.1.1. Nivel de investigación

La investigación por su nivel es descriptiva, que pertenece al tipo de Investigación Aplicada, porque conocidas las propiedades físicas y mecánicas de la madera en cuestión, se usarán dichos parámetros en el diseño y construcción, contribuyéndose en la resolución de la problemática en cuestión.

3.1.2. Tipo de Investigación

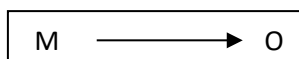
Es del tipo cuantitativo

3.2. Diseño de la investigación

Es una investigación de tipo no experimental. En esta investigación no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los sujetos de estudio algún tipo de tratamiento; estos se observan en su ambiente tal y como se los encuentra (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Esquema:

Donde



M : Muestra

O : Observación de la muestra.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Estará conformada por los árboles de madera machimango negro.

3.3.2. Muestra

Estará conformada por especímenes de ensayo procedentes de seis (06) árboles, dos (02) de colinas altas, dos (02) de colinas medias y dos (02) de colinas bajas, bosque natural de la cuenca del río Nanay de la comunidad de Diamante Azul.

3.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este caso, la técnica que se utilizará para la recolección de datos será la observación.

El instrumento que se empleará en la recolección de datos será la Guía de Observación.

3.4.2. Procedimientos

Colección de Muestras

Se tomará en cuenta las disposiciones de la Norma Técnica E.010 del RNE sobre la incorporación de nuevas especies maderables, en donde se menciona que debido a diferentes dificultades por las condiciones climáticas y el transporte entre otras, se ha considerado aceptar un mínimo de cinco (5) árboles; entonces, en nuestro caso, hemos estimado conveniente adquirir seis (06) árboles, de los cuales dos (02) proceden de colinas altas, dos (02) de colinas medias y dos (02) de colinas bajas, de este especie del bosque natural de la cuenca del río Nanay, de la comunidad de Diamante Azul, correspondiente al distrito de Alto Nanay ubicado en la provincia de Maynas – región Loreto. Para la recolección y selección de los árboles de esta especie se contó con el servicio de identificación del Ing. Juan Celedonio Ruiz Macedo,; asimismo, para la certificación de las muestras remitidas se trajo hasta la ciudad de Iquitos hasta el centro de investigación de recursos naturales Herbarium amazonense, se contó con la confirmación y certificación del anatomista

Ing. Juan Celedonio Ruiz Macedo determinador de especies de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de la Amazonía, Universidad que certifica con la **constancia de determinación botánica N°057-2024 AMAZ-UNAP** donde se emite el nombre común, nombre científico y familia de la madera machimango negro, en cuestión.

Para la propuesta de incorporación de estas especies de madera para uso estructural a los grupos A, B o C, se ha tenido en cuenta los requisitos y procedimientos previstos en los artículos del 1 al 12 de la Norma E.010 Capítulo 1: Agrupamiento de maderas para uso estructural del Reglamento Nacional de Edificaciones y específicamente del inciso 6.1.3. de los Requisitos se indica: “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 – ININVI”. En el inciso 6.2.2. del Procedimiento se indica: “Se identifican las especies en forma botánica y se efectúa la descripción anatómica de las muestras de madera”.

Las Normas Técnicas Peruanas de Madera que se tuvieron en cuenta para la realización de los ensayos de las muestras son las elaboradas por el Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de Calidad INACAL, que a continuación se presentan:

Tabla N° 9: Las Normas Técnicas Peruanas de Madera

CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
NTP 251.016: 2015	MADERA. Método para determinar la compresión perpendicular al grano. 3ª Edición	La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayos de compresión perpendicular al grano en maderas sólidas.
NTP 251.013: 2015	MADERA. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano	La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayos de cizallamiento paralelo al grano.
NTP 251.086: 2015	MADERA. Determinación de la tensión perpendicular a las fibras	Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos a seguir en la ejecución de ensayos para determinar la tensión perpendicular a las fibras en madera sólida.
NTP 251.014: 2014	MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano	Establece los procedimientos a seguir para la ejecución de ensayo de la compresión axial, o paralela al grano en maderas sólidas.
NTP 251.017: 2014	MADERA. Método para determinar la flexión estática	Establece los procedimientos a seguir para la ejecución del ensayo de flexión estática en maderas.
NTP 251.011: 2014	MADERA. Método para determinar la densidad	Establece los métodos a seguir para determinar la densidad de la madera bajo diferentes condiciones de contenido de humedad.
NTP 251.010: 2014	MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad	Establece los métodos de ensayo para la determinación del contenido de humedad (CH) de la madera
NTP 251.009: 1980 (revisada el 2012)	MADERAS. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos	Establece los procedimientos para el acondicionamiento de las maderas destinadas a ser sometidos a ensayos físicos y mecánicos. Esta Norma también establece los Requisitos generales para el tratamiento profiláctico del material

NTP 251.102: 1988 (Revisada el 2012)	MADERA ASERRADA. Defectos. Método de medición	Establece el método de medición de defectos en una pieza de madera aserrada.
NTP 251.116: 1990 (revisada el 2012)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Extracción de	Establece el plan de muestreo y procedimiento para inspección por atributos en un lote o lotes de madera aserrada para uso estructural
NTP 251.085: 1986 (revisada el 2011)	MADERAS. Determinación de la tensión paralela a las fibras	Establece el método de ensayo para determinar la tensión paralela a las fibras en la madera

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de Calidad INACAL

Tabla N° 10: Terminología de Maderas

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.101:19 88 (revisada	MADERA ASERRADA. Defectos. Definiciones y clasificación	Establece las definiciones y la clasificación de los defectos que se

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de Calidad INACAL

Tabla N° 11: Requisitos de Maderas

CODI	T	R
NTP 251.037: 1988 (Revisada el 2011)	MADERA ASERRADA Y CEPILLADA. Dimensiones Nominales. Requisitos	Establece las dimensiones nominales (espesor, ancho y longitud) de la madera aserrada y cepillada y las tolerancias de dimensión final.

