



Colpa Matara, 11 de julio del 2023.

C.O. N° 012-2023-UI-EPIC

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”, UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA”**, elaborado por los Bachilleres en Ingeniería Civil: **LENIN SÁNCHEZ BRAVO**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 19% sin incluir citas, bibliografía, fuentes con menos de 20 palabras y depósitos de trabajos de estudiantes (desde el resumen hasta las recomendaciones); por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO  
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo  
Jefe de la unidad de investigación  
FCI-UNACH

# CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://www.repositorio.unach.edu.pe">www.repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://cict.umcc.cu">cict.umcc.cu</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://portaluni.unach.edu.pe">portaluni.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.ptolomeo.unam.mx:8080">www.ptolomeo.unam.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://laboriodemecanicadelamadera.weebly.com">laboriodemecanicadelamadera.weebly.com</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.minedu.gob.pe">repositorio.minedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://recursosbiblio.url.edu.gt">recursosbiblio.url.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional Autónoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="http://cybertesis.uni.edu.pe">cybertesis.uni.edu.pe</a>	

Fuente de Internet

<1 %

21

[repositorio.lamolina.edu.pe](https://repositorio.lamolina.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

22

[repositorio.udh.edu.pe](https://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

23

[dokumen.site](https://dokumen.site)

Fuente de Internet

<1 %

24

[qdoc.tips](https://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1 %

25

[repositorio.unal.edu.co](https://repositorio.unal.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

26

[repositorio.upagu.edu.pe](https://repositorio.upagu.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

27

[unach.edu.pe](https://unach.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

28

[cdn.www.gob.pe](https://cdn.www.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

29

[1library.co](https://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

30

[archive.org](https://archive.org)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.unas.edu.pe](https://repositorio.unas.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

32	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://upcommons.upc.edu">upcommons.upc.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083">bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
39	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
41	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
42	<a href="http://m.repositorio.unj.edu.pe">m.repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

43	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.repositorio.unu.edu.pe">www.repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://repositorio.utl.edu.ec">repositorio.utl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://www.bioone.org">www.bioone.org</a> Fuente de Internet	<1 %
51	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
52	<a href="http://repositorio.upsjb.edu.pe">repositorio.upsjb.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
53	Submitted to Universidad Politécnica de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
54	Submitted to Universidad de Cádiz	

<1 %

55

[repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar](http://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar)

Fuente de Internet

<1 %

56

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

57

[pirhua.udep.edu.pe](http://pirhua.udep.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

58

[repositorio.uaaan.mx:8080](http://repositorio.uaaan.mx:8080)

Fuente de Internet

<1 %

59

[repositorio.umsa.bo](http://repositorio.umsa.bo)

Fuente de Internet

<1 %

60

[www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)

Fuente de Internet

<1 %

61

[arquitectosdecadiz.com](http://arquitectosdecadiz.com)

Fuente de Internet

<1 %

62

[catalonica.bnc.cat](http://catalonica.bnc.cat)

Fuente de Internet

<1 %

63

[ria.utn.edu.ar](http://ria.utn.edu.ar)

Fuente de Internet

<1 %

64

[repositorio.continental.edu.pe](http://repositorio.continental.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

65

[www.29783.com.pe](http://www.29783.com.pe)

Fuente de Internet

<1 %

66	<a href="http://zaguan.unizar.es">zaguan.unizar.es</a> Fuente de Internet	<1 %
67	<a href="http://bibliotecadigital.infor.cl">bibliotecadigital.infor.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
68	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
69	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
70	<a href="http://repositoriodigital.ucsc.cl">repositoriodigital.ucsc.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
72	<a href="http://transparencia.unitru.edu.pe">transparencia.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
73	<a href="http://www.mef.gob.pe">www.mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
74	<a href="http://www.oalib.com">www.oalib.com</a> Fuente de Internet	<1 %
75	Lionel C. Briand, Yvan Labiche, Marwa Shousha. "Using genetic algorithms for early schedulability analysis and stress testing in real-time systems", Genetic Programming and Evolvable Machines, 2006 Publicación	<1 %



76 UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. "VI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS: "INGENIERÍA PARA FORMAR UNA SOCIEDAD SOSTENIBLE"", Editorial Internacional Runaiki, 2019  
Publicación <1 %

---

77 [alicia.concytec.gob.pe](http://alicia.concytec.gob.pe)  
Fuente de Internet <1 %

---

78 [bolfor.chemonics.net](http://bolfor.chemonics.net)  
Fuente de Internet <1 %

---

79 [cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe)  
Fuente de Internet <1 %

---

80 [digital.cic.gba.gob.ar](http://digital.cic.gba.gob.ar)  
Fuente de Internet <1 %

---

81 [elpais.com](http://elpais.com)  
Fuente de Internet <1 %

---

82 [laccei.org](http://laccei.org)  
Fuente de Internet <1 %

---

83 [repositorio.uandina.edu.pe](http://repositorio.uandina.edu.pe)  
Fuente de Internet <1 %

---

84 [repositorio.untrm.edu.pe](http://repositorio.untrm.edu.pe)  
Fuente de Internet <1 %

---

85 [repositorio.upn.edu.pe](http://repositorio.upn.edu.pe)  
Fuente de Internet <1 %

---

86	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
87	<a href="http://repositorium.sdum.uminho.pt">repositorium.sdum.uminho.pt</a> Fuente de Internet	<1 %
88	<a href="http://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
89	<a href="http://sourceforge.net">sourceforge.net</a> Fuente de Internet	<1 %
90	<a href="http://www.gob.mx">www.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
91	<a href="http://www.lamolina.edu.pe">www.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
92	<a href="http://www.pemex.gob.mx">www.pemex.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
93	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
94	<a href="http://purl.org">purl.org</a> Fuente de Internet	<1 %
95	<a href="http://ribuni.uni.edu.ni">ribuni.uni.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA  
MADERA “CLETHRA OBOVATA”, UTILIZADA COMO VIGA  
MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Presentado por: LENIN SÁNCHEZ BRAVO**

**Asesor: Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO**

**Chota – Perú**

**2023**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA  
DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”, UTILIZADA  
COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE  
VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA**

**POR:**

**LENIN SÁNCHEZ BRAVO**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la  
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título  
de  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**



-----  
**Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez**

**PRESIDENTE**

  
-----  
**Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo**

**SECRETARIO**

  
-----  
**Mg. Ing. José Luis Silva Tarrillo**

**VOCAL**



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil LENIN SÁNCHEZ BRAVO, denominado: “CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”, UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA”; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

17 (diecisiete) Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (\*)

con mención honrosa

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 20 de julio del 2023

Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez.  
PRESIDENTE

Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo  
SECRETARIO

Mg. José Luis Silva Tarrillo  
VOCAL

Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro.  
ASESOR

(\*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: ( 20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: “CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”, UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil LENIN SÁNCHEZ BRAVO y sustentada el día de 20 de julio del 2023, por Resolución de Coordinación N°203-2023-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 04 de agosto del 2023

Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez.  
PRESIDENTE

Mg. José Luis Silva Tarrillo  
VOCAL

Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo  
SECRETARIO

Dr. Ing. Luis Alberto Orbegos Navarro.  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Al Todopoderoso que me ilumina y me guía por el buen camino de la razón y la Fe.

Al ingeniero Luis Alberto Orbegoso Navarro, mi asesor, por orientarme en el desarrollo de mi investigación.

A todos los docentes de la universidad por ser partícipes del conocimiento adquirido.

Al Profesor Luis Verastegui Caruajulca por facilitarme las muestras de la madera CLETHRA OBOVATA y realizar mi investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Eugenio Sánchez Vásquez y Flormira Bravo Gálvez por su amor infinito que, con gran esfuerzo, sacrificio, humildad permitieron que logre una meta.

A mis hermanos quienes creyeron en mi persona y me apoyaron incondicionalmente.

A mis amigos y demás familiares por sus consejos brindados y su apoyo para ejecutar el proyecto de investigación.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Justificación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. delimitación de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Limitaciones.....</b>	<b>18</b>
<b>1.6. Objetivos .....</b>	<b>19</b>
1.6.1. Objetivo general.....	19
1.6.2. Objetivos específicos .....	19
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Antecedentes .....</b>	<b>20</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3. Antecedentes regionales .....	25
<b>2.2. Bases teórico – científicas .....</b>	<b>27</b>
2.2.1. Ley de Hooke – Módulo de elasticidad .....	27
2.2.2. Teoría zizag para el análisis de vigas de madera .....	28
2.2.3. Modelo de sección transversal calculada para análisis de flexión en madera ....	29
2.2.4. Propiedades mecánicas relacionadas con el contenido de humedad .....	31
<b>2.3. Marco conceptual.....</b>	<b>32</b>
2.3.1. Especie forestal “Clethra obovata” .....	32
2.3.2. Madera maciza.....	33
2.3.3. Aserrado, secado y protección de la madera.....	35
2.3.4. Propiedades físicas de la madera .....	37
2.3.5. Propiedades mecánicas de la madera.....	39
2.3.6. Propiedades elásticas de la madera.....	41

2.3.7. Vigas macizas de madera.....	42
2.3.8. Esfuerzo en vigas por flexión .....	43
2.3.9. Esfuerzos admisibles de la madera .....	46
2.3.10. Agrupamiento de la madera.....	47
2.3.11. Diseño de vigas de madera .....	48
<b>2.4. Hipótesis.....</b>	<b>50</b>
<b>2.5. Operacionalización de variables.....</b>	<b>50</b>
2.5.1. Variable independiente: Viga maciza.....	50
2.5.2. Variable dependiente: Caracterización física, mecánica y elástica de la madera	50
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2. Diseño de investigación.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3. Métodos de investigación.....</b>	<b>54</b>
<b>3.4. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>56</b>
3.4.1. Población .....	56
3.4.2. Muestreo .....	57
3.4.3. Muestra .....	58
3.4.4. Unidad de muestra .....	59
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>60</b>
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	60
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos .....	61
<b>3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....</b>	<b>62</b>
3.6.1. Proceso de obtención de los datos .....	62
3.6.2. Procesamiento de datos.....	71
3.6.3. Análisis de datos .....	71
<b>3.7. Aspectos éticos .....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>4.1. Descripción de resultados.....</b>	<b>73</b>
4.1.1. Características físicas en madera “Clethra obovata” .....	73
4.1.2. Características elásticas en vigas de madera .....	81

4.1.3. Características mecánicas en vigas de madera .....	92
<b>4.2. Discusión de resultados.....</b>	<b>101</b>
<b>4.3. Contratación de hipótesis.....</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>113</b>
<b>5.1. Conclusiones .....</b>	<b>113</b>
<b>5.2. Recomendaciones. ....</b>	<b>114</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS.....</b>	<b>115</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
Anexo A. Matriz de consistencia.....	120
Anexo B. Glosario de términos básicos .....	121
Anexo C. Especies agrupadas en la norma E.010 (MVCS, 2006) .....	122
Anexo D. Registro de datos vigas macizas de madera “Clethra obovata” .....	123
Anexo E. Panel fotográfico .....	139
Anexo F. Datos de prueba de hipótesis .....	148
Anexo G. Diseño de una vivienda de adobe con techo de madera.....	150
G.1. Descripción del proceso de diseño .....	150
G.2. Comprobación geométrica de las dimensiones de los muros de adobe.....	163
G.3. Diseño estructural del techo de madera .....	164
Anexo H. Resultados de Ensayos de laboratorio.....	165
Anexo I. Certificados INDECOPI .....	166
Anexo J. Planos de la vivienda de adobe techo de madera .....	167
Anexo K. Planos de ubicación y localización del bosque Comugan.....	168

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Porcentajes de Humedad de la Madera .....	38
<b>Tabla 2</b>	Coefficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles .....	46
<b>Tabla 3</b>	Densidad básica.....	47
<b>Tabla 4</b>	Módulo de Elasticidad.....	47
<b>Tabla 5</b>	Esfuerzos Admisibles .....	47
<b>Tabla 6</b>	Deflexiones Admisibles en Vigas de Madera .....	49
<b>Tabla 7</b>	Matriz de operacionalización de variables en estudio .....	52
<b>Tabla 8</b>	Tipo de Investigación .....	53
<b>Tabla 9</b>	Bosque “Clethra Obovata”, comunidad Comugan, distrito de Choropampa .....	56
<b>Tabla 10</b>	Árboles para la Elaboración de Vigas Macizas.....	58
<b>Tabla 11</b>	Especímenes para Prueba de Humedad.....	58
<b>Tabla 12</b>	Especímenes para Prueba de Densidad Básica.....	59
<b>Tabla 13</b>	Especímenes para ensayo de flexión, módulo de rigidez y módulo de elasticidad .....	59
<b>Tabla 14</b>	Descripción del Bosque “Clethra Obovata” – Comugan .....	63
<b>Tabla 15</b>	Ubicación de los Árboles “Clethra obovata” .....	64
<b>Tabla 16</b>	Codificación de Vigas de Madera para Pruebas en Laboratorio .....	67
<b>Tabla 17</b>	Humedad de la Madera “Clethra obovata”.....	73
<b>Tabla 18</b>	Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata” .....	76
<b>Tabla 19</b>	Humedad de las Vigas de Madera “Clethra obovata” .....	78
<b>Tabla 20</b>	MOE de las Vigas de Madera “Clethra obovata”.....	81
<b>Tabla 21</b>	MOE de las Vigas de 2” de Peralte .....	82
<b>Tabla 22</b>	MOE de las Vigas de 2.5” de peralte .....	82
<b>Tabla 23</b>	MOE de las Vigas de 3” de peralte .....	82
<b>Tabla 24</b>	Datos Carga – Deformación, Tanda 2” Estado Seco.....	86
<b>Tabla 25</b>	Datos Carga – Deformación, Tanda 2” Estado Húmedo.....	86
<b>Tabla 26</b>	Datos Carga – Deformación, Tanda 2.5” Estado Seco.....	87
<b>Tabla 27</b>	Datos Carga – Deformación, Tanda 2.5” Estado Húmedo.....	87
<b>Tabla 28</b>	Datos Carga – Deformación, Tanda 3” Estado Seco.....	88
<b>Tabla 29</b>	Datos Carga – Deformación, Tanda 3” Estado Húmedo.....	88
<b>Tabla 30</b>	Resistencia a Flexión de las Vigas de 2” de Peralte.....	93
<b>Tabla 31</b>	Resistencia a Flexión de las Vigas de 2.5” de Peralte.....	93
<b>Tabla 32</b>	Resistencia a Flexión de las Vigas de 3” de Peralte.....	93
<b>Tabla 33</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión de las Vigas de Madera “Clethra obovata”.....	97
<b>Tabla 34</b>	Propiedades Físicas, Elásticas y Mecánicas de la Madera “Clethra obovata” .....	108

<b>Tabla 35</b>	Información de Factores de Análisis en las Propiedades de la Madera.....	110
<b>Tabla 36</b>	Análisis de Varianza ANOVA .....	110
<b>Tabla 37</b>	Medias de los Esfuerzos Admisibles según Peralte de Viga.....	110
<b>Tabla 38</b>	Resumen del Modelo Lineal General.....	110
<b>Tabla 39</b>	Prueba T-Student para La Madera “Clethra Obovata”.....	112
<b>Tabla 40</b>	Lista de especies agrupadas.....	122
<b>Tabla 41</b>	Registro de vigas macizas de madera “Clethra obovata” (Conchana) .....	123
<b>Tabla 42</b>	Datos para la Prueba de Hipótesis.....	148
<b>Tabla 43</b>	Predimensionamiento de Elementos de Madera .....	153
<b>Tabla 44</b>	Cargas en Primer Piso .....	154
<b>Tabla 45</b>	Cargas de Techo.....	154
<b>Tabla 46</b>	Carga por Área Tributaria en 0.30 m .....	154
<b>Tabla 47</b>	Carga por Área Tributaria en 1.00 m .....	155
<b>Tabla 48</b>	Carga por Área Tributaria en 0.80 m .....	155
<b>Tabla 49</b>	Criterios para el Modelamiento.....	157

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagramas de Deformación de la Madera 'Tensión-Deformación a) Tendencia Lineal, b) Tendencia Curvilínea .....	29
<b>Figura 2.</b> “Clethra obovata” .....	32
<b>Figura 3</b> Estructura Física de la Madera Dura.....	33
<b>Figura 4</b> Descripción de las Características, Tipos, Estructura y Propiedades de la Madera.....	34
<b>Figura 5</b> Tipos de Cortes en un Tronco de Madera.....	35
<b>Figura 6</b> Secado de la Madera.....	36
<b>Figura 7</b> Usos de la madera como material de construcción.....	36
<b>Figura 8</b> Principales Planos de la Madera.....	37
<b>Figura 9</b> Propiedades Mecánicas de la Madera.....	39
<b>Figura 10</b> Proceso de elaboración de vigas macizas de madera.....	42
<b>Figura 11</b> Flexión en Vigas.....	43
<b>Figura 12</b> Esquema del método de flexión para estimar el módulo de elasticidad .....	44
<b>Figura 13</b> Fallas en Flexión Estática .....	44
<b>Figura 14</b> Ensayo de flexión .....	45
<b>Figura 15</b> Ejemplo de Sección Transversal de una Viga .....	48
<b>Figura 16</b> Diseño de Investigación Descriptivo Causal .....	55
<b>Figura 17</b> Bosque “Clethra obovata”, Comunidad Comugan, Distrito de Choropampa.....	56
<b>Figura 18</b> Distribución de Muestras (árboles) en el Bosque Comugan.....	57
<b>Figura 19</b> Secciones de Vigas Macizas de Madera con Variación de Peralte.....	58
<b>Figura 20</b> Ubicación del Bosque de Comugan – Choropampa .....	62
<b>Figura 21</b> Boque de “Clethra Obovata” en Comugan .....	63
<b>Figura 22</b> Muestreo Aleatorio para Selección de Árboles .....	64
<b>Figura 23</b> Tala de Árboles, y Corte de Trozas .....	65
<b>Figura 24</b> Aserrado de Vigas de Madera “Clethra Obovata” .....	66
<b>Figura 25</b> Arribo a la Universidad Nacional de Trujillo .....	66
<b>Figura 26</b> Laboratorio para Pruebas en Madera, UNT Trujillo.....	69
<b>Figura 27</b> Ensayo de Flexión en Vigas a Escala 0.5 .....	70
<b>Figura 28</b> Humedad de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 2” .....	74
<b>Figura 29</b> Humedad de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 2.5” .....	74
<b>Figura 30</b> Humedad de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 3” .....	75
<b>Figura 31</b> Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 2” .....	76
<b>Figura 32</b> Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 2.5” .....	77
<b>Figura 33</b> Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 3” .....	77

<b>Figura 34</b>	Humedad de las Vigas de Madera “Clethra obovata”, Tanda 2” .....	79
<b>Figura 35</b>	Humedad de las Vigas de Madera “Clethra obovata”, Tanda 2.5” .....	80
<b>Figura 36</b>	Humedad de las Vigas de Madera “Clethra obovata”, Tanda 3” .....	80
<b>Figura 37</b>	MOE de las Vigas de 2” de peralte, Estado Húmedo .....	83
<b>Figura 38</b>	MOE de las Vigas de 2” de peralte, Estado Seco .....	83
<b>Figura 39</b>	MOE de las Vigas de 2.5” de peralte, Estado Húmedo .....	84
<b>Figura 40</b>	MOE de las Vigas de 2.5” de peralte, Estado Seco .....	84
<b>Figura 41</b>	MOE de las Vigas de 3” de peralte, Estado Húmedo .....	85
<b>Figura 42</b>	MOE de las Vigas de 3” de peralte, Estado Seco .....	85
<b>Figura 43</b>	Curva Carga – Deformación, Tanda 2” Vigas Secas .....	89
<b>Figura 44</b>	Curva Carga – Deformación, Tanda 2” Vigas Húmedas .....	89
<b>Figura 45</b>	Curva Carga – Deformación, Tanda 2.5” Vigas Secas .....	90
<b>Figura 46</b>	Curva Carga – Deformación, Tanda 2.5” Vigas Húmedas .....	90
<b>Figura 47</b>	Curva Carga – Deformación, Tanda 3” Vigas Secas .....	91
<b>Figura 48</b>	Curva Carga – Deformación, Tanda 3” Vigas Húmedas .....	91
<b>Figura 49</b>	Resistencia a Flexión, Tanda 2” de Peralte, Estado Seco .....	94
<b>Figura 50</b>	Resistencia a Flexión, Tanda 2” de Peralte, Estado Húmedo .....	94
<b>Figura 51</b>	Resistencia a Flexión, Tanda 2.5” de Peralte, Estado Seco .....	95
<b>Figura 52</b>	Resistencia a Flexión, Tanda 2.5” de Peralte, Estado Húmedo .....	95
<b>Figura 53</b>	Resistencia a Flexión, Tanda 3” de Peralte, Estado Seco .....	96
<b>Figura 54</b>	Resistencia a Flexión, Tanda 3” de Peralte, Estado Húmedo .....	96
<b>Figura 55</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2” de Peralte, Estado Seco .....	98
<b>Figura 56</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2” de Peralte, Estado Húmedo .....	98
<b>Figura 57</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2.5” de Peralte, Estado Seco .....	99
<b>Figura 58</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2.5” de Peralte, Estado Húmedo .....	99
<b>Figura 59</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 3” de Peralte, Estado Seco .....	100
<b>Figura 60</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 3” de Peralte, Estado Húmedo .....	100
<b>Figura 61</b>	Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata” .....	102
<b>Figura 62</b>	Módulos de Elasticidad de la Madera “Clethra obovata” .....	104
<b>Figura 63</b>	Esfuerzo Admisible a Flexión de la Madera “Clethra obovata” .....	106
<b>Figura 64</b>	Relación entre Peralte y Esfuerzo Admisible Promedio de las Vigas de Madera ..	111
<b>Figura 65</b>	Relación entre el Peralte y el MOE Promedio de las Vigas de Madera .....	111
<b>Figura 66</b>	Gráfica de Residuos de Esfuerzos Admisibles de la Madera .....	112
<b>Figura 67</b>	Vista en Planta de la Vivienda de Adobe – Techo de Madera “Clethra Obovata”.	150
<b>Figura 68</b>	Vista en Perfil de la Vivienda de Adobe – Techo de Madera “Clethra obovata” ...	151
<b>Figura 69</b>	Verificación Geométricas de Muros y Vanos según la Norma E.080 .....	151
<b>Figura 70</b>	Secciones de Madera para Techo .....	152

<b>Figura 71</b>	Colocación de Varas y Correas de Madera en el Modelo de la Edificación.....	153
<b>Figura 72</b>	Asignación de Cargas en las Vigas de Madera de la Edificación.....	155
<b>Figura 73</b>	Asignación de Cargas en la Armadura de Madera de la Edificación.....	156
<b>Figura 74</b>	Espectro de Pseudoaceleración.....	157
<b>Figura 75</b>	Primer Modo de la Edificación.....	158
<b>Figura 76</b>	Segundo Modo de la Edificación.....	158
<b>Figura 77</b>	Tercer Modo de la Edificación .....	159
<b>Figura 78</b>	Diagrama de Momentos en Correas.....	160
<b>Figura 79</b>	Dimensiones de la Armadura.....	160
<b>Figura 80</b>	Momentos Flectores en Armaduras .....	161
<b>Figura 81</b>	Vista de las Vigas de Madera en la Vivienda .....	161
<b>Figura 82</b>	Momentos en Vigas de Madera .....	162
<b>Figura 83</b>	Vista 3D de la Vivienda de Adobe con Techo de Madera.....	162



## RESUMEN

En Choropampa, las viviendas del ámbito urbano y rural utilizan muchas vigas del árbol *Clethra obovata*, oriundo de la provincia de Chota; por tanto, el objetivo fue: Determinar las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera "*Clethra obovata*", denominada "*Conchana*", usada como viga maciza en la construcción de viviendas dentro del distrito de Choropampa, Chota, utilizando los alcances de la Norma E010 (MVCS, 2006). La investigación de enfoque cuantitativo tuvo como muestra 54 vigas macizas de madera "*Clethra obovata*" del bosque de Comugan con peralte de 2, 2.5 y 3 pulg en estado seco (12% a 20% de humedad) y húmedo (> 30% de humedad). Determinando que, la densidad básica promedio es 1.01 g/cm<sup>3</sup>, por tanto, se categoriza preliminarmente en el grupo A (> 0.71 g/cm<sup>3</sup>); los módulos de elasticidad (MOE) promedio a flexión de la madera en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg, en estado húmedo son 7 387.64, 9 914.27, y 14 134.59 MPa por lo que, respectivamente, alcanzan la categoría C, B y A; y la resistencia a flexión era 47.81, 53.97 y 60.04 MPa, por lo que, el esfuerzo admisible a flexión era 14.97, 16.90 y 18.79 MPa, clasificándose dentro del grupo B. Del estudio se ha concluido que, la sección transversal (altura de peralte) influye en las propiedades mecánicas y elásticas de la madera "*Clethra obovata*" generando incrementos en el MOE y esfuerzos admisibles a mayor peralte, pero en todos los casos clasificándose dentro de la categoría B según la norma E.010 (MVCS, 2006).

**Palabras clave:** densidad básica, módulo de elasticidad, esfuerzo admisible a flexión.

## ABSTRACT

In Choropampa, urban and rural housing uses a lot of beams from the *Clethra obovata* tree, native to the province of Chota, therefore, the objective was: To determine the physical, mechanical and elastic characteristics of "*Clethra obovata*" wood, called "*Conchana*", used as a solid beam in the construction of houses in the district of Choropampa, Chota, using the scope of the E010 Standard (MVCS, 2006). The quantitative approach research had as sample 54 solid beams of "*Clethra obovata*" wood from the Comugan forest with cant of 2, 2.5 and 3 in. in dry (12% to 20% humidity) and humid (> 30% humidity) state. Determining that the average basic density is 1.01 g/cm<sup>3</sup>, therefore, it is preliminarily categorized in group A (> 0.71 g/cm<sup>3</sup>); the average flexural modulus of elasticity (MOE) of the wood in solid beams with 2, 2.5 and 3 in. superelevations, in humid state are 7 387. 64, 9 914.27, and 14 134.59 MPa, so, respectively, they reach category C, B and A; and the bending strength was 47.81, 53.97 and 60.04 MPa, so, the allowable bending stress was 14.97, 16.90 and 18.79 MPa, being classified within group B. From the study it was concluded that, the cross section (cant height) influences the mechanical and elastic properties of "*Clethra obovata*" wood generating increases in MOE and allowable stresses at higher cant, but in all cases being classified within category B according to the E.010 standard (MVCS, 2006).

**Key words:** basic density, modulus of elasticity, allowable bending stress.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Durante siglos, la madera, se ha utilizado como elemento estructural en edificaciones (Wdowiak & Brol, 2019, p. 3) y, aún, se mantienen amplias perspectivas de uso en la construcción moderna (El-Houjeiry et al., 2019, p. 5).

En Perú, la norma técnica E.010 (MVCS, 2006) rige la usanza y el diseño de la madera según sus parámetros resistentes. En dicha norma se especifica que, para que, un “tipo de madera” sea utilizada como vigas o pilares debe pertenecer al grupo A, B o C de clasificación estructural, no obstante, son muy pocas las especies agrupadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú.

Cajamarca es uno de los departamentos peruanos con mayor número de viviendas construidas con materiales típicos de cada zona, el 54% del total de viviendas en el año 2017, tenían paredes de adobe o tapial, y vigas de madera (INEI, 2018, p. 49), donde se ha apreciado que, la madera como elemento estructural tiene suficiente resistencia y rigidez, es confiable, duradera y tiene un pequeño peso de montaje (Gomon, et al., 2019, p. 1); pero, muchas de las edificaciones que, utilizan a la madera como parte estructural, especialmente como vigas macizas, no tienen uniformidad en la sección transversal de la viga, ni se encuentran diseñadas según la luz de trabajo (Prokhorov, 2019, p. 2), sin embargo, la alternación de la sección transversal de la viga sometida a esfuerzos de flexión, cambia la naturaleza de la distribución de la carga y de la fractura (Chepurnenko, et al., 2018, p. 4), variando lógicamente sus parámetros mecánicos como, módulo de elasticidad y esfuerzo admisible a flexión, lo que, hace necesario definir la sección transversal que, logra mayores características mecánicas.

En el distrito de Choropampa, Chota, es donde se ha centrado la atención de realizar la presente investigación, pues, se tiene conocimiento que en sus construcciones o viviendas del ámbito urbano como rural, los pobladores utilizan mucho el árbol *Clethra obovata*, comúnmente llamada “Conchana”, oriundo del ámbito geográfico de la provincia de Chota, especialmente vistos en bosques ralos en las periferias del Distrito de Choropampa y cuyas características físicas y mecánicas no están registradas en la Norma E010, que como ya se ha indicado, especifica el uso de maderas con fines estructurales.

Una primera observación de campo, tomando como muestra 15 familias, en cuyas viviendas se utiliza la madera “Conchana” como material estructural, especialmente como viga maciza, los anchos, peralte y largo, en promedio son: 10.90 cm, 11.47 cm y 4.16 m., respectivamente. Como se podrá apreciar, al no haber registros de las propiedades físico – mecánicas de esta especie maderera, siempre existirá la incertidumbre del uso que se le debe proporcionar a la madera, en aras de velar por la seguridad de los individuos dándole el uso correcto según la norma E.010 (MVCS, 2006).

De allí que, se ha planteado el problema de investigación: ¿La madera *Clethra obovata*, llamada “Conchana”, cumplirá los requisitos mínimos exigidos por la norma E.010 para que, se siga utilizando como madera de uso estructural, en vigas macizas de viviendas urbanas y rurales del Distrito de Choropampa?

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera *Clethra obovata*, llamada “Conchana” que se utiliza como viga maciza en la construcción de viviendas dentro del distrito de Choropampa, considerando que esta, no está reportada dentro del RNE como una madera de usos estructurales?

### 1.3. Justificación

No se pueden negar las ventajas estructurales y el respeto al medio ambiente de las construcciones de madera, sin embargo, la variabilidad en las características físicas, mecánicas y elásticas entre diversas especies forestales hace necesario el análisis de cada tipo de madera para garantizar su uso estructural, aún más cuando su uso está destinado a un elemento de soporte, tal como lo son las vigas macizas, así lo sostienen Gribanov et al. (2020) y Suryono y Bhakti (2019).

Los motivos que llevaron a elegir este tema como objeto de estudio, fueron el desconocimiento de las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera "*Clethra obovata*" (Conchana), usada como, vigas macizas en la construcción en del distrito de Choropampa de la provincia de Chota. Las vigas utilizadas en el distrito en mención varían en sus secciones transversales, conforme se ha verificado in situ, en una muestra al azar de 15 viviendas, obteniéndose valores promedios de: ancho: 10.9 cm; peralte: 11.47 cm y largo: 4.16 m. Es decir, no hay valores estandarizados especialmente del ancho y el peralte, lo que se presume puede generar variación en sus propiedades estructurales. Por ello, su análisis era indispensable para conocer sus características físicas, mecánicas y elásticas a través de estudios de laboratorio.

Esta información ha ayudado a validar el uso estructural de la madera "*Clethra obovata*" como vigas macizas en la construcción de edificaciones aplicando la norma E.010 "Madera" del RNE (MVCS, 2006). La investigación, además, sirve de referente para el desarrollo de nuevos estudios en vigas macizas, laminadas u otras especies forestales nativas que, según los resultados puedan ser incorporadas en la norma E.010 (MVCS, 2006)

#### **1.4. delimitación de la investigación**

Se ha tenido como centro piloto de estudio, el bosque de la comunidad de Comugan Distrito de Choropampa, Chota con un extensión de 183450.75 m<sup>2</sup> de área en los que, se encuentran 287 árboles de “Clethra Obovata” distribuidos en seis subzonas (A, B, C, D, E, F) de las cuales se ha extraído seis árboles siguiendo el procedimiento de la NTP 251.008 (INACAL, 2019), para formar vigas de 4” de ancho por 4”, 5” y 6” de peralte a fin de caracterizar física, mecánica y elásticamente la madera comúnmente denominada Conchana. Se realizaron los ensayos mecánicos – elásticos (Resistencia a flexión y módulo de elasticidad) en el Laboratorio de Universidad Nacional de Trujillo ubicada en la ciudad de Trujillo, La Libertad, y los ensayos físicos (contenido de humedad y densidad básica) en el laboratorio externo SEGENMA (Servicios de exploración geotécnica, asfalto y ensayo de materiales) ubicado en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque. Sin embargo, debido a que, los equipos mecánicos no estaban adecuados para dichas dimensiones de vigas se ha trabajado con un modelo a escala (con un factor de 0.5) por lo que, las dimensiones de las vigas se redujeron a 2” de ancho por 2”, 2.5” y 3” de peralte. Todos los ensayos se llevaron a cabo durante el año 2022.

#### **1.5. Limitaciones**

Debido al limitado espacio dentro de los laboratorios de la Universidad Nacional de Trujillo, no era posible realizar los ensayos en vigas de tamaño real, siendo así, se realizaron los análisis en vigas escaladas, con un factor de escala de 0.50, no obstante, este es un proceso valido de experimentaciones en laboratorio según Morales et al. (2018) y Quispe (2021).

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera “*Clethra obovata*”, denominada “Conchana”, usada como viga maciza en la construcción de viviendas dentro del distrito de Choropampa, Chota, utilizando los alcances de la Norma E010 (MVCS, 2006).

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características físicas de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana), usada como vigas macizas, Choropampa.
- Determinar los módulos de elasticidad a flexión estática de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) en vigas macizas, Choropampa.
- Determinar las características mecánicas (esfuerzo a flexión estática) de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) en vigas macizas, Choropampa.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Osuna-Sequera et al. (2020) tuvo como objetivo determinar la influencia de la variación de la sección transversal en la evaluación de la rigidez a la flexión en estructuras de madera existentes. Analizaron 21 vigas con dimensiones promedio de 150x200x11000 mm de pino de Salzmann en el Teatro Real Coliseo de Carlos III, donde, observaron que, el peralte (h) variaba menos que, el espesor (b) en un 3% y 11% respectivamente, con la que, determinaron a través de ensayos de ondas de esfuerzo que, la variación del módulo de elasticidad por las dimensiones de las sección transversal, no son significativas, lo que, permite la elección de una sección transversal nominal representativa (NCS) pero que, debe tenerse criterio técnico para su elección a fin de mejorar la presión del modelo. Concluyeron que, el NCS era 6"x8".

Prokhorov (2019) tuvo como objetivo estudiar la influencia de la altura de la sección transversal en la distribución de los esfuerzos internos de vigas de madera encoladas, utilizó madera pino de segundo grado clase k24 con una resistencia a flexión de 240 kg/cm<sup>2</sup>, MOE de 100000 kg/cm<sup>2</sup>, optando por dos variantes de sección transversal estructural la viga alta de 10x18.15 cm y la viga baja de 20x9.24 cm, con luz en ambos casos de 18 m. Determinando que, para vigas altas la resistencia era 389.21 MPa, mientras que, para vigas bajas era 248.13 MPa, con deflexiones de 45 y 50 mm, respectivamente. Por tanto, concluye que, para vigas bajas se forma una zona de compresión uniforme, pero al mismo tiempo se aumentan las deflexiones, en cambio, para vigas altas, disminuye los esfuerzos



a compresión, y aumenta los esfuerzos a flexión, no obstante, el autor, recomienda mayores investigaciones al respecto, ya que, la ortotropía de la madera genera un cambio, en la forma en que, se distribuyen los esfuerzos para cada tipo de madera.

Güray et al. (2019) estudiaron los efectos de la geometría transversal y la dirección de la fuerza sobre la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de algunas vigas de madera blanda. Los ejemplares fueron 280 vigas construidas con pino silvestre, pino negro, pino siberiano, pino piñonero, abeto Nordmann, abeto oriental y cedro del Líbano, que, tenían densidad básica de 0.52, 0.56, 0.40, 0.49, 0.44, 0.44, y 0.52 g/cm<sup>3</sup>, en condición seca con humedad menor a 12%. Las vigas a escala de 340 mm de luz libre, con dos geometrías de sección transversal diferentes (circular de 22.6 mm de diámetro y cuadrada de 20 mm de diámetro), en dos direcciones de fuerza (tangencial y radial), con diez repeticiones, fueron ensayadas de flexión en tres puntos para obtener el MOR y MOE. Determinando que, el MOE radial para vigas cuadradas era 7483, 5078, 9454, 4715, 5824, 9350, y 5586 N/mm<sup>2</sup>, y el MOE tangencial era 8234, 6256, 6621, 6632, 5993, 9673, y 5819 N/mm<sup>2</sup> correspondientemente para pino silvestre, pino negro, pino siberiano, pino piñonero, abeto Nordmann, abeto oriental y cedro del Líbano. Por lo que, concluyeron que, el MOR y MOE fueron en promedio 7% y 17% mayores, para la fuerza aplicada en la dirección tangencial, siendo las muestras circulares 19% mayores que, las vigas de sección cuadrada para la mayoría de maderas.

Zhang et al. (2019) tuvieron como objetivo determinar el comportamiento a flexión de vigas huecas Glulam, completas e intermitentemente rigidizadas (similar al bambú) con madera Larch del noroeste de China, con contenido de humedad 12.9% y densidad de 0.63 g/cm<sup>3</sup>, y módulo de elasticidad 14000 MPa. Se probaron 12 vigas huecas de madera de 1800 mm de longitud, 88 mm de altura

y 56 mm de ancho, las cuales se rellenaron con madera Larch variando la relación peralte/ancho de 0.1 a 2.5, verificando que, de 1.5 a 2.5 no generaba efecto en la capacidad resistente de la viga, es decir esta se mantenía constante, no obstante, debido a la presencia de defectos y diferentes secciones transversales de las muestras de prueba, el MOE del segmento lineal fue 6.51%, 13.18%, 6.30% y 0.56% más pequeño que el MOE obtenido de la prueba del material, respectivamente; obteniendo como máximo resistencia a flexión 14.10 KN con MOE de 13643 MPa. Concluyeron que, la tasa de ahorro de madera de las vigas Glulam huecas en comparación con las vigas de madera macizas es de 26.4%.

Macedo (2018) en su tesis de maestría “Diseño y determinación de flexión estática en piezas estructurales de madera” tuvo como objetivo determinar el módulo de elasticidad en flexión estática de probetas de madera maciza y en combinación de madera-metal-madera de *Pinus Pseudostrobus* L., de 35 cm de largo, por 5 cm de ancho, con variaciones de espesor de 2 a 4 cm, según la norma ASTM D-198-99, en piezas estructurales de madera de pino procedente de México, 70 de ellas en madera maciza y 70 en madera compuesta (35 unidas con adhesivo y 35 con malla), de densidad de 0.485 a 0.648 g/cm<sup>3</sup>, con MOE 138,308.69 kg/cm<sup>2</sup> (vigas con altura 2 cm) y 198,798.2 kg/cm<sup>2</sup> (vigas con altura 4 cm). Concluyendo que, ambos tipos de madera cumplen con las especificaciones normativas, pero que, recomienda la sección escalada de 4 cm de peralte.

Weber et al. (2016) analizaron la variación de la resistencia a la flexión estática para diferentes anchos de vigas laminadas encoladas de Pino. Ensayaron ocho vigas laminadas de largo 2900 mm, altura 140 mm, y ancho de 45 a 65 mm, determinando que, su MOE era 11361.53 a 12172.30 N/mm<sup>2</sup>. Concluyendo que, las vigas de mayor ancho presentan MOR y MOE superiores.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Quispe (2021) tuvo como objetivo comparar la resistencia a flexión en vigas de madera Shihuahuaco y Quinilla comercializada en Irazola, Ucayali; para ello, talaron cinco árboles de los cuales elaboraron 30 probetas de cada tipo de madera, de 5.08 cm de lado, y 76 cm de largo, siendo la escala de 0.5, para vigas de 4"x4". Determinó que, la humedad era 15.03% y 14.89%, la densidad básica era 0.75 y 0.72 g/cm<sup>3</sup>, el módulo de elasticidad era 151134 y 172214.20 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a flexión estática era 980 y 998 kg/cm<sup>2</sup>, para la madera Shihuahuaco y Quinilla, respectivamente. Por lo que, concluyó que, ambas especies maderables forman parte del grupo A de la norma E.010 (2014).

Ruiz (2020) tuvo como objetivo determinar la flexión estática de la madera *Ziziphus Cinnamomun Tr & PI (Achuni caspi)* del bosque de Cicfor, Huánuco, según defectos de la misma, siendo así, tuvo como muestra tres árboles elegidos aleatoriamente, de los cuales extrajo sus probetas (vigas de 5 cm x 5 cm x 76 cm) donde, inicialmente verificó la presencia de defectos determinando que, el 22% de la muestra tenía al menos un defecto, siendo principalmente: nudos huecos, rajaduras y duramen quebradizo, pero no generan diferencias significativas en la resistencia a flexión y MOE siendo en promedio 932 kg/cm<sup>2</sup> y 161937 kg/cm<sup>2</sup>, siendo es esfuerzo a flexión 211 kg/cm<sup>2</sup>, con lo que, se clasifica dentro del grupo A de la norma E.010 (MVCS, 2006).

Huamán (2020) tuvo como objetivo caracterizar física y mecánicamente la madera *Guazuma crinita Martius* de tres años en Huánuco, obteniendo densidad básica de 0.36 g/cm<sup>3</sup>, humedad de 110%, flexión estática de 549.81 kg/cm<sup>2</sup>, y MOE de 77.96 t/cm<sup>2</sup>, por lo que, concluyó que, la madera de clones de bolaina blanca de 3.5 años presenta estabilidad dimensional, y se caracteriza por su baja

densidad, contracción volumétrica, y mediana resistencia a flexión estática, siendo superior genéticamente frente a las demás plantaciones convencionales de la misma zona de estudio e incluso de edad superior (4 a 6 años).

Parra (2019) tuvo como objetivo verificar la adhesión de la madera laminada encolada fabricada por la Empresa de Postes Wise S.A.C del distrito de Chaclacayo con especies de pino de plantaciones de Cajamarca, eucalipto de Junín y tornillo de Ucayali. Ensayó diez vigas laminadas de dos secciones 90x115 mm y 102x127 mm de 1.5 m de longitud por especie. Determinando que, la densidad básica era 0.38, 0.47 y 0.53 g/cm<sup>3</sup>, la humedad era 14.47, 14.80 y 14.20%, la contracción volumétrica 7.59, 10.08 y 12.07%, el cizallamiento 9.43, 15 y 12.2 MPa, el esfuerzo admisible para vigas de sección transversal 90x115 mm era 8.19, 9.94 y 11.16 MPa, mientras que, para vigas de sección transversal 102x127 mm era 8.41, 10.17 y 11.41 MPa, correspondientemente para la madera pino, tornillo y eucalipto, por tanto, concluyeron que, las tres especies de madera cumplen con la norma UNE-EN 14080:2013 que, sugiere un esfuerzo mínimo de 6 MPa.

Barrueta (2018) tuvo como objetivo conocer la resistencia a flexión de vigas de madera tornillo de tres aserraderos de Huánuco, tuvo como muestra 10 vigas a escala (50x50x950 mm) de cada aserradero: Depósito de madera César Aguirre, depósito de madera Gladis Lozano y maderera Quiñonez, obteniendo resistencias a flexión promedio de 63.94, 61.26 y 73.97 MPa, y MOE de 9758.01, 9484.80 y 11069.21 MPa correspondientemente; siendo el MOE promedio 10104.01 MPa, MOE mínimo 6910.01 MPa y el esfuerzo admisible promedio 14.985 MPa, clasificando dentro del grupo B. Concluyendo que la madera tornillo comercializada en Huánuco no se encuentra clasificada en la categoría C, como refiere la norma E.010 (MVCS, 2006), sino en la categoría B.

### 2.1.3. *Antecedentes regionales*

Edquén (2022) tuvo como objetivo comparar la resistencia a flexión de cinco vigas de madera laminada tipo sándwich y cinco vigas de madera maciza de 4" x 8" x 3.18 m, determinando que, la humedad era 11.60% y 11.82%, la densidad básica era 0.446 y 0.44 g/cm<sup>3</sup>, esfuerzo máximo 221.724 y 317.514 kg/cm<sup>2</sup>, MOE era 41300.115 y 66747.279 kg/cm<sup>2</sup> para vigas macizas y laminadas, correspondientemente. Concluyó que, las vigas con laminado tipo sándwich doble sometidas a flexión tienen mejor comportamiento debido a que su resistencia es 1.43 veces mayor que la resistencia a flexión de las vigas macizas.

Burga (2022) tuvo como objetivo caracterizar la madera sauce según su edad de plantación (10, 20, 30 y 40 años) en el centro poblado Cabracancha, Chota, determinando que, a flexión alcanzan 817.42, 958.34, 1191.57 y 926.59 kg/cm<sup>2</sup>, MOE 68116.67, 90409.43, 117977.23 y 61772.67 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el esfuerzo admisible a flexión 255.9, 300, 373, 290.1 kg/cm<sup>2</sup>, pero en las demás propiedades el esfuerzo admisible es menor, por tanto, concluyó que, la madera de 20 a 40 años de edad clasifica en el grupo C, y puede ser usado en estructuras.

Guarniz (2020) tuvo como objetivo determinar la resistencia a flexión de vigas macizas y vigas laminadas para madera de eucalipto y pino en Cajamarca, determinando que, correspondientemente la humedad era 30.93% y 13.48%, la densidad básica era 0.64 g/cm<sup>3</sup> y 0.52 g/cm<sup>3</sup>, resistencia a flexión en vigas macizas era 1229.27 kg/cm<sup>2</sup> y 530.35 kg/cm<sup>2</sup>, MOE en vigas macizas era 322.75 MPa y 214.67 MPa, resistencia a flexión en vigas laminadas era 665.18 kg/cm<sup>2</sup> y 539.26 kg/cm<sup>2</sup>, MOE en vigas laminadas era 158.80 MPa y 166.91 MPa. Concluyó que, el eucalipto es más pesado que, el pino y se encuentra clasificado en el grupo B, mientras que, el pino en el grupo C según la norma E.010-2014.

Fernández et al. (2019) tuvieron como objetivo caracterizar física, mecánica y organolépticamente de la madera *Cordia alliodora* del centro poblado San Miguel de las Naranjas de Jaén, Cajamarca de 5 a 10, 11 a 15 y 16 a 20 años. con lo que, obtuvieron densidad básica de 0.36, 0.35 y 0.36 g/cm<sup>3</sup>, resistencias a flexión de 228.05, 236.06 y 256.61 kg/cm<sup>2</sup>, MOR de 449.5, 470.98 y 474.66 kg/cm<sup>2</sup>, y MOE de 81479.48, 93829.48 y 104603.20 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que, concluyeron que, en base a sus propiedades se recomienda su uso en obras de tabiquería, cielo raso, chapas, y elementos de decoración.

Narvaez (2018) tuvo como objetivo determinar la resistencia a flexión de vigas en arco y rectas de madera laminada encolada en Cajamarca. Tuvo como muestra cinco vigas laminadas encoladas rectas y en arco de la Granja Porcón. La viga de madera laminada en arco y recta tenían humedad de 12.71% y 13.13%, densidad básica de 0.47 y 0.48 g/cm<sup>3</sup>, resistencias a flexión de 738.86 y 468.82 kg/cm<sup>2</sup>, con deformación de 7.2 y 5.5 cm, MOE de 93430.90 y 85003.52 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que, concluyó que, la madera de pino pátula cumple con la norma Chilena NCh 2148-2013, clasificando en el grupo B.

Bueno (2017) tuvo como objetivo comparar la resistencia a flexión de vigas macizas y laminadas encoladas y prensadas tipo sándwich de madera pino radiata en Cajamarca con densidad básica promedio de 0.396 g/cm<sup>3</sup>, humedad de 3 a 16%, resistencia a flexión de 360.36, 381.95, 380.82 y 285.85 kg/cm<sup>2</sup>, MOE de 53907.34, 59886.361, 54220.492, y 51752.146 kg/cm<sup>2</sup> para los árboles A, B, C, y D, correspondientemente. Concluyendo que, las vigas laminadas presentan 53% más resistencia que las vigas macizas, pero son las vigas macizas las más utilizadas en el medio local de Cajamarca, no obstante, ambas clasifican en el grupo C de la norma E.010 (MVCS, 2006).

## 2.2. Bases teórico – científicas

### 2.2.1. Ley de Hooke – Módulo de elasticidad

La ley de Hooke es un principio que, da respuesta a la conducta elástica de los sólidos, establece que el “esfuerzo es proporcional a la deformación, hasta un determinado valor de la carga”; permite definir y entender el módulo elástico de un material, a través de su definición del alargamiento de un cuerpo elástico sometido a fuerzas (Suárez, 2016).

$$E = \frac{\Delta L}{L} = \frac{F}{AE} \quad (1)$$

$$\sigma_{ij} = \sum_{k,l} C_{ijkl} E_{kl} \quad (2)$$

$$\text{Caso unidimensional } \sigma = E\varepsilon \quad (3)$$

$$\text{Caso tridimensional isotrópico } \sigma = E_{xx}, E_{yy}, E_{zz}, E_{zy}, E_{yz}, E_{xz} \quad (4)$$

Donde,  $\Delta L$  alargamiento, L longitud original, E módulo de Young, A sección transversal de la pieza estirada.

El módulo de elasticidad, es una medida de la rigidez de un material. Es aquella propiedad de la materia que le permite resistir una fuerza que tiende a cambiar su forma o volumen y que es responsable de la recuperación de su forma o volumen original cuando dicha fuerza deja de actuar. Cabe señalar que, el módulo de elasticidad no es una medida de resistencia y solo se aplica a condiciones dentro del límite de proporcionalidad, y se expresa en las mismas unidades que el esfuerzo unitario (Suárez, 2016).

$$MOE = \frac{\Delta P}{\Delta y} \frac{(3aL^2 - 4a^3)}{48I} \quad (5)$$

Donde, MOE = Módulo de elasticidad en flexión estática (Pa)  $\Delta P$  = Intervalo de carga en el dominio elástico (N)  $\Delta y$  = Intervalo de deflexión en el dominio elástico (m) L = Distancia entre apoyos (m) a = Distancia de un apoyo al punto de carga (m) I = Momento de inercia de la sección transversal de la viga.

### 2.2.2. Teoría zizag para el análisis de vigas de madera

Es una subclase de la teoría general Layer-Wise que asume desplazamientos axiales y fuerza desplazamientos axiales en el modo ZIG-ZAG. Una teoría inteligente que asume desplazamientos axiales en modo ZIG-ZAG y determina una distribución de tensiones tangenciales continúa a lo largo de los bordes de una sección transversal laminar de un elemento rodante. Cabe destacar que en la teoría ZIG-ZAG el número de variables cinemáticas es independiente del número de laminaciones que, contenga el elemento. En la Teoría ZIG-ZAG el campo cinemático se puede escribir así: (Puy, 2015)

$$U^k(x, z) = U_0(x) - z\theta(x) + U^{-k}(x, z) \quad (6)$$

$$w(x, z) = w_0(x) \quad (7)$$

$$U^{-k} = \phi^k(z)\psi(x) \quad (8)$$

Averill ha propuesto la teoría ZIG-ZAG de las vigas, que elimina la necesidad de la continuidad C1. Se necesita la continuidad C1, que determina las tensiones tangenciales a lo largo de la continuidad de la sección transversal utilizando el método de penalización. Continuidad a lo largo de la sección transversal, lo que elimina la necesidad de la continuidad C1 por el método de penalización. Sin embargo, la teoría de Averill no puede simular adecuadamente para modelar adecuadamente las condiciones de incrustación. Upadhyay propuso una viga de dos nodos basada en la teoría de la viga de Euler-Bernard. Extensiones de la teoría de las vigas de Euler-Bernard y de la teoría ZIG-ZAG por Averil. Campos cúbicos de desplazamiento en el plano, con buenos resultados para vigas estratificadas y compuestas. Para voladizos multicapa y compuestos y vigas empotradas. En otras palabras, esta teoría abarca el análisis de vigas de madera con variaciones en la



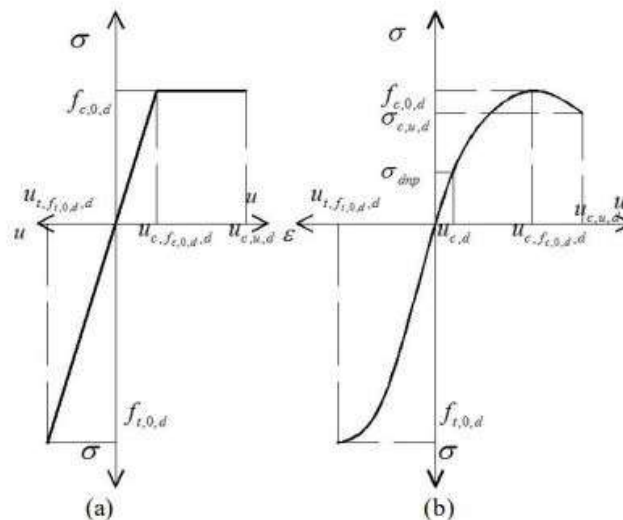
sección transversal y establece que, las mismas tienden a variar su resistencia mecánica (Puy, 2015).

### 2.2.3. Modelo de sección transversal calculada para análisis de flexión en madera

La sección transversal calculada brinda la oportunidad de hacer suposiciones sobre la forma del diagrama de tensión y su ordenada máxima en la sección transversal en la zona comprimida del elemento de madera. Pero aquí debe recordarse que se está considerando un material plástico elástico con una deformabilidad limitada (Gomon et al., 2019).

**Figura 1**

Diagramas de Deformación de la Madera 'Tensión-Deformación a) Tendencia Lineal, b) Tendencia Curvilínea



Diagrams deformation of wood 'stress-deformation' ( $\sigma - u$ ) for compression and tension in the normal section of the bending element of wood: (a) piecewise linear dependence; (b) curvilinear dependence;  $\sigma$  - normal tension;  $u$  - relative deformation;  $f_{c,0,d}$  - the calculated value of compressive strength along the fibers;  $f_{t,0,d}$  - the calculated value of tensile strength along the fibers;  $u_{c,f_{c,0,d}}$  - the calculated value of relative compression strains in the cross section for stresses  $f_{c,0,d}$ ;  $u_{t,f_{t,0,d}}$  - estimated value of relative strain in the cross section for stresses  $f_{t,0,d}$ ; - limit values of relative compression strains in the section.

Nota: (Gomon et al., 2019).

Para la sección transversal calculada con el pliegue en la zona comprimida del elemento se pueden utilizar leyes conocidas de distribución de deformaciones en

altura, tanto en la zona comprimida como en la estirada, ya que aquí se puede aceptar el aparato de cantidades infinitesimales. Tal dispositivo puede usarse bajo la condición de continuidad de la función en el punto de la sección que se está considerando. El uso de tal dispositivo en la mecánica de un sólido está determinado por la hipótesis de continuidad y homogeneidad del material. En una sección con un pliegue en una zona comprimida de un elemento, estas condiciones se cumplen prácticamente. En consecuencia, la sección transversal calculada es un modelo que refleja los patrones de deformación y destrucción del elemento madera (Gomon et al., 2019).

En las condiciones modernas, el cálculo de elementos de madera de sección transversal continua, trabajando en compresión, tensión, flexión, se lleva a cabo con una técnica bastante simplificada que, se basa en enunciados experimentales y teóricos propuestos en la década de los 50 del siglo XX, basados en la dependencia lineal por tramos entre tensiones y deformaciones (Fig. 1a)

Dado que la resistencia de la madera a la tracción – flexión es el doble de la resistencia a la compresión, entonces tal aproximación es  $f_{m,d}$ , posible solo dentro de los límites de la proporcionalidad condicional. Además, la resistencia de la madera que se utiliza en la fórmula 9, al calcular el plegado, es un valor establecido que no es del valor experimental directo, sino de la proposición 10.

$$\frac{\sigma}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (9)$$

$$R_u = R_c \frac{3 \frac{R_t}{R_c} - 1}{\frac{R_t}{R_c} + 1} \quad (10)$$

Donde:  $f_{m,d}$  es la resistencia a flexión de la madera,  $R_c$  es la resistencia estimada a compresión de la madera a lo largo de las fibras,  $R_t$  es la resistencia estimada a la tracción de la madera a lo largo de las fibras.

Siendo así, se propone determinar mediante ensayo las muestras de tamaños constructivos y de acuerdo a una determinada metodología. Por lo tanto, el enfoque adoptado no contradice muchos materiales ya acumulados en cuanto a la resistencia y las flechas de los elementos de madera maciza o encolada, trabajando en una curva transversal recta u oblicua. En otras palabras, la teoría propone el análisis mecánico de vigas de diferente sección transversal para definir la sección con mejores características para su uso constructivo (Gomon et al., 2019).

#### ***2.2.4. Propiedades mecánicas relacionadas con el contenido de humedad***

La resistencia mecánica de la madera se encuentra estrechamente relacionada con el contenido de humedad presente en ésta y hace que se comporte de forma diferente frente a los esfuerzos, independientemente de la orientación de la fibra con respecto a la carga. A partir de madera verde, a medida que va perdiendo contenido de humedad, sus propiedades mecánicas van permaneciendo prácticamente constantes, hasta que desaparece el agua libre presente en la madera, conocido como Punto de Saturación de la Fibra (PSF). Por otro lado, el contenido de humedad influye en la capacidad mecánica, es decir a menor contenido de humedad bajo el punto de saturación de las fibras (o PSF, que corresponde a la eliminación total del agua libre del interior de las células y las paredes celulares permanecen saturadas, 28-30% CH), en general aumenta la capacidad mecánica, es decir se incrementa la resistencia de la madera, tanto en flexión estática, compresión paralela y compresión perpendicular, y a partir del punto de saturación de la fibra, un aumento en el contenido de humedad no tendrá ninguna incidencia sobre la resistencia de la madera (Suárez, 2016).

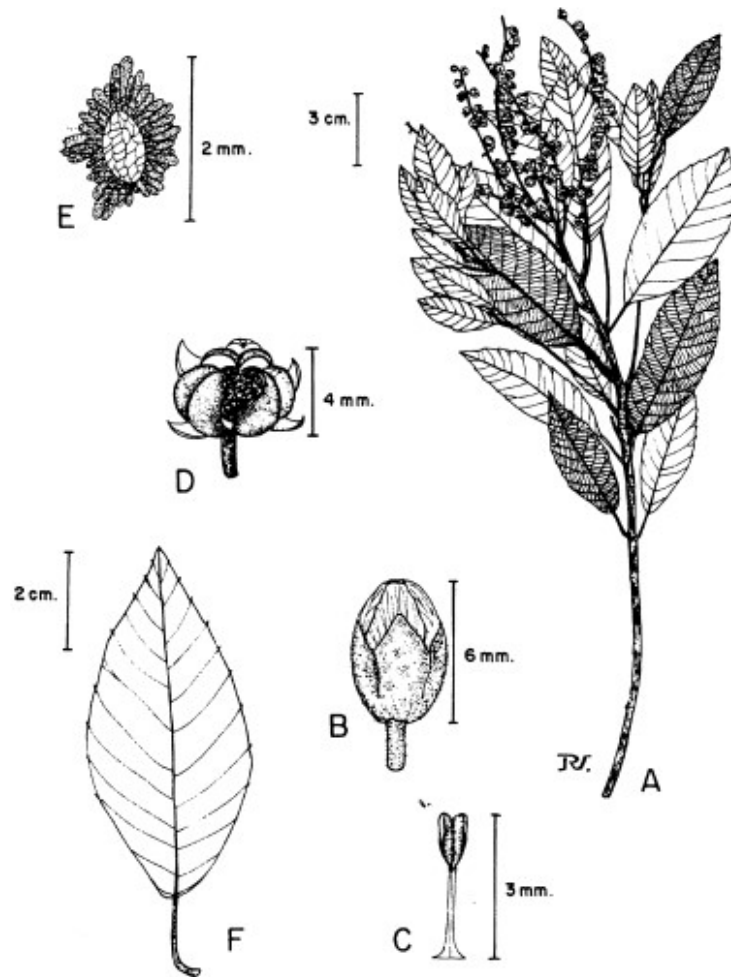
## 2.3. Marco conceptual

### 2.3.1. Especie forestal “*Clethra obovata*”

La especie forestal “*Clethra obovata*” es denominada comúnmente como Conchana. El árbol pertenece a la familia Clethraceae, llega a medir hasta 8 m de alto y 23 cm de DAP, fuste recto, ramificación simpodial al segundo tercio, copa globosa. Se encuentran en bosques naturales entre los 2850 a 2900 msnm (Auner, 2013; Burga-Cieza, et al., 2020).

#### Figura 2.

“*Clethra obovata*”



A. Rama floreciente, B. Flor, C. Estambre, D. Fruta, E. Semilla, F. Hoja.

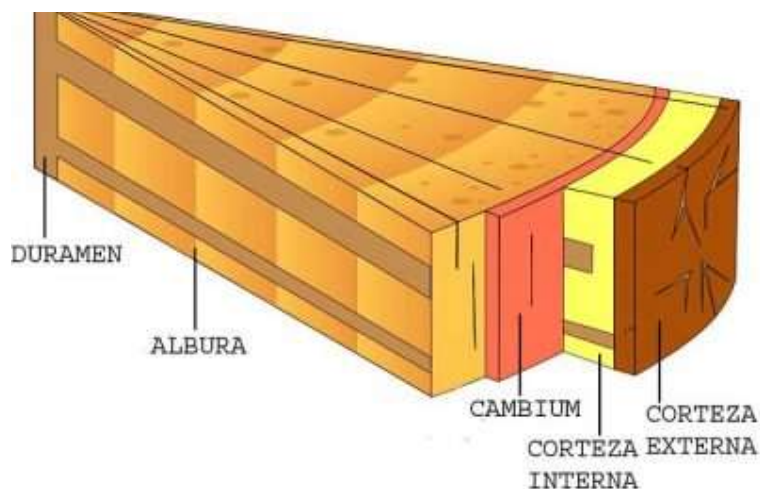
Nota: (González, 1998)

### 2.3.2. *Madera maciza*

Entendemos por “madera maciza” la que ha sufrido, desde el árbol, las mínimas manipulaciones necesarias para constituir una escuadría lista para ser aplicada; a diferencia de otros tipos de madera más industrializada y transformada (Pedroso y Alvarez, 2018). Para este tipo los diámetros habituales oscilan de 15 a 35 cm, y sus longitudes de 4 a 8 m, en correspondencia con las medidas normales de troncos. Si el tronco se despieza, las diferentes “escuadrías aserradas” oscilan de 100 a 300 mm de altura por 35 a 200 mm de grueso. Con estas escuadrías y con las cargas habituales se salvan luces, de una forma económica, que oscilan de los 3 a los 6 m, tratándose de vigas, o desde los 6 a los 15 m, formando celosías ligeras de barras (Pedroso y Alvarez, 2018). La madera aserrada deberá cumplir con dimensiones estándares de la NTP 251.103 (INACAL, 2017), tener un contenido de humedad de 10% a 22% (INACAL, 2017), y no presentar defectos o estar dentro de las tolerancias de la NTP 251.104 (INACAL, 2017), además de cumplir con los parámetros mecánicos de la norma E.010 para tener un uso estructural.

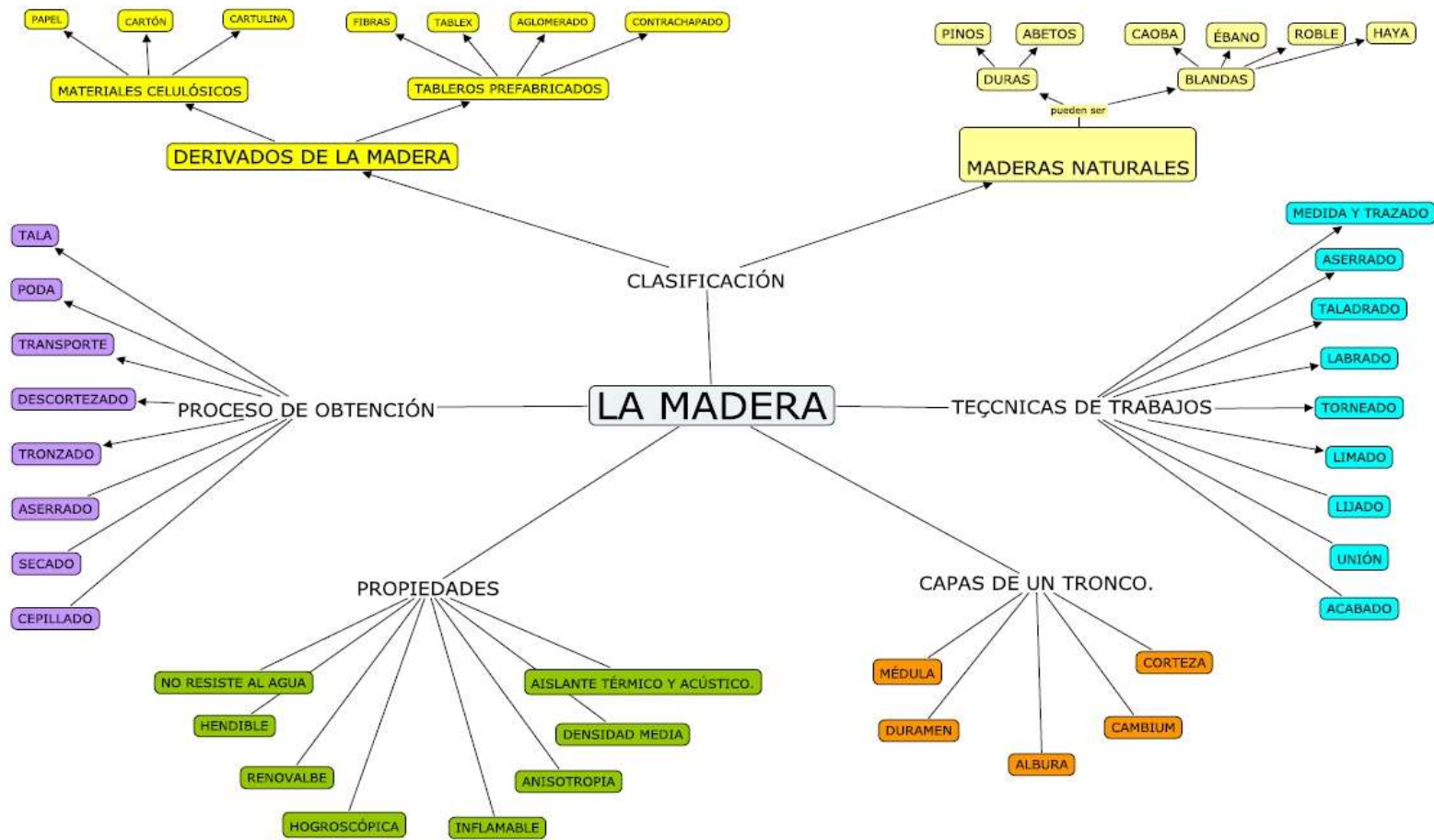
#### **Figura 3**

*Estructura Física de la Madera Dura*



Nota: (Revista educativa maderapedia, 2019).

Figura 4 Descripción de las Características, Tipos, Estructura y Propiedades de la Madera



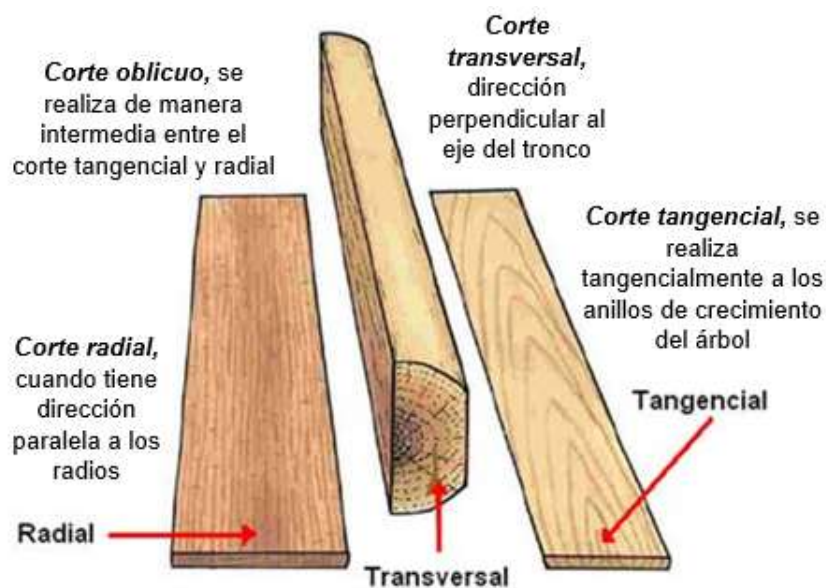
Nota: (WordPress.com, 2014).

### 2.3.3. Aserrado, secado y protección de la madera

**Aserrado.** Es la primera transformación de los troncos, para obtener piezas de madera de secciones rectangulares o cuadradas denominadas tablas o tablones, mediante el uso de aserraderos que pueden ser fijos, móviles y/o portátiles, con elementos cortantes de disco, cinta o de cadena (Puertas et al., 2013, p. 64).

**Figura 5**

*Tipos de Cortes en un Tronco de Madera*



Nota: Adaptado de (Viscarra, 1998).

**Secado.** Es un proceso de suma importancia en la industria de la madera, tanto el secado natural al aire y/o artificial en hornos. (Córdoba, 2005; Muñoz-Acosta, 2012). Para el secado se sigue el consecuente procedimiento: Selección, aplicado y cargado al horno de la madera, corte de muestras para control del secado, calentamiento del horno (a 5°C/h para maderas livianas y 2 °C/h para maderas pesadas), aplicación del programa de secado, tratamiento de igualación o equilibrio, tratamiento de acondicionado, pruebas de tensiones y contenido de humedad en la madera (Viscarra, 1998).

## Figura 6

### *Secado de la Madera*



Nota: (Franco et al., 2009).

**Protección y preservación de la madera.** Los preservadores contienen una serie de principios activos, dependiendo de su composición química. La madera tratada con ellas queda limpia y se le puede aplicar toda clase de acabados. Por lo general, la madera se impregna con métodos a base de presión. Una desventaja es que es necesario volver a secar la madera después de tratada (Sánchez y Ramírez, 2005).

## Figura 7

### *Usos de la madera como material de construcción*



Cerchas y tijerales de madera

Ladrillos de madera

Vigas de madera

Piso de madera

Pilares de madera

Nota: Adaptado de (Urbán, 2013, p. 9).



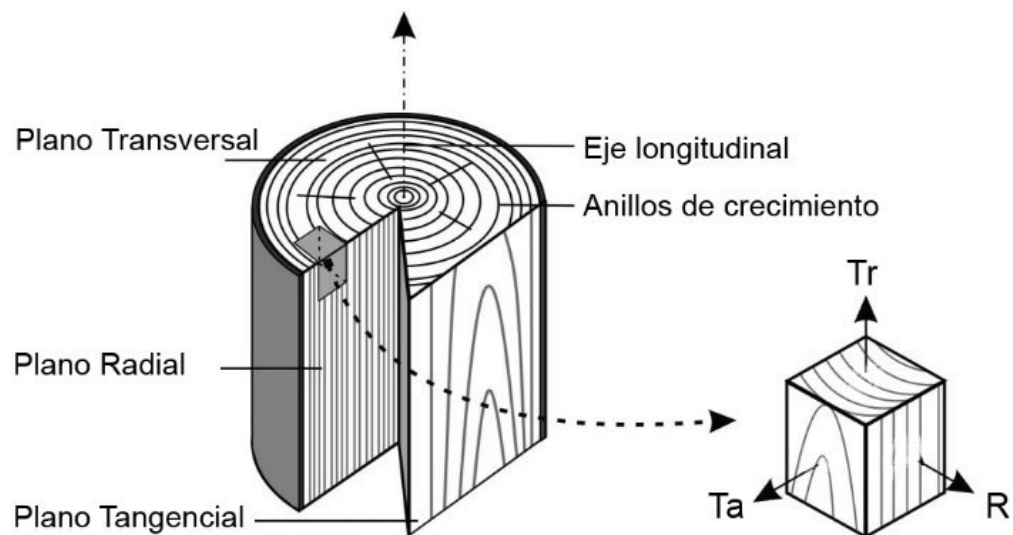
### 2.3.4. Propiedades físicas de la madera

Las propiedades físicas de la madera diferencian a este componente de otros materiales, siendo así, representan condiciones del estado del material de construcción (Quispe, 2021).

**Anisotropía.** La madera contiene fibras orientadas en la misma dirección, por lo que, dependiendo de la dirección en la que, se aplique, el esfuerzo sus características mecánicas variarán, las tres principales direcciones son axial (paralela a la dirección de las fibras del árbol), tangencial (plano tangente a los anillos de crecimiento), radial (plano perpendicular al plano axial) (Quispe, 2021).

**Figura 8**

*Principales Planos de la Madera*



Nota: (Franke y Quenneville, 2011, citado por Feijoo et al., 2018).

**Contenido de humedad.** El agua presente en la madera o en un producto de madera, se expresa como el contenido de humedad (CH), definido como: (Córdoba, 2005)

$$CH = \frac{\text{masa húmeda} - \text{masa anhidra}}{\text{masa anhidra}} \times 100 \quad (11)$$

$$CH = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco al hor}} \times 100 \quad (12)$$

Existen varios métodos para determinar el CH de la madera, entre los que destacan: método gravimétrico o por diferencia de peso, método de secado en estufa de vacío, método de secado en termobalanza, método de destilación azeotrópica, métodos eléctricos (Córdoba, 2005).

**Tabla 1**

*Porcentajes de Humedad de la Madera*

<b>Humedad</b>	30	23-30	18-23	13-18	13	0
<b>Madera</b>	Saturada	Semi seca	Comercialmente seca	Secada al aire	Óptimo secado	Anhidro

Nota: (Villegas, 2012).

**Peso específico básico (Peb).** Es el cociente entre el peso seco en estufa de la madera y peso del volumen de agua desplazada por la madera verde (Viscarra, 1998).

$$Peb = \frac{\text{Peso seco en estufa}}{\text{Volumen verde o húmedo}} \quad (13)$$

**La densidad (Dad).** Se expresa como la relación entre la masa y el volumen de la madera a un determinado nivel de humedad (Viscarra, 1998). La densidad de la madera se puede calcular en estado verde (DV), es decir, cuando la madera está saturada de agua y no se dilata ni encoge más, y en el otro caso, cuando la madera se encuentra en estado seco (DSA). estado sin agua o anhidra (DA), el estado en el que la madera no se contrae. Si la madera tiene un contenido de humedad del 12%, se dice que es de densidad normal, mientras que, si tiene un contenido de humedad del 30%, que es el punto de saturación de las fibras, es de densidad básica (Villegas, 2012).

$$Dad = \frac{\text{Peso de la muestra de madera}}{\text{Volumen de la muestra}} \quad (14)$$

**Peso de la madera.** Equivale a la masa por la gravedad (Villegas, 2012).

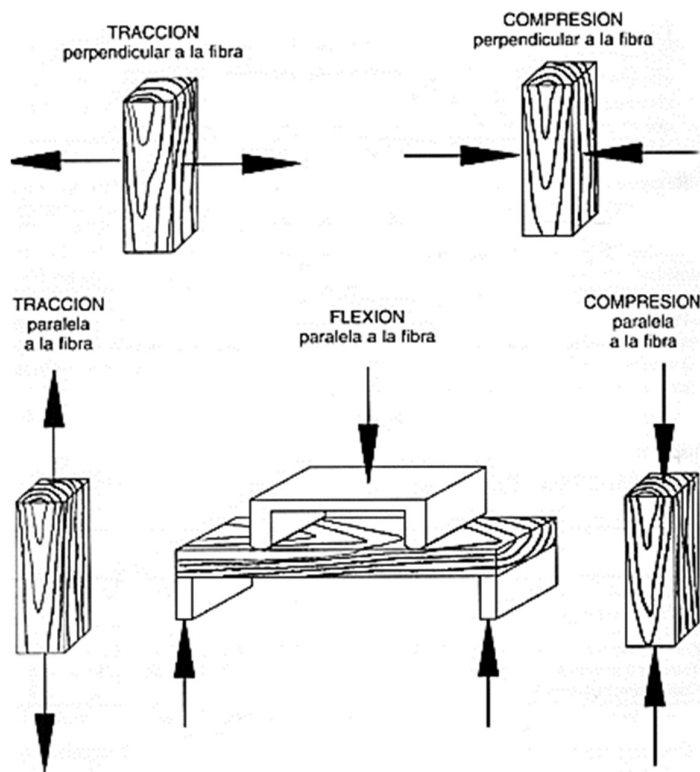
$$\text{Peso} = \text{masa} \times \text{gravedad} \quad (15)$$

### 2.3.5. Propiedades mecánicas de la madera

Caracterizan la resistencia de la madera a cargas en dirección axial, radial y tangencial según el tipo de ensayo, así mismo, la humedad menor a 30% causa mejora en sus características mecánicas según Quispe (2021). En el caso del estudio, al hablar de vigas, la principal propiedad mecánica de análisis es la flexión estática, misma que, se detallará con mayor exactitud más adelante.

**Figura 9**

*Propiedades Mecánicas de la Madera*



Nota: (Barluenga, 2014).

**Tracción paralela a la fibra.** Es el aguante a una carga de tracción en orientación paralela a la fibra (Bueno, 2017).

**Cizalle.** Es la medida de la capacidad de la madera para aguantar fuerzas que, tienden a causar deslizamiento de una parte de la pieza sobre otra (Bueno, 2017).

$$ELP = \frac{Pl}{A} \quad (16)$$

Donde, ELP esfuerzo de la fibra al límite proporcional, A superficie de la sección transversal de la probeta, P' carga al límite proporcional.

**Compresión paralela a la fibra.** Es la firmeza de la madera a una carga en orientación paralela a las fibras, la que se efectúa en columnas cortas para comprobar la tensión de rigidez, tensión en el límite de proporcionalidad y módulo de elasticidad (Bueno, 2017).

$$MOE = \frac{P'D}{AY} \quad (17)$$

$$ELP = \frac{P'}{A} \quad (18)$$

MOE módulo de elasticidad, ELP esfuerzo de la fibra al límite proporcional, A superficie de la sección transversal de la probeta, P carga máxima soportada por la probeta en kg, P' carga al límite proporcional, D distancia entre las abrazaderas, 15 cm, Y deformación al límite proporcional.