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de Calidad INACAL

Tabla N° 12: Maderas aserrada clasificación

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.114:199 0 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos. Procedimiento	Establece el procedimiento a seguir para la clasificación de defectos de la madera aserrada.
NTP 251.118:199 1 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos, por rendimiento y	Establece la clasificación por defectos y por rendimiento, así como los requisitos que deberá
NTP 251.115:199 0 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Clasificación por rendimiento. Procedimiento	Establece el procedimiento a seguir para clasificar la madera aserrada por su rendimiento.
NTP 251.103:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada y cepillada para uso estructural. Dimensiones	Establece las dimensiones nominales y finales (espesor, ancho y longitud) de la madera aserrada para uso estructural.
NTP 251.006 2003	MADERA. Nomenclatura de las especies forestales más importantes del Perú, sistema de codificación y marcado de madera aserrada	Establece la nomenclatura de las especies forestales más importantes del Perú por su producción, calidad y diversidad de usos, así el sistema unitario de codificación y marcado de

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de
Calidad INACAL

Tabla N° 13: Madera Aserrada Requisitos

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.104:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Clasificación visual y requisitos.	Establece la clasificación visual y requisitos que debe cumplir la madera aserrada para uso estructural.
NTP 251.134 2005	SECADO DE LA MADERA. Apilado horizontal de la madera aserrada	Establece las características del apilado horizontal de la madera aserrada para procesos de secado convencional en hornos y al aire libre, con el objeto de que su aplicación se

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de Calidad INACAL

Tabla N° 14: Madera Aserrada Métodos de Ensayo

CODIGO	TITULO	RESUMEN
NTP 251.107:1988 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Método de ensayo de flexión para vigas a escala natural	Establece el método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad, módulo de elasticidad aparente, módulo de corte y la resistencia a la flexión en vigas de madera a escala natural sometidas a flexión.

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de
Calidad INACAL

Tabla N° 15: Madera Aserrada Rotulado

CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
NTP 251.117:1989 (revisada el 2011)	MADERA ASERRADA. Madera aserrada para uso estructural. Rotulado	Define y establece la información que deberá llevar el rótulo de la madera aserrada para uso estructural.

Fuente: Centro de Información y Documentación del Instituto Nacional de
Calidad INACAL

3.5. Procesamiento y análisis de la información

- Elaboración del instrumento de recolección de datos.
- Recoger la información.
- Procesamiento de la información.
- Análisis e interpretación de la información.
- Elaboración del informe
- Presentación del informe.
- Sustentación del informe.

Se realizará quince (15) ensayos, cada uno con tres (03) probetas pequeñas; bien orientadas, libre de defectos físicos y biológicos; siguiendo las siguientes dimensiones:

Ensayos para las Propiedades Físicas:

1.- Determinación del Contenido de Humedad.

actual	- Norma	NTP 251.010 2004 o su equivalente	
	- Muestra	No menor de 33 cm ³	
		No menor de 25 mm a lo largo del grano	
		Mínimo	2.5 cm x 4 cm x 4 cm
			2.5 cm x 3 cm x 5 cm

2.- Determinación de la Densidad.

actual	- Norma	NTP 251.011 2004 o su equivalente	
	- Muestra	3 cm x 3 cm x 10 cm	

Ensayos para las propiedades mecánicas:

3.- Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.

actual	- Norma	NTP 251.014 2004 o su equivalente	
	- Muestra	5 cm x 5 cm x 20 cm	

4.- Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.

actual	- Norma	NTP 251.016 2004 o su equivalente	
	- Muestra	5 cm x 5 cm x 15 cm	Caras
	paralelas al grano		Una cara paralela a los
	anillos de crecimiento.		

5.- Determinación de la Flexión Estática.

- Norma actual	NTP 251.017 2004 o su equivalente
- Muestra	2.5 cm x 2.5 cm x 41 cm (luz 35 cm) 5 cm x 5 cm x 76 cm (luz 70 cm)

3.6. Procesamiento de la Información:

El procesamiento de la información se realizó de forma mecánica utilizando la tabla de datos en formato Excel.

El análisis e interpretación de los datos se efectuó utilizando la estadística descriptiva, frecuencia, promedio y porcentaje de Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Tabla N 16: Contenido de humedad y densidad de madera machimango negro
Eschweilera Coriacea

PROPIEDADES FISICAS	Contenido de Humedad	Densidad	
	[%]	[gr/cm3]	[g/ml]
	14.58	1.091	1.000
	14.63	1.124	1.043
	14.78	1.123	1.063
Promedio	14.66	1.113	1.035

Fuente: NTP.251.010:2020; NTP. 251.011:2014 (R.2019)

Tabla N° 17: Ensayo de flexión en viga

	P'	Y	P	ELP	MOR	MOE
	[kg]	[mm]	[kg]	[kg/cm2]	[kg/cm2]	[kg/cm2]
	541	5.36	800	1,993	2, 946	326,209
	552	6.03	742	2,011	2,702	293,105
	524	5.62	729	1,986	2,763	293,295
Promedio	539	5.67	757	1997	2,804	304,203

Fuente; NTP.251.017:2014 (2019); NTP. 251.010:2020

P': Carga al límite proporcional

Y: Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional

P: Carga máxima

ELP: Carga al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura

MOE: Módulo de elasticidad

Tabla N°18: Ensayo de resistencia a la compresión perpendicular al grano de la madera

	P'	D	ELP
	[kg]	[mm]	[kg/cm ²]
	11,220	3.06	490
	15,917	10.15	650
	10,318	4.33	419
Promedio	12,485	5.84	520