**Flexión.** Es la firmeza de la viga a una carga puntual, aplicada en el centro de la luz, comprobando la tensión en el límite de proporcionalidad, tensión de rigidez y el módulo de elasticidad (Bueno, 2017). Ruiz (2020) se refirió a la flexión estática como la resistencia de una viga con carga puntual aplicada en el centro del vano, determinando el esfuerzo en el límite proporcional, el esfuerzo de fractura y el módulo de elasticidad. Rivero (2004) afirmó que la resistencia a la flexión es una de las propiedades mecánicas más importantes de la madera cuando se utiliza como material de construcción y es un factor importante en la construcción de casas, puertas, techos, paredes de madera, etc.

$$ELP = \frac{3P'L}{2ae^2} \quad (19)$$

ELP esfuerzo de la fibra al límite proporcional, L luz de la probeta cm, P' carga al límite proporcional kg, a ancho de la probeta cm, e espesor de la probeta cm.

### 2.3.6. *Propiedades elásticas de la madera*

Las propiedades elásticas de la madera definen la flexibilidad de la madera, no obstante, no es recomendable que, las deflexiones de la madera aumenten debido a que, significa también una disminución en la resistencia. A mayor módulo de elasticidad y de corte, su calificativo es mayor (Quispe, 2021).

**Módulo de elasticidad (MOE).** Medida de la rigidez del material. Su cálculo se basa en la relación entre el esfuerzo por unidad de área y la deformación por unidad de longitud que experimenta una probeta sometida a flexión (Barrueta, 2018). Díaz (2005) planteó que, es esta propiedad le permite resistir fuerzas que tienden a cambiar su forma o volumen, y es responsable de restaurar su forma o volumen original cuando esa fuerza deja de actuar. Ruiz (2020) señaló que, el MOE constituye un indicativo de la rigidez del material y solo es aplicable para condiciones de operación en la región elástica de la curva carga deformación.

$$E_f = \frac{P \times L^3}{\Delta \times 4 \times a \times h^3} \quad (20)$$

Donde:

- $P/\Delta$  = *Pendiente del gráfico Fuerza aplicada vs Deformación*
- $L$  = *logitud o luz del elemento, a = ancho de la sección del elemento*
- $h$  = *altura de la sección del elemento*

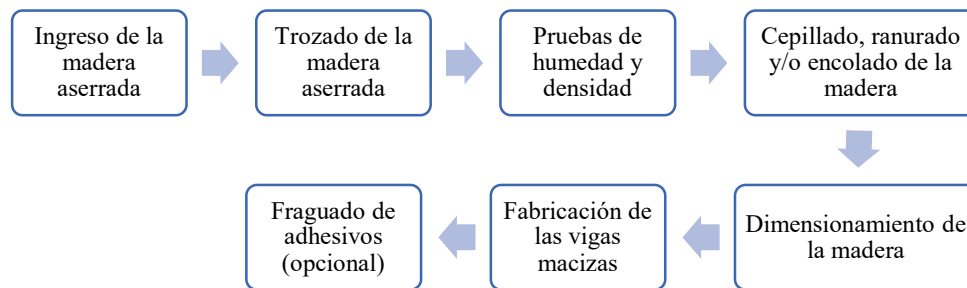
**Módulo de corte.** El módulo de corte relaciona la deformación con el esfuerzo cortante aplicado a la muestra. Debido a que la madera es un material ortotrópico, tiene diferentes módulos de corte en cada dirección. En la madera, el módulo de corte tangencial radial de la mayoría de las coníferas es aproximadamente el 10% del valor del módulo de corte tangencial longitudinal, mientras que, en el caso de los árboles de hoja ancha, debido a su alta densidad, es del 40% del módulo de corte (Barrueta, 2018).

### 2.3.7. Vigas macizas de madera

Elemento de madera geoméricamente inclinado u horizontal, con la dimensión longitudinal mayor que, la transversal, trabaja sobre apoyos (dos a más), y se ve afectada primariamente por la flexión (MVCS, 2006).

**Figura 10**

*Proceso de elaboración de vigas macizas de madera*



Nota: Adaptado de (Vásquez, et al., 2019).

Las vigas de madera pueden formarse simplemente aserradas o pueden tener otra composición y función, como las que, se describen: (MVCS, 2006)

- De celosía. Rectangular, trapezoidal o parabólico, que, consiste en dos cuerdas horizontales unidas por varillas que, trabajan a compresión o tracción.
- Compuesta. Consiste en dos o más partes conectadas por diferentes métodos.
- Laminada. Para mejorar su resistencia mecánica y obtener un mayor tamaño, suele ser una viga mixta formada por la unión de varios tablones o varios tablones con fibras en la dirección longitudinal de la viga con un adhesivo.
- Viguetas. Su función es soportar la carga del techo y el piso, para ello se apoya en otros elementos estructurales como vigas principales, muros de carga, etc.
- Solera. También tienen la función de soportar y reforzar otros elementos estructurales.

### 2.3.8. Esfuerzo en vigas por flexión

El momento de flexión es una medida de la tendencia de las fuerzas externas a actuar sobre una viga para deformarla, siendo, el efecto de resistir la flexión dentro de la viga, llamado momento resistivo (Bueno, 2017).

**Figura 11**

*Flexión en Vigas*



Nota: (Ruiz, 2020).

En una viga, la flexión produce un momento interno; en un diagrama de momento de flexión interna, un momento de flexión positivo significa que, en su sección transversal, las fibras debajo del eje neutral (coincidente con el centro de gravedad) están sometidas a un esfuerzo de tracción normal, mientras que las fibras por encima del eje neutro soportarán la carga. Sin embargo, estos esfuerzos no se distribuyen de manera constante como los esfuerzos normales directos, sino que tienen una distribución variable desde el eje neutro hasta el extremo de la fibra. Se puede deducir cómo se comporta la sección transversal cuando el momento flector interno es negativo, también en el ejemplo neutro el esfuerzo positivo es cero y es máximo en cada caso para fibras extremas (Ruiz, 2020).

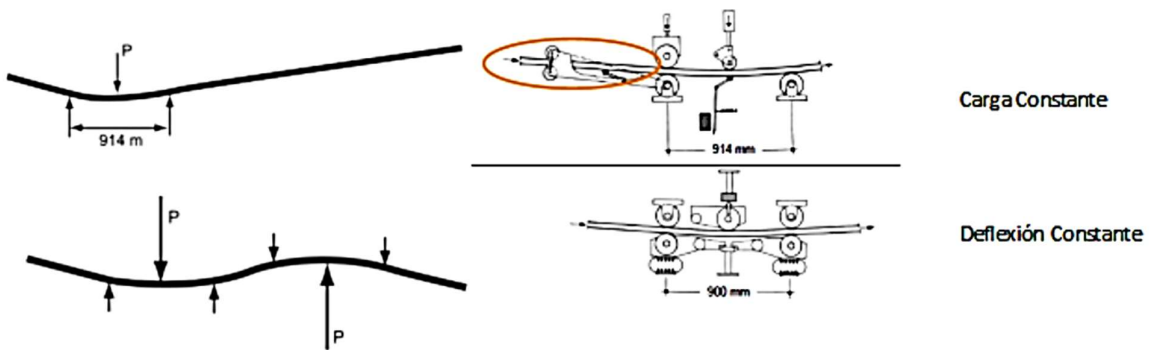
## Módulo de elasticidad

$$MOE = \frac{a \times l_1^2 \times \Delta F}{16 \times I \times \Delta W} \quad (21)$$

- $a$  = distancia entre el punto de carga y apoyo de la viga (ml)
- $l_1$  = luz para determinar el módulo de elasticidad (mm)
- $\Delta F$  = incremento de carga por debajo del límite (Nw)
- $I$  = momento de inercia de la sección ( $mm^4$ )
- $\Delta W$  = Deformación bajo incremento de carga (mm)
- $E_m$  = módulo de elasticidad (MPa)

**Figura 12**

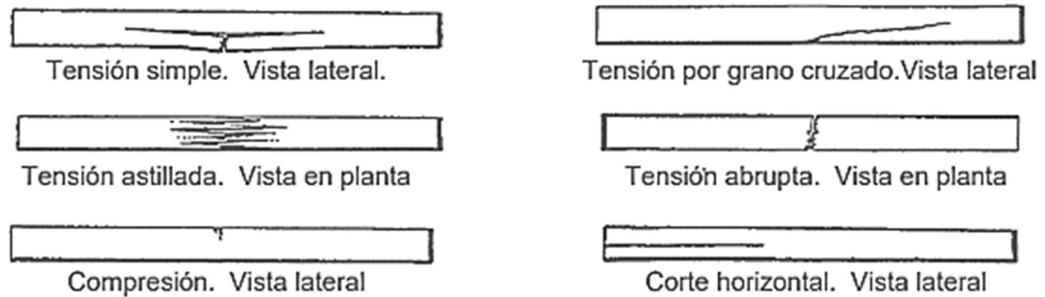
Esquema del método de flexión para estimar el módulo de elasticidad



Nota: (Vásquez, et al., 2019).

**Figura 13**

Fallas en Flexión Estática



Nota: (Quispe, 2021).



### Módulo de corte o de rigidez – Método de luz simple

$$E_{m,app} = \frac{l_1^3 \times \Delta F}{48 \times I \times \Delta W} \quad (22)$$

- $l_1$  = luz para determinar el módulo de elasticidad (mm)
- $\Delta F$  = incremento de carga por debajo del límite (Nw)
- $I$  = momento de inercia de la sección ( $mm^4$ )
- $\Delta W$  = Deformación bajo incremento de carga (mm)
- $E_{m,app}$  = módulo de elasticidad aparente (MPa)

$$G = \frac{1.2 \times h^2}{l_1^2 \times \left( \frac{1}{E_{m,app}} - \frac{1}{E_m} \right)} \quad (23)$$

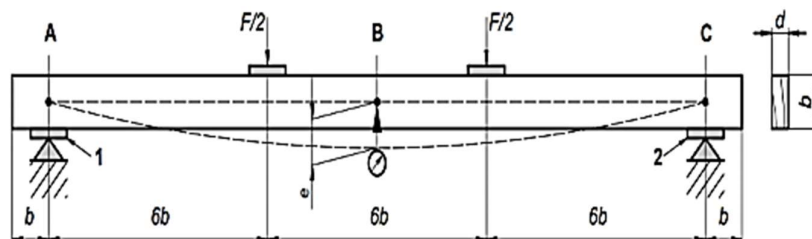
- $h$  = peralte de la sección (mm)
- $l_1$  = luz para determinar el módulo de elasticidad (mm)
- $E_m$  = módulo de elasticidad (MPa)
- $E_{m,app}$  = módulo de elasticidad aparente (MPa)
- $G$  = Módulo de corte

### Resistencia a la flexión

$$f_{m,u} = \frac{a \times F_u}{2 \times Z} \quad (24)$$

- $a$  = distancia entre el punto de carga y apoyo de la viga (ml)
- $F_u$  = carga máxima (Nw)
- $Z$  = módulo de la sección ( $mm^3$ )

Figura 14 Ensayo de flexión



Nota: (Catalán, et al., 2020)

### 2.3.9. Esfuerzos admisibles de la madera

El cálculo de los esfuerzos admisibles a flexión u otras solicitaciones, debe realizarse según indica las normas nacionales para madera estructural (Catalán, et al., 2019). Según la norma E.010 (MVCS, 2006) para el cálculo del esfuerzo admisible se debe multiplicar el esfuerzo básico con factores de reducción.

**Esfuerzo básico.** El esfuerzo se presenta cuando la fuerza aplicada tiende a estirar o alargar el material. Se dice por lo tanto que el material está en esfuerzo básico.

**Factor de reducción de calidad (F.C.).** Los estudios estadísticos efectuados para el estudio de la variación del F.C. determinaron que se adopte un factor 0.8 (Coy y Perez, 2005, p. 10).

$$F.C. = \frac{MOR_{vigas}}{MOR_{probetas}} \quad (25)$$

**Esfuerzo admisible.** Esfuerzo mínimo obtenido de las pruebas de desempeño mecánico como base para determinar el esfuerzo permisible (MVCS, 2006).

$$Esfuerzo\ admisible = \frac{F.C \times F.T.}{F.S. \times F.D.C.} \times Esfuerzo\ básico \quad (26)$$

Dónde: FC factor de reducción de calidad, que es la relación entre los esfuerzos resistidos por un elemento en su escala natural; FT factor de reducción de tamaño, que expresa la reducción de la resistencia de una pieza en función de su altura.

$$F.T. = \left(50/h\right)^{1/9} \quad (h\ en\ mm) \quad (27)$$

Dónde: F.S. factor de seguridad; F.D.C. factor de duración de carga basada en la reducción observada en ensayos de vigas a escala natural.

**Tabla 2**

*Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles*

	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>FS</b>	<b>FDC</b>
Flexión	0.8	0.9	2.0	1.15

Nota: (MVCS, 2006).

### 2.3.10. Agrupamiento de la madera

La agrupación se basa en los valores de densidad base, resistencia mecánica, módulo de elasticidad y tensión admisible de los grupos A, B y C (MVCS, 2006).

**Tabla 3**

*Densidad básica*

Grupo	A	B	C
Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	≥0.71	0.56-0.70	0.40-0.55

Nota: Norma E.010. (MVCS, 2006)

**Tabla 4**

*Módulo de Elasticidad*

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

Nota: Norma E.010. (MVCS, 2006)

**Tabla 5**

*Esfuerzos Admisibles*

Grupo	Esfuerzos admisibles MPa (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Flexión fm	Tracción	Compresión	Compresión	Corte
		Paralela ft	Paralela fc//	Perpendicular fc ⊥	Paralelo fv
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

Nota: Norma E.010. (MVCS, 2006)

### 2.3.11. Diseño de vigas de madera

El diseño de vigas de madera implica determinar la capacidad de carga, o las dimensiones de la sección transversal de la viga, mientras se limitan sus fuerzas de flexión y corte. En las vigas cortas las dimensiones vienen dadas por los esfuerzos cortantes, mientras que en las vigas largas son los esfuerzos de flexión los que limitan la carga o determinan las dimensiones de la sección (Jaramillo, 2019).

Para el diseño se utilizan las combinaciones de cargas de servicio, cumpliendo con las deflexiones estipuladas en cada normatividad nacional. La combinación básica para el diseño de una viga es: (Jaramillo, 2019)

$$W = WD + WL \quad (28)$$

Donde, W carga de servicio, WD carga muerta, WL carga viva.

$$M = \frac{WL^2}{8} \quad (29)$$

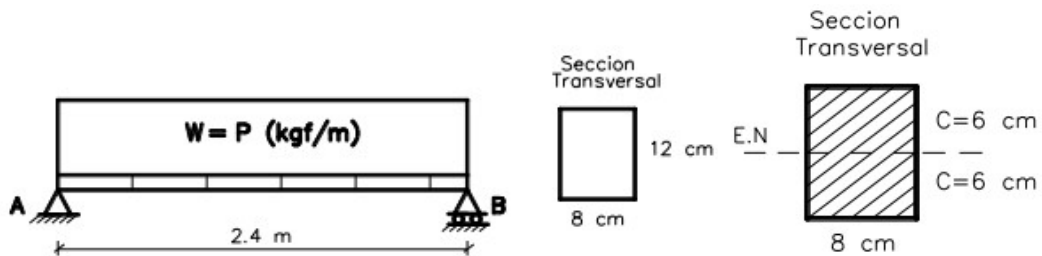
Donde, M es el momento, W es la carga de servicio, L es la longitud de la viga.

$$V = \frac{w \times L}{2} \quad (30)$$

Donde, V es la fuerza cortante máxima.

#### Figura 15

*Ejemplo de Sección Transversal de una Viga*



Nota: (Jaramillo, 2019).

$$Ix = \frac{bh^3}{12} \quad (31)$$

Donde,  $I_x$  momento de inercia,  $b$  base,  $h$  peralte.

$$r = \frac{M \times c}{I} \quad (32)$$

Donde,  $r$  esfuerzo de flexión,  $C$  mitad del peralte multiplicado por 100.

$$T = \frac{3V}{2A} \quad (33)$$

Donde,  $T$  es el esfuerzo cortante,  $V$  fuerza cortante máxima,  $A$  área de sección transversal.

La carga máxima que, se le puede colocar a la viga es el menor de los valores de esfuerzo de flexión ( $r$ ) o esfuerzo cortante ( $T$ ).

Para el diseño definitivo de una viga de madera, se debe comparar las deflexiones causadas por la carga, con las deflexiones admisibles (Jaramillo, 2019).

**Tabla 6**

*Deflexiones Admisibles en Vigas de Madera*

Tipo de construcción	Carga viva	Viento o granizo	Cargas totales
Cieloraso de pañete o yeso	$d=L/360$	$d=L/360$	$d=L/300$
Otros cielorastos	$d=L/300$	$d=L/240$	$d=L/240$
Techos planos			$d=L/300$
Pisos rigidizados		$d=L/240$	
Edificaciones industriales			$d=L/200$
Techos inclinados			$d=L/200$

Nota: (Jaramillo, 2019).

$$d_{adm} = \frac{L}{300} \quad (34)$$

$$d = \frac{W \times L^3}{48 \times MOE \times I} \quad (35)$$

Donde,  $d_{adm}$  es la deflexión admisible,  $d$  deflexión causada,  $MOE$  módulo de elasticidad,  $I$  momento de inercia,  $L$  longitud de la viga,  $W$  carga de servicio. Si la deflexión causada es mayor que, la admisible, se debe ampliar la sección transversal para soportar la carga concentrada (Jaramillo, 2019).

## 2.4. Hipótesis

Las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera *Clethra obovata*, llamada “*Conchana*” cumple con el RNE norma E.010 (MVCS, 2006) como una madera del grupo B para uso estructural.

## 2.5. Operacionalización de variables

### 2.5.1. Variable independiente: *Viga maciza*

Las vigas macizas de madera son elementos estructurales usados en la construcción de viviendas en el distrito de Choropampa, Chota, que, se obtienen a partir del aserrado de la madera “*Clethra obovata*”, denominada “*Conchana*”, con variaciones en la sección transversal, ya que, trabajan con vigas de diferente peralte según se ha determinado a partir de la inspección en campo. Tiene como dimensiones:

**Selección de muestra.** Hace referencia a las características del área de extracción del árbol “*Clethra obovata*” siendo así tiene como indicadores a la superficie, y número de árboles.

**Sección transversal de las vigas.** Representa el cambio de peralte en la construcción de vigas para determinar el efecto sobre las características de la madera.

### 2.5.2. Variable dependiente: *Caracterización física, mecánica y elástica de la madera*

La caracterización de la madera representa la determinación de aquellos parámetros físicos, mecánicos y elásticos que, definen a las vigas de construcción; siendo así, hace referencia a la determinación de la densidad básica y esfuerzos admisibles de vigas macizas de la especie forestal “*Clethra obovata*” construidas con diferentes peraltes y analizadas aplicando la Norma E.010 (MVCS, 2006). Tiene como dimensiones:

**Características físicas.** Caracteriza los parámetros generales que definen la densidad básica y contenido de humedad de la madera basada en los ensayos normados por la NTP 251.010 (INACAL, 2020) y 251.011 (INACAL, 2019).

**Características mecánicas.** Hace referencia a aquellas características que define la resistencia de la madera siendo este uno de los factores de mayor relevancia para la clasificación de la especie forestal ya que determina los esfuerzos admisibles.

**Características elásticas.** Dimensión que determina las peculiaridades elásticas y de rigidez de las vigas de madera.

**Esfuerzos admisibles.** Son aquellos esfuerzos que se determinan a partir de un esfuerzo básico definido por las propiedades mecánicas multiplicado por factores de corrección para determinar el esfuerzo flexible real de la madera.

**Modelamiento estructural.** Se determina si el modelo de techo de madera de una edificación elaborada con "*Clethra obovata*" cumple con el análisis a flexión, corte y deflexión según la norma E.030 (MVCS, 2018), y los criterios de la norma E.010 (MVCS, 2006), y el manual del grupo andino.

**Tabla 7** Matriz de operacionalización de variables en estudio

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicador	Ítem
VI: Viga maciza	Son elementos estructurales usados en la construcción de viviendas en Choropampa, que, se obtienen del aserrado de la madera “Clethra obovata” con variaciones en la sección transversal.	Selección de muestras	Descripción del bosque de extracción de la madera maciza conforme a la NTP 251.008	Superficie	ha
				N° de árboles	N°
		Sección transversal de las vigas	Corte de la madera para formar las vigas con variaciones de peralte	Peralte	cm
				Ancho	cm
				Área	cm <sup>2</sup>
Momento de inercia	cm <sup>4</sup>				
VD: Caracterización física, mecánica y elástica de la madera “Clethra obovata”	Determinación de la densidad básica y esfuerzos admisibles de vigas macizas de la especie forestal “Clethra obovata” construidas con diferentes peraltes y analizadas aplicando la Norma E.010 (MVCS, 2006)	Propiedades físicas	Caracteriza los parámetros generales que definen la densidad básica y contenido de humedad de la madera	Contenido de humedad gravimétrica	%
				Densidad básica	gr/cm <sup>3</sup>
				Humedad de las vigas	%
		Propiedades mecánicas	Define la resistencia a flexión de la madera	Resistencia a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>
		Propiedades elásticas	Dimensión que determina las peculiaridades elásticas y de rigidez de las vigas de madera.	Módulo de elasticidad	N/m <sup>2</sup>
				Deflexión	cm
				Producto del esfuerzo básico por factores de reducción	Flexión
		Modelamiento estructural	Modelo estructural de vigas de madera	Flexión	Kg/cm <sup>2</sup>
				Corte	Kg/cm <sup>2</sup>
				Deflexión	mm



## CAPÍTULO III.

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, nivel descriptivo, que tuvo como variante las dimensiones (especialmente el peralte) de las vigas macizas utilizadas en la construcción de viviendas, a fin de comprobar las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera “*Clethra obovata*”, distrito de Choropampa, Chota. Según Hernández et al. (2014) la investigación cuantitativa tiene como objetivo resolver preguntas a través de datos medibles obtenidos a través de un proceso ordenado. Siendo así, se han seguido los procesos descritos en las normas técnicas peruanas (NTP) para, cuantificar los parámetros de la madera verificando su cumplimiento con la norma E.010 (MVCS, 2006). Por tanto, se ha aplicado conocimiento existente (parámetros de estandarización de la madera) para generar nuevo conocimiento no dado, considerando que, la madera “*Clethra obovata*”, no forma parte de los especies forestales catalogadas en la norma E.010 (MVCS, 2006). Así mismo, toda la información compilada ha sido descrita utilizando técnicas de estadística descriptiva e inferencial.

**Tabla 8**

*Tipo de Investigación*

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Objetivos	Explicativa
Fuente de datos	Primaria
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde sucede	laboratorio, campo

### 3.2. Diseño de investigación

Según Sánchez y Reyes (2015) el diseño causal simple, consiste en recopilar información de dos o más muestras con el objetivo de observar el comportamiento de una variable en un intento de “controlar” estadísticamente otras variables que se cree que afectan la variable en estudio (la variable dependiente). Por tanto, en la investigación se ha aplicado dicho diseño, con el fin de determinar el comportamiento físico, mecánico y elástico de la madera “*Clethra obovata*” al ser analizada por medio de vigas macizas con tres secciones transversales, en las que, se varía el peralte de la viga (Fig. 16).

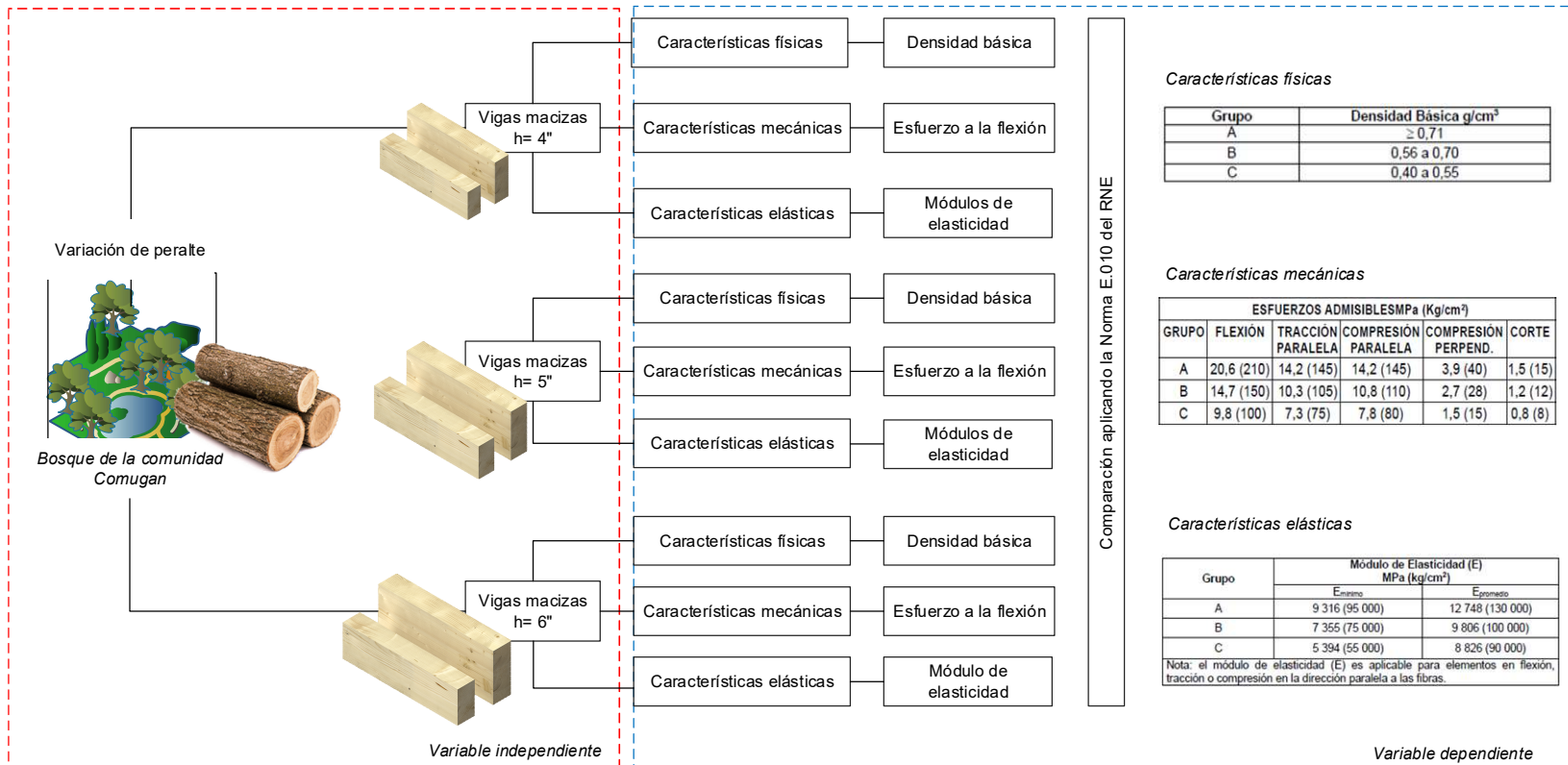
$$\begin{aligned} M1 &\leftarrow O1 XYZ \\ M2 &\leftarrow O2 XYZ \\ M3 &\leftarrow O3 XYZ \end{aligned} \tag{36}$$

Donde, M1, 2 y 3 son las vigas macizas con 4, 5 y 6” de peraltes, mientras que, O1,2,3 representa la observación realizada (pruebas de laboratorio), para caracterizar la madera física (X), mecánica (Y) y elásticamente (Z)

### 3.3. Métodos de investigación

En la investigación se han utilizado métodos teóricos, como el método lógico inductivo y métodos empíricos como, la observación y descripción. En el método lógico deductivo se repiten escenarios concretos, para llegar a dar una conclusión generaliza (Sánchez y Reyes, 2015), siendo así, se han estudiado las características en vigas de sección transversal variable para especificar la clasificación de la madera en base a la norma E.010 (MVCS, 2010). Así mismo, la observación es la configuración base del conocimiento científico y se aplica en todo procedimiento, para luego, describir, analizar e interpretar sistemáticamente el fenómeno en estudio (Sánchez y Reyes, 2015).

Figura 16 Diseño de Investigación Descriptivo Causal



### 3.4. Población, muestra y muestreo

#### 3.4.1. Población

La madera de los árboles del bosque de la especie forestal “*Clethra obovata*” de la comunidad Comugan, en el distrito de Choropampa, provincia de Chota – Cajamarca.

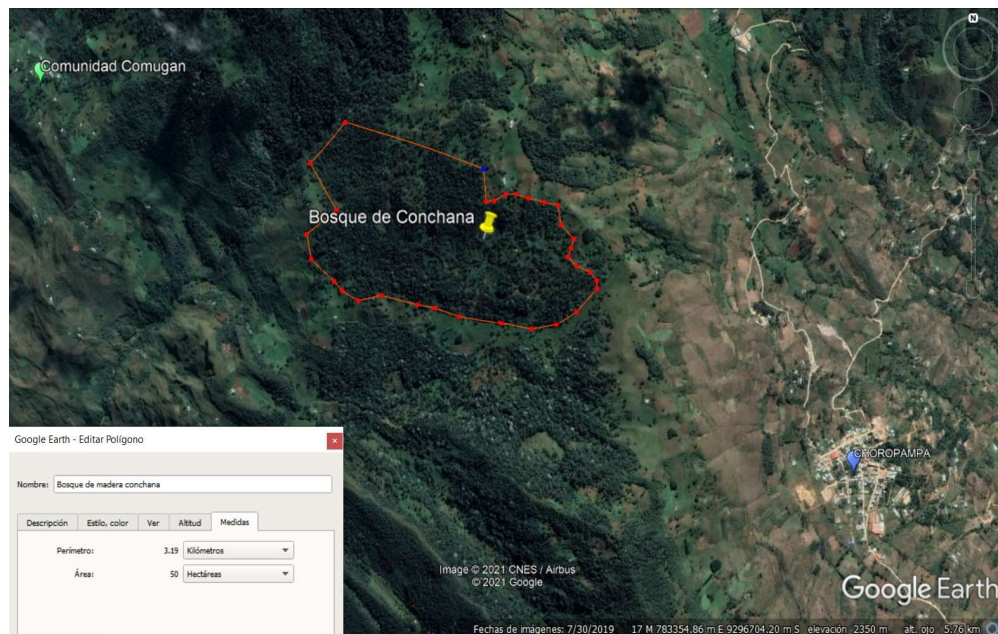
**Tabla 9**

*Bosque “Clethra Obovata”, comunidad Comugan, distrito de Choropampa*

Peculiaridad	Valor de análisis
Área (m <sup>2</sup> )	183450.75
Perímetro (m)	4611.12
Centroide	Este: 78935.88 m E
	Norte: 9295328.92 m S
	Altura: 2446 msnm

**Figura 17**

*Bosque “Clethra obovata”, Comunidad Comugan, Distrito de Choropampa*



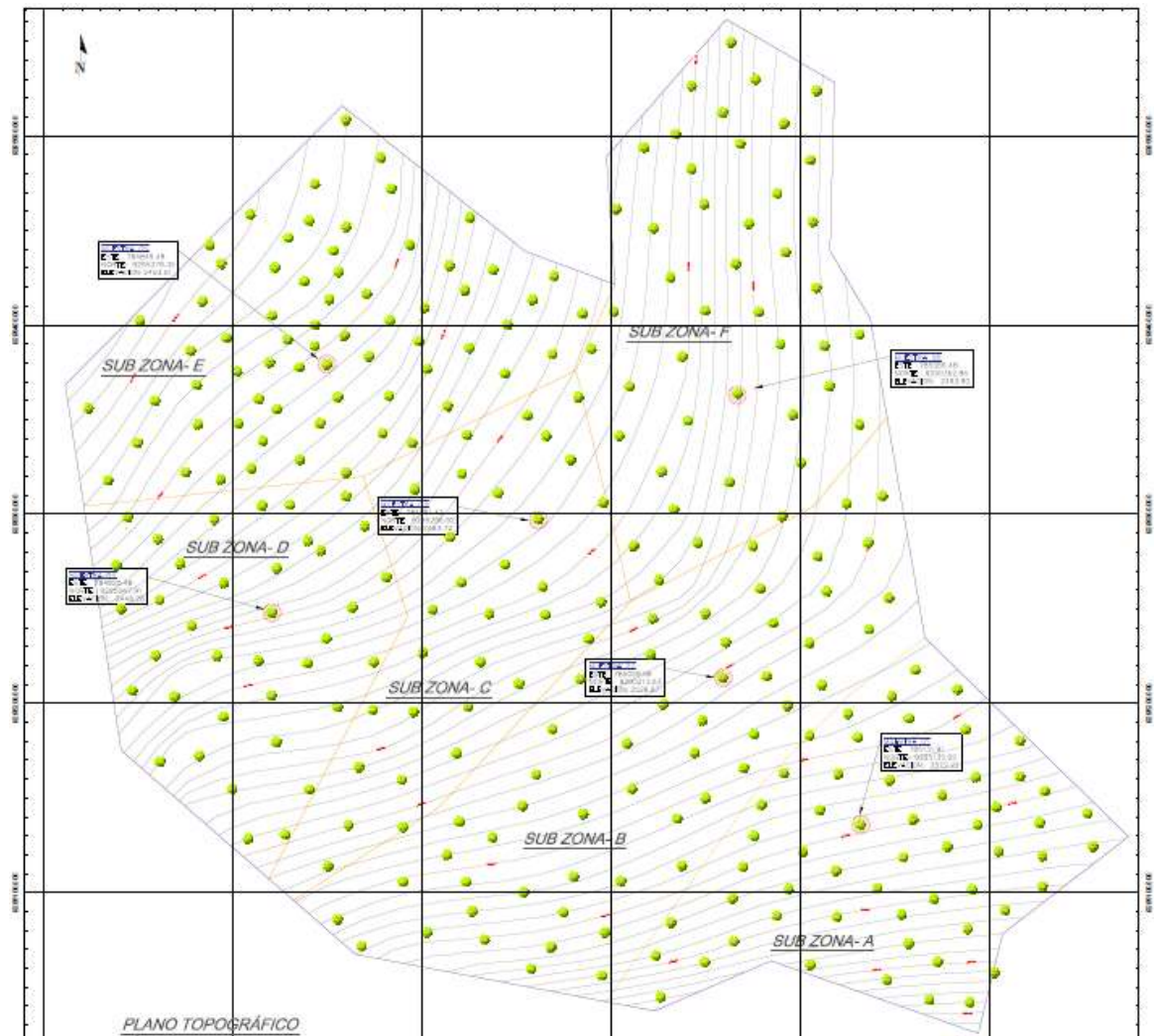
Nota: (Google earth, 2022).

### 3.4.2. Muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia, según los lineamientos de la NTP 251.008 (INACAL, 2019), que, establece un mínimo de cinco árboles de muestra cuando estos presentan más de 30 cm de diámetro y siendo este el caso del estudio, se ha optado por trabajar con un número de seis árboles de “*Clethra obovata*”, del bosque de Comugan, distrito de Choropampa, de los cuales se han elaborado vigas de madera con peralte de 4”, 5” y 6”.

**Figura 18**

*Distribución de Muestras (árboles) en el Bosque Comugan*



### 3.4.3. Muestra

Conformado por los 54 especímenes de vigas macizas de madera “*Clethra obovata*”, del bosque de Comugan, Choropampa, Chota, construidas con variación de peralte de 4”, 5” y 6”, y ancho de 4”.

**Tabla 10**

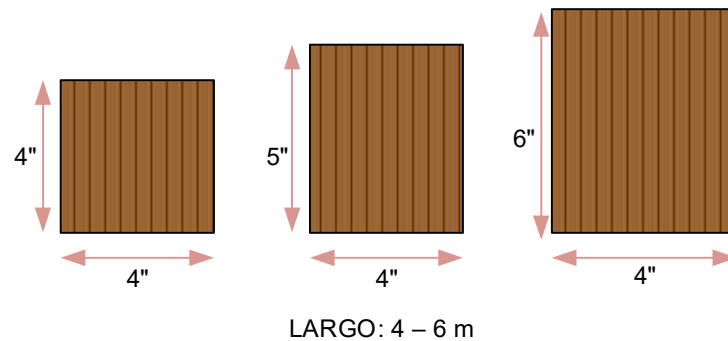
*Árboles para la Elaboración de Vigas Macizas*

Número de especímenes	Árboles	Troza	Vigueta
Tanda para vigas de 4”	2	6	6
Tanda para vigas de 5”	2	6	6
Tanda para vigas de 6”	2	6	6
<b>Total</b>	6	18	18

Nota: La NTP 251.008 (INACAL, 2019) establece mínimo cinco árboles por seccionamiento.

**Figura 19**

*Secciones de Vigas Macizas de Madera con Variación de Peralte*



Para la prueba de humedad se ha realizado un análisis previo por el método gravimétrico, utilizando el método de secado en estufa, para conocer la humedad inicial y así proceder al secado de las vigas de madera.

**Tabla 11**

*Especímenes para Prueba de Humedad*

Ensayo	Muestra	Tanda 4”	Tanda 5”	Tanda 6”
Contenido de humedad	Fracción contenida en la malla 40/60 en (gr)	5	5	5
		15 muestras		

Según la NTP 251.011, para el análisis de densidad básica se han utilizado probetas prismáticas de 3 x 3 cm de sección transversal y 10 cm de longitud, elaboradas para cada tanda de madera de vigas de 4”, 5” y 6” (INACAL, 2019).

**Tabla 12**

*Especímenes para Prueba de Densidad Básica*

Prueba	Muestra	Tanda 4”	Tanda 5”	Tanda 6”
Densidad básica	Probetas de 3x3x10 cm	5	5	5
		15 probetas		

Determinada la densidad básica y humedad por tanda de madera se procedió a elaborar las vigas macizas de madera con peraltes de 4”, 5” y 6”. La NTP 251.107 (INACAL, 2017) establece que la humedad de los especímenes debe ser  $\geq 30\%$ ” pero generalmente los constructores de la comunidad Comugan utilizan las vigas en estado seco (humedad de 12 a 20%), por lo que, para los ensayos de flexión y módulo de elasticidad se han utilizado dos tipos de vigas de madera en estado húmedo ( $\geq 30\%$ ) y seco (12%).

**Tabla 13**

*Especímenes para ensayo de flexión, módulo de rigidez y módulo de elasticidad*

Muestra	Según variación de peralte			Total
	4”	5”	6”	
Vigas macizas en estado húmedo	9	9	9	27
Vigas macizas en estado seco	9	9	9	27
Total	18	18	18	54

**3.4.4. Unidad de muestra**

Vigas de madera “Clethra obovata”, del bosque de Comugan, Choropampa, Chota, con sección transversal de ancho 4” y peraltes de 4”, 5” y 6”, que han sido escaladas a 0.50 para el ensayo.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Técnicas de recolección de datos

**Observación.** Técnica principal empleada en todo tipo de investigación, permite definir las características iniciales de la madera a fin de determinar características visibles como la cantidad de árboles del mismo diámetro.

**Acondicionamiento de la muestra.** Proceso de talado, cortado, aserrado y traslado de vigas de madera para las pruebas en laboratorio.