Fuente: NTP.251.016:2015

P': Carga al límite proporcional

ELP: Esfuerzo al límite proporcional

D: Deformación por compresión

Tabla N° 19: Ensayo de resistencia a la compresión paralela al grano de la madera

	P'	P	Y	ELP	MOR	MOE
	[kg]	[kg]	[mm]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
	18,149	20,868	3.11	714	821	47,380
	24,894	27,304	2.91	972	1,066	65,076
	22,608	26,527	2.53	887	1,041	69,440
Promedio	21,883	24,900	2.85	858	976	60,632

Fuente: NTP.251.014:2014 y NTP.251.010:2014

P': Carga al límite proporcional

Y: Deflexión al límite proporcional

P: Carga máxima

ELP: Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura

MOE: Módulo de elasticidad

4.2. Discusión de resultados

De la revisión de la literatura referente a maderas tropicales no se encontró que haya sido agrupada dentro de especies de madera en la Sub Región Andina que pueden ser adecuadas para la construcción; en consecuencia, los resultados de la investigación son únicos, y sus características físicas y mecánicas merecen ser ampliadas a la generalidad de propiedades que consideró la Junta del Acuerdo de Cartagena.

En comparación con la tesis “DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS ADMISIBLES EN MADERA SECA PARA LAS ESPECIES MASHONASTE Y PANGUANA” del ingeniero Manolo Verastegui Payehuanca.

Donde podemos observar el cuadro en comparación de los resultados de las especies del machimango negro, mashanaste y panguana.

		MACHIMANGO NEGRO		PANGUANA	MASHONASTE
COMPRESION PARALELA	VALOR PROMEDIO			VALOR PROMEDIO	VALOR PROMEDIO
ESFUERZO DE LA FIBRA (ELP)	857.67	KG/CM2	375	505	
MODULO DE ROTURA (MOR)	976	KG/CM2	525	640	
MODULO DE ELASTICIDAD (MOE)	60,632	KG/CM2	165,473	162,280	
FLEXION ESTATICA	VALOR PROMEDIO			VALOR PROMEDIO	VALOR PROMEDIO
ESFUERZO DE LA FIBRA (ELP)	1996.67	KG/CM2	606	1,113	
MODULO DE ROTURA (MOR)	2803.67	KG/CM2	695	1,371	
MODULO DE ELASTICIDAD (MOE)	304,203	KG/CM2	123,756	157,145	

Observando los resultados de las especies podemos concluir que la madera machimango negro es mejor por la resistencia, durabilidad que posee y que puede ser utilizado en estructuras de edificaciones.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La **densidad de la madera** machimango negro se encuentra entre valores de 1.091 gr/cm³ y 1.123 gr/cm³, siendo el promedio de 1.113 gr/cm³, correspondiendo el valor inferior a un contenido de humedad de 14.58%, y el valor superior a 14.78%.

El **ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra** arroja valores de esfuerzo al límite proporcional de entre 714 kg/cm² y 887kg/cm², siendo el promedio de 858kg/cm².

El módulo de rotura está comprendido entre 821kg/cm² y 1066kg/cm², siendo el promedio de 976 kg/cm².

El módulo de elasticidad está comprendido entre 47,380 kg/cm² y 69,440 kg/cm², siendo el promedio de 60,632 kg/cm².

El **ensayo de compresión perpendicular a la fibra** arrojó valores de esfuerzo al límite proporcional comprendidos en el intervalo de 490 kg/cm² y 650 kg/cm², siendo el promedio de 520 kg/cm², correspondiendo a una deformación por compresión promedio de 5.85 mm; y, siendo la carga proporcional al límite promedio de 12,485 kg.

El **ensayo a la flexión en viga** arrojó valores de esfuerzo de la fibra al límite proporcional comprendidos en el intervalo de 1993 kg/cm² y 2011 kg/cm², siendo el promedio alcanzado de 1997 kg/cm²; correspondiéndole una carga promedio al límite proporcional de 757 kg/cm².

En este caso, el módulo de rotura estuvo comprendido en el intervalo de 2,702kg/cm² y 2,946 kg/cm², siendo el promedio alcanzado de 2804 kg/cm². Asimismo, el módulo de elasticidad estuvo comprendido en el intervalo de 293,105 kg/cm² y 326, 209 kg/cm², siendo el promedio 304,203 kg/cm².

El Machingo negro “*Eschweilera coreacea*” debe corresponderle pertenecer al grupo A en el PADT – REFORT para madera estructural de la Madera del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

La madera machimango negro dado con la relación al campo de la construcción se puede utilizar para pilotes, columnas, vigas. Teniendo en cuenta la esbeltez de la madera.

La madera machimango negro pertenece al grupo **A** en la junta de acuerdo de Cartagena, esto se identificó a la densidad que posee dicha madera.

La madera machimango negro desde el punto de vista forestal, tanto la clasificación y calificación de esta madera se enfocan en sus características morfológicas, mecánicas y su potencial de uso.

Clasificación: Madera dura, de tipo tropical.

Calificación: Alta densidad, resistente a la humedad, buena resistencia mecánica, durabilidad aceptable.

5.2. Recomendaciones

De las conclusiones de la presente investigación se recomienda:

Continuar investigando las propiedades físicas y mecánicas de esta madera en razón a que en las características determinadas presenta valores altos. Así tiene una densidad promedio de 1.113 gr/cm³ al 14.66 por ciento de contenido de humedad, propias de la madera dura (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984).

Para su uso en edificaciones como elementos poste-viga, su contenido de humedad debiera estar por debajo del 20% (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984).