**Ensayos de laboratorio.** Todas las pruebas realizadas para caracterizar a las vigas de madera física, mecánica y elásticamente. Ensayos físicos, definen las características generales de la madera y son aquellos que establecen la densidad básica (NTP 251.010, INACAL, 2020) y contenido de humedad (NTP 251.011, INACAL, 2019) de la especie en estudio; mientras que, los ensayos mecánicos-elásticos, son empleados para definir la resistencia a flexión estática en vigas a escala real (NTP 251.107, INACAL, 2017).

**Cálculo de esfuerzos admisibles.** Permite determinar los esfuerzos admisibles de las vigas de madera "*Clethra obovata*" en relación a los esfuerzos básicos determinados en los ensayos mecánicos multiplicados por los factores de reducción dados en la norma E.010 (MVCS, 2006). Es importante determinar los esfuerzos admisibles porque es el valor que se contrasta con la norma E.010 (MVCS, 2006), para verificar su clasificación en los grupos estructurales (A,B,C).

**Comparación.** Cotejo entre los parámetros físicos, mecánicos y elásticos en vigas de madera según la variación del peralte, a fin de determinar cómo afecta el cambio de la sección transversal a las particularidades de las vigas macizas de madera de la especie forestal "*Clethra obovata*", comunidad de Comugan, Choropampa, Chota.



### 3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos*

**Registro fotográfico.** Instrumento principal que presenta todo lo visualizado, para poder mostrarlo al lector a fin de que éste conozca cada uno de los procedimientos realizados para llegar a los resultados propuestos.

**Cadena de custodia.** Ficha de registro del número de muestras (árboles) talados, y las vigas obtenidas por cada troza para los pruebas de caracterización de la madera "*Clethra obovata*". Su función es diferenciar las muestras por humedad (húmedas y secas), árbol, troza, y muestra generando los códigos de muestreo que, se detallan en el acápite 3.6.1. para mayor comprensión de la forma en que, se ha desarrollado la investigación.

**Formatos de laboratorio.** Aquellas hojas de registro de los datos de laboratorio. Formatos de ensayos físicos, es el instrumento que, muestra los resultados de cada uno de los ensayos físicos realizados a la madera, como contenido de humedad y densidad básica; así mismo, también se tienen formatos de ensayos mecánicos-elásticos, los cuales están dados en las normas técnicas peruanas y son aquellos medios de registro de información de las propiedades mecánicas – elásticas que miden la resistencia de la madera.

**Hoja de cálculo de esfuerzos admisibles.** Es el instrumento que permite calcular los esfuerzos admisibles a partir de los esfuerzos básicos determinados en los ensayos mecánicos y multiplicados por los factores de corrección.

**Hoja de comparación.** Es el instrumento que, plantea los resultados de la densidad básica y los resultados de los esfuerzos admisibles para compararlos con la Norma E.010 (MVCS, 2006) y poder determinar la clasificación en los grupos A, B o C acorde a los resultados de la especie forestal "*Clethra obovata*".

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

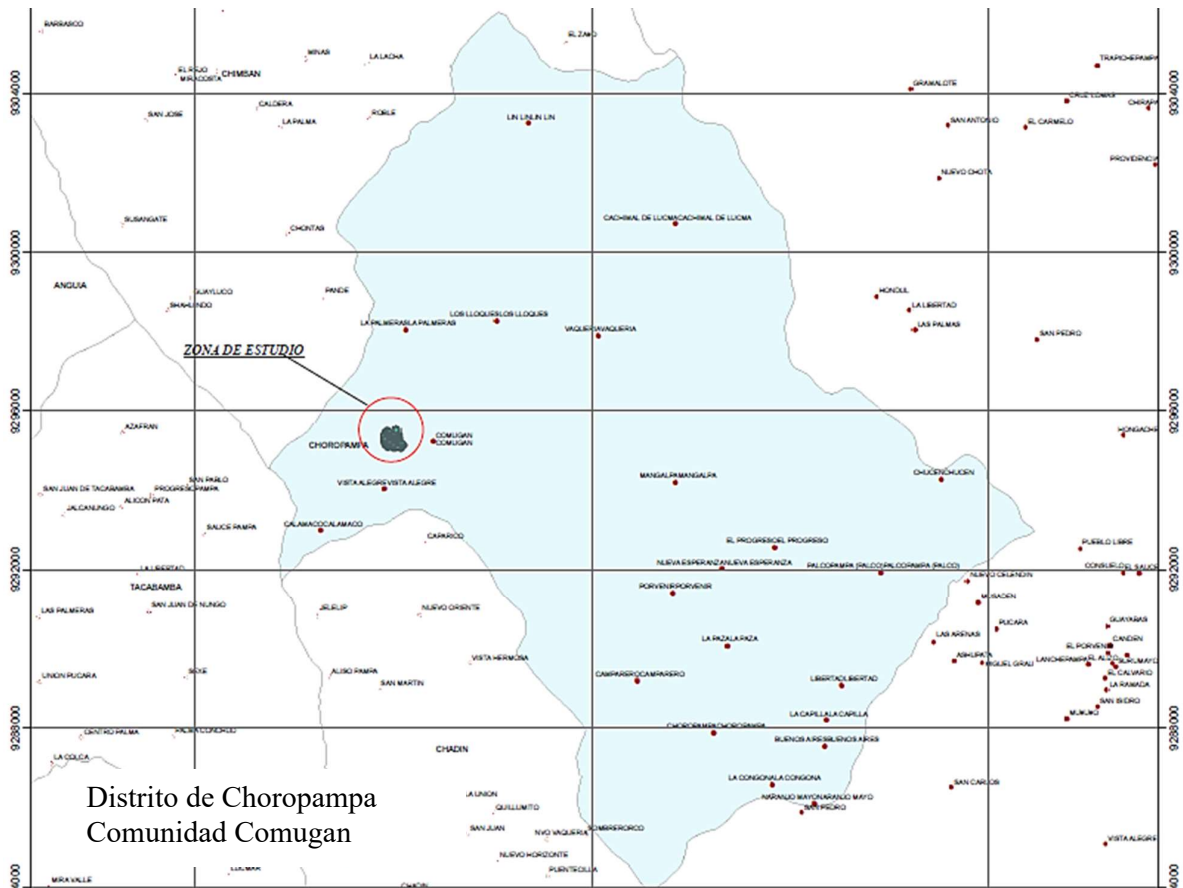
#### 3.6.1. Proceso de obtención de los datos

##### 3.6.1.1. Descripción del bosque de “*Clethra obovata*” – Comugan

El bosque de la especie forestal “*Clethra obovata*” se ubica en la comunidad de Comugan, distrito de Choropampa, provincia de Chota – Cajamarca, en las coordenadas UTM WGS84 17S 78935.88 m E, 9295328.92 m S, a 2446 msnm. Tiene un área de 183450.75 m<sup>2</sup>, delimitados por 4611.12 m de perímetro, en los que, se han distribuido seis subzonas (A, B, C, D, E, F) conformadas por 44 a 67 árboles por cada subzona, dando un total de 287 árboles con diámetro de tronco mayor a 30 cm.

**Figura 20**

*Ubicación del Bosque de Comugan – Choropampa*



**Tabla 14**

*Descripción del Bosque “Clethra Obovata” – Comugan*

Sub zona	Área (m2)	Perímetro (m)	N° árboles
A	28383.211	756.135	56
B	39707.656	964.122	52
C	23765.347	743.265	31
D	24027.964	616.992	37
E	34584.634	771.238	67
F	32981.938	759.368	44
Total	183450.75	4611.12	287

**Figura 21**

*Boque de “Clethra Obovata” en Comugan*



### **3.6.1.2. Muestreo de árboles en Comugan**

Para elegir los árboles a ser talados se tomó en cuenta la NTP 251.008 (INACAL, 2019), y los criterios recomendados por Medina (1999, pp. 26-27), siendo así, se optó por muestrear un árbol de cada subzona. Siendo así, el investigador se ubicó en el centro de cada subzona y utilizando una ruleta de mano (instrumento artesanal elaborado solo con la finalidad de aleatorizar el proceso de muestreo), rotó la misma, siguiendo la dirección a la que, apuntase, tal como

específica la NTP 251.008 (INACAL, 2019), siendo elegido el primer árbol con el que, se cruce el tesista. Utilizó GPS de mano GARMIN SUMMIT HC como instrumento para la toma de puntos (coordenadas UTM) de cada árbol talado.

**Tabla 15**

*Ubicación de los Árboles “Clethra obovata”*

Puntos	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
1	785131.91	929535.95	2572.22
2	785059.06	9295213.63	2526.67
3	784961.42	9295296.92	2463.72
4	784820.48	9295247.91	2448.28
5	784849.48	9295379.35	2403.51
6	785066.48	9295362.84	2493.9

**Figura 22**

*Muestreo Aleatorio para Selección de Árboles*



Nota: Se rota la ruleta y la dirección que, apunte es la que, toma el investigador. El primer árbol con el que, se cruce con diámetro de tronco mayor a 30 cm es el árbol de muestreo.

Una vez definidos los árboles estos fueron cortados en trozas, de las trozas se obtuvieron viguetas, y las viguetas se llevaron al aserradero para formar las vigas de análisis para las pruebas de laboratorio, conforme indica la NTP 251.008 (INACAL, 2019).

## Figura 23

### *Tala de Árboles, y Corte de Trozas*



#### **3.6.1.3. Elaboración de probetas para ensayos**

Se ha tenido seis (6) bloques o subzonas de análisis de los cuales se ha seleccionado un árbol para la elaboración de las vigas. Se han construido viguetas de tres secciones transversales: 4"x4", 4"x5", 4"x6", por ser las dimensiones constructivas más usuales utilizadas en la comunidad de Comugan, Choropampa, Chota, las cuales tal como, especifica la NTP 251.107 (INACAL, 2017) se plantearon con una longitud igual a 19 veces el peralte de la viga, así mismo, estas probetas fueron acondicionadas ha estado húmedo (> 30% humedad), y seco (de 12% a 20% humedad) por tanto, las muestras en estado húmedo fueron acondicionadas en una caja impermeable con aserrín para conservar su humedad desde Comugan hasta el lugar de análisis (Trujillo, La Libertad). Así mismo, las probetas para ensayos previos de contenido de humedad (aserrín fracción contenida en la malla 40/60), y ensayos de densidad básica (probetas de 3x3 cm) se trasladaron al laboratorio (Servicios de exploración geotécnica, asfalto y ensayo de materiales) ubicado en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque.

**Figura 24**

*Aserrado de Vigas de Madera “Clethra Obovata”*



**Figura 25**

*Arribo a la Universidad Nacional de Trujillo*



Pero al ser trasladadas al laboratorio de mecánica de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), se evidenció que, las vigas presentaban mayor sección que, el equipo de análisis es decir se debía reducir el tamaño de las probetas en estudio, por lo que, se optó por trabajar con una sección transversal escalada por el coeficiente 0.50, es decir, las probetas de 4”x4”, 4”x5”, 4”x6”

fueron escaladas, y su sección transversal paso a ser igual a 2"x2", 2"x2.5", 2"x3".

Finalmente, las vigas se han codificado como:

**Tabla 16**

*Codificación de Vigas de Madera para Pruebas en Laboratorio*

Tanda (")	Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código
2T	1	a	1	S	2T1a1S
2T	1	b	2	S	2T1b2S
2T	1	c	3	S	2T1c3S
2T	2	a	4	S	2T2a4S
2T	2	b	5	S	2T2b5S
2T	2	c	6	S	2T2c6S
2T	1	a	7	S	2T1a7S
2T	1	b	8	S	2T1b8S
2T	1	c	9	S	2T1c9S
2T	2	a	10	H	2T2a10H
2T	2	b	11	H	2T2b11H
2T	2	c	12	H	2T2c12H
2T	1	a	13	H	2T1a13H
2T	1	b	14	H	2T1b14H
2T	1	c	15	H	2T1c15H
2T	2	a	16	H	2T2a16H
2T	2	b	17	H	2T2b17H
2T	2	c	18	H	2T2c18H
2.5T	3	a	1	S	2.5T3a1S
2.5T	3	b	2	S	2.5T3b2S
2.5T	3	c	3	S	2.5T3c3S
2.5T	4	a	4	S	2.5T4a4S
2.5T	4	b	5	S	2.5T4b5S
2.5T	4	c	6	S	2.5T4c6S
2.5T	3	a	7	S	2.5T3a7S
2.5T	3	b	8	S	2.5T3b8S
2.5T	3	c	9	S	2.5T3c9S
2.5T	4	a	10	H	2.5T4a10H
2.5T	4	b	11	H	2.5T4b11H
2.5T	4	c	12	H	2.5T4c12H
2.5T	3	a	13	H	2.5T3a13H
2.5T	3	b	14	H	2.5T3b14H
2.5T	3	c	15	H	2.5T3c15H

Tanda (")	Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código
2.5T	4	a	16	H	2.5T4a16H
2.5T	4	b	17	H	2.5T4b17H
2.5T	4	c	18	H	2.5T4c18H
3T	5	a	1	S	3T5a1S
3T	5	b	2	S	3T5b2S
3T	5	c	3	S	3T5c3S
3T	6	a	4	S	3T6a4S
3T	6	b	5	S	3T6b5S
3T	6	c	6	S	3T6c6S
3T	5	a	7	S	3T5a7S
3T	5	b	8	S	3T5b8S
3T	5	c	9	S	3T5c9S
3T	6	a	10	H	3T6a10H
3T	6	b	11	H	3T6b11H
3T	6	c	12	H	3T6c12H
3T	5	a	13	H	3T5a13H
3T	5	b	14	H	3T5b14H
3T	5	c	15	H	3T5c15H
3T	6	a	16	H	3T6a16H
3T	6	b	17	H	3T6b17H
3T	6	c	18	H	3T6c18H

Nota: T (tanda), S (seco), H (húmedo).

#### 3.6.1.4. Secado y acondicionamiento de vigas macizas

Para el acondicionamiento y secado de vigas macizas de madera se ha utilizado correspondientemente la NTP 251.009 (INACAL, 2016) y NTP 251.130 (INACAL, 2019). En laboratorio UNT en Trujillo, se ha trabajado con cada tanta según sea el caso secado o acondicionada para dos tipos de contenido de humedad, especímenes secos y húmedos. Los especímenes con contenido de humedad  $\geq$  30% han sido acondicionados y almacenados de tal forma que conserven su contenido de humedad y este no disminuya. Los especímenes con contenido de humedad  $\geq$  a 12% pero  $<$  a 20%, se han dejado secar al aire libre, hasta efectuar las pruebas.



## Figura 26

*Laboratorio para Pruebas en Madera, UNT Trujillo*



### **3.6.1.5. Ensayo inicial del contenido de humedad (NTP 251.010, INACAL, 2020)**

Se ha recolectado aserrín que, se contenga en la malla 40/60 en (gr), por cada árbol aserrado, para el ensayo de contenido de humedad. Trasladándolo al laboratorio SEGEMA en Chiclayo, para inicialmente aplicar el método primario de secado en la estufa para determinar la humedad de la muestra de aserrín. Siendo así, se ha pesado usando una balanza para cada ensayo 30 g de muestra, luego se colocó en el horno por un período de 3 h, pesando la muestra al salir del mismo.

Así mismo, para el ensayo de humedad también se ha tomado en cuenta el método de diferencia de pesos de vigas, para verificar la humedad en las vigas de prueba, no obstante, este proceso se realizó posterior al ensayo de flexión en el laboratorio UNT en Trujillo, como medio de verificación del estado de las vigas ensayadas.

### **3.6.1.6. Ensayo de densidad básica según NTP 251.011 (INACAL, 2019)**

Se han elaborado probetas de 3 cm de ancho, 3 cm de peralte, y 10 cm de largo, para el ensayo de densidad básica. En dichas probetas se ha estimado su

peso en estado anhidro (sin humedad) por medición directa del ancho, altura y longitud. Siendo así, obtenido el peso y volumen, la densidad básica viene a estar dada por el cociente de ambos valores.

### **3.6.1.7.NTP 251.107 Ensayo de flexión (INACAL, 2017)**

Teniendo las tandas de vigas de sección transversal de 2"x2", 2"x2.5", 2"x3" en el laboratorio de la UNT en Trujillo, verificando el estado de las probetas (húmedas o secas) según sea el caso. Se coloca la viga sobre los rodillos y planchas de apoyo a 2/3 de su luz, y se usa carga a celeridad invariable no mayor a  $2 \times 10^3$  h mm/s. Para determinar el MOE, la pendiente de la curva carga deformación se mide sobre un desplazamiento del cabezal de  $60 \times 10^{-3}$  h mm de iniciada la aplicación de la carga; la deformación se mide en el centro de la viga con el deformímetro. Para determinar la resistencia a la flexión se sigue el proceso para determinar el MOE a velocidad constante hasta llegar a la carga máxima en  $480 \text{ s} \pm 120 \text{ s}$ .

#### **Figura 27**

*Ensayo de Flexión en Vigas a Escala 0.5*



Finalizado el ensayo se realiza la comprobación de la humedad para verificar el estado de las vigas (húmedo o seco) para ello, se pesa la viga antes y después de ser llevada al horno.

### **3.6.2. *Procesamiento de datos***

El procesamiento y presentación de la información se ha efectuado utilizando técnicas de asociación, agrupamiento, modelamiento y sinopsis por medio de programas computacionales, los cuales han permitido analizar los resultados para llegar a plantear las conclusiones del estudio. Los softwares empleados son:

**Civil 3D.** Establece el plano de ubicación de Comugan, para conocer la localización del bosque de la especie forestal “*Clethra obovata*”, y el plano de muestreo tomando los puntos con GPS de mano.

**Microsoft Excel 2021.** Sirve como el medido de cálculo de las pruebas de la madera, también plantea los esfuerzos admisibles según un cálculo preliminar.

**Revit 2022.** Programa de modelamiento de la arquitectura de la edificación planteada con vigas de madera “*Clethra obovata*”, y paredes de adobe.

**ETABS 2019.** Software que permite el modelamiento de una edificación utilizando la madera “*Clethra obovata*” a fin de garantizar que, la misma cumpla con la flexión, corte y deflexión para vigas.

### **3.6.3. *Análisis de datos***

Se ha planteado en base a la norma E.010 (MVCS, 2006), para determinar la variación en las propiedades de las vigas de madera al incrementar el peralte de su sección transversal, teniendo como hipótesis alternativa (H1) que, la madera pertenece a la clasificación B, y como hipótesis nula (Ho), la negación de la misma. Siendo así, en el programa Minitab 21 se ha realizado el análisis

estadístico utilizando técnicas inferenciales para definir la aceptación o rechazo de H1, se acepta H1 cuando el valor p es menor al valor de significancia 0.05 para un nivel de confianza del 95%. Para ello, en primer lugar, se verificó la tendencia normal de los datos, y luego se aplicó la prueba paramétrica t-student, utilizando como medio de comprobación la densidad básica, MOE, y esfuerzo admisible a flexión del grupo B, dado en la norma E.010 (MVCS, 2006).

### **3.7. Aspectos éticos**

Mohd (2018) considera seis (6) aspectos esenciales dentro de los criterios éticos y de rigor científico que, debe cumplir una investigación científica para garantizar su calidad teórico práctica. Entre estos aspectos éticos destaca: (1) equilibrio entre riesgo/ beneficio, en el caso del estudio este se equipara debido a que, la madera ya es utilizada, por ello, al demostrar que, presenta buenas características técnicas, también se solicita su reforestación; (2) libertad de elección y protección de los participantes del estudio, es decir se debe tener el consentimiento informado de los propietarios del bosque; (3) selección equitativa de la muestra, se ha seleccionado la muestra según la NTP 251.008 (INACAL, 2019); (4) desarrollo de los procesos de investigación según instrumentos validados para el manejo y gestión adecuada de la información, así mismo, se ha tomado en cuenta las NTP para el desarrollo de cada proceso; (5) presentación de informes claros y honestos a los lectores, es decir la información compilada debe ser clara, precisa y autentica; (6) como criterio de rigor científico se han seguido los lineamientos de la norma APA 7ma ed., y los lineamientos éticos de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH) – Escuela Profesional de Ingeniería Civil (EPIC).

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de resultados

##### 4.1.1. Características físicas en madera “*Clethra obovata*”

La humedad de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana), usada como vigas macizas de peralte 4, 5 y 6 pulg, en Choropampa, se ha determinado por medio del ensayo gravimétrico en cinco muestras de aserrín de cada tanda escalada a 0.5 (siendo 2”, 2.5”, 3”), dando correspondientemente promedios por tanda de 73.41%, 75.38% y 82% de humedad, pero al estar ensayando muestras de aserrín independientemente del peralte de vigas que, se pueda producir posteriormente; en el momento sigue siendo la misma madera, lo que, explica que, la variabilidad en los resultados no sea tanta, ya que es como máximo de 8.59%, porcentaje bajo si se considera que, la humedad es alta, todos los árboles en su momento de tala o extracción presentan un alto contenido de agua en su matriz. Siendo así, la humedad promedio de la madera “*Clethra obovata*” es igual a 76.93%.

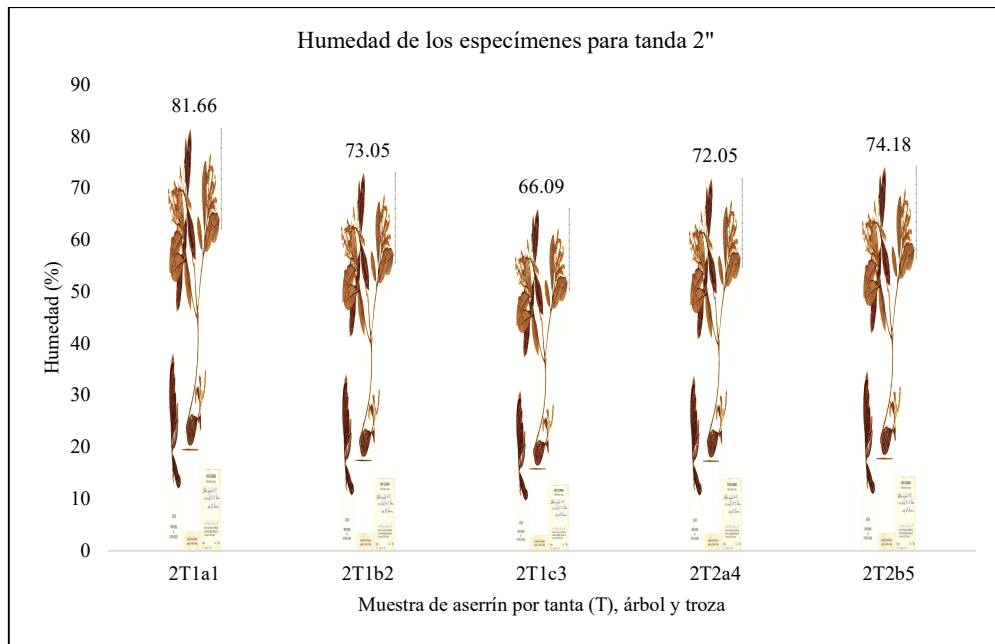
**Tabla 17**

*Humedad de la Madera “Clethra obovata”*

Humedad (%)	Tanda			Promedio (%)
	2"	2.5"	3"	
Muestra	5	5	5	5
Mínimo	66.09	58.22	68.93	64.41
Máximo	81.66	85.05	89.26	85.32
<b>Media</b>	<b>73.41</b>	<b>75.38</b>	<b>82.00</b>	<b>76.93</b>
D.E.	5.57	11.06	7.90	8.18
C.V.	0.08	0.15	0.10	0.11

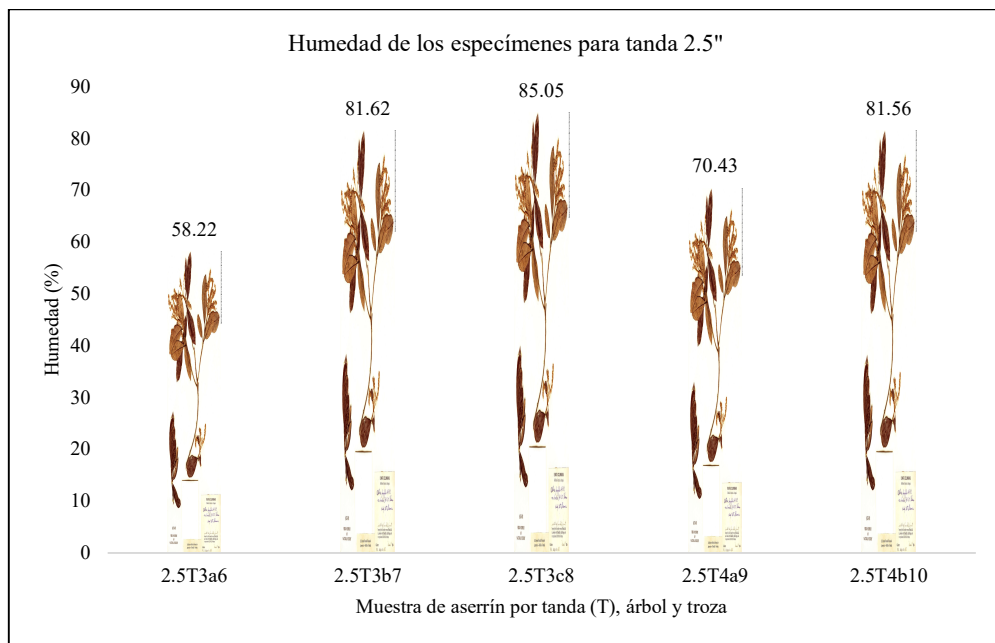
**Figura 28**

*Humedad de la Madera "Clethra obovata", Tanda 2"*



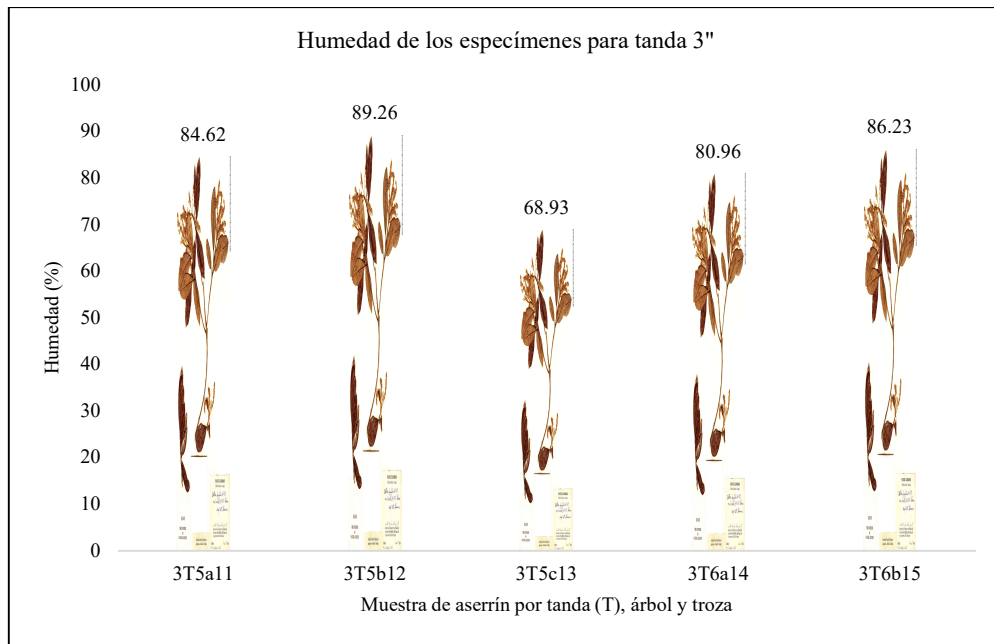
**Figura 29**

*Humedad de la Madera "Clethra obovata", Tanda 2.5"*



**Figura 30**

*Humedad de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 3”*



La densidad básica de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana), usada como vigas macizas de peralte 4, 5 y 6 pulg, en Choropampa, se ha determinado por medio de diferencia de muestras en cinco muestras paralelepípedos de igual dimensión (3x10x3 cm) de cada tanda escalada a 0.5 (siendo 2”, 2.5”, 3”), dando correspondientemente promedios por tanda de 1.02 g/cm<sup>3</sup>, 1.00 g/cm<sup>3</sup> y 1.02 g/cm<sup>3</sup> de densidad básica, pero al estar ensayando muestras paralelepipedas de igual dimensión, independientemente del peralte de vigas que, se pueda producir posteriormente; en el momento sigue siendo la misma madera, lo que, explica que, la variabilidad en los resultados sea de apenas 0.02 g/cm<sup>3</sup>. Siendo así, la densidad básica promedio de la madera “*Clethra obovata*” es igual a 1.01 g/cm<sup>3</sup>, por tanto, al clasificar preliminarmente la madera en base a su densidad básica, se observa que, esta es superior al mínimo dado para la clasificación C (0.40 a 55 g/cm<sup>3</sup>), B

(0.56 a 0.70 g/cm<sup>3</sup>) y A (mayor a 0.71 g/cm<sup>3</sup>) de la norma E.010 (MVCS, 2006), por lo que, en base a la densidad básica se categoriza como parte del grupo A.

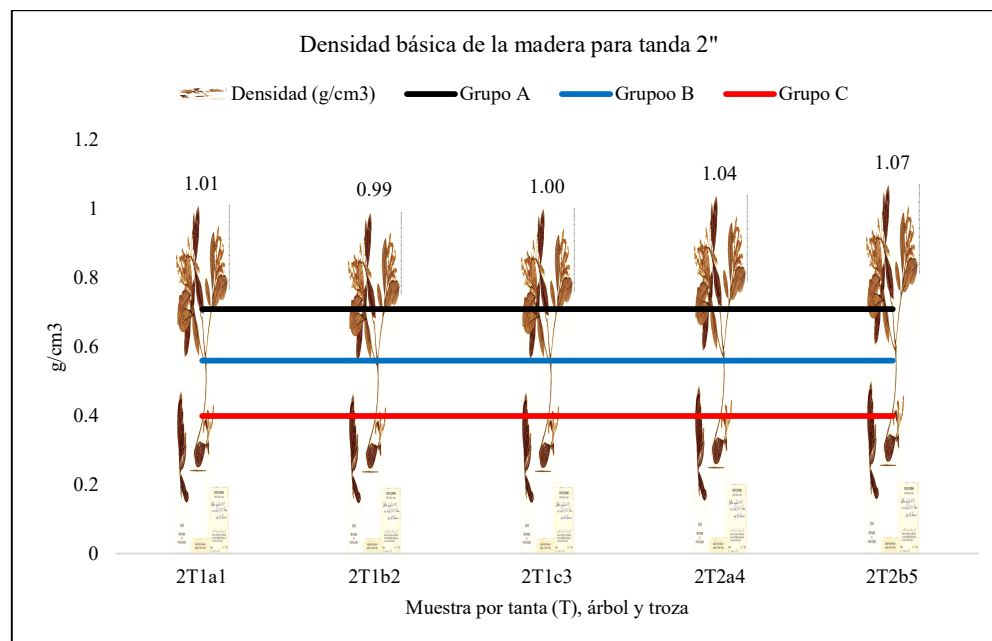
**Tabla 18**

*Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”*

Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	Tanda			Promedio (g/cm <sup>3</sup> )
	2"	2.5"	3"	
Muestra	5	5	5	5
Mínimo	0.99	0.97	1.01	0.99
Máximo	1.07	1.06	1.03	1.05
<b>Media</b>	<b>1.02</b>	<b>1.00</b>	<b>1.02</b>	<b>1.01</b>
D.E.	0.03	0.04	0.01	0.03
C.V.	0.03	0.04	0.01	0.03

**Figura 31**

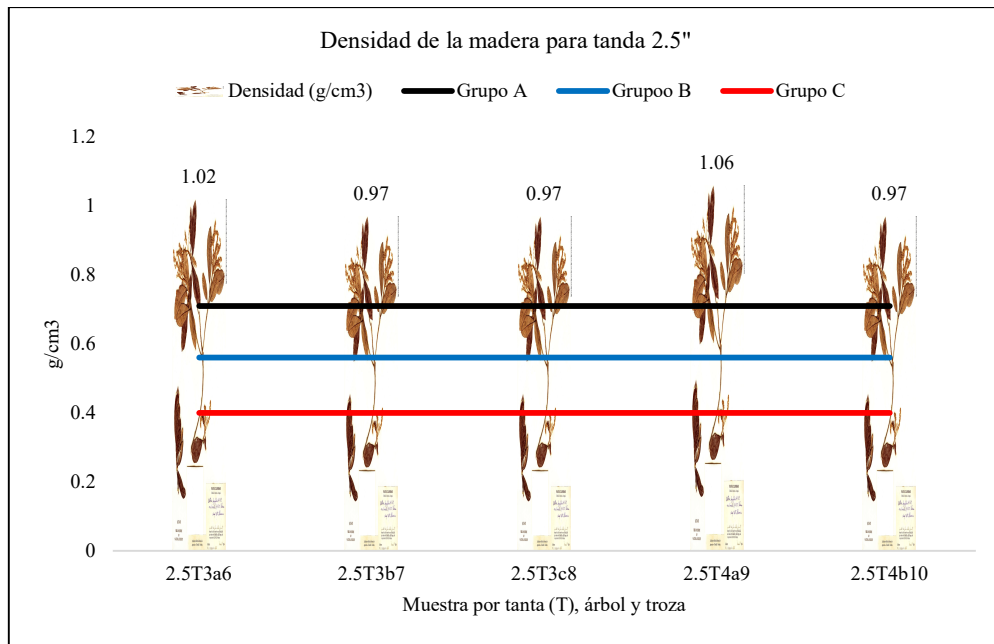
*Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 2”*





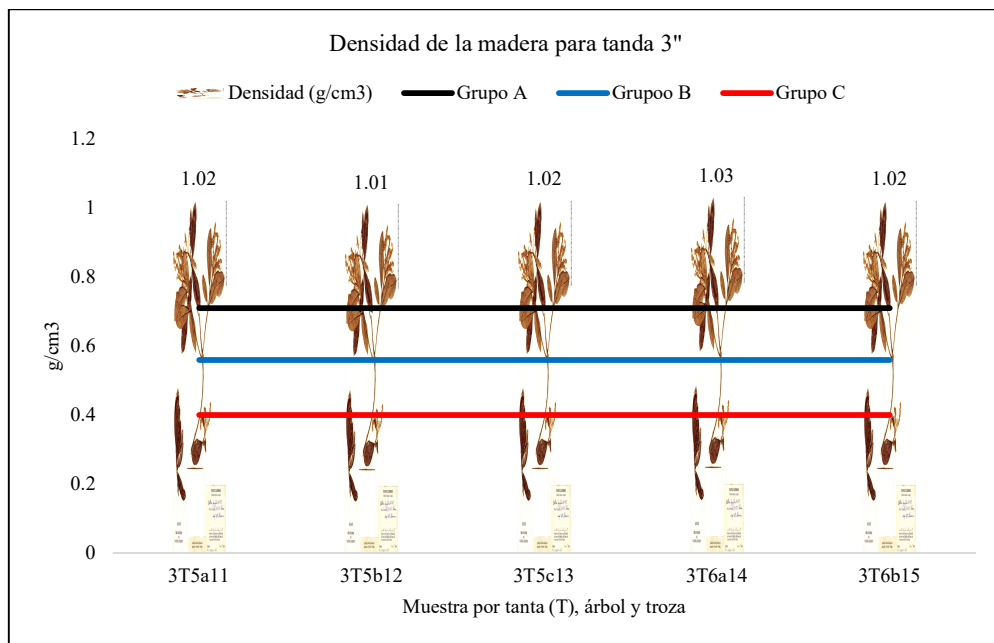
**Figura 32**

*Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 2.5”*



**Figura 33**

*Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”, Tanda 3”*



Posterior al ensayo de resistencia a flexión, con la finalidad de validar el estado de humedad de las vigas de madera analizadas. Se ha determinado la humedad de las vigas macizas de peralte 4, 5 y 6 pulg, de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) escalada a 0.5, por lo que, las tandas en realidad tienen peraltes de 2, 2.5, y 3 pulg, correspondientemente. Las vigas por cada tanda se han dividido en dos grupos, (1) que, ha sido conservado en aserrín con la finalidad de mantener su humedad, y que, su estado fuera húmedo (humedad mayor a 30%), tal como, sugiere la NTP 251.009 (INACAL, 2016), mientras que, el otro grupo (2) se ha dejado secar al aire libre, para simular la condición seca de la madera que, se utiliza en las construcciones locales de la comunidad de Comugan distrito de Choropampa, por tanto se ha verificado que, su humedad sea menor a 20%, pero en este caso superior a 12% (debido a que, no se requieren vigas completamente secas, solamente más secas en contraste con las vigas húmedas), tal como, se sugiere en la NTP 251.130 (INACAL, 2019).

**Tabla 19**

*Humedad de las Vigas de Madera “Clethra obovata”*

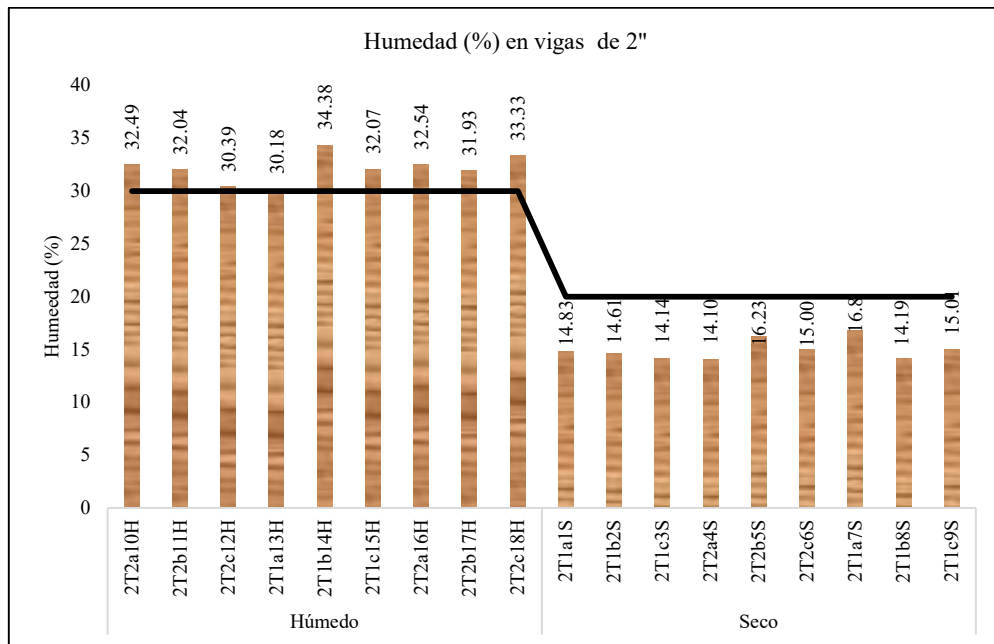
Humedad (%)	Tanda		
	2"	2.5"	3"
Húmedo	32.15	35.51	35.43
Seco	14.99	16.48	18.49

Al determinar la humedad en las vigas de la tanda 2” se verificó que, las muestras secas y húmedas presentaban en promedio respectivamente 14.99% y 32.15%; las vigas de la tanda 2.5” presentaban 16.48% y 35.51% de humedad para muestras secas y húmedas correspondientemente; y así mismo, la tanda de 3” tenía vigas secas y húmedas con 18.49% y 35.43% de humedad, por tanto, en todos los casos estaban en el estado que, representaban, cumpliendo así, los lineamientos para el ensayo de la madera en estado verde como sugiere la norma E.010 (MVCS, 2006)

y en estado seco como se trabaja en el distrito de Choropampa. Un aspecto importante a resaltar es que, a mayor peralte en las vigas estas tienden a incrementar su humedad, lo que, se hace más notorio en las vigas secas cuyas probetas con mayor peralte presentaban mayor humedad, siendo para las tandas 2", 2.5" y 3" respectivamente 14.99%, 16.48% y 18.49%, teniendo un incremento promedio de 1.75% por cada 0.5" más de peralte, por tanto, muestras más grandes estarían en estado húmedo. No obstante, para el estudio se han controlado a 16% de humedad.

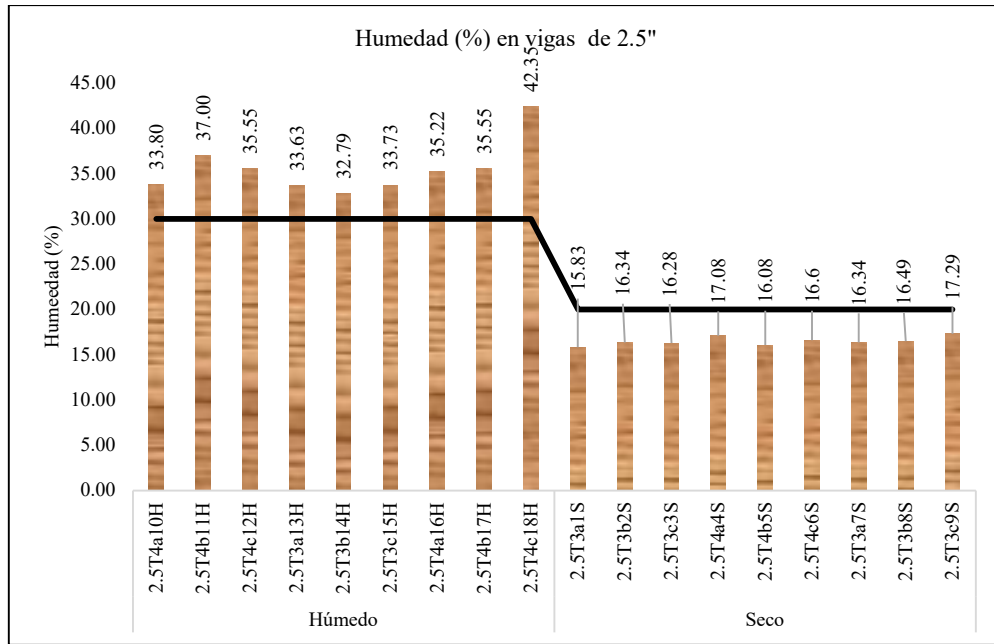
**Figura 34**

*Humedad de las Vigas de Madera "Clethra obovata", Tanda 2"*



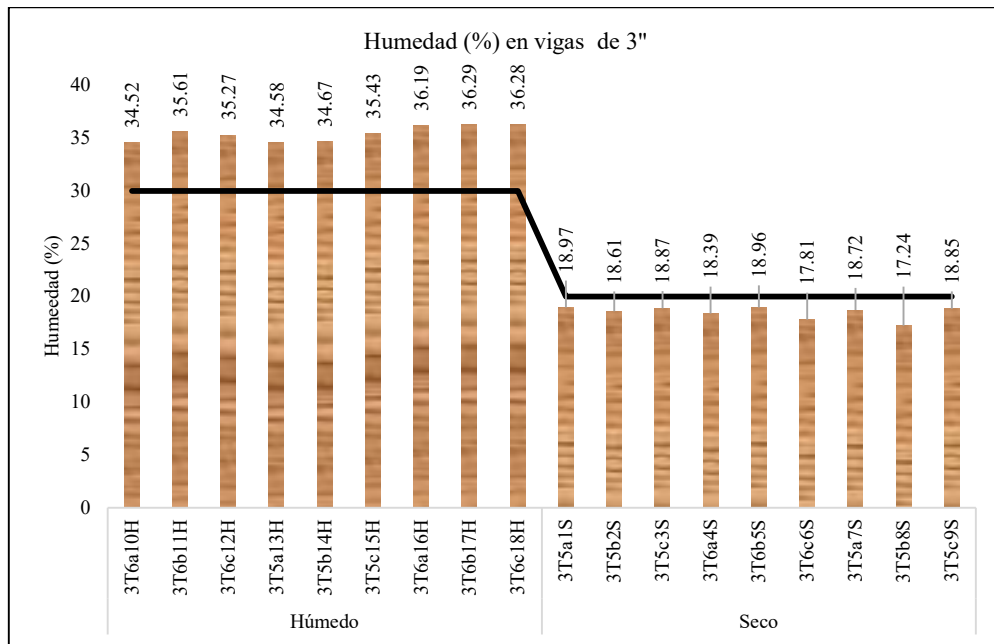
**Figura 35**

*Humedad de las Vigas de Madera "Clethra obovata", Tanda 2.5"*



**Figura 36**

*Humedad de las Vigas de Madera "Clethra obovata", Tanda 3"*



#### 4.1.2. Características elásticas en vigas de madera

Para determinar los módulos de elasticidad (MOE) a flexión estática de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) se han ensayado nueve vigas macizas escaladas (factor 0.5) en estado húmedo y seco por cada tanda con peraltes de 2, 2.5 y 3 pulg. Determinando que, el MOE mínimo de vigas en estado seco era igual a 9 339.62 MPa, 11 153.91 MPa y 14 498.92 MPa, mientras que, el MOE mínimo de vigas en estado húmedo era 7 162.67 MPa, 9 746.97 MPa y 13 719.25 MPa, correspondiente a vigas de 2, 2.5 y 3 pulg de peralte. El MOE en vigas secas es mayor que, en vigas húmedas pero la norma E.010 (MVCS, 2006) especifica que, la categorización mecánica (módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles) de la madera debe realizarse en estado verde, siendo está la condición húmeda. Por tanto, las vigas de 2” cumplen con el MOE mínimo para la clasificación C (5 394 MPa), mientras que, las vigas con 2.5” y 3” cumplen con el MOE mínimo de la clasificación A (9 316 MPa) según la norma E.010 (MVCS, 2006). El MOE promedio en vigas de 2, 2.5 y 3 pulg de peralte es igual a 7 387.64 MPa, 9 914.27 MPa, y 14 134.59 MPa, correspondientemente, por lo que, preliminarmente las vigas de madera de 2”, 2.5” y 3” en base al MOE se clasifican dentro del grupo C, B, y A, respectivamente; es decir se puede concluir que, a mayor peralte de la viga también se incrementa el módulo de elasticidad.

**Tabla 20**

*MOE de las Vigas de Madera “Clethra obovata”*

	MOE (Mpa)	Peralte de vigas			Norma E.010 (MVCS, 2006)		
		2"	2.5"	3"	A	B	C
Mínimo	Secas	9339.62	11153.91	14498.92			
	Húmedas	7162.67	9746.97	13719.25	9316	7355	5394
Promedio	Secas	9811.26	11344.46	15085.60			
	Húmedas	7387.64	9914.27	14134.59	12748	9806	8826

**Tabla 21***MOE de las Vigas de 2" de Peralte*

MOE (Mpa)	Vigas	
	Secas	Húmedas
Muestra	9	9
Mínimo	9339.62	7162.67
Máximo	10007.35	7581.98
<b>Media</b>	<b>9811.26</b>	<b>7387.64</b>
D.E.	186.93	108.43
C.V.	0.02	0.01

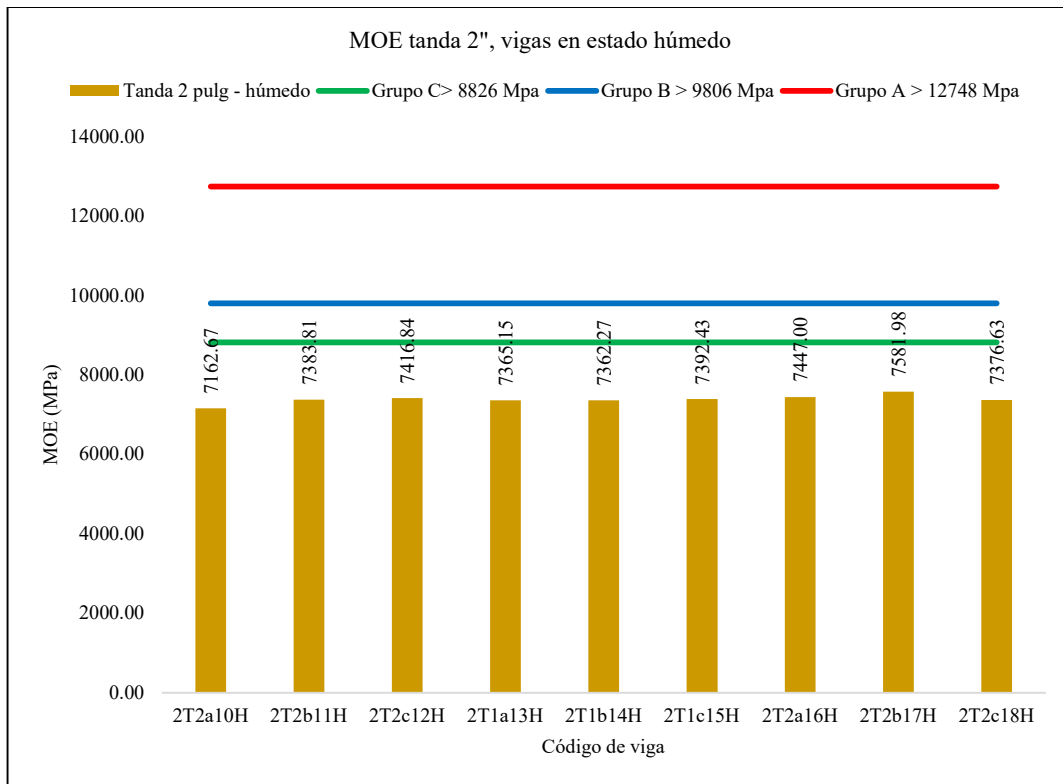
**Tabla 22***MOE de las Vigas de 2.5" de peralte*

MOE (Mpa)	Vigas	
	Secas	Húmedas
Muestra	9	9
Mínimo	11153.91	9746.97
Máximo	11562.13	9977.40
<b>Media</b>	<b>11344.46</b>	<b>9914.27</b>
D.E.	130.12	73.86
C.V.	0.01	0.01

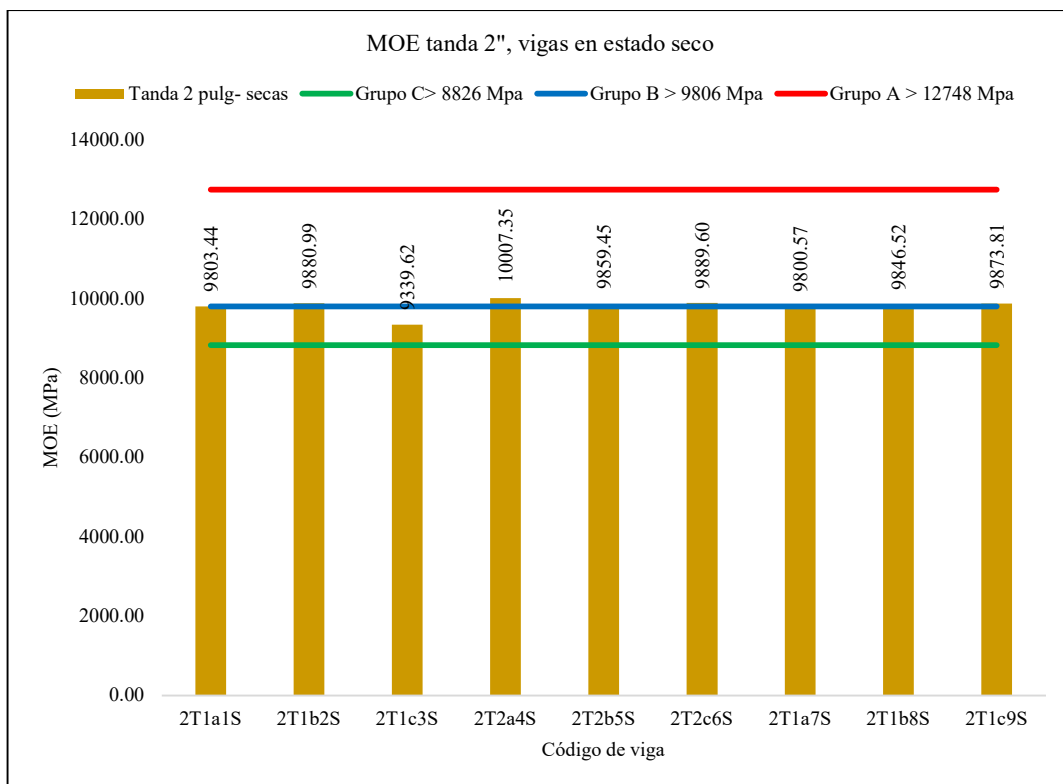
**Tabla 23***MOE de las Vigas de 3" de peralte*

MOE (Mpa)	Vigas	
	Secas	Húmedas
Muestra	9	9
Mínimo	14498.92	13719.25
Máximo	15863.34	14569.67
<b>Media</b>	<b>15085.60</b>	<b>14134.59</b>
D.E.	464.85	292.53
C.V.	0.03	0.02

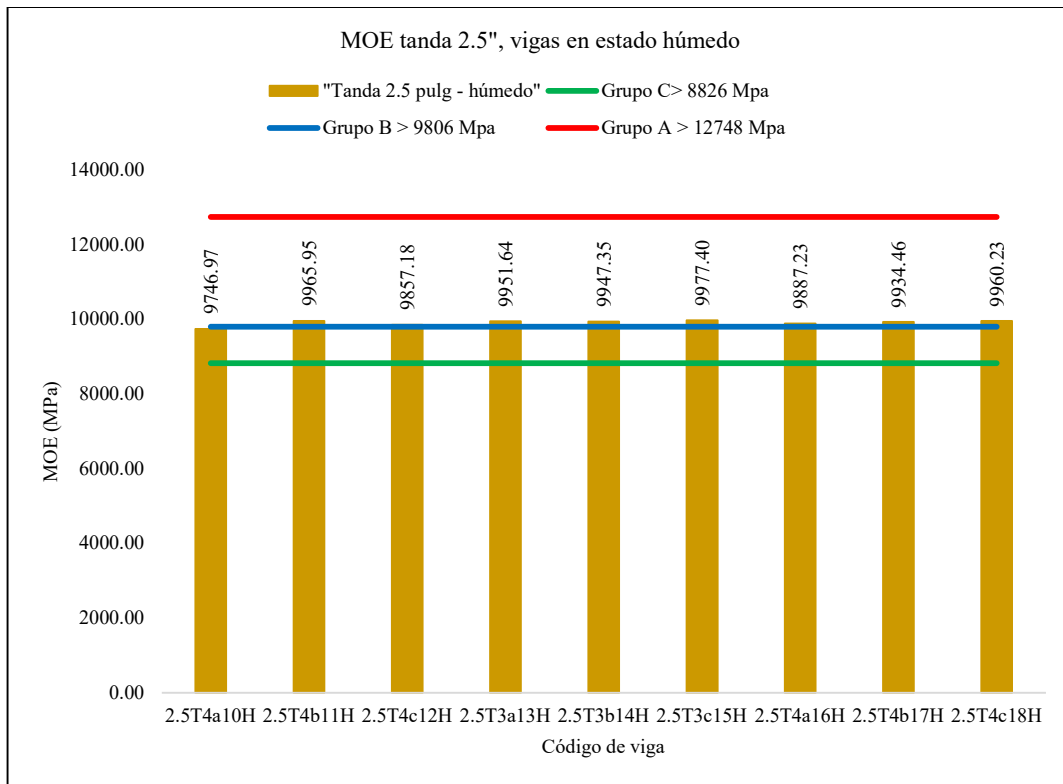
**Figura 37** MOE de las Vigas de 2" de peralte, Estado Húmedo



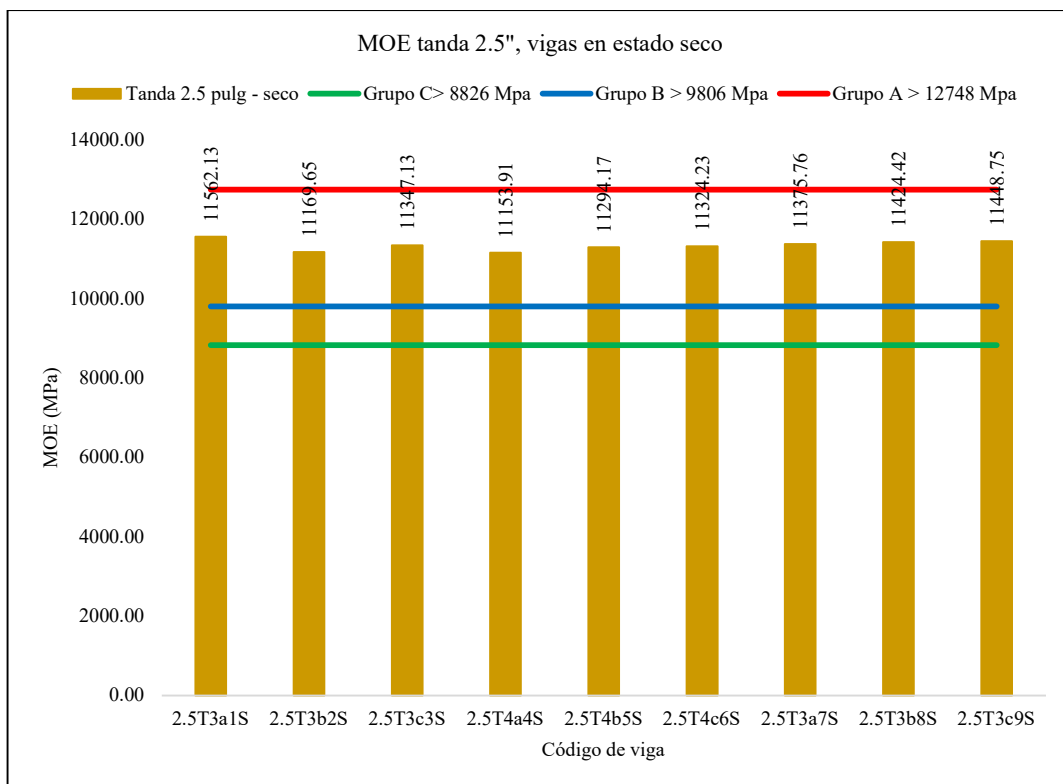
**Figura 38** MOE de las Vigas de 2" de peralte, Estado Seco



**Figura 39** MOE de las Vigas de 2.5" de peralte, Estado Húmedo

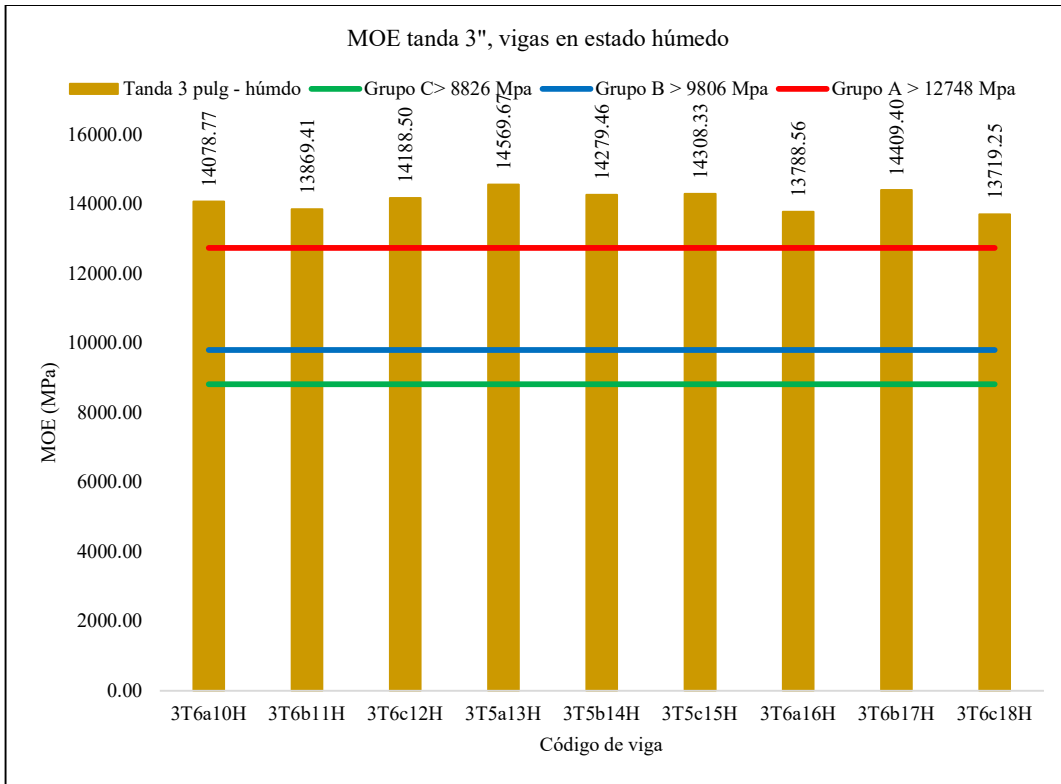


**Figura 40** MOE de las Vigas de 2.5" de peralte, Estado Seco

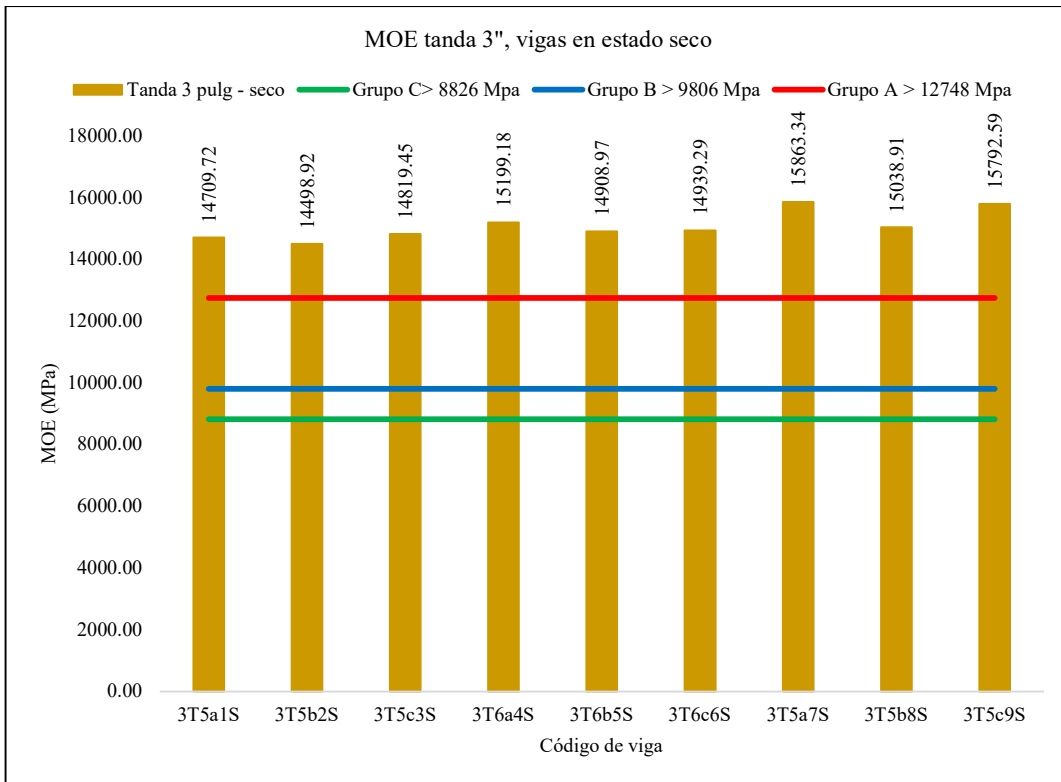




**Figura 41** MOE de las Vigas de 3" de peralte, Estado Húmedo



**Figura 42** MOE de las Vigas de 3" de peralte, Estado Seco



**Tabla 24***Datos Carga – Deformación, Tanda 2” Estado Seco*

Desplazamiento (mm)	Carga (KN) F ZE								
	2T1a1S	2T1b2S	2T1c3S	2T2a4S	2T2b5S	2T2c6S	2T1a7S	2T1b8S	2T1c9S
17.00	5.40	5.48	5.00	5.57	5.47	5.49	5.43	5.46	5.48
18.00	5.90	6.00	5.52	6.09	5.99	6.01	5.95	5.98	6.00
19.00	6.40	6.48	6.00	6.57	6.47	6.49	6.43	6.46	6.48
20.00	6.83	6.88	6.50	6.97	6.87	6.89	6.83	6.86	6.88
21.00	7.10	7.18	6.80	7.20	7.07	7.19	7.00	7.06	7.03

**Tabla 25***Datos Carga – Deformación, Tanda 2” Estado Húmedo*

Desplazamiento (mm)	Carga (KN) F ZE								
	2T2a10H	2T2b11H	2T2c12H	2T1a13H	2T1b14H	2T1c15H	2T2a16H	2T2b17H	2T2c18H
17.00	4.10	4.28	4.30	4.30	4.25	4.30	4.35	4.40	4.40
18.00	4.40	4.55	4.60	4.60	4.55	4.60	4.65	4.70	4.72
19.00	4.70	4.85	4.90	4.87	4.83	4.88	4.91	5.00	5.00
20.00	4.99	5.14	5.17	5.13	5.13	5.15	5.19	5.28	5.14
21.00	5.05	5.20	5.20	5.15	5.16	5.18	5.23	5.30	5.20

**Tabla 26***Datos Carga – Deformación, Tanda 2.5” Estado Seco*

Desplazamiento (mm)	Carga (KN) F ZE								
	2.5T3a1S	2.5T3b2S	2.5T3c3S	2.5T4a4S	2.5T4b5S	2.5T4c6S	2.5T3a7S	2.5T3b8S	2.5T3c9S
17.00	6.55	6.40	6.53	6.39	6.49	6.51	6.55	6.58	6.60
18.00	7.07	6.92	7.05	6.91	7.01	7.03	7.07	7.10	7.12
19.00	7.55	7.40	7.53	7.39	7.49	7.51	7.55	7.58	7.60
20.00	7.95	7.80	7.93	7.79	7.89	7.91	7.95	7.98	8.00
21.00	8.00	7.90	8.00	7.85	7.95	8.00	8.00	8.00	8.10

**Tabla 27***Datos Carga – Deformación, Tanda 2.5” Estado Húmedo*

Desplazamiento (mm)	Carga (KN) F ZE								
	2.5T4a10H	2.5T4b11H	2.5T4c12H	2.5T3a13H	2.5T3b14H	2.5T3c15H	2.5T4a16H	2.5T4b17H	2.5T4c18H
17.00	5.70	5.80	5.80	5.80	5.90	5.90	5.80	5.85	5.85
18.00	6.10	6.20	6.15	6.20	6.25	6.25	6.20	6.20	6.25
19.00	6.45	6.60	6.50	6.60	6.60	6.60	6.55	6.58	6.60
20.00	6.81	6.96	6.89	6.95	6.95	6.97	6.91	6.94	6.96
21.00	6.90	7.00	7.00	7.05	7.00	7.00	6.95	6.98	7.00

**Tabla 28***Datos Carga – Deformación, Tanda 3” Estado Seco*

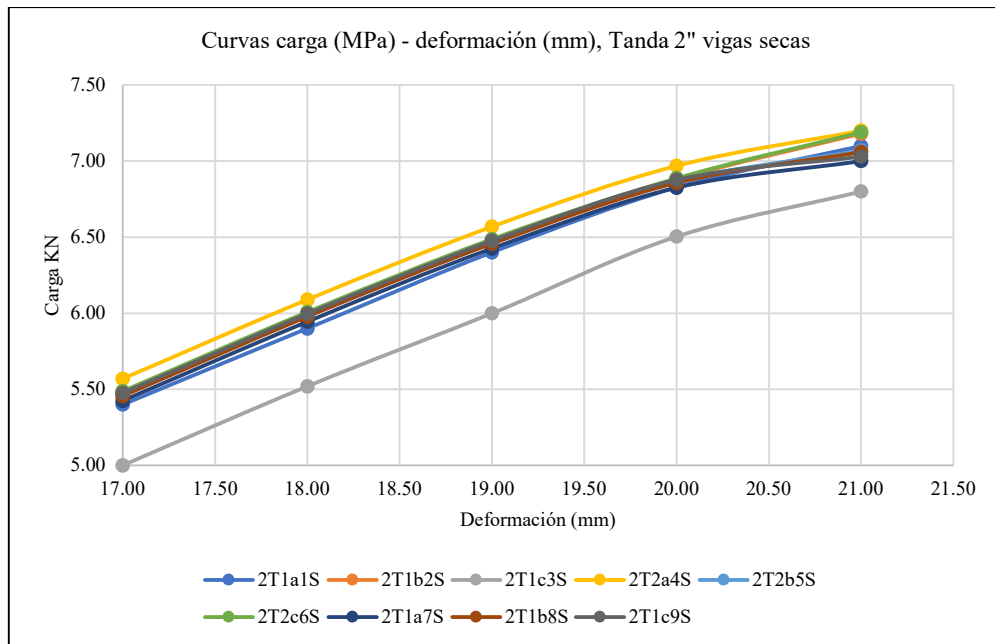
Desplazamiento (mm)	Carga (KN) F ZE								
	3T5a1S	3T5b2S	3T5c3S	3T6a4S	3T6b5S	3T6c6S	3T5a7S	3T5b8S	3T5c9S
17.00	8.50	8.40	8.50	8.60	8.60	8.60	8.90	8.60	8.80
18.00	9.10	8.95	9.15	9.30	9.15	9.20	9.60	9.20	9.60
19.00	9.66	9.50	9.72	9.90	9.75	9.75	10.39	9.80	10.24
20.00	10.19	10.04	10.26	10.53	10.33	10.35	10.99	10.42	10.94
21.00	10.22	10.10	10.30	10.55	10.35	10.38	11.00	10.45	11.00

**Tabla 29***Datos Carga – Deformación, Tanda 3” Estado Húmedo*

Desplazamiento (mm)	Carga (KN) F ZE								
	3T6a10H	3T6b11H	3T6c12H	3T5a13H	3T5b14H	3T5c15H	3T6a16H	3T6b17H	3T6c18H
17.00	8.00	8.10	8.25	8.40	8.30	8.30	8.00	8.35	8.00
18.00	8.70	8.60	8.80	9.00	8.80	8.80	8.50	8.95	8.50
19.00	9.25	9.10	9.30	9.55	9.30	9.40	9.05	9.50	9.00
20.00	9.75	9.61	9.83	10.09	9.89	9.91	9.55	9.98	9.50
21.00	9.80	9.65	9.85	10.10	9.90	9.95	9.60	10.00	9.55

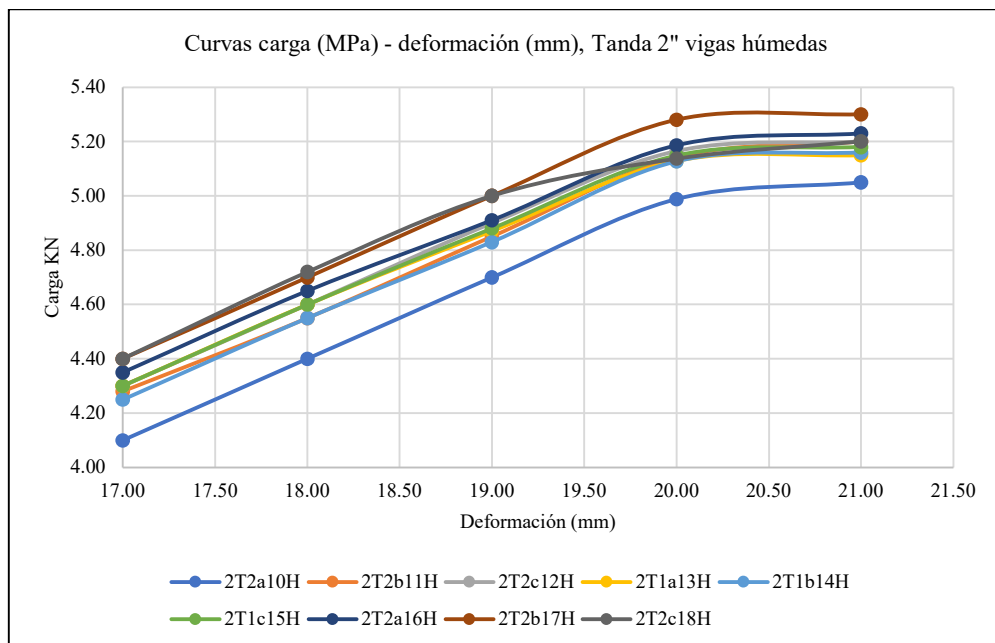
**Figura 43**

*Curva Carga – Deformación, Tanda 2" Vigas Secas*



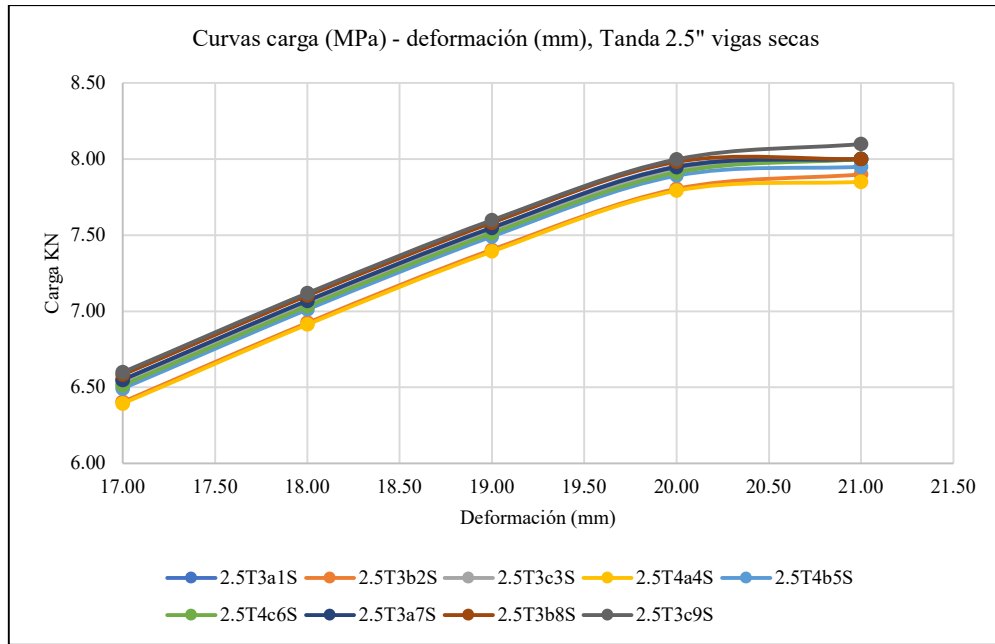
**Figura 44**

*Curva Carga – Deformación, Tanda 2" Vigas Húmedas*



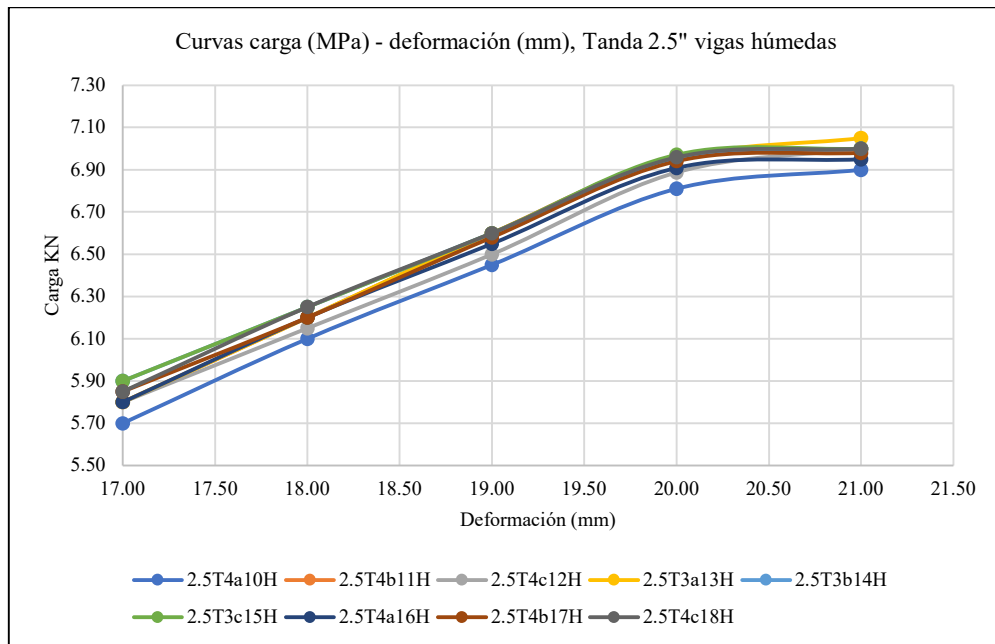
**Figura 45**

*Curva Carga – Deformación, Tanda 2.5" Vigas Secas*



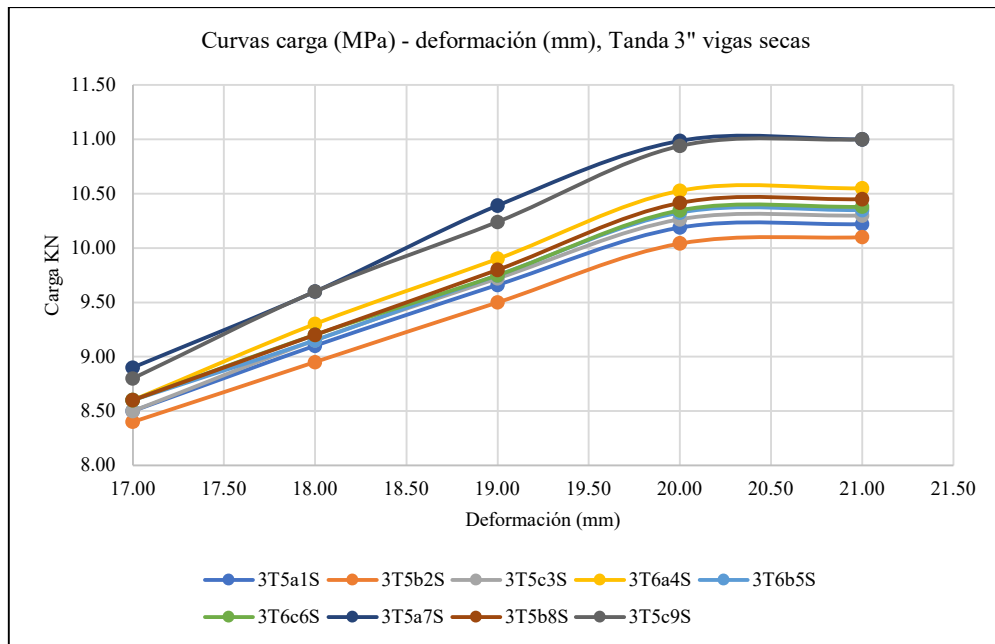
**Figura 46**

*Curva Carga – Deformación, Tanda 2.5" Vigas Húmedas*



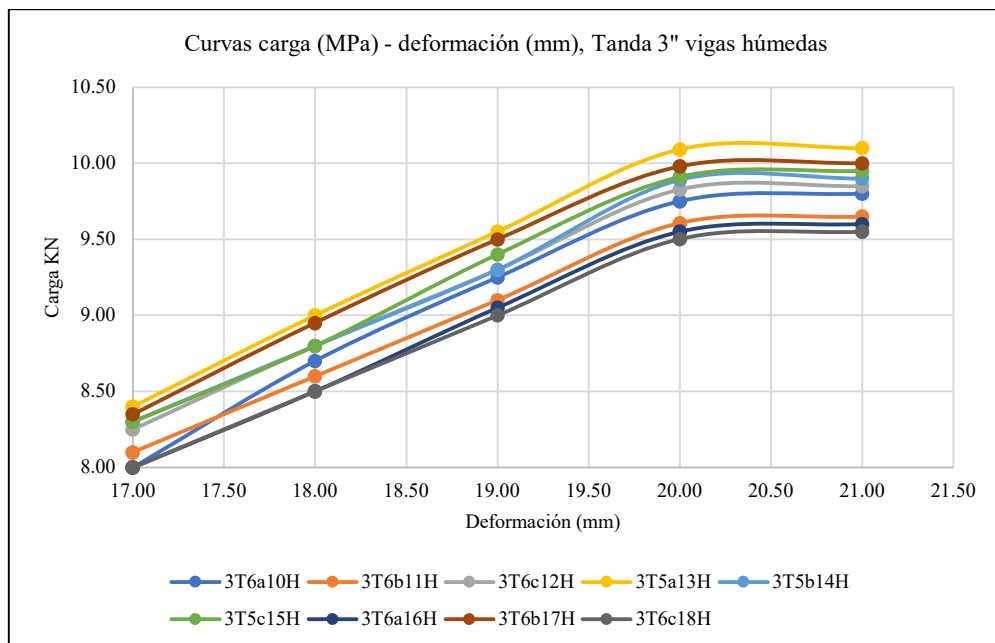
**Figura 47**

*Curva Carga – Deformación, Tanda 3" Vigas Secas*



**Figura 48**

*Curva Carga – Deformación, Tanda 3" Vigas Húmedas*



#### 4.1.3. Características mecánicas en vigas de madera

Para determinar las características mecánicas se han ensayado a flexión nueve vigas de madera macizas en estado húmedo y seco por tanda de 2", 2.5" y 3" de peralte, con 2" de ancho de la sección, y con longitud de vigas igual a diecinueve (19) veces el peralte de la sección de la viga transversal. La resistencia a flexión de la madera "*Clethra obovata*" (Conchana) en vigas macizas secas de peraltes de 2", 2.5" y 3" era en promedio 52.01 MPa, 58.24 MPa, y 65.20 MPa; como mínimo era 50.80 MPa, 55.69 MPa, y 64.66 MPa, y como máxima era 53.55 MPa, 60.91 MPa y 65.79 MPa correspondientemente. Mientras que, la resistencia a flexión de la madera "*Clethra obovata*" (Conchana) en vigas macizas húmedas de peraltes de 2", 2.5" y 3" era en promedio 47.81 MPa, 53.97 MPa, y 60.04 MPa; como mínimo era 47.09 MPa, 52.21 MPa, y 59.08 MPa, y como máxima era 49.63 MPa, 55.15 MPa y 61.11 MPa correspondientemente. Por tanto, se evidencia que, las vigas de madera seca tienen mayor resistencia a flexión que, las vigas de madera húmeda, no obstante, la norma E.010 (MVCS, 2006), sugiere que, las vigas se analicen en estado húmedo, por lo que, estos resultados son los que, se utilizan para determinar los esfuerzos admisibles a flexión, a fin de tener los resultados más críticos para el modelamiento estructural más correcto, aun cuando en el ámbito de la construcción de Choropampa, los constructores utilizan vigas en estado seco. Otro aspecto importante es que, el coeficiente de variación de la resistencia a flexión de las vigas de madera de las tandas 2", 2.5" y 3" era 0.02, 0.03 y 0.01 respectivamente, por lo que, la muestra es homogénea, es decir las resistencias a flexión por cada tanda son similares. Así mismo, a mayor peralte mayor resistencia a flexión en las vigas de madera "*Clethra obovata*", tanto en estado seco como en estado húmedo.