Se recomienda el uso de esta madera para elementos estructurales en edificaciones puentes y otras estructuras debido a la durabilidad y resistencia que poseen y de acuerdo a los resultados de los ensayos que lo respalda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aróstegui y A. Sato (1970) - IIAP, Proyecto “Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 16 Especies Forestales del Perú”.
2. CAMARA FORESTAL NACIONAL (2007), ***Descripción Dendrológica de 26 Especies Forestales de Importancia Comercial: Zonas de Tahuamanu y Alto Huallaga***. Lima - Perú. Catálogo.
3. DÁVILA, Nállarett, et all(2008). ***Fichas de Identificación de Especies Maderables de Loreto – Perú***. Primera Edición. Lima – Perú. Catálogo.
4. 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.
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, 2009. Dirección Técnica de Demografía y Estudios Sociales.
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.
7. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA (INIA). Valores de las propiedades físicas y mecánicas de algunas especies forestales del país.
8. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1980). “Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Perú”. PADT – REFORT. JUNAC. Lima.

9. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1981). "Descripción General y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino". PADT – REFORT. JUNAC. Lima.
10. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1984). **Manual de diseño para maderas del grupo Andino**. Edición del **Grupo Andino**, Lima - Perú. Págs. 15, 21-23.
11. Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006. "Reglamento Nacional de Edificaciones" Norma E.0.10, Madera, Lima.
12. Norma ITINTEC (1980). Maderas. Lima – Perú.
13. Ordoñez, P. K. y Lugo, Y. K., 2016). Estructuras de madera aplicadas al sector de la construcción en el Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
14. Valderrama Freyre H. (1991). "Tabla de Valores de las Propiedades Físicas de Especies estudiadas en el Proyecto Forestal ITTO". Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera. FIF – UNAP. Iquitos Perú.
15. Valderrama Freyre H. 1993. "Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía Peruana". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos Perú.
16. Veintemilla S. 2004. "Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera Capirona". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Particular de Iquitos (Hoy Universidad Científica del Perú). Iquitos - Perú.
17. Verástegui M. 2016. Determinación de esfuerzos admisibles en madera seca para las especies Mashonaste y Panguana. Tesis para

optar el Título Profesional de Ingeniero Civil Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil.

18. <http://www.uni.edu.pe/ficuni/ensayodemateriales.htm> (último acceso 05/07/2018 3:35:09 PM.)
19. <http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-p4/inia-p4-01.htm>
20. www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/.../2_21_3_11.xls
21. http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/Folia5_articulo6.pdf
22. http://www.cnf.org.pe/tecnica/tec_mari.htm
23. http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/Folia3_articulo5.pdf
24. [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol04_no1-2_Ene-Dic70_\(07\)/vol4_art2.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol04_no1-2_Ene-Dic70_(07)/vol4_art2.pdf)
25. http://zeus.dci.ubiobio.cl/~anantias/apuntes_fisica_madera.pdf
26. <http://es.scribd.com/doc/59411947/23/COEFICIENTE-DE-CONTRACCION-VOLUMETRICA>
27. <http://www.uprm.edu/civil/html/laborato/lab9.pdf>
28. http://www.catedracanciani.com.ar/E1/Flexion_Madera2010.pdf

ANEXO

ANEXO N° 01. INSTRUMENTOS

CUADRO N° 01

ESPECIE ESTUDIADA

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Machimango negro	<i>Eschweilera Coriacea</i>	LECYTHIDACEAE

CUADRO N° 02

CARACTERÍSTICA DE LAS TROZAS

ESPECIE	CALIDAD TROZA	DIÁMETRO	FLOTABILIDAD	ATAQUES BIOLÓGICOS

CUADRO N° 03

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

Especie	Diferenciación (Albura y duramen)	% Albura	Color Albura	Duramen	Brillo	Grano	Veteado	Textura	Olor y Sabor

CUADRO N° 04

PROPIEDADES FÍSICAS

ESPECIE	CONT. HUMEDAD (%)	PESO ESPECÍFICO (gr/cm3)	DENSIDAD (gr/cm3)

CUADRO N° 05

PROPIEDADES MECÁNICAS

Especie	Flexión Estática (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad MOE (Tn/cm ²)	Comp. Paralela (kg/cm ²)	Compresión perpendicular (kg/cm ²)

CUADRO N° 06

PROPIEDADES SOBRE SU USO ESTRUCTURAL

ESPECIE	FLEXIÓN A ESCALA NATURAL (kg/cm ²)
	No se estudiará
	No se estudiará

CUADRO N° 07

COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO

ESPECIE	COMPORTAMIENTO - ASERRÍO	CALIFICACIÓN

ESPECIE	DURABILIDAD	TRATAMIENTO PRESERVADOR

Espe- cie	Densidad	Grano	Dureza	Textura	Flexión (MOR)	C //	C ⊥	Cizalla- miento	Compor- tamiento
--------------	----------	-------	--------	---------	---------------	------	-----	--------------------	---------------------

	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad
	Valor				Valor	Valor	Valor	Valor	

CUADRO N° 08
RELACIÓN BÁSICA Y COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA MADERA

Especie	Densidad	Trabajabilidad	Resistencia Mecánica	Secado	Aserrío	Preservante
	Rango de valores	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad	cualidad

ANEXO N°02

CUADRO N° 9

CLASIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LAS MADERAS SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Grupo Estruct	Grupo Forestal	Propiedades Físicas	Propiedades Mecánicas					Clasificación	Calificación
		Densidad Básica (gr./cm ³)	Flexión Estática MOR (kg./cm ²)	Corte Perpendicular a la Fibra (kg./cm ²)	Cote Paralelo a la Fibra (kg./cm ²)	Dureza Lados (kg./cm ²)	Clivaje (CL) (kg./cm ²)		
C	III	<0.30	<300	<60	<400	<100	<20	Muy Baja	Muy Mala
		0.30 – 0.40	300 – 500	61 – 90	400 – 600	100 – 300	20 – 40	Baja	Mala
B	IV	0.41 – 0.60	501 – 800	91 – 100	601 – 900	301 – 600	41 – 60	Media	Regular
A	V	0.61 – 0.70	801 – 1000	111 – 130	901 – 1200	601 – 900	61 – 80	Alta	Buena
		>0.75	>1000	>130	>1200	>900	>80	Muy Alta	Muy Buena

MOR : Módulo de Ruptura

CL : Clivaje, prueba que se hace a la madera con clavo para la rajadura o quemadura.