**Tabla 30***Resistencia a Flexión de las Vigas de 2" de Peralte*

Resistencia a flexión (Mpa)	Vigas	
	Secas	Húmedas
Muestra	9	9
Mínimo	50.80	47.09
Máximo	53.55	49.63
<b>Media</b>	<b>52.01</b>	<b>47.81</b>
D.E.	0.91	0.85
C.V.	0.02	0.02

**Tabla 31***Resistencia a Flexión de las Vigas de 2.5" de Peralte*

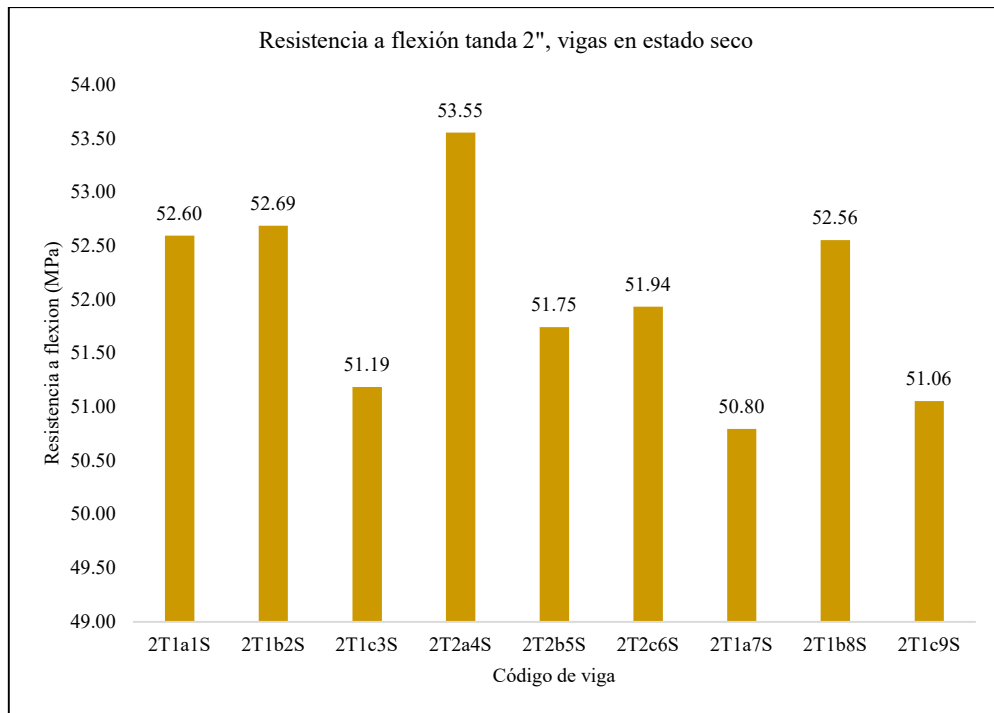
Resistencia a flexión (Mpa)	Vigas	
	Secas	Húmedas
Muestra	9	9
Mínimo	55.69	52.21
Máximo	60.91	55.15
<b>Media</b>	<b>58.24</b>	<b>53.97</b>
D.E.	1.63	1.13
C.V.	0.03	0.02

**Tabla 32***Resistencia a Flexión de las Vigas de 3" de Peralte*

Resistencia a flexión (Mpa)	Vigas	
	Secas	Húmedas
Muestra	9	9
Mínimo	64.66	59.08
Máximo	65.79	61.11
<b>Media</b>	<b>65.20</b>	<b>60.04</b>
D.E.	0.34	0.56
C.V.	0.01	0.01

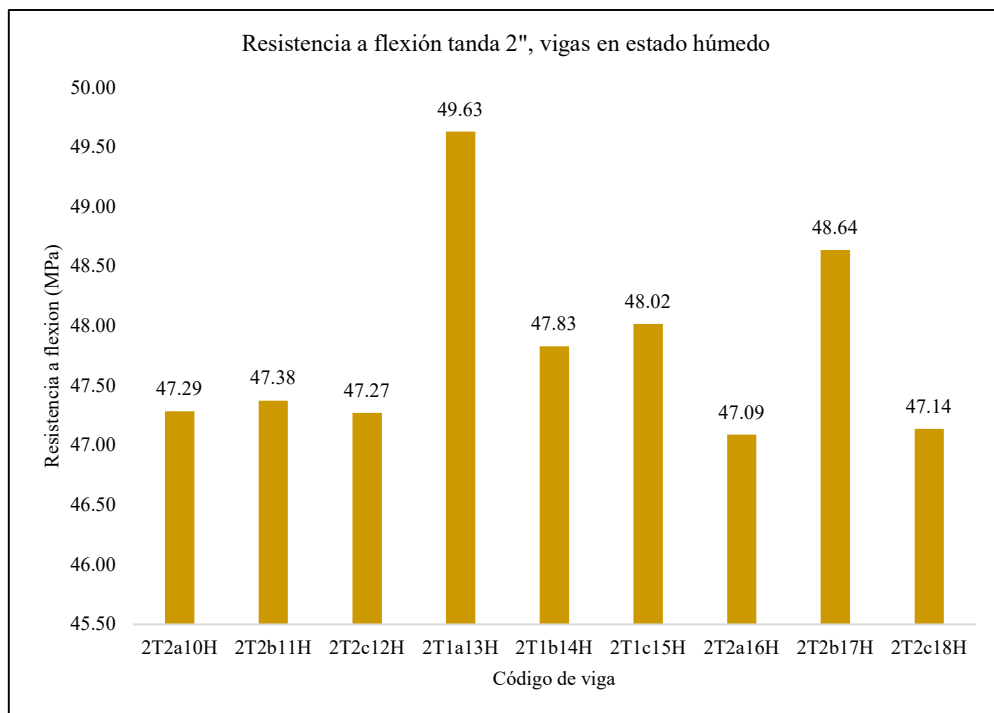
**Figura 49**

*Resistencia a Flexión, Tanda 2" de Peralte, Estado Seco*



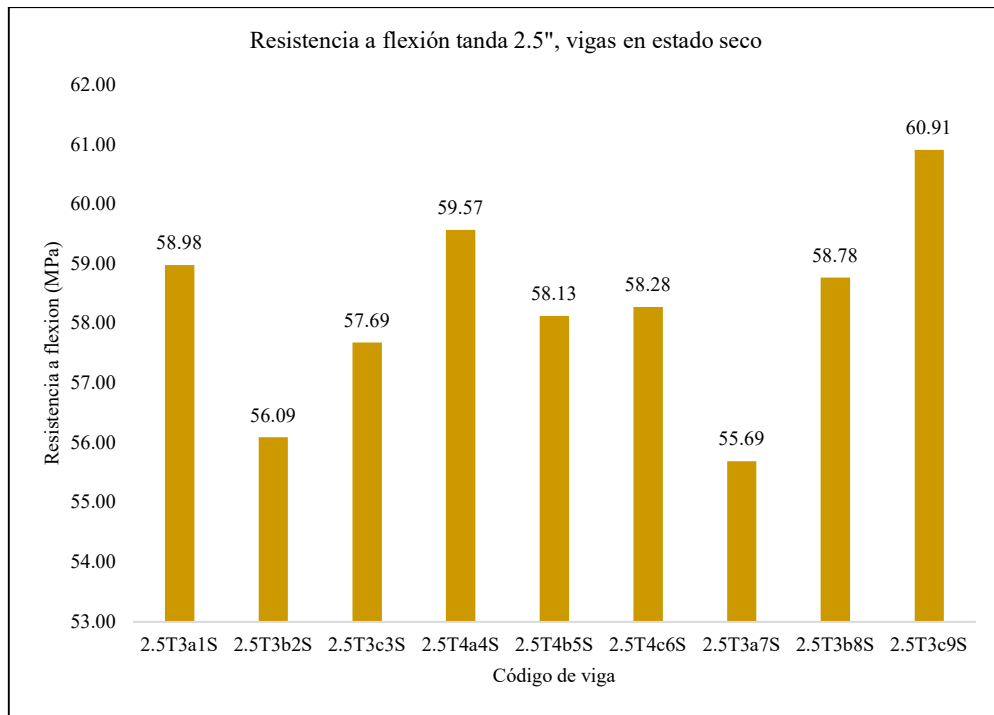
**Figura 50**

*Resistencia a Flexión, Tanda 2" de Peralte, Estado Húmedo*



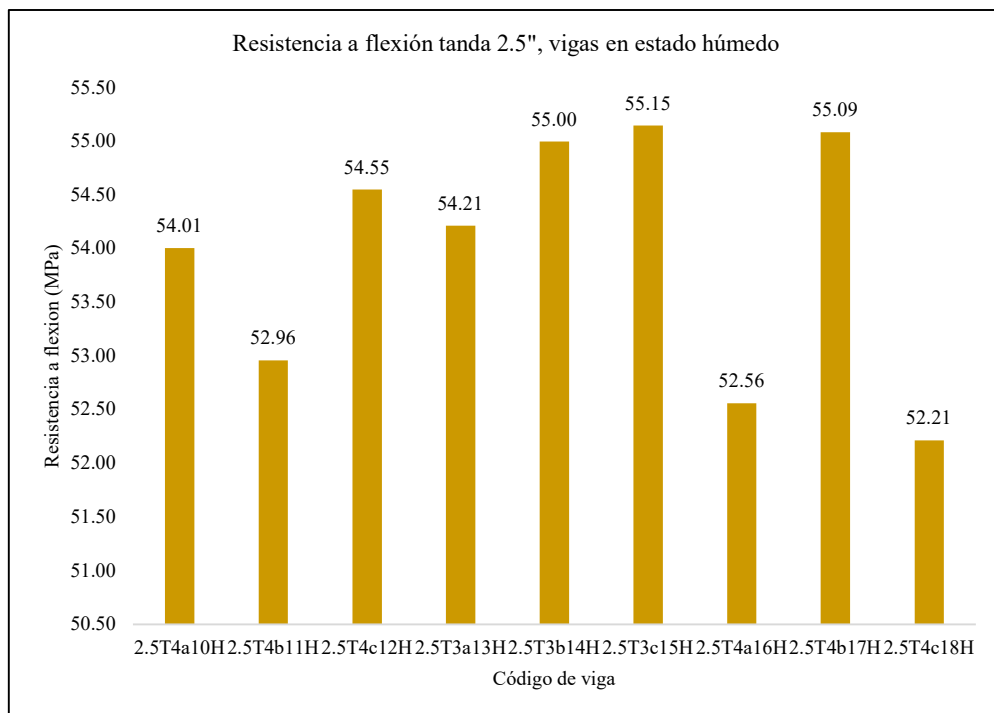
**Figura 51**

*Resistencia a Flexión, Tanda 2.5" de Peralte, Estado Seco*



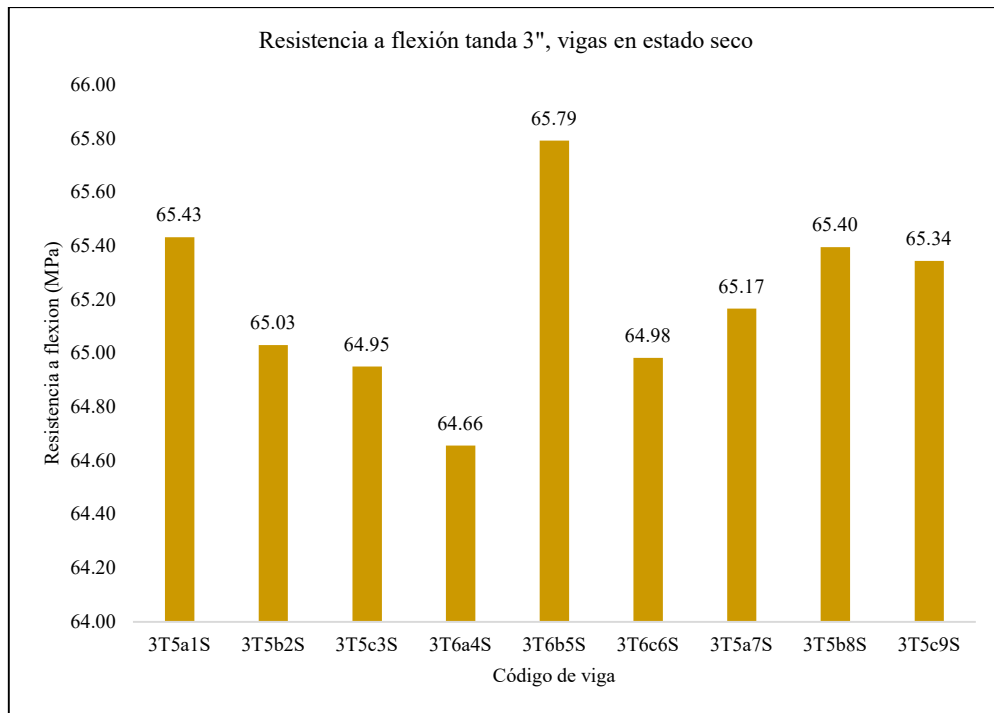
**Figura 52**

*Resistencia a Flexión, Tanda 2.5" de Peralte, Estado Húmedo*



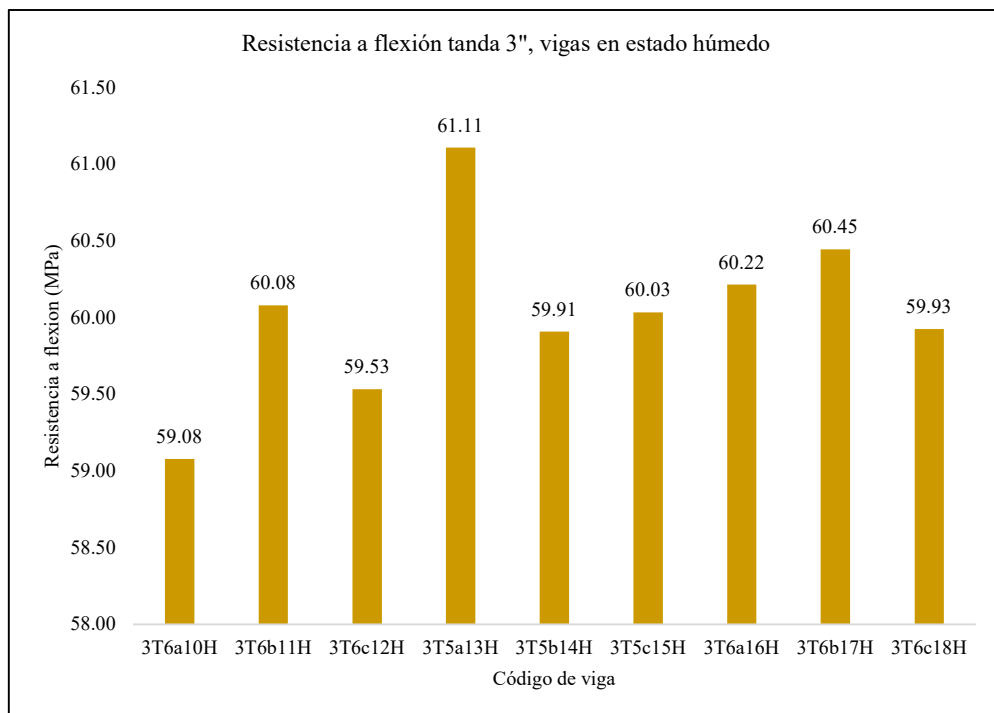
**Figura 53**

*Resistencia a Flexión, Tanda 3" de Peralte, Estado Seco*



**Figura 54**

*Resistencia a Flexión, Tanda 3" de Peralte, Estado Húmedo*



Se ha determinado el esfuerzo admisible a flexión de la madera “*Clethra obovata*” en vigas macizas de peralte 2”, 2.5” y 3” en estado húmedo, multiplicando la resistencia a flexión en estado húmedo con el factor combinado (que, se obtiene de multiplicar FC, FT, FS y FDC), tal como, especifica la norma E.010 (MVCS, 2006), debido a que, la madera en estado húmedo tiene características mecánicas más críticas que, la madera en estado seco. El esfuerzo admisible promedio a flexión de la madera “*Clethra obovata*” en vigas macizas de peralte 2”, 2.5” y 3” en estado húmedo es igual a 14.97 MPa, 16.90 MPa y 18.79 MPa, por tanto, las vigas de madera “*Clethra obovata*” en todos los casos se agrupan en la categoría B (> 14.7 MPa) de la norma E.010 (MVCS, 2006), no obstante, a pesar de que, en todos los casos se categoriza dentro del grupo B, se evidencia también que, a mayor peralte de las vigas se obtiene mayor esfuerzo admisible a flexión por lo que, si se considerase el esfuerzo admisible de las vigas en estado seco las que, tienen un peralte de 2” y 2.5” se categorizan en el grupo B, mientras que, las vigas de 3” se categorizarían dentro del grupo A (> 20.6 MPa), sin embargo, se requiere trabajar con la madera húmeda debido a que, es el caso más crítico y así lo especifica la norma E.010 (MVCS, 2006).

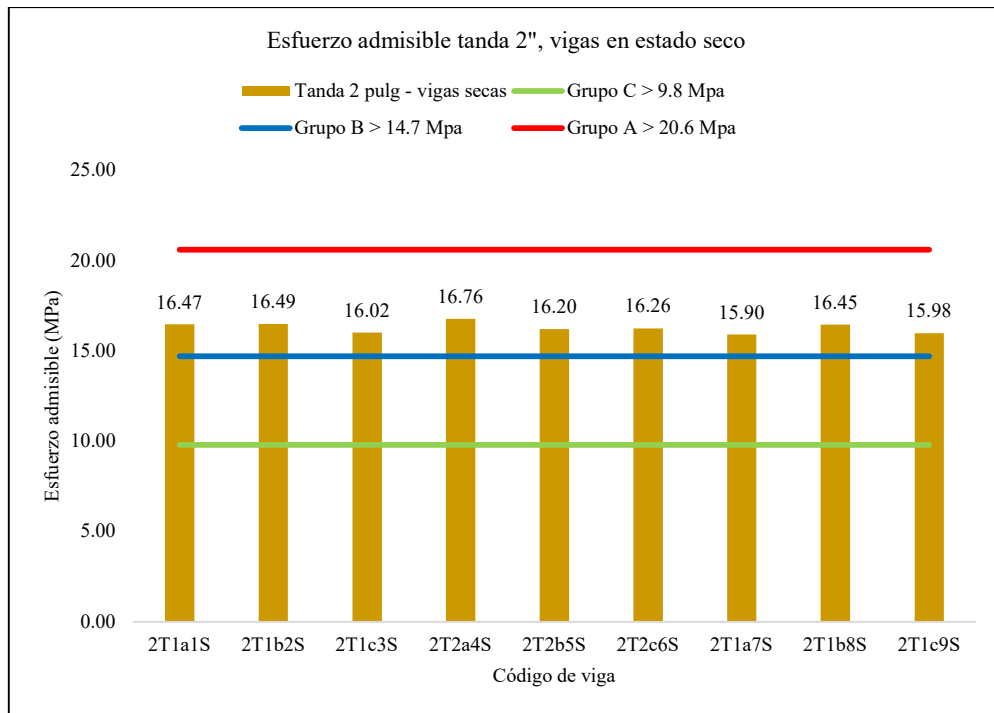
**Tabla 33**

*Esfuerzo Admisible a Flexión de las Vigas de Madera “Clethra obovata”*

Vigas de madera	Esfuerzo admisible a flexión de vigas en estado seco		Esfuerzo admisible a flexión de vigas en estado húmedo	
	(Mpa)	(Kg/cm2)	(Mpa)	(Kg/cm2)
2"	16.28	166.04	14.97	152.62
2.5"	18.23	185.90	16.90	172.28
3"	20.61	210.16	18.79	191.65
Grupo A			20.6	210
Grupo B			14.7	150
Grupo C			9.8	100
<i>Factor combinado para calcular esfuerzo admisible:</i>			0.3130435	

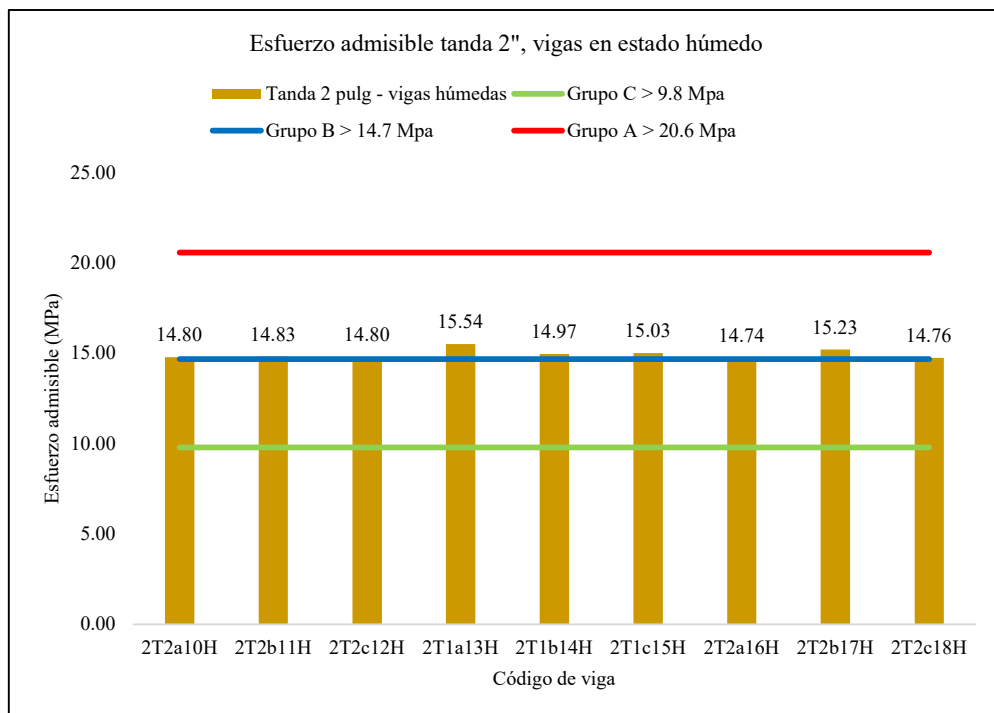
**Figura 55**

*Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2" de Peralte, Estado Seco*



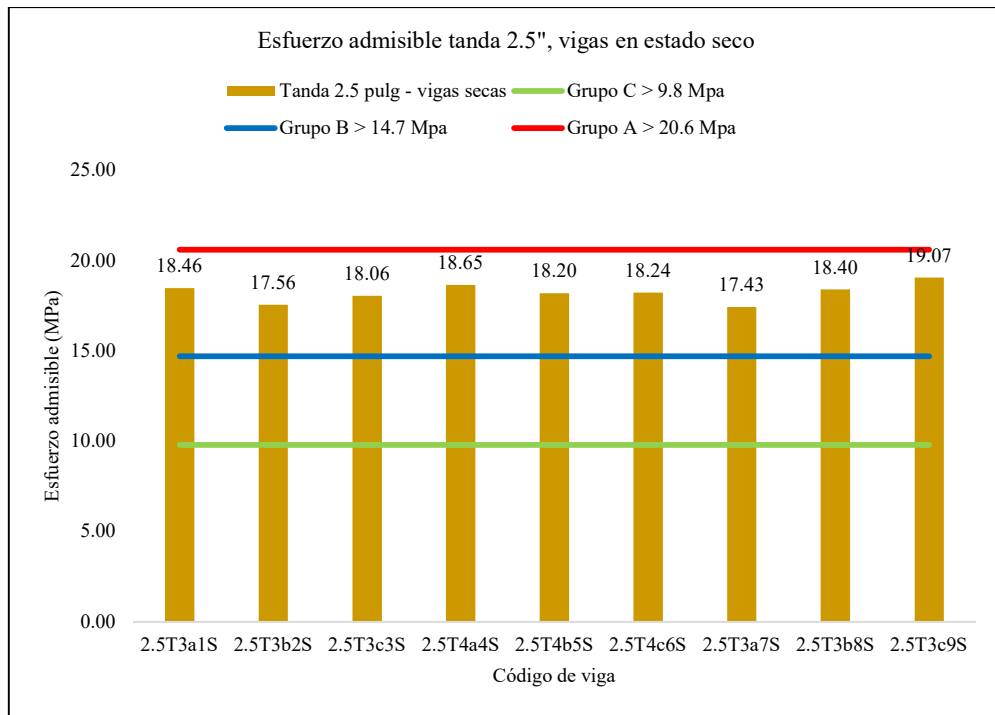
**Figura 56**

*Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2" de Peralte, Estado Húmedo*



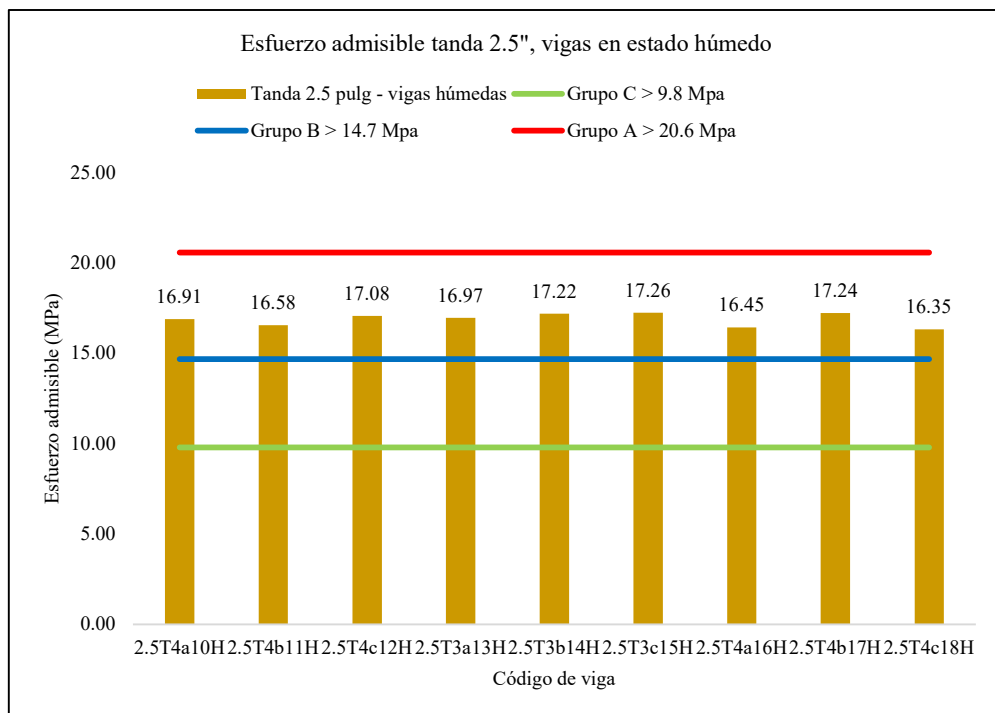
**Figura 57**

*Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2.5" de Peralte, Estado Seco*



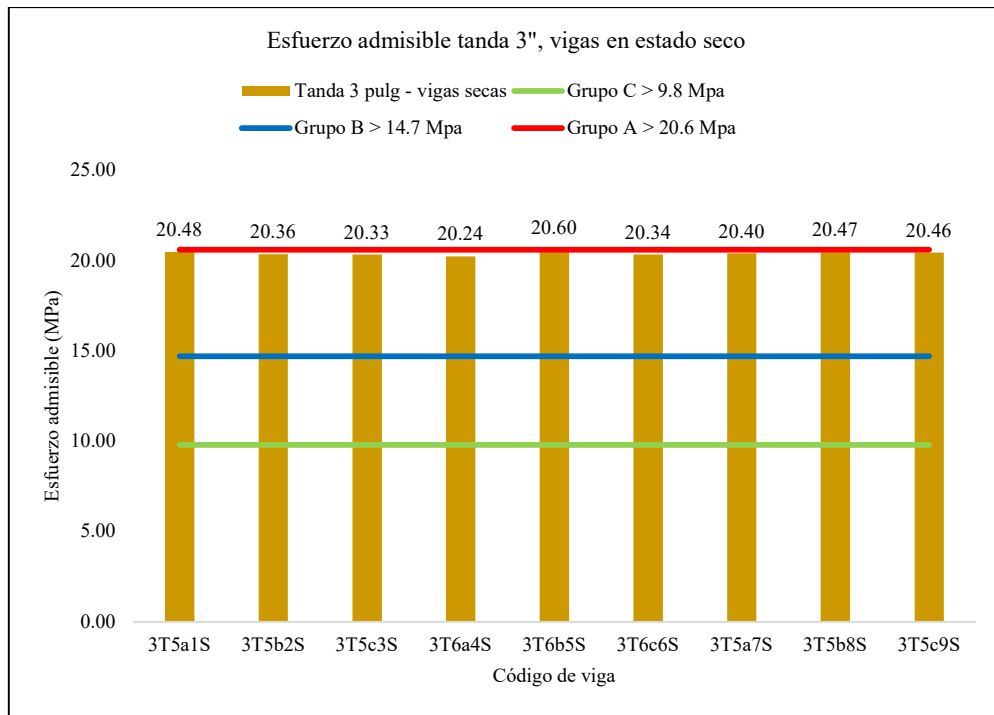
**Figura 58**

*Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 2.5" de Peralte, Estado Húmedo*



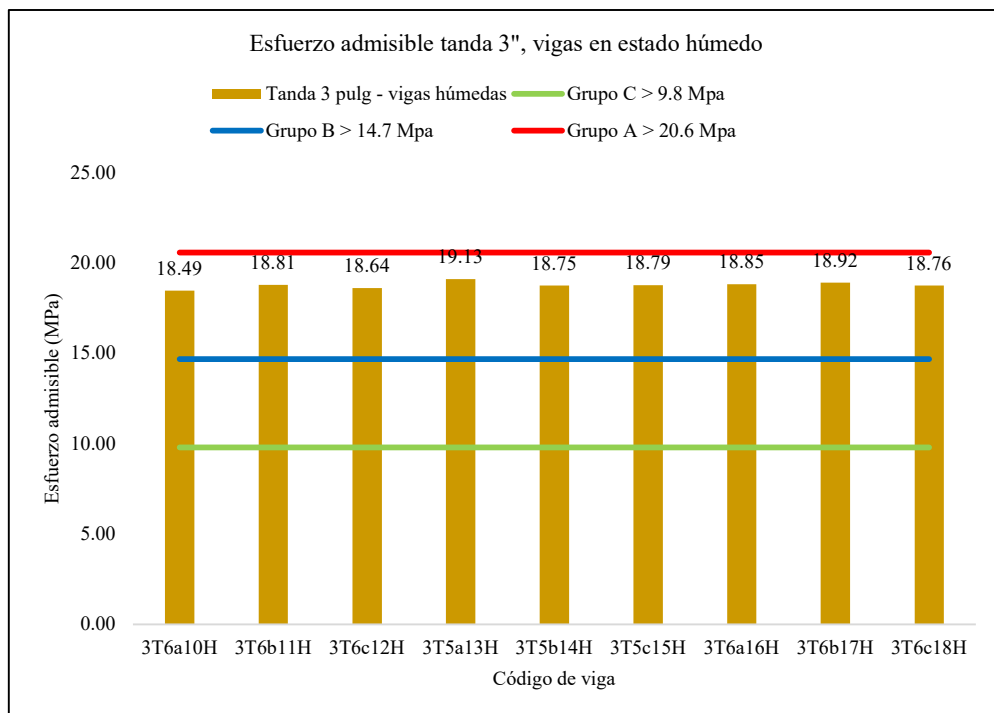
**Figura 59**

*Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 3" de Peralte, Estado Seco*



**Figura 60**

*Esfuerzo Admisible a Flexión, Tanda 3" de Peralte, Estado Húmedo*





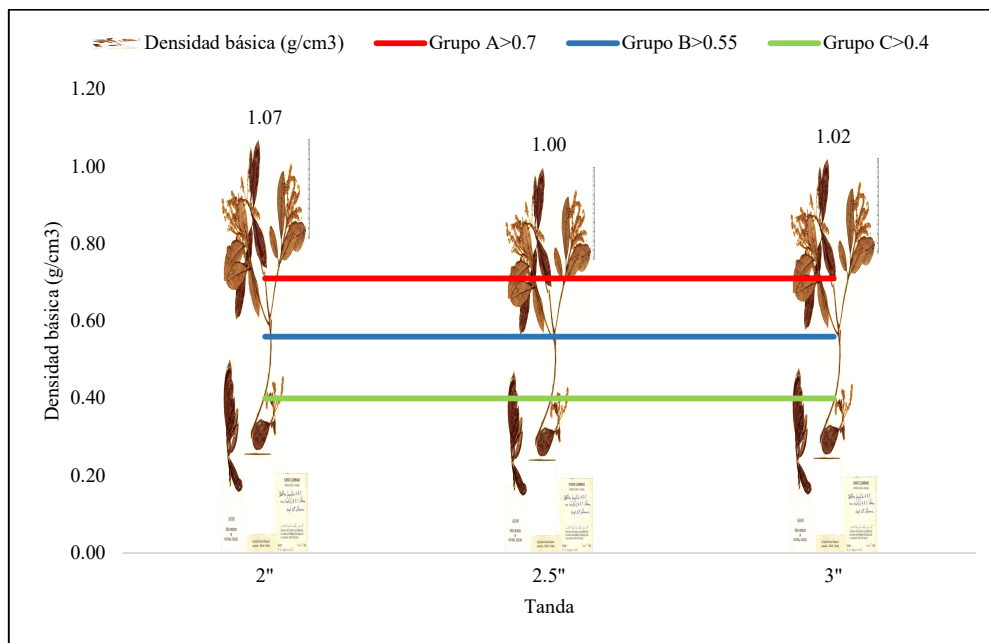
## 4.2. Discusión de resultados

La densidad básica de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana), usada como vigas macizas de peralte 2, 2.5 y 3 pulg era en promedio 1.01 g/cm<sup>3</sup>, se categoriza en el grupo A (> 0.71) según la norma E.010 (MVCS, 2006), por tanto, es superior a la densidad básica de maderas blandas pino silvestre, pino negro, pino siberiano, pino piñonero, abeto Nordmann, abeto oriental y cedro del Líbano, estudiadas por Güray et al. (2019) que, tenían 0.52, 0.56, 0.40, 0.49, 0.44, 0.44, y 0.52 g/cm<sup>3</sup>, correspondientemente., y de la madera Guazuma crinita Martius de Huánuco con densidad básica de 0.36 g/cm<sup>3</sup> (Huamán, 2020), y de las maderas de pino de plantaciones de Cajamarca, eucalipto de Junín y tornillo de Ucayali cuya densidad básica era 0.38, 0.47 y 0.53 g/cm<sup>3</sup>, correspondientemente (Parra, 2019). Respecto a la humedad gravimétrica medida en muestras de aserrín de la madera “*Clethra obovata*” esta alcanzaba 76.93%, siendo menor que, la humedad de la madera Guazuma crinita Martius de Huánuco que, alcanzaba 110% (Huamán, 2020), pero en ambos casos se puede inferir que, la madera cortada en campo tiene un elevado contenido de agua en su matriz. Así mismo, en la presente investigación se han analizado vigas de madera húmeda (> 30%) y secas (>12%-<20%), en cambio Güray et al. (2019) utilizaron vigas en condición seca con humedad menor a 12%, tal como Edquén (2022) que, analizaron vigas laminadas y macizas de 4 pulg x 8 pulg con 11.60% y 11.82% de humedad. Zhang et al. (2019) determinaron que, la madera Larch del noroeste de China presentaba menos densidad básica 0.63 g/cm<sup>3</sup> que, la madera “*Clethra obovata*” pero las vigas en condición seca de la madera “*Clethra obovata*” presentan contenido de humedad de 14% a 18% siendo superior a la humedad 12.9% de la madera Larch, pero igual al de la madera Pino de Cajamarca, eucalipto de Junín y Tornillo de

Ucayali cuyas vigas tenían humedad de 14.47%, 14.80% y 14.20%, correspondientemente (Parra, 2019). Así mismo, Macedo (2018) al ensayar la madera *Pinus Pseudostrobus* L. determinó que, esta presentaba densidades de 0.485 a 0.648 g/cm<sup>3</sup> siendo menores al de la madera “*Clethra obovata*”, tal como, la madera Shihuahuaco y Quinilla de Ucayali que, presenta 0.75 y 0.72 g/cm<sup>3</sup> (Quispe, 2021), pero en ambos casos se clasifica preliminarmente dentro del grupo A según la norma E.010 (2014) como, en la presente investigación.