CUADRO N° 10

ESFUERZOS ADMISIBLES (kg/m²) *

Grupo	Flexión f_m	Tensión Paralela f_t	Compresión Paralela f_c	Compresión Perpendicular f_c	Corte Paralelo
A	210	145	145	40	15
B	150	105	110	28	12
C	100	75	80	15	8

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

CUADRO N° 11

MÓDULO DE ELASTICIDAD (kg/cm²)

Grupo	$E_{0.05}$	$E_{promedio}$
A	95,000	130,000
B	75,000	100,000
C	55,000	90,000

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
General: a) ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro? Específicos: a) ¿Cuáles son las propiedades físicas de las maderas machimango negro? b) ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de las maderas machimango negro? c) ¿Cuál es la clasificación y calificación de las maderas machimango negro desde el punto de vista forestal? d) ¿Cuál es la clasificación y calificación de las maderas machimango negro desde el punto de vista estructural?	General: a) Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera Machimango negro. Específicos: a) Analizar las propiedades físicas de las maderas machimango negro. b) Analizarlas propiedades mecánicas de las maderas machimango negro. c) Definir la clasificación y calificación de las maderas machimango negro desde el punto de vista forestal, y proponer su inclusión en el Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena. d) Definir la clasificación y calificación de las maderas machimango negro desde el punto de vista estructural, y proponer su inclusión en el Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena.	Las propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro corresponden al rango de la Madera Estructural Tipo "A" de las Maderas del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena.	Propiedades físicas y mecánicas de las maderas machimango negro.	-Contenido de Humedad -Densidad Básica -Compresión Axial o Paralela a la fibra. -Compresión Perpendicular a la fibra. - Flexión Estática -Módulo Elasticidad (MOE) - Módulo de Resistencia (MOR)	Tipo de Investigación: Cuantitativo. Diseño de Investigación: M - O Población: Estará conformada por los árboles de madera machimango negro. Muestra: Estará conformada por seis árboles de madera machimango negro seleccionados aleatoriamente, dos de colina alta , dos de colina media y dos de colina baja del área de influencia de la comunidad de Diamante Azul, respectivamente. Técnicas: Para este caso, la técnica que se utilizará para la recolección de datos será la observación. Instrumentos: El instrumento que se empleará en la recolección de datos será la Guía de Observación. Procedimientos de Datos: -Elaboración del instrumento de recolección de datos. -Recoger la información. -Procesamiento de la información. -Análisis e interpretación de la información. -Elaboración del informe -Presentación del informe. -Sustentación del informe. Procesamiento de la Información: El procesamiento de la información se realizará de forma mecánica utilizando la tabla de datos. El análisis e interpretación de los datos se efectuará utilizando la estadística descriptiva, frecuencia, promedio y porcentaje.

ANEXO 03: Matriz de Consistencia

Título: "Propiedades físicas y mecánicas de la madera machimango negro.

ANEXO 04: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Resultado de ensayo a la compresión paralela

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra en Madera
Expediente N° : 24-1357-C1
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de forma prismática
2.0. DEL EQUIPO : Máquina Universal ZWICK ROELL : LF-B-092-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLDT. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.014:2020 y NTP 251.010:2020.
Procedimiento interno AT-PR-13.

Fecha de Ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES			P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	ELP (Kg/cm²)	MOR (Kg/cm²)	MOE (Kg/cm²)
	a (mm)	b (mm)	h (mm)						
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORYMBOSA" M1-A	51.77	49.08	202.22	18,149	3.11	20,868	714	821	47,380

Con. Ambientales		C.H (%)	ΔP (kg)	ΔY (mm)
T (°C)	H.R (%)			
18.6	76.5	15.1	13,779	1.72

L Distancia del área calibrada
P' Carga al límite proporcional
Y Deflexión al límite proporcional
P Carga máxima
ELP Esfuerzo de la fibra al límite proporcional
MOR Módulo de rotura
MOE Módulo de elasticidad

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D. M.F.
Digitado por : J.B.P.

Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

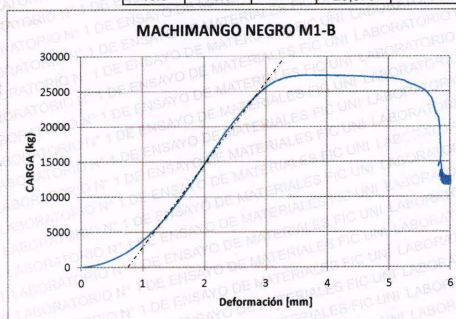
Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra en Madera
Expediente N° : 24-1357-C2
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de forma prismática
2.0. DEL EQUIPO : Máquina Universal ZWICK ROELL : LF-B-092-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLDT. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.014:2014 y NTP 251.010:2014.
Procedimiento interno AT-PR-13.
4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES			P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	ELP (Kg/cm²)	MOR (Kg/cm²)	MOE (Kg/cm²)
	a (mm)	b (mm)	h (mm)						
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M1-B	51.97	49.30	202.68	24,894	2.91	27,304	972	1,066	65,076

Con. Ambientales	C.H (%)	ΔP (mm)	ΔY (mm)
18.6	76.5	15.0	20,875

L : Distancia del área calibrada
P' : Carga al límite proporcional
Y : Deflexión al límite proporcional
P : Carga máxima
ELP : Esfuerzo de la fibra al límite proporcional
MOR : Módulo de rotura
MOE : Módulo de elasticidad



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D. M.F.



Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCIÓN, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra en Madera
Expediente N° : 24-1357-C3
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

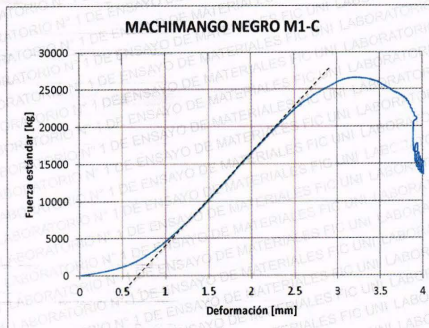
1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de forma prismática
2.0. DEL EQUIPO : Máquina Universal ZWICK ROELL : LF-B-092-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLDT. Certificado de calibración: TC-16476-2021.

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.014:2014 Y NTP 251.010:2014.
Procedimiento interno AT-PR-13.

4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES			P _r (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)
	a (mm)	b (mm)	h (mm)						
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M1-C	49.06	51.95	204.18	22,608	2.53	26,527	887	1,041	69,440

Con. Ambientales	C.H	ΔP	ΔY
T (°C)	H.R (%)	(%)	(mm)
18.6	76.5	15.6	17,875
			1.52

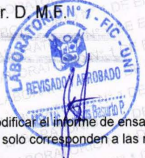


L Distancia del área calibrada
P Carga al límite proporcional
Y Deformación al límite proporcional
P Carga máxima
ELP Esfuerzo de la fibra al límite proporcional
MOR Módulo de rotura
MOE Módulo de elasticidad



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D. M.F.



Ing. Oscar Miranda Hospinal
Jefe (e) del laboratorio



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI



Resultado del ensayo de compresión perpendicular a la fibra



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del

A

Obra

Ubicación

Asunto

Expediente N°

Recibo N°

Fecha de emisión

Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Ensayo de compresión perpendicular al grano de la madera
24-1357-P1
83499
20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA

2.0. DEL EQUIPO

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO

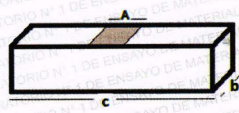
4.0. RESULTADOS

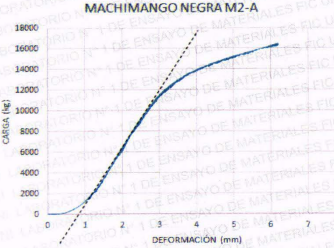
Fecha de ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		A (mm)	P' (Kg)	D (mm)	ELP (Kg/cm²)
	a	b				
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M2-A	48.50	45.83	50.0	11,220	3.06	490

Condiciones ambientales		C.HUMEDAD
T (°C)	H.R. (%)	(%)
19.1	74.0	16.5

A Ancho de la Placa
D Deformación por compresión
P' Carga al límite proporcional
P Carga máxima
ELP Esfuerzo al límite proporcional



MACHIMANGO NEGRA M2-A


5.0. OBSERVACIONES :

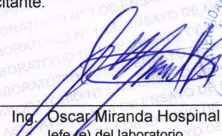
1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por

Técnico

Digitado por : J. Basurto

Lic. J. Basurto
Sr. A.S.V.


Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio


NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



**Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**
apartado 1301 - Perú
**(511) 381 - 3343**
**(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

**www.lem.uni.edu.pe**
**lem@uni.edu.pe**
**Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI**



63



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

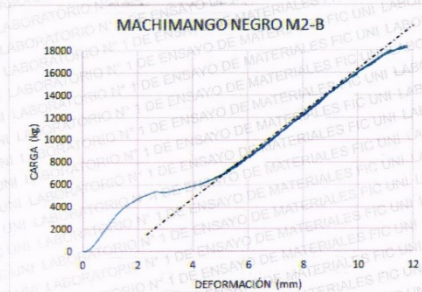
Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
Asunto : Ensayo de compresión perpendicular al grano de la madera
Expediente N° : 24-1357-P2
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de sección rectangular.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ZWICK ROELL.
Certificado de calibración: LF-B-092-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLDT. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.016:2015.
Procedimiento interno AT-PR-17.

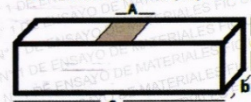
4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		A (mm)	P' (Kg)	D (mm)	ELP (Kg/cm²)
	a	b				
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M2-B	51.58	48.95	50.0	15,917	10.15	650

Condiciones ambientales		C.HUMEDAD
T (°C)	H.R (%)	(%)
19.1	74.0	16.5



A Ancho de la Placa
D Deformación por compresión
P' Carga al límite proporcional
P Carga máxima
ELP Esfuerzo al límite proporcional



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.S.V.
Digitado por : J.B.P.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

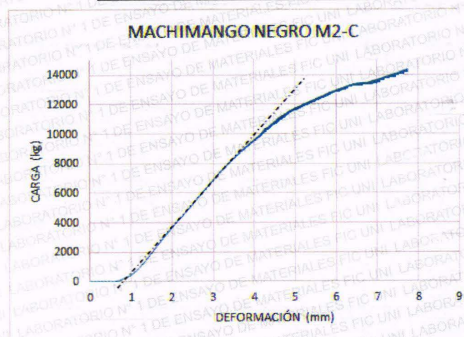
Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de compresión perpendicular al grano de la madera
Expediente N° : 24-1357-P3
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de sección rectangular.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ZWICK ROELL.
Certificado de calibración: LF-B-092-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLDT. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.016:2015.
Procedimiento interno AT-PR-17.