**Figura 61**

*Densidad Básica de la Madera “Clethra obovata”*



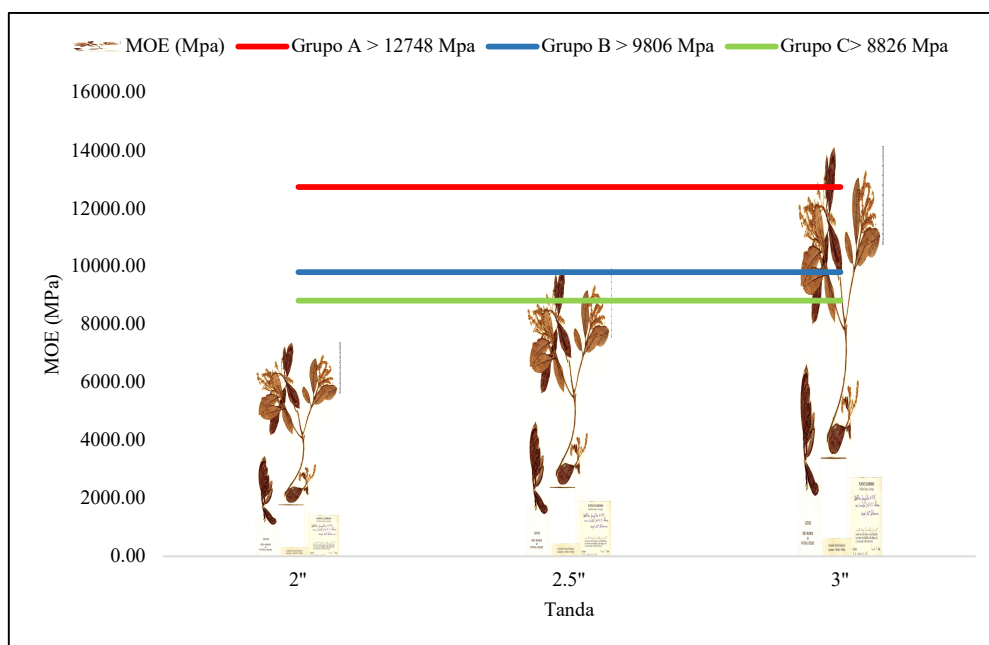
Los módulos de elasticidad promedio a flexión de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg, en estado húmedo eran 7 387.64 MPa, 9 914.27 MPa, y 14 134.59 MPa por lo que, respectivamente, alcanzaban la clasificación C, B y A según la norma E.010 (MVCS, 2006), siendo así las vigas de 2.5 pulg de madera Conchana tienen similar al MOE que la madera pino clase k24 analizado por Prokhorov (2019) que,

presentaba 10 000 MPa, y que, la madera tornillo de Huánuco analizado por Barrueta (2018) que, alcanzaba de 9 484.80 MPa a 9 758.01 MPa de MOE promedio; así mismo, la madera pino silvestre analizado por Güray et al. (2019) presenta MOE (7 483 MPa) semejante a las vigas de 2 pulg de “*Clethra obovata*”, y la madera pino siberiano (9 454 MPa) y abeto oriental (9 350 MPa) presenta MOE semejante a las vigas de 2.5 pulg de “*Clethra obovata*”; pero el MOE de las vigas de 3” es superior que, la madera pino negro, pino piñonero, abeto Nordmann y cedro del Líbano en vigas cuadradas de 20 mm de lado, que, obtuvieron 5 078 MPa, 4 715 MPa, 5 824 MPa y 5 586 MPa, correspondientemente (Güray et al., 2019). Las vigas de 3 pulg de la madera “*Clethra obovata*” presentan similar MOE (14 000 MPa) que, la madera Larch del noroeste de China. Mientras que, Macedo (2018) determinó que, las vigas de madera *Pinus Pseudostrobus L* de 4 pulg de espesor tiene mayor MOE (19 495.44 MPa) que, las vigas de 2, 2.5 y 3 pulg de la madera “*Clethra obovata*”, pero las vigas de madera pino de 2 pulg de espesor tienen similar MOE (13 563.45 MPa) que, las vigas de 3 pulg de la madera “*Clethra obovata*”. Las vigas laminadas encoladas de pino de 3 pulg de ancho y 6 pulg de alto estudiadas por Weber et al. (2016) presentan MOE (11 361.53 MPa a 12 172.30 MPa) mayor que, las vigas de 2 pulg, y 2.5 pulg de la madera “*Clethra obovata*”, pero menor que, las vigas de 3” de peralta en escala 0.5, por tanto, representan a vigas de 6 pulg de alto. En cambio, las vigas de 2 pulg de peralte de madera Achuni caspi de Huánuco presenta mayor MOE (15 880.59 MPa) que, la madera “*Clethra obovata*”. Así mismo, las vigas analizadas por Quispe (2021) también tenían un factor de escala de 0.5, es decir ensayó vigas de 2 pulg x 2 pulg, en representación de vigas de 4 pulg x 4 pulg. de madera Shihuahuaco y Quinilla en Ucayali, pero en ambos casos, presentaron MOE (14 821.18 MPa y 16 888.44

MPa) superior al de las vigas de 2 pulg de peralte de la madera “*Clethra obovata*” (representación escala de las vigas de 4 pulg de peralte), no obstante, clasificaba preliminarmente en el grupo A, tal como las vigas de 3 pulg de peralte de la madera “*Clethra obovata*” según la norma E.010 (MVCS, 2006).

**Figura 62**

*Módulos de Elasticidad de la Madera “Clethra obovata”*



La resistencia a flexión de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg en estado húmedo era 47.81 MPa, 53.97 MPa y 60.04 MPa, y en estado seco era 52.01 MPa, 58.24 MPa y 65.20 MPa, correspondientemente, siendo superiores a los de la madera *Cordia alliodora* del centro poblado San Miguel de Jaén que, alcanzaba 25.16 MPa (Fernández et al., 2019), de la madera pino de la Granja Porcón Cajamarca que, alcanzaba 45.98 MPa (Narvaez, 2018), de la madera pino radiata en Cajamarca que, alcanzaba 37.46 MPa (Bueno, 2017) y de la madera pino clase k24 analizado por Prokhorov (2019) cuyas vigas de 4”x7” y 8”x4” era 38.92 MPa y 24.81 MPa,

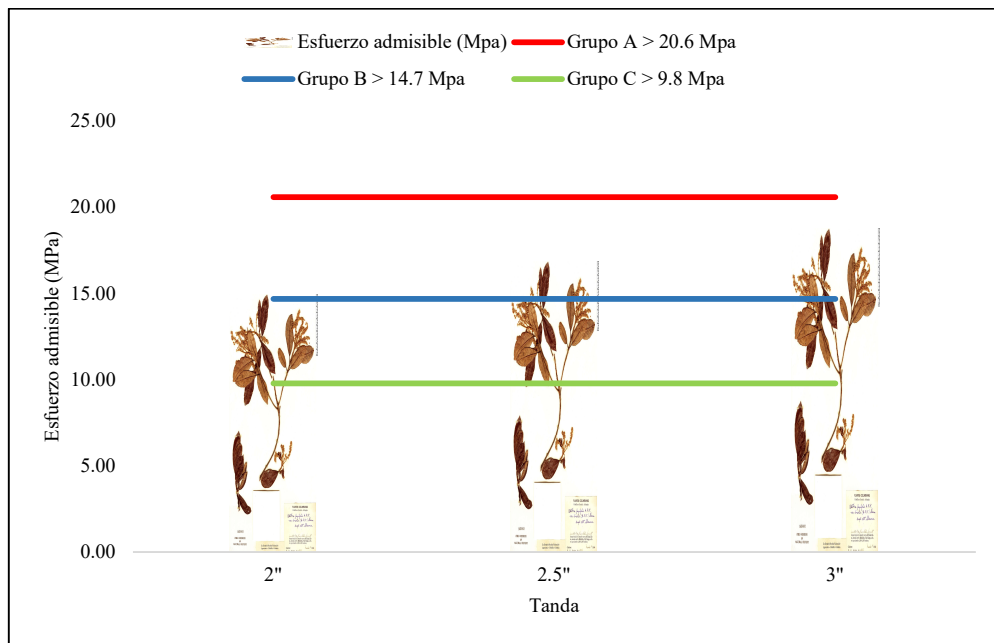
respectivamente, con deflexiones de 45 y 50 mm, mientras que, la madera “*Clethra obovata*” alcanzaba hasta 20 cm de deformación en la prueba de flexión, así mismo aun cuando los resultados de la madera “*Clethra obovata*” son superiores a los del pino, en ambos casos se demuestra que, las vigas con mayor peralte alcanzan mayor resistencia a flexión. Similar a la resistencia a flexión de la madera Guazuma crinita Martius de Huánuco que, alcanzaba 53.92 MPa (Huamán, 2020), y a la madera pino de Cajamarca que, alcanzaba 52.01 MPa (Guarniz, 2020), por tanto, en ambos casos la madera presenta mediana resistencia a flexión, y similar a la madera tornillo de dos depósitos de Huánuco que, alcanzaban 63.94 y 61.26 MPPa de resistencia a flexión. Pero, inferior a la resistencia a flexión de la madera Shihuahuaco y Quinilla de Ucayali (Quispe, 2021) que, presentaba 96.11 MPa y 97.87 MPa, correspondientemente para vigas de 2 pulg de peralte en estado húmedo. Así mismo, la madera “*Clethra obovata*” también presenta menor resistencia a flexión que, las vigas de 2 pulg de peralte de la madera Achuni caspi de Huánuco que, alcanzaba 91.40 MPa.

El esfuerzo admisible a flexión de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg en estado húmedo era 14.97 MPa, 16.90 MPa y 18.79 MPa, por lo que, en todos los casos se clasifican dentro del grupo B de la norma E.010 (MVCS, 2006), pero a mayor peralte mayor esfuerzo a flexión tal como, en el estudio de Prokhorov (2019). En cambio, la madera Shihuahuaco y Quinilla de Ucayali (Quispe, 2021) se clasifica en el grupo A de la norma E.010 (MVCS, 2006), tal como, la madera Achuni caspi de Huánuco, que, alcanza esfuerzo admisible a flexión de 20.70 MPa (Ruiz. 2020), y las vigas macizas en Cajamarca de 4 pulg x 8 pulg que, alcanzaban esfuerzo admisible de 21.79 MPa (Edquén, 2022), pero en este caso la madera estaba seca

(humedad menor a 12%) lo que, explica los mayores esfuerzo admisibles que, si son comparados con las vigas de 2 pulg x 3 pulg de madera “*Clethra obovata*” son similares ya que, alcanza 20.61 MPa, aun cuando esta madera presentaba humedad de 18.49%. Pero, además, la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) tiene esfuerzos admisibles más altos que, la madera pino de Cajamarca, eucalipto de Junín y tornillo de Ucayali que, alcanzaban 8.19 MPa, 9.94 MPa y 11.16 MPa para vigas de 3.5 pulg x 4.5 pulg, y 8.41, 10.17 y 11.41 MPa para vigas de 4 pulg x 5 pulg, respectivamente (Parra, 2019). Y similares a las vigas de 2 pulg de madera tornillo en Huánuco que, alcanzaban esfuerzos admisibles de 14.96 MPa, por lo que, tal como, la madera “*Clethra obovata*” se clasificaban en el grupo B de la norma E.010 (MVCS, 2006), siendo así, presentan una capacidad estructural media y pueden utilizarse en la construcción como vigas y pilares previo diseño y verificación estructural.

**Figura 63**

*Esfuerzo Admisible a Flexión de la Madera “Clethra obovata”*



Del estudio se ha determinado que, la sección transversal influye en las propiedades mecánicas y elásticas de la madera "*Clethra obovata*" generando incremento en el módulo de elasticidad (MOE) y esfuerzos admisibles a mayor peralte (2", 2.5" y 3") pero en todos los casos clasificándose dentro de la categoría B según la norma E.010 (MVCS, 2006), que, clasifica preliminarmente a la madera por la densidad básica y el MOE, pero que, la categoría definitiva la ocupa con el análisis del esfuerzo admisible. Igualmente, Osuna-Sequera et al. (2020) determinó que, la sección transversal de la madera influye en sus características mecánicas y elásticas, pero encontró mayor variabilidad por el espesor o ancho de la viga, que por el peralte, en cambio, en la presente investigación se han analizado todas las vigas a un ancho base igualitario, a fin de que, la única variante fuese el peralte, por lo que, para futuras investigaciones se podría considerar variar el ancho de la viga, así mismo, dichos autores dieron como sección transversal nominal representativa a 6"x8" en cambio en la presente investigación considerando que, las vigas fueron afectadas por un factor de escala de 0.50 por las limitantes en el laboratorio donde se realizó los ensayos, se ha considerado como sección transversal representativa para la construcción de edificaciones de hasta 5 m de luz libre en el distrito de Choropampa a las vigas de 4"x6" (ver capítulo V formulación de la propuesta), siendo la sección transversal menor a la analizada por Osuna-Sequera et al. (2020) por lo que, para futuras investigaciones también se recomienda analizar secciones transversal mayores de vigas, no obstante, para ello se requeriría buscar un laboratorio con el equipamiento necesario; aun así cabe recalcar que, en el caso de la madera "*Clethra obovata*" a pesar del incremento de la capacidad mecánica sigue manteniendo su clasificación estructural (grupo B) según la norma E.010 (MVCS, 2006), por tanto, al momento

de diseñar se deben utilizar los datos mínimos dados por la norma E.010 (MVCS, 2006) para el grupo de clasificación de la madera, a fin de que, se trabaje con el caso más crítico para garantizar la seguridad estructural de una edificación con vigas de madera.

**Tabla 34**

*Propiedades Físicas, Elásticas y Mecánicas de la Madera “Clethra obovata”*

Vigas	Humedad en vigas (%)	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	MOE (Mpa)	Resistencia a flexión (MPa)	Esfuerzo admisible (Mpa)
<b>Vigas húmedas</b>					
2"	32.15	1.07	7387.64	47.81	14.97
2.5"	35.51	1.00	9914.27	53.97	16.90
3"	35.43	1.02	14134.59	60.04	18.79
<b>Vigas secas</b>					
2"	14.99		9811.26	52.01	16.28
2.5"	16.48		11344.46	58.24	18.23
3"	18.49		15085.60	65.20	20.61
<b>Norma E.010 (MVCS, 2006)</b>					
Grupo A	>30	>0.71	>12748		>20.6
Grupo B	>30	>0.56	>9806		>14.7
Grupo C	>30	>0.4	>8826		>9.8

Finalmente, se resaltan las loables características físicas, mecánicas y elásticas de la madera “*Clethra obovata*” de la comunidad de Comugan, distrito de Choropampa, que, se enmarcan entre la categoría B y A de la norma E.010 (MVCS, 2006), por tanto, se puede utilizar como vigas macizas de 4 pulg x 6 pulg en la construcción de viviendas, con luz libre menor a 5 m, pero para comprobar ello, en el capítulo V se ha considerado plantear el modelo 3D de una vivienda de adobe con vigas, tijerales y cerchas de madera “*Clethra obovata*” de la categoría B de la norma E.010 (MVCS, 2006).



### 4.3. Contrastación de hipótesis

En el programa Minitab 21 se ha verificado la normalidad de los datos del Anexo F. Luego con la finalidad de verificar la hipótesis nula ( $H_0$ ) o alternativa ( $H_1$ ); a un nivel de confianza del 95%, con un nivel de significancia de 0.05, donde se acepta  $H_0$  si el valor p es mayor a 0.05, caso contrario se rechaza; se ha aplicado inicialmente la prueba ANOVA verificando si existe o no influencia en el esfuerzo admisible de la madera al variar el peralte, troza, estado de humedad (Tabla 35), determinando que, las propiedades mecánicas de la madera se ven influenciadas por el peralte y por el estado de humedad, pero no por la troza (Tabla 36). Finalmente, para verificar  $H_1$  y  $H_0$  se ha aplicado la prueba T-student, tomando como prueba de control cada rango mínimo dado por la norma E.010 (MVCS, 2006) para clasificar a la madera en el grupo B. Con lo que, se ha logrado verificar que, se rechaza  $H_0$ , y se acepta  $H_1$ , por tanto, la madera *Clethra obovata*, llamada “*Conchana*” cumple con el RNE norma E.010 (MVCS, 2006) como una madera del grupo B para uso estructural, así mismo, la madera tiende a incrementar sus propiedades mecánicas al acrecentar la dimensión del peralte, pero en todos los casos mantiene la categoría B de la norma E.010 (MVCS, 2006).

$H_0$ : Las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera *Clethra obovata*, llamada “*Conchana*” no cumple con el RNE norma E.010 (MVCS, 2006) como una madera del grupo B para uso estructural.

$H_1$ : Las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera *Clethra obovata*, llamada “*Conchana*” cumple con el RNE norma E.010 (MVCS, 2006) como una madera del grupo B para uso estructural.

**Tabla 35***Información de Factores de Análisis en las Propiedades de la Madera*

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Peralte	Fijo	3	2.0; 2.5; 3.0
Troza	Fijo	3	a; b; c
Estado de humedad	Fijo	2	seco; húmedo

**Tabla 36***Análisis de Varianza ANOVA*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Peralte	2	142.384	71.1920	705.26	0.000
Troza	2	0.031	0.0155	0.15	0.858
Estado	1	27.295	27.2949	270.39	0.000
Error	48	4.845	0.1009		
Total	53	174.555			

Nota: valor  $p < 0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$  (Las medias son diferentes).**Tabla 37***Medias de los Esfuerzos Admisibles según Peralte de Viga*

Peralte	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
2.0	18	15.625	0.728	(15.249; 16.000)
2.5	18	17.563	0.808	(17.187; 17.939)
3.0	18	19.602	0.843	(19.226; 19.977)

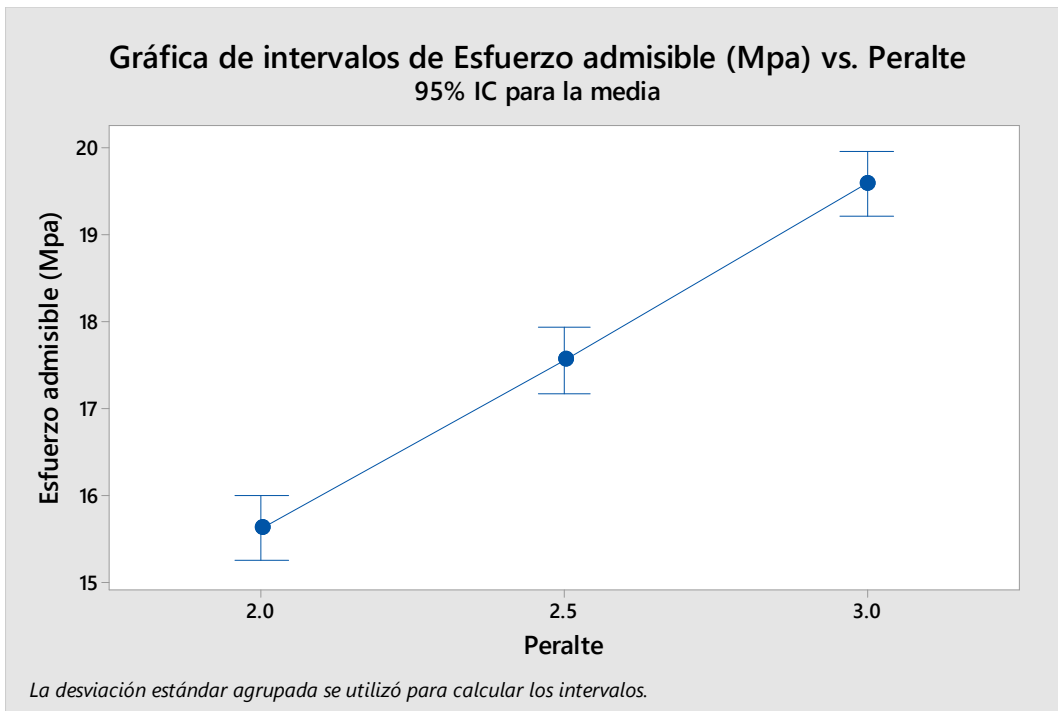
Desv.Est. agrupada = 0.794233

**Tabla 38***Resumen del Modelo Lineal General*

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.317718	97.22%	96.94%	96.49%

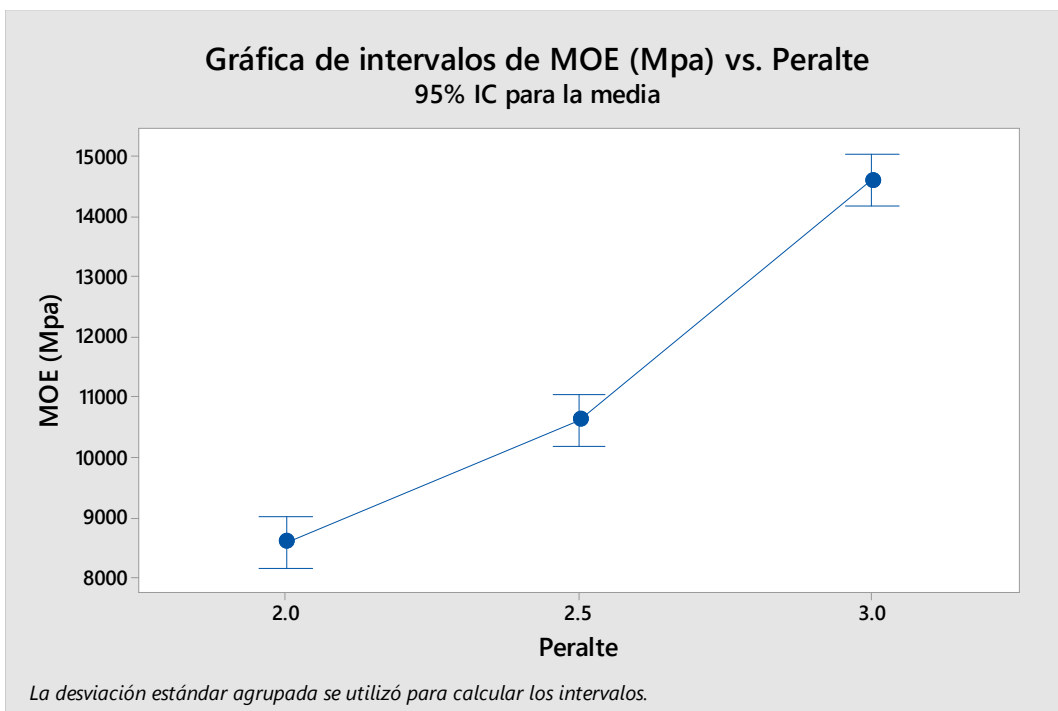
**Figura 64**

*Relación entre Peralte y Esfuerzo Admisible Promedio de las Vigas de Madera*



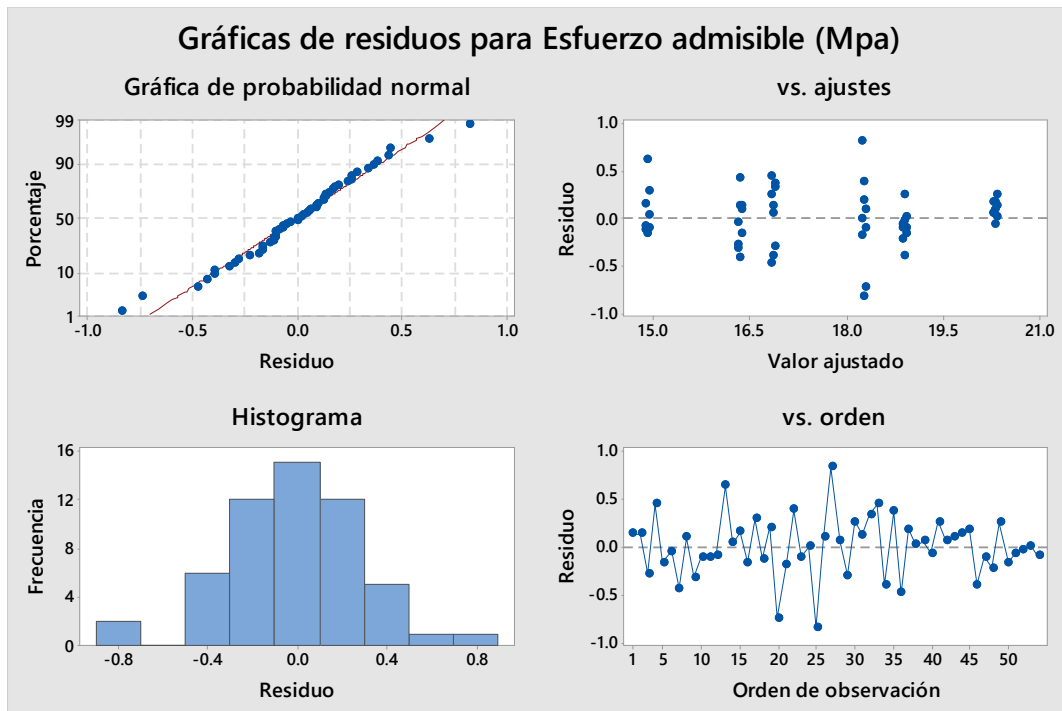
**Figura 65**

*Relación entre el Peralte y el MOE Promedio de las Vigas de Madera*



**Figura 66**

*Gráfica de Residuos de Esfuerzos Admisibles de la Madera*



**Tabla 39**

*Prueba T-Student para La Madera “Clethra Obovata”*

Propiedad física, elástica, mecánica de la madera	Prueba de hipótesis	Valor T	Valor p
Densidad básica	H <sub>0</sub> : $\mu \leq 0.55 \text{ g/cm}^3$ H <sub>1</sub> : $\mu > 0.56 \text{ g/cm}^3$	5.12	0.000
Esfuerzo admisible a flexión	H <sub>0</sub> : $\mu \leq 14.7 \text{ MPa}$ H <sub>1</sub> : $\mu > 14.7 \text{ MPa}$	11.73	0.000
MOE	H <sub>0</sub> : $\mu \leq 9806 \text{ MPa}$ H <sub>1</sub> : $\mu > 9806 \text{ MPa}$	4.05	0.000

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- [1] Las características físicas de la madera “*Clethra obovata*” (Conchana), están representadas por su densidad básica, que, en este caso, representa un valor promedio de 1.01. gr/cm<sup>3</sup>, categorizándola en el grupo A (> 0.71), según la norma E.010 (MVCS, 2006). Otro parámetro físico ha sido determinar la humedad de esta madera en su estado de aserrín, el mismo que alcanzó un 76.9% de humedad para vigas de 2, 2.5 y 3 pulgadas, en estado húmedo, pero para las mismas dimensiones y en estado seco, el contenido de humedad ha variado entre 12 a 20% de humedad.
- [2] Los módulos de elasticidad (MOE) promedio a flexión estática de la madera “*Clethra obovata*” en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg, en su estado húmedo son: 7 387.64 MPa, 9 914.27 MPa, y 14 134.59 MPa, respectivamente, alcanzando la clasificación C, B y A según la norma E.010 (MVCS, 2006), por tanto, a mayor peralte mayor MOE.
- [3] Los esfuerzos mecánicos de resistencia a flexión estática de la madera “*Clethra obovata*” en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg, en su estado húmedo fueron: 47.81 MPa, 53.97 MPa y 60.04 MPa y, en su estado seco fueron: 52.01 MPa, 58.24 MPa y 65.20 MPa, respectivamente. Por lo que, el esfuerzo admisible a flexión estática de la madera “*Clethra obovata*” en vigas macizas de peraltes 2, 2.5 y 3 pulg, en su estado húmedo fueron: 14.97 MPa, 16.90 MPa y 18.79 MPa, por lo que, en todos los casos se clasifican dentro del grupo B de la norma E.010 (MVCS, 2006). Siendo

esta consideración final, la que clasifica a la madera “*Clethra obovata*” (Conchana) en la categoría B de la Norma E 010 (MVCS, 2006).

## **5.2. Recomendaciones.**

Se recomienda utilizar vigas de 4 x 6 pulg de madera “*Clethra obovata*” de la comunidad de Comugan del distrito de Choropampa para la construcción de viviendas con luces libres menores a 5 m [ver capítulo V], debido a que, tienen mejores propiedades mecánicas y elásticas, no obstante, se sugiere que, para futuras investigaciones se analicen mayores variaciones de la sección transversal como, peraltes más altos, y/o anchos de base mayores de vigas de madera, o plantear el análisis de vigas laminares con la madera “*Clethra obovata*” o con otros tipos de madera autóctonas del ámbito local de la provincia de Chota.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS

- Arango, B., Hoyos, J.F. y Vásquez, A.M. (2001). *Variación de la densidad básica de la madera de Eucalyptus grandis en arboles de siete años de edad*. Universidad Nacional de Colombia.
- Auner, R. (2013). *Identificación y caracterización de las especies forestales del bosque montano Las Palmas – Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Barluenga, G. (2014). *Materiales de construcción. Tema 10: Maderas y materiales vegetales*. Universidad de Alcalá.
- Barrueta, A.G. (2018). *Determinación de la resistencia a la flexión en vigas de la madera tornillo comercializada en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, Huánuco – 2017*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/3500>
- Bueno, J.R. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a flexión entre vigas macizas y vigas laminadas, encoladas y prensadas, tipo sándwich utilizando madera de pino radiata, en Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1500>
- Burga, D.J. (2022). *Determinación de los esfuerzos admisibles de la madera sauce “Salix alba” en relación con su edad, C.P. Cabracancha, Chota, 2020*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/202>
- Burga-Cieza, A.M., Burga-Cieza, J.J., Alcalde-Alfaro, V.W., Martínez-Sovero, G., Iglesias-Osores, S., y Villena-Velásquez, J.J. (2020). Caracterización florística del relicto Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas – Chota, Perú. *Ciencias Biológicas*, 1(1), 1-20.
- Catalán, J., Vásquez, L., Hernández, G., Fernández, M., Troncoso, L., Elgueta, P., Campos, R., Mardones, P., Reyes, C., y Padilla, J. (2019). *Tensiones admisibles de la madera aserrada estructural de pino oregon (Pseudotsuga menziesii (Mirb) Franco) Clasificada visualmente*. Instituto Forestal, Chole, Informe técnico N° 225.
- Catalán, J., Vásquez, L., Hernández, G., Reyes, C., Padilla, J., Elgueta, P., Troncoso, L., Campos, R., y Mardones, P. (2020). *Tensiones admisibles de la madera aserrada estructural de roble (Nothofagus obliqua (Mirb.) oerst.) con clasificación visual*. Instituto Forestal Chile. Informe técnico N° 230.
- Chepurnenko, A., Ulianskaya, V., Yazyev, S. y Zotov, I. (2018). Calculation of wooden beams on the stability of a flat bending shape enhancement. *MATEC Web of Conferences*, 196(1), 1-5. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819601003>
- Córdoba, R. (2005). Conceptos básicos sobre el secado de la madera. *Kurú: Revista Forestal*, 2(5), 1-5.
- Coy, Y. y Pérez, L. (2005). *Factores de corrección de los esfuerzos últimos en el diseño de elementos de madera sometida a flexión*. Universidad Industrial de Santander.
- Díaz, P. (2005). *Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de Nothofagus glauca (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes*. [Tesis de grado, Universidad de Talca]. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/32016>
- Edquén, J.A. (2022). *Análisis y determinación del comportamiento mecánico de elementos de madera estructural laminada tipo sandwich doble sometidos a*

- compresión y flexión*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4935>
- El-Houjeyri, I., Thi, V.D., Oudjene, M., Khelifa, M., Rogaume, Y., Sotayo, A. y Guan, Z. (2019). Experimental investigations on adhesive free laminated oak timber beams and timber-to-timber joints assembled using thermo-mechanically compressed wood dowels. *Construction and Building Materials*, 222(1), 288-299.
- FAO. (2012). *Bosque montaña*. Adaptado: <http://www.fao.org/3/a-i3010s.pdf>
- Feijoo, C.E., Armijos, D.R., Pucha, D.A. (2018). *Guía para cortes anatómicos de la madera*. Research Gate [online]. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-de-la-madera-mostrando-sus-tres-planos-transversal-Tr-tangencial\\_fig1\\_329999339](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-de-la-madera-mostrando-sus-tres-planos-transversal-Tr-tangencial_fig1_329999339)
- Fernández, F., León, J., Huaccha, A., & Aguirre, F. (2019). Propiedades organolépticas, físicas y mecánicas de la madera de *Cordia alliodora* (R. y P.) Oken de parcelas agroforestales en Jaén, Cajamarca. *Revista Científica Pakamuros*, 7(1), 80-91. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v7i1.78>
- Gomon, S.S., Gomon, S., Gomon, P., Pavluk, A. y Podhorecki, A. (2019). Complete deflections of glued beams in the conditions of oblique bend for the effects of low cycle loads. *AIP Conference Proceedings*, 2077(1), 1-7. <https://doi.org/10.1063/1.5091882>
- Gomon, S. S., Gomon, S., Karavan, V., Gomon, P., & Sobczak-Piąstka, J. (2019, February). Calculated cross-sectional model and stages of the stress-strain state of the wood element for transverse bending. In *AIP Conference Proceedings*, 2077, (1), 020019-1 – 020019-6. AIP Publishing LLC. <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5091880>
- González, L.M. (1998). Three new species of clethra (clethraceae) from México. *IBUG*, 5(1-3), 137-155.
- Gribanov, A.S., Roshchina, Naichuk, A.Y. y Melekhov, V.I. (2020). Wooden beams with local wood modification. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 896(1), 1-10. DOI 10.1088/1757-899X/896/1/012067
- Guarniz, C. A. (2020). *Resistencia a flexión de vigas macizas y vigas laminadas para dos tipos de maderas, en la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24776>
- Güray, E., Kasal, A., Demirci, S., Ceylan, E. y Kuşkun, T. (2019). Effects of Cross-sectional Geometry and Force Direction on Bending Strength and Modulus of Elasticity of Some Softwood Beams. *BioResources*, 14(4), 9258-9270. <https://doi.org/10.15376/biores.14.4.9258-9270>
- Hermoso, E. (2001). *Caracterización mecánica de la madera estructural de *Pinus sylvestris* L.* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MC Graw Hill.
- Huamán, T.V. (2020). *Caracterización físico - mecánica de la madera de raleo de *Guazuma crinita* Martius proveniente de plantaciones de tres años, Huánuco – Perú*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4487>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2018). *Cajamarca, Resultados definitivos. Tomo I: Aspectos generales, análisis de los principales resultados, cuadros estadísticos de población, vivienda y hogar*. INEI.
- Instituto Nacional de la Calidad. (2019). *NTP 251.008. Madera y carpintería para construcción. Selección y colección demuestras. 2ª Ed.* INACAL.