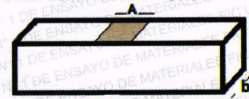
4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		A (mm)	P' (Kg)	D (mm)	ELP (Kg/cm²)
	a	b				
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M2-C	45.95	49.22	50.0	10,318	4.33	419

Condiciones ambientales		C.HUMEDAD
T (°C)	H.R (%)	(%)
19.1	74.0	17.3



A Ancho de la Placa
D Deformación por compresión
P' Carga al límite proporcional
P Carga máxima
ELP Esfuerzo al límite proporcional



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.S.V.
Digitado por : J.B.P.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI

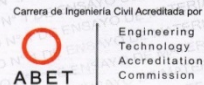


Resultado del ensayo de flexión estática



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera
Expediente N° : 24-1357-F1
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de sección rectangular.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina Universal Alfred Amsler con celda de carga: LF-B-141-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLD. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.017:2014 (2019) y NTP 251.010:2020.
Procedimiento interno AT-PR-17.

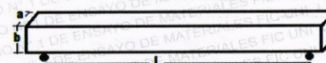
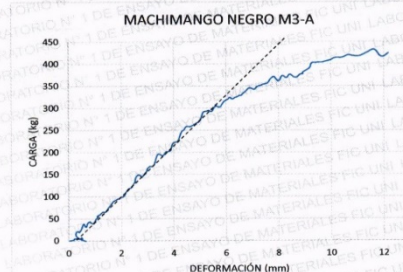
4.0. RESULTADOS

Fecha de ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	ELP (Kg/cm²)	MOR (Kg/cm²)	MOE (Kg/cm²)
	a	b							
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M3-A	24.02	24.36	35.0	541	5.36	800	1,993	2,946	326,209

Condiciones ambientales		C.HUMEDAD (%)	ΔP (Kg)	ΔY (mm)
T (°C)	H.R (%)	13.3	469	4.44
18.2	78.7			

L Distancia entre apoyos
P Carga al límite proporcional
Y Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
P Carga máxima
ELP Esfuerzo de la fibra al límite proporcional
MOR Módulo de rotura
MOE Módulo de elasticidad



5.0. OBSERVACIONES :

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D. M.F.

Digitado por : J.B.P.



Ing. Oscar Miranda Hospinal
Jefe (e) del laboratorio



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera
Expediente N° : 24-1357-F2
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de sección rectangular.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina Universal Alfred Amsler con celda de carga: LF-B-141-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLD. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.017:2014 (2019) y NTP 251.010:2020.
Procedimiento interno AT-PR-17.

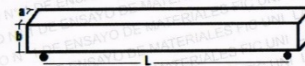
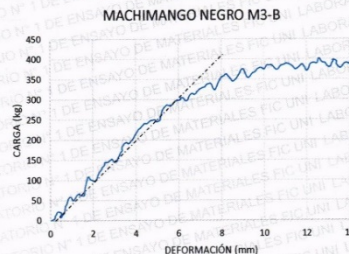
4.0. RESULTADOS

Fecha de ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	ELP (Kg/cm²)	MOR (Kg/cm²)	MOE (Kg/cm²)
	a	b							
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M3-B	24.0	24.5	35.0	552	6.03	742	2,011	2,702	293,105

Condiciones ambientales		C.HUMEDAD (%)	ΔP (kg)	ΔY (mm)
T (°C)	H.R (%)	13.6	534	5.53

L : Distancia entre apoyos
P' : Carga al límite proporcional
Y : Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
P : Carga máxima
ELP : Esfuerzo de la fibra al límite proporcional
MOR : Módulo de rotura
MOE : Módulo de elasticidad



5.0. OBSERVACIONES :

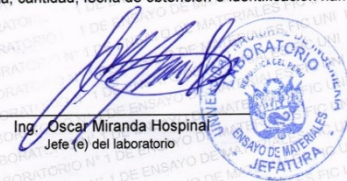
1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D. M.F.

Digitado por : J.B.P.



Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI

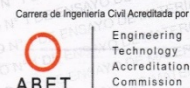




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera
Expediente N° : 24-1357-F3
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

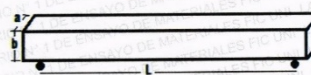
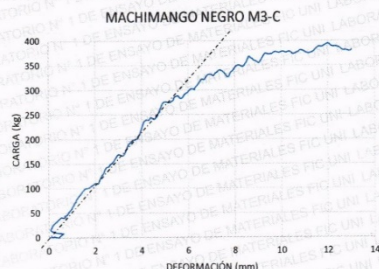
- 1.0. DE LA MUESTRA : Madera MACHIMANGO NEGRO de sección rectangular.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina Universal Alfred Amsler con celda de carga: LF-B-141-2023
Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLDT. Certificado de calibración: TC-16476-2021.
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.017:2014 (2019) y NTP 251.010:2020.
Procedimiento interno AT-PR-17.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 25/07/2024

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P [*] (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)
	a	b							
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M3-C	24.5	23.8	35.0	524	5.62	729	1,986	2,763	293,295

Condiciones ambientales		C.HUMEDAD (%)	ΔP (kg)	ΔY (mm)
T (°C)	H.R (%)	14.1	445	4.94

L : Distancia entre apoyos
P^{*} : Carga al límite proporcional
Y : Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
P : Carga máxima
ELP : Esfuerzo de la fibra al límite proporcional
MOR : Módulo de rotura
MOE : Módulo de elasticidad



5.0. OBSERVACIONES :

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D. M.F.

Digitado por : J.B.P.

Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI



Resultado del contenido de humedad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del
A
Obra

Ubicación

Asunto
Expediente N°
Recibo N°
Fecha de emisión

: Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
: BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
: PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
: LORETO - MAYNAS - IQUITOS
: DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
: Ensayo de Contenido de Humedad en Maderas
: 24-1357-H1
: 83499
: 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO
3.0. RESULTADOS

: Consistente en 03 muestras de madera MACHIMANGO NEGRO.
: Norma de referencia NTP 251.010:2020.
: Procedimiento interno AT-PR-15.
:
Fecha de Ensayo : 24/07/2024

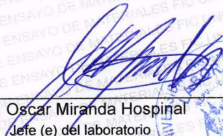
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	PESO INICIAL (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M5-A	44.8	39.1	14.58
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M5-B	47.0	41.0	14.63
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M5-C	46.6	40.6	14.78

4.0. OBSERVACIONES:

Hecho por
Técnico

: Lic. J. Basurto P.
: Sr. D.M.F.
L.J.B.





Ing. Oscar Miranda Hospinal
Jefe (e) del laboratorio



NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

**Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**
apartado 1301 - Perú
**(511) 381 - 3343**
**(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

**www.lem.uni.edu.pe**
**lem@uni.edu.pe**
**Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI**



Resultado del ensayo de densidad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : BRUNO DAVOR HERRERA NOEL
Obra : PROYECTO DE TESIS "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA MACHIMANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCION, IQUITOS 2023"
Ubicación : LORETO - MAYNAS - IQUITOS
DEPARTAMENTO DE LORETO - PROVINCIA DE MAYNAS - DISTRITO DE IQUITOS
Asunto : Ensayo de Densidad en Madera
Expediente N° : 24-1357-D1
Recibo N° : 83499
Fecha de emisión : 20/08/2024

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 muestras de madera MACHIMANGO NEGRO.

2.0. DEL EQUIPO : Vernier digital TRUPER. Certificado de calibración: 110-CL-2022.
Balanza Digital SARTORIUS. Certificado de calibración: TC-18002-2021.
Estufa (horno) HUMBOLD. Certificado de calibración: TC-16476-2021.

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.011:2014 (R. 2019)
Procedimiento interno AT-PR-16.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo: 24/07/2024

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES INICIALES (mm)			VOLUMEN DIRECTO (cm³)	VOLUMEN INDIRECTO (ml)	PESEO SECO (g)	DENSIDAD	
	LARGO	ANCHO	ALTO				(g/cm³)	(g/ml)
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M4-A	25.1	25.1	101.8	64.2	70.0	70.0	1.091	1.000
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M4-B	25.2	25.6	100.8	65.0	70.0	73.0	1.124	1.043
MACHIMANGO NEGRO "ESCHWEILERA CORIACEA" M4-C	25.8	26.2	100.5	68.1	72.0	76.5	1.123	1.063

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. D.M.F.
J.B.P.

Ing. Oscar Miranda Hospinal
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

ANEXO 05: CONSTANCIA DE DETERMINACION DE LA MADERA



UNAP

Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense — AMAZ

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA n.º 057-2024 AMAZ-UNAP

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

HACE CONSTAR:

Que, la muestra botánica presentada por **ELADIO CHAVEZ AREVALO y BRUNO DAVOR HERRERA NOEL**, bachilleres de la **Facultad de Ciencias e Ingeniería** de la **Universidad Científica del Perú** pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado: **"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA MACHI MANGO NEGRO, PARA SU USO EN CONSTRUCCIÓN, IQUITOS 2023"**; ha sido **DETERMINADA** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

Nº	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR	NOMBRE COMÚN
01	LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera coriacea</i>	(DC.) S.A. Mori	"machimango negro"

Determinador: Ing. Juan Celidonio Ruiz Macedo

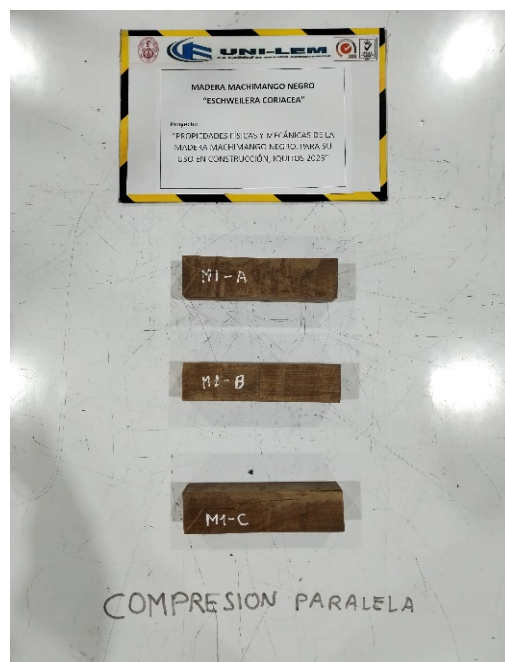
A los trece días del mes de junio del año dos mil veinticuatro, se expide la presente constancia a los interesados para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,

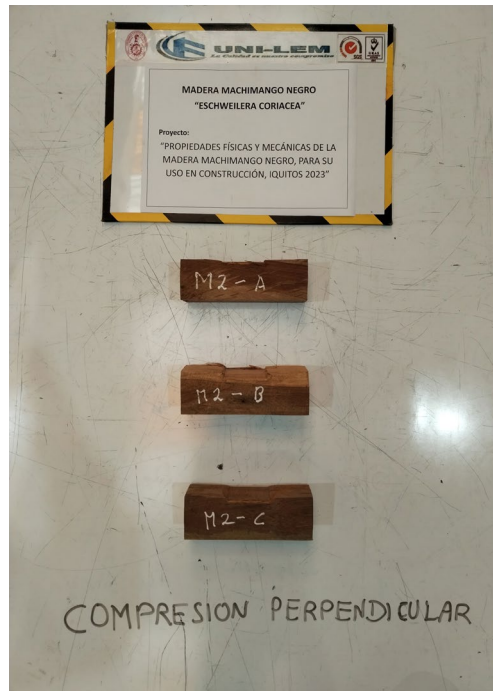

Richard J. Huaranca Acostupa
Coordinador Herbarium Amazonense
CIRNA - UNAP



ANEXO 06: FOTOS DE LOS ENSAYOS COMPRESION PARALELA A LA FIBRA



COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA



FLEXION ESTATICA