- INACAL. (2016). *NTP 251.009. Madera y carpintería para construcción. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos, 2ª ed.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 251.010. Madera. Métodos para determinar el contenido de humedad, 4ª ed.* INACAL.
- INACAL. (2019). *NTP 251.011. Madera. Método para determinar la densidad, 3ª ed.* INACAL.
- INACAL. (2016). *NTP 251.102. Madera y carpintería para construcción. Madera aserrada. Defectos. Clasificación y método de medición.* INACAL.
- INACAL. (2017). *NTP 251.103. Madera aserrada. Madera aserrada y cepillada para uso estructural. Dimensiones.* INACAL.
- INACAL. (2017). *NTP 251.104. Madera aserrada. Madera aserrada para uso estructural. Clasificación visual y requisitos.* INACAL.
- INACAL. (2017). *NTP 251.107. Madera aserrada. Madera aserrada para uso estructural. Método de ensayo de flexión para vigas a escala natural.* INACAL.
- INACAL. (2019). *NTP 251.130. Madera. Secado de la madera. Terminología y definiciones, 2ª ed.* INACAL.
- Jaramillo, G. (2019). *Manual de Maderas.* Universidad del Quindío en Colombia (UNIQUEINDIO).  
<https://bdigital.uniquindio.edu.co/bitstream/handle/001/4619/Manual%20de%20Maderas.pdf?sequence=1>
- Macedo, I. (2018). *Diseño y determinación de flexión estática en piezas estructurales de madera.* [Tesis de maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].  
[http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/227/FITECMA-M-2018-0831.pdf?sequence=1](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/227/FITECMA-M-2018-0831.pdf?sequence=1)
- Medina, J.A. (1999). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera Huayruro como material de construcción.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]
- Ministerio de Agricultura. (2005). *Plan Nacional de Reforestación.* Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2014). *Norma E.010 "Madera". Reglamento Nacional de Edificaciones.* Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). Adaptado: <https://n9.cl/8dey>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2017). *Norma E.080 Adobe. Reglamento Nacional de Edificaciones.* Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_080.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_080.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2018). *Norma E.030 Diseño sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones.* Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E030\\_R-M-355-2018-VIVIENDA\\_Peruano.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_R-M-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf)
- Mohd Arifin, S. R. (2018). Ethical Considerations in Qualitative Study. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CARE SCHOLARS*, 1(2), 30–33.  
<https://doi.org/10.31436/ijcs.v1i2.82>
- Morales, L., Chimarro Quishpe, P. E., & Coronel Armas, M. G. (2018). Escalamiento de secciones a partir de módulos de elasticidad. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 6(2), 26-35. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.1611>

- Muñoz-Acosta, F. (2012). Serie: Madera para construcción Secado de la madera aserrada. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 5(13), 58-63.
- Narvaez, D.A. (2018). *Estudio del comportamiento mecánico de una viga en arco de madera laminada encolada sometida a carga puntual*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2553>
- Osuna-Sequera, C., Llana, D. F., Íñiguez-González, G., & Arriaga, F. (2020). The influence of cross-section variation on bending stiffness assessment in existing timber structures. *Engineering Structures*, 204, 110082. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110082>
- Parra, O.A. (2019). *Evaluación de la calidad de adhesión en la madera laminada encolada (Mle) de tres especies forestales para la fabricación de vigas de madera*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3898>
- Pedroso, M. y Alvarez, N. (2018). Análisis comparativo de las propiedades de la madera laminada y madera maciza utilizada en las cubiertas de la Parada de ómbibus: Parcela 19. Varadero. *Revista de arquitectura e ingeniería*, 12(2), 1-10.
- Prokhorov, S. (2019). Studying the influence of the cross section height on the distribution of the internal efforts of wooden glued beams. In *E3S Web of Conferences*, 135(1), 1-8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913503048>
- Puertas, S., Guevara, C. L. y Espinoza, M.L. (2013). *Manual de transformación de la madera*. AIDER-Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral.
- Puy Galarza, M. (2015). *Aplicación de la teoría zigzag refinada para el análisis de vigas laminadas de madera*. [Tesis de maestría en Ingeniería Estructural y de la Construcción, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/80099>
- Quispe, S.V. (2021). *Análisis comparativo de la resistencia a la flexión en vigas de la madera Shihuahuaco y Quinilla comercializada en el Distrito de Irazola - Provincia de Padre Abad – Departamento de Ucayali – 2021*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7446>
- Revista educativa Maderapedia.com. Equipo de redacción profesional. (2019, 05). *Estructura de la madera*. Escrito por: Redactores Profesionales. Documento obtenido en fecha 04, 2023, desde el sitio web profesional y educativo: [https://www.maderapedia.com/madera/estructura\\_de\\_la\\_madera.html](https://www.maderapedia.com/madera/estructura_de_la_madera.html).
- Rivero Moreno, J. (2004). *Propiedades físico-mecánicas de Gmelina arborea Roxb. y Tectona grandis Linn. F. Proveniente de Plantaciones Experimentales del Valle del Sacta. Cochabamba. Bolivia*. Universidad Mayor de San Simón. [https://www.academia.edu/59078275/Propiedades\\_F%C3%ADsico\\_Mec%C3%A1nicas\\_de\\_Gmelina\\_arborea\\_Roxb\\_y\\_Tectona\\_grandis\\_Linn\\_F](https://www.academia.edu/59078275/Propiedades_F%C3%ADsico_Mec%C3%A1nicas_de_Gmelina_arborea_Roxb_y_Tectona_grandis_Linn_F)
- Romero, C.J. (2016). *Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica].
- Ruiz, G. (2020). *Influencia de los defectos en la resistencia a la flexión estática de la madera de Ziziphus Cinnamomum Tr. & Pl. (Achuni Caspi) procedente del bosque de CICFOR – Macuya – Huánuco*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4287>
- Sánchez, F. y Ramírez, H. (2005). *Construcciones de madera*. Editorial Félix Varela.
- Sánchez, H. y Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*, 5ª ed. Business support Aneth. [https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/85200155/metodologia\\_y\\_diseno\\_de\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_hugo\\_sanchez\\_carlessi\\_coaguila\\_valdivia\\_compress-](https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/85200155/metodologia_y_diseno_de_la_investigacion_cientifica_hugo_sanchez_carlessi_coaguila_valdivia_compress-)

[libre.pdf?1651283577=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA\\_Y\\_DISENOS\\_EN\\_LA\\_INVESTIGACION.pdf&Expires=1682901596&Signature=SSybln2iWX~pMjjeXMjSQ7zJf2aMJGgEpa6TTDSSVNGOGhHBoGh26EShm-nomNcRKzd0VVxir49o9JZL392mG63DtsQglbEA~OIDOctRdZsqwRSS9r8FVHjc30q6qYhpCzUbPy~~tFjXVu74FrANwK8A0a7380iy77WyYdcuF6SC5LUZPBoauxC4ONe9iJqzm6Ppl2xQN7uJprSKoUihpufF6xSQvPrB8tnwK95aQ8jOHs1T37ttFoufGdAZ-GTozA0hMj7xzcWUSeLaYBeVzTeEltExel-2kHoXxEInbNhAM9YChfNzFnkuWja6ReyHEZYxHcNmIvvnvNDIjLFRbA&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://www.researchgate.net/profile/Edhison-Suarez/publication/353274561_La_resistencia_a_la_flexion_en_la_madera_-_Trabajo_de_investigacion_recopilatorio/links/60f0be0b0859317dbde5fe3c/La-resistencia-a-la-flexion-en-la-madera-Trabajo-de-investigacion-recopilatorio.pdf)

- Suárez, E.N. (2016). *La resistencia a la flexión es máxima a un contenido de humedad, y desde el índice del porcentaje de humedad hasta el punto de saturación de la fibra. ¿Cuál o cuáles serían las dimensiones de resistencia?*. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. [https://www.researchgate.net/profile/Edhison-Suarez/publication/353274561\\_La\\_resistencia\\_a\\_la\\_flexion\\_en\\_la\\_madera\\_-\\_Trabajo\\_de\\_investigacion\\_recopilatorio/links/60f0be0b0859317dbde5fe3c/La-resistencia-a-la-flexion-en-la-madera-Trabajo-de-investigacion-recopilatorio.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edhison-Suarez/publication/353274561_La_resistencia_a_la_flexion_en_la_madera_-_Trabajo_de_investigacion_recopilatorio/links/60f0be0b0859317dbde5fe3c/La-resistencia-a-la-flexion-en-la-madera-Trabajo-de-investigacion-recopilatorio.pdf)
- Suryono, J., y Brakti, S.O. (2019). The Study on Modulus of Elasticity (MoE) and Modulus of Rupture (MoR) of Lamina Beams on The Lime Wood (dryobalanops spp.). *Journal of Physic: Conference Series*, 165(2), 1-9. DOI 10.1088/1742-6596/1625/1/012011
- Urbán, P. (2013). *Construcción de estructuras de madera*. Editorial Club Universitario.
- Vásquez, L., Elgueta, P., Hernández, G., Campos, R., Catalán, J., Reyes, C., y Guzmán, S. (2019). *Alternativas para la clasificación mecánica de la madera aserrada estructural*. Instituto Forestal de Chile.
- Vásquez, L., Reyes, C., Catalán, J., Campos, R., Hernández, G. y Elgueta, P. (2019). *Caracterización mecánica de vigas I Fabricadas con tableros OSB y madera aserrada estructural de pino radiata*. Instituto Forestal de Chile.
- Villegas, F. (2012). *La madera, su utilización y conservación en la construcción de casas habitación de beneficio social*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM]. <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/512>
- Viscarra, S. (1998). *Guía práctica para el secado de madera en hornos*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS).
- Weber, E., Suirezs, T., Bobadilla, E., Pereyra, O., Bragañolo, A., Winck, A. y Bernio, J. (2016). Diferentes anchos de vigas laminadas encoladas de Pinus sp. su comportamiento en la resistencia a la flexión estática. *XXX Jornadas forestales de Entre Rios*, Concordia. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/11643>
- Wdowiak, A. y Brol, J. (2019). Effectiveness of Reinforcing Bent Non-Uniform Pre-Stressed Glulam Beams with Basalt Fibre Reinforced Polymers Rods. *Materials*, 12(19), 1-16.
- WordPress.com. (2014, diciembre). Maderas. WordPress.com [Online]. Recuperado de: <https://0maurojose0.files.wordpress.com/2014/12/madera-mapa.jpg>
- Zhang, X., Luo, L., Fu, H., Sun, Y. y Hui, X. (2019). Experimental Investigation into the Flexural Behavior of Hollow, Full, and Intermittently Stiffened (bamboo-like) Glulam Beams from Larch Wood. *BioResources*, 14(1), 2171-2185. [https://jtatm.textiles.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes\\_14\\_1\\_2171\\_Zhang\\_Experimental\\_Investigation\\_Flexural\\_Behavior](https://jtatm.textiles.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_14_1_2171_Zhang_Experimental_Investigation_Flexural_Behavior)

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### *Anexo A. Matriz de consistencia*

**Tesis:** Caracterización física, mecánica y elástica de la madera “*Clethra obovata*”, utilizada como viga maciza en construcciones de viviendas, Choropampa, Chota.

**Tesista:** Lenin Sánchez Bravo

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Metodología
¿Cuáles son las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera <i>Clethra obovata</i> , llamada “Conchana” que se utiliza como viga maciza en la construcción de viviendas dentro del distrito de Choropampa, considerando que esta, no está reportada dentro del RNE como una madera de usos estructurales?	<p><b>Objetivo general</b> Determinar las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera “<i>Clethra obovata</i>”, denominada “Conchana”, usada como viga maciza en la construcción de viviendas dentro del distrito de Choropampa, Chota, utilizando los alcances de la Norma E010 (MVCS, 2006).</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Determinar las características físicas de la madera “<i>Clethra obovata</i>” (Conchana), usada como vigas macizas, Choropampa.</li> <li><input type="checkbox"/> Determinar los módulos de elasticidad a flexión estática de la madera “<i>Clethra obovata</i>” (Conchana) en vigas macizas, Choropampa.</li> <li><input type="checkbox"/> Determinar las características mecánicas (esfuerzo a flexión estática) de la madera “<i>Clethra obovata</i>” (Conchana) en vigas macizas, Choropampa.</li> </ul>	Las características físicas, mecánicas y elásticas de la madera <i>Clethra obovata</i> , llamada “Conchana” cumple con el RNE norma E.010 (MVCS, 2006) como una madera del grupo B para uso estructural.	VI: Viga maciza	Selección de muestras	Superficie Número de árboles	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> Causal simple</p> <p><b>Población:</b> seis (6) árboles de la madera “<i>Clethra obovata</i>” del bosque de Comugan en Choropampa</p> <p><b>Muestra:</b> 54 vigas macizas de madera “<i>Clethra obovata</i>” con variación de peralte de 2, 2.5 y 3 pulg en estado seco y húmedo.</p>
			Sección transversal de las vigas	Peralte Ancho Área Momento de inercia		
			VD: Caracterización física, mecánica y elástica de la madera “ <i>Clethra obovata</i> ”	Propiedades físicas	Humedad gravimétrica Densidad básica Humedad en vigas	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a flexión		
			Propiedades elásticas	Módulo de elasticidad Deflexión		
			Esfuerzos admisibles	Flexión		
			Modelamiento estructural	Flexión Corte Deflexión		

## *Anexo B. Glosario de términos básicos*

**Contenido de humedad.** Contenido para el cual la madera no gana ni pierde humedad cuando está rodeada de aire. Por esta razón es recomendable llevar a cabo el secado de la madera según las condiciones específicas del lugar donde va a ser emplazada (Sánchez y Ramírez, 2005, p. 22).

**Densidad básica.** Es una de las propiedades físicas más estudiadas e indicadora de la calidad y el rendimiento de la madera, dependiendo su variación dentro y entre individuos de factores como la edad, el sitio y el tratamiento silvicultural (Arango et al., 2001).

**Esfuerzo admisible.** Son los esfuerzos de diseño del material para cargas de servicio, definidos para los grupos estructurales (MVCS, 2006).

**Especie forestal.** Todo vegetal perenne y de estructura leñosa que proporciona madera, y que puebla la tierra para satisfacer las necesidades esenciales de hombres y animales (Ministerio de Agricultura, 2005, p. 52).

**Flexión estática.** Resistencia alcanzada al aplicar dos cargas centradas sobre la pieza con una distancia entre los soportes de apoyo de 18 veces la altura de la cara (h) (Hermoso, 2001, p. 22).

**Madera.** Es uno de los principales recursos renovables en el mundo cuya utilización se realiza a gran escala. Históricamente es uno de los materiales más utilizados por el hombre en diversas actividades: una de ellas la construcción; básicamente porque sólo con aquella se puede construir una vivienda íntegramente, es decir, sin la intervención o combinación de otro material (Romero, 2016, p. 10).

**Madera aserrada.** Es el más simple de los productos de madera elaborada, el más fácil de producir y el que se utiliza desde hace más tiempo. Continúa siendo la forma más común de elaboración de la madera: unos dos tercios de toda la madera en rollo elaborada industrialmente en el mundo es aserrada (FAO, 2012).

**Anexo C. Especies agrupadas en la norma E.010 (MVCS, 2014)**

En la norma E.010 (MVCS, 2014) se detallan las especies madereras que, forman parte de la clasificación estructural en el grupo A, B o C.

**Tabla 40**

*Lista de especies agrupadas*

N°	Nombre		Grupo
	Común	Científico	
1	Azúcar Huayo	Hymenaea oblongifolia	A
2	Estoraque	Miroxylon peruiferum	
3	Huacapu	Minquartia guianensis	
4	Pumaquiro	Aspidosperma macrocarpon	
5	Quinilla Colorada	Manilkara bidentata	
6	Shihuhuaco marron	Dipteryx odorata	
7	Aguano Masha	Machaerium inundatum	B
8	Ana Caspi	Apuleia leiocarpa	
9	Cachimbo Colorado	Cariniana domestica	
10	Capirona	Calycophyllum spruceanum	
11	Huayruro	Ormosia coccinea	
12	Manchinga	Brosimum uleanum	
13	Bolaina Blanca	Guazuma crinita	C
14	Catahua Amarilla	Hura crepitans	
15	Copaiba	Copaifera officinalis	
16	Diablo Fuerte	Podocarpus rospigliosii	
17	Lagarto Caspi	Calophyllum brasiliense	
18	Mashonaste	Clarisia racemosa	
19	Moena Amarilla	Aniba amazónica	
20	Moena Rosada	Ocotea bofo	
21	Panguana	Brosimum utile	
22	Paujilruro Blanco	Pterygota amazonica	
23	Tornillo	Credelinga cateniformis	
24	Utucuro	Septotheca tessmannii	
25	Yacuchapana	Terminalia oblonga	

Nota: Norma E.010 (MVCS, 2014)

#### **Anexo D. Registro de datos vigas macizas de madera “Clethra obovata”**

En el distrito de Choropampa, Chota, es donde se ha centrado la atención de realizar la presente investigación, pues, se tiene conocimiento que en sus construcciones o viviendas del ámbito urbano como rural, los pobladores utilizan mucho el árbol *Clethra obovata*, comúnmente llamada “Conchana”, oriundo del ámbito geográfico de la provincia de Chota. Una primera observación de campo, tomando como muestra 15 familias, en cuyas viviendas se utiliza la madera “Conchana” como material estructural, especialmente como viga maciza, los anchos, peralte y largo, en promedio son: 10.90 cm, 11.47 cm y 4.16 m., respectivamente, tal como, se puede observar en las fichas subsecuentes que, se muestran en este acápite.

**Tabla 41**

*Registro de vigas macizas de madera “Clethra obovata” (Conchana)*

Muestra	Dimensiones de las vigas			Propietario	DNI
	ANCHO (cm)	PERALTE (cm)	LUZ LIBRE (cm)		
M1	12.00	13.50	350.00	Pepe Bravo Gálvez	40426893
M2	12.00	12.00	400.00	Elver Bravo Gálvez	46503292
M3	13.00	12.00	420.00	Alcivar Sánchez Vásquez	27426880
M4	11.00	11.00	450.00	Rosalina Sánchez Herrera	27426842
M5	9.50	13.00	380.00	Luis Vallejos Sánchez	27426929
M6	12.50	12.50	450.00	Christian Vallejos Bravo	71841867
M7	8.50	10.50	400.00	Olinda Sánchez Vásquez	80100336
M8	9.50	11.00	450.00	Marcial Peralta Colvaqui	27425476
M9	8.50	13.00	410.00	Violeta Caruajulca Sánchez	80100208
M10	10.00	10.00	400.00	Deysi Verastegui Peralta	43225801
M11	12.50	12.50	400.00	Segundo Manuel Bravo Gálvez	27425230
M12	12.50	10.00	500.00	Yesy Sánchez Rodríguez	77496174
M13	11.00	9.50	310.00	Neli Sánchez Vásquez	44229057
M14	10.00	10.00	520.00	Eugenio Sánchez Vásquez	27426653
M15	11.00	11.50	400.00	Maritza Vásquez Sánchez	41472763

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 01..... FECHA: 22.12.2020  
PROPIETARIO: PEPE BRAVO GALVEZ DNI: 40426693  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 3.50 m ANCHO: 12.00 cm PERALTE: 13.50 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

FIRMA



**REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)**

**1 DATOS GENERALES**

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

N° DE VIVIENDA: 02

FECHA: 22-02-2021

PROPIETARIO: ELVER BRAVO GALVEZ

DNI: 46503292

DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota

DISTRITO: Choropampa

LOCALIDAD: Choropampa

**2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA**

LARGO: 4.00 m

ANCHO: 12.00 cm

PERALTE: 12.00 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

N° DE VIVIENDA: 03

FECHA: 23-02-2021

PROPIETARIO: ALVARO SÁNCHEZ 4750087

DNI: 87426882

DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota

DISTRITO: Choropampa

LOCALIDAD: Choropampa

### 2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA

LARGO: 4.20 m

ANCHO: 13.00 cm

PERALTE: 12.00 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

  
FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 04..... FECHA: 23-02-2021  
PROPIETARIO: ROSALBA SÁNCHEZ HERRERA..... DNI: 22.122.83.122  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 4.50 m ANCHO: 11.00cm PERALTE: 11.00cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

*Rosalba Sánchez Herrera*

FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 05  
PROPIETARIO: 2015 VALLEJO SANCHEZ  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 3.80m ANCHO: 9.50cm PERALTE: 13.00cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas



FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

N° DE VIVIENDA: 06

FECHA: 23.02.2021

PROPIETARIO: CHRISTIAN VALLES BRAVO

DNI: 71841867

DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota

DISTRITO: Choropampa

LOCALIDAD: Choropampa

### 2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA

LARGO: 4.50 m

ANCHO: 12.50 m

PERALTE: 12.50 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

FIRMA

REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 07  
PROPIETARIO: OLINDA SÁNCHEZ VÁSQUEZ  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 4.11 m ANCHO: 8.50 cm PERALTE: 10.5 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

*Olinda*

FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 08  
PROPIETARIO: MARCIAL PERALTA COLAQUE  
FECHA: 23-02-2021  
DNI: 27725476  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 4.50 m ANCHO: 9.50 cm PERALTE: 11.00 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

  
FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

N° DE VIVIENDA: 29

FECHA: 23-02-2021

PROPIETARIO: VIOLETA CACUAYOLCA SÁNCHEZ

DNI: 80100208

DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota

DISTRITO: Choropampa

LOCALIDAD: Choropampa

### 2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA

LARGO: 4.10 m

ANCHO: 8.50m

PERALTE: 1300 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

  
FIRMA



REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 10  
PROPIETARIO: REXCI VERASTEGUI PERALTA  
DEPARTAMENTO: Cajamarca      PROVINCIA: Chota      DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 4.00 m      ANCHO: 10.00 cm      PERALTE: 10.00 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas



FIRMA

REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

N° DE VIVIENDA: 11

FECHA: 25.02.2021

PROPIETARIO: SEBASTIÁN MANUEL BRAVO GALVEZ

DNI: 29925230

DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota

DISTRITO: Choropampa

LOCALIDAD: Choropampa

2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA

LARGO: 4.60 m

ANCHO: 12.50 cm

PERALTE: 12.50 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

FIRMA

REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

N° DE VIVIENDA: 12

FECHA: 23-02-2021

PROPIETARIO: YESY SÁNCHEZ RODRÍGUEZ

DNI: 77796174

DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota

DISTRITO: Choropampa

LOCALIDAD: Choropampa

2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA

LARGO: 5.00 M

ANCHO: 12.50 cm

PERALTE: 10.00 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

  
FIRMA

## REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

### 1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 13  
PROPIETARIO: NELI SÁNCHEZ VÁSQUEZ  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 3.10 m ANCHO: 11.00 cm PERALTE: 9.50 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

  
FIRMA

REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 14..... FECHA: 23-02-2021  
PROPIETARIO: EUGENIO SÁNCHEZ VÁSQUEZ DNI: 27426653  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 5.20 M ANCHO: 10.00cm PERALTE: 10.00cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

  
FIRMA

REGISTRO DE DATOS VIGAS MACIZAS DE MADERA CLETHRA OBOVATA (Conchana)

1 DATOS GENERALES

TESISTA: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
N° DE VIVIENDA: 15  
PROPIETARIO: MARITZA VÁSQUEZ SÁNCHEZ  
DEPARTAMENTO: Cajamarca PROVINCIA: Chota DISTRITO: Choropampa  
LOCALIDAD: Choropampa  
2 DIMENSIONES DE LA VIGA MACIZA  
LARGO: 4.00 m ANCHO: 11.00 cm PERALTE: 11.50 cm



Fotografía 01. Vivienda construida con vigas macizas de madera Clethra obovata



Fotografía 02. Registro de medidas de la viga macizas

*Lenin Sánchez*

FIRMA

*Anexo E. Panel fotográfico*

Fotografía 1. Choropampa, Chota



Fotografía 2. Bosque de Comugan, Choropampa, Chota



Fotografía 3. Tesista realizando el muestreo aleatorio en campo para la extracción de árboles



Fotografía 4. Tesista girando la ruleta para determinar el sentido en el que, se dirigirá para encontrar los árboles de muestreo



Fotografía 5. Ruleta indicando la dirección en la que, se muestreará el primer árbol



Nota: Este proceso se repite hasta completar todos los árboles de muestreo.

Fotografía 6. Tala de árboles “*Clethra Obovata*”





Fotografía 7. Medida de los anillos del árbol “*Clethra Obovata*”



Fotografía 8. Cortado de trozas y viguetas de los árboles



Fotografía 9. Medida del largo de la viguetas de madera



Fotografía 10. Aserrado de las trozas para formar las vigas de ensayo



Fotografía 11. Muestras para ensayo de densidad básica



Fotografía 12. Ensayo de densidad básica



Fotografía 13. Tamizado del aserrín para el ensayo de contenido de humedad



Fotografía 14. Ensayo de contenido de humedad gravimétrica



Fotografía 15. Secado de Vigas de Madera



Fotografía 16. Vista de la Universidad Nacional de Trujillo



Fotografía 17. Vista del ingreso al laboratorio de mecánica de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo



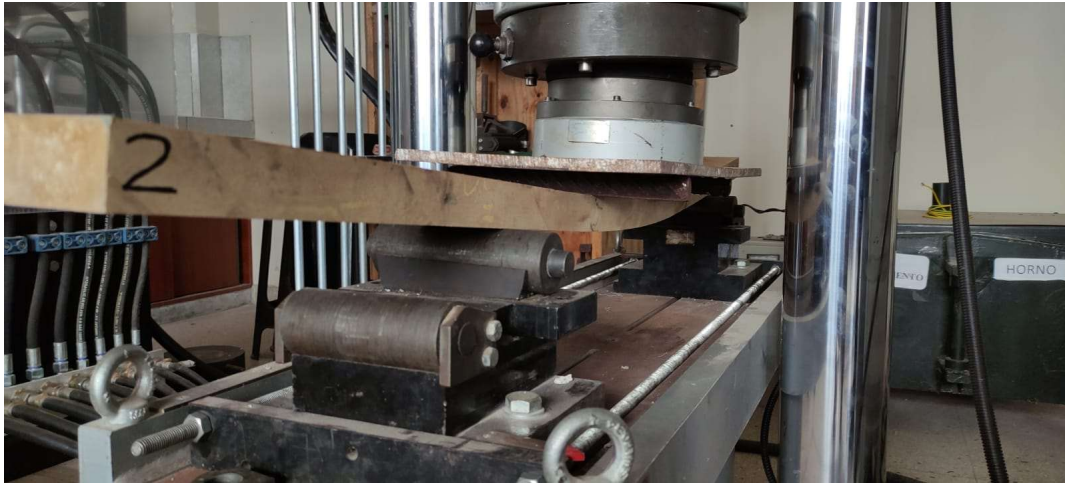
Fotografía 18. Tesista en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo



Fotografía 19. Ensayo de flexión de la viga de madera del árbol N° 1



Fotografía 20. Ensayo de flexión de la viga de madera del árbol N° 2



Fotografía 21. Ensayo de flexión de la viga de madera del árbol N° 3



Fotografía 22. Ensayo de flexión de la viga de madera del árbol N° 4



Fotografía 23. Ensayo de flexión de la viga de madera del árbol N° 5



Fotografía 24. Ensayo de flexión de viga de madera del árbol N° 6



*Anexo F. Datos de prueba de hipótesis*

**Tabla 42**

*Datos para la Prueba de Hipótesis*

<b>Código</b>	<b>Peralte</b>	<b>Árbol</b>	<b>Troza</b>	<b>Muestra</b>	<b>Estado</b>	<b>MOE (Mpa)</b>	<b>Esfuerzo admisible (Mpa)</b>
2T1a1S	2	1	a	1	1	9803.44	16.47
2T1b2S	2	1	b	2	1	9880.99	16.49
2T1c3S	2	1	c	3	1	9339.62	16.02
2T2a4S	2	2	a	4	1	10007.35	16.76
2T2b5S	2	2	b	5	1	9859.45	16.20
2T2c6S	2	2	c	6	1	9889.60	16.26
2T1a7S	2	1	a	7	1	9800.57	15.90
2T1b8S	2	1	b	8	1	9846.52	16.45
2T1c9S	2	1	c	9	1	9873.81	15.98
2T2a10H	2	2	a	10	2	7162.67	14.80
2T2b11H	2	2	b	11	2	7383.81	14.83
2T2c12H	2	2	c	12	2	7416.84	14.80
2T1a13H	2	1	a	13	2	7365.15	15.54
2T1b14H	2	1	b	14	2	7362.27	14.97
2T1c15H	2	1	c	15	2	7392.43	15.03
2T2a16H	2	2	a	16	2	7447.00	14.74
2T2b17H	2	2	b	17	2	7581.98	15.23
2T2c18H	2	2	c	18	2	7376.63	14.76
2.5T3a1S	2.5	3	a	1	1	11562.13	18.46
2.5T3b2S	2.5	3	b	2	1	11169.65	17.56
2.5T3c3S	2.5	3	c	3	1	11347.13	18.06
2.5T4a4S	2.5	4	a	4	1	11153.91	18.65
2.5T4b5S	2.5	4	b	5	1	11294.17	18.20
2.5T4c6S	2.5	4	c	6	1	11324.23	18.24
2.5T3a7S	2.5	3	a	7	1	11375.76	17.43
2.5T3b8S	2.5	3	b	8	1	11424.42	18.40
2.5T3c9S	2.5	3	c	9	1	11448.75	19.07
2.5T4a10H	2.5	4	a	10	2	9746.97	16.91
2.5T4b11H	2.5	4	b	11	2	9965.95	16.58
2.5T4c12H	2.5	4	c	12	2	9857.18	17.08
2.5T3a13H	2.5	3	a	13	2	9951.64	16.97
2.5T3b14H	2.5	3	b	14	2	9947.35	17.22
2.5T3c15H	2.5	3	c	15	2	9977.40	17.26



<b>Código</b>	<b>Peralte</b>	<b>Árbol</b>	<b>Troza</b>	<b>Muestra</b>	<b>Estado</b>	<b>MOE (Mpa)</b>	<b>Esfuerzo admisible (Mpa)</b>
2.5T4a16H	2.5	4	a	16	2	9887.23	16.45
2.5T4b17H	2.5	4	b	17	2	9934.46	17.24
2.5T4c18H	2.5	4	c	18	2	9960.23	16.35
3T5a1S	3	5	a	1	1	14709.72	20.48
3T5b2S	3	5	b	2	1	14498.92	20.36
3T5c3S	3	5	c	3	1	14819.45	20.33
3T6a4S	3	6	a	4	1	15199.18	20.24
3T6b5S	3	6	b	5	1	14908.97	20.60
3T6c6S	3	6	c	6	1	14939.29	20.34
3T5a7S	3	5	a	7	1	15863.34	20.40
3T5b8S	3	5	b	8	1	15038.91	20.47
3T5c9S	3	5	c	9	1	15792.59	20.46
3T6a10H	3	6	a	10	2	14078.77	18.49
3T6b11H	3	6	b	11	2	13869.41	18.81
3T6c12H	3	6	c	12	2	14188.50	18.64
3T5a13H	3	5	a	13	2	14569.67	19.13
3T5b14H	3	5	b	14	2	14279.46	18.75
3T5c15H	3	5	c	15	2	14308.33	18.79
3T6a16H	3	6	a	16	2	13788.56	18.85
3T6b17H	3	6	b	17	2	14409.40	18.92
3T6c18H	3	6	c	18	2	13719.25	18.76

Estado: 1 Seco, 2 Húmedo

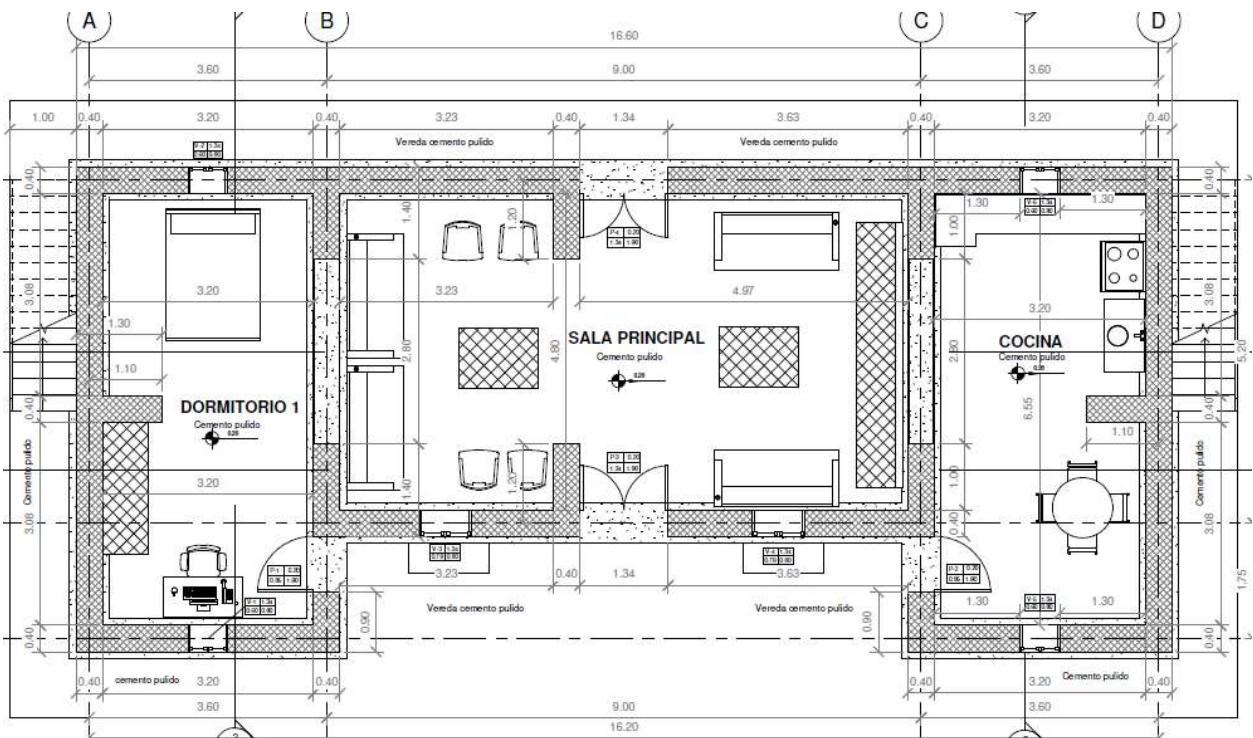
## Anexo G. Diseño de una vivienda de adobe con techo de madera

### G.1. Descripción del proceso de diseño

Se ha diseñado una edificación de adobe con techo de madera “*Clethra obovata*”, denominada “*Conchana*” de Comugan, Choropampa, para ello, se han diseñado, tijerales, correas, armaduras, y lo más resaltante en el estudio las “vigas macizas” con las propiedades físicas, mecánicas y elásticas de la clasificación B según la norma E.010 (MVCS, 2006). El modelo corresponde a una edificación unifamiliar de dos niveles, de 5.20 x 16 m con acceso al segundo piso con dos escaleras independientes, como se detalla en los planos arquitectónicos [ver anexo].

### Figura 67

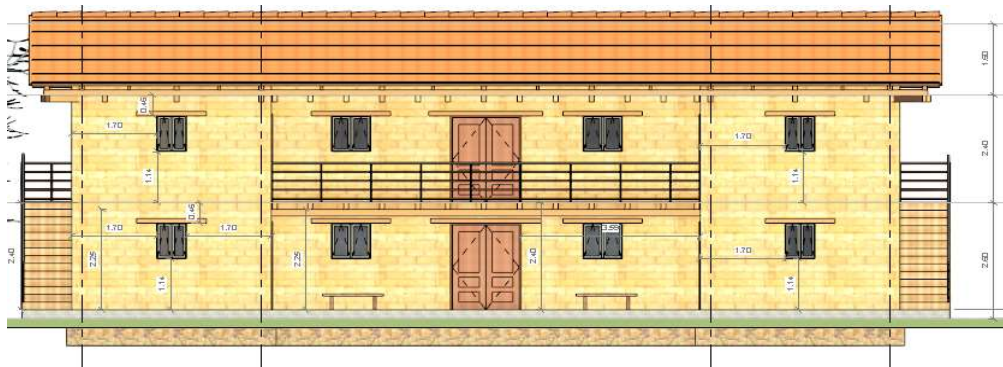
Vista en Planta de la Vivienda de Adobe – Techo de Madera “*Clethra Obovata*”



Nota: ver planos en anexos.

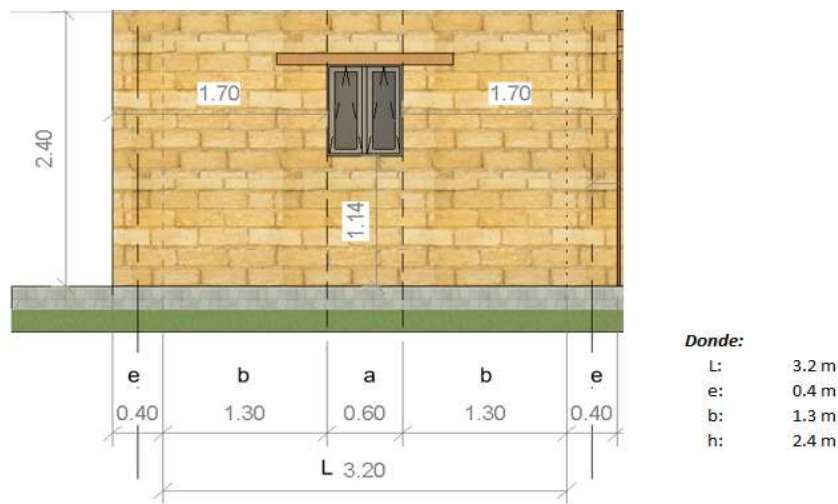
**Figura 68**

*Vista en Perfil de la Vivienda de Adobe – Techo de Madera “Clethra obovata”*



Definida la arquitectura de la edificación se ha procedido a verificar el análisis estructural, de tal forma que, se realicen las modificaciones competentes al modelo arquitectónico para que, cumpla los lineamientos estructurales. La verificación de la edificación de adobe (muros) se ha planteado en base a la norma E.080 (MVCS, 2017) verificando los límites geométricos de muros y vanos (ver Anexo G.2), para luego modelar la edificación en el programa ETABS 2019.

**Figura 69** Verificación Geométricas de Muros y Vanos según la Norma E.080



Fuente: Verificación del modelo según Norma E0.80

Ancho de vanos:		Borde Libre:	
II-	$\alpha \leq \frac{L}{3}$	III-	$3e \leq b \leq 5e$
	a: 1.07		1.2 1.3 m 2 ok
	ok	IV-	$L + 1.25 H \leq 17.5e$
			6.2 ≤ 7 ok

Luego, en el programa ETABS se ha modelado la edificación de adobe, donde las propiedades del adobe se consideraron según los requisitos mínimos de la norma E.080 (MVCS, 2017) dándole peso específico de 1.6 ton/m<sup>3</sup>, MOE 65000 ton/m<sup>2</sup>, y módulo de poisson 0.25. Mientras que, para el techo de madera se predimensionaron elementos estructurales como correas, armadura, y vigas considerando la luz libre más extensa (4.80 m) en la vivienda, y tomando como características físicas, mecánicas y elásticas a las propiedades del grupo B de la norma E.010 (MVCS, 2006).

**Figura 70**

*Secciones de Madera para Techo*



**Tabla 43**

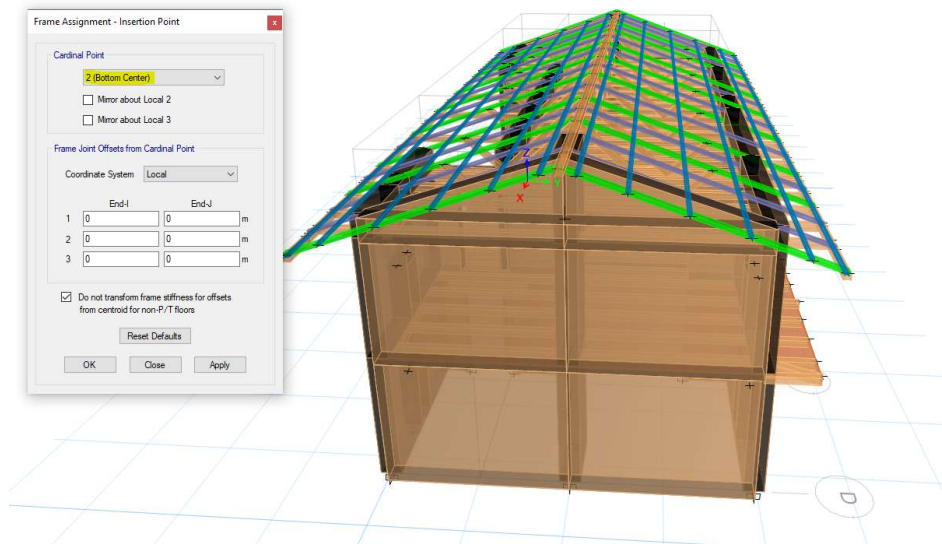
*Predimensionamiento de Elementos de Madera*

Elemento de madera	Dimensión Real b x h (cm)	Equivalente Comercial b x h (pulgadas)
Cumbrera	15 x 15	6" x 6"
Varas	5 x 10	2" x 4"
Armadura	10 x 10	4" x 4"
Correas	5x7.5	2" x 3"
Dinteles	15 x 15	6" x 6"
Milla	10 x 10	4" x 4"
Vigas	10 x 15	4" x 6"

Se asignan las vigas de madera, el entablado, las cerchas, y las armaduras longitudinales planteando una conexión articulada. Y se realiza el chequeo de la edificación, para iniciar con la asignación de cargas.

**Figura 71**

*Colocación de Varas y Correas de Madera en el Modelo de la Edificación*



Se ha realizado inicialmente el metrado de cargas (carga viva y carga muerta) que, soportará el techo de madera, y luego se han asignado las mismas.

**Tabla 44***Cargas en Primer Piso*

Piso	Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
<b>Carga muerta</b>					
PISO 1	- Acabados			100	125
	- Cielo raso			25	
<b>Carga viva</b>					
	- Cuartos				200

**Tabla 45***Cargas de Techo*

Cobertura de Teja Andinas	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)	Peso aprox (kg)
	1.14	0.72	5	8.4

Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
<b>Carga muerta</b>				
TECHOS - Cobertura de Teja Andinas	0.82	8.40	10.23	10.23
<b>Carga viva de techo</b>				
- Techos de coberturas livianas				30

**Tabla 46***Carga por Área Tributaria en 0.30 m*

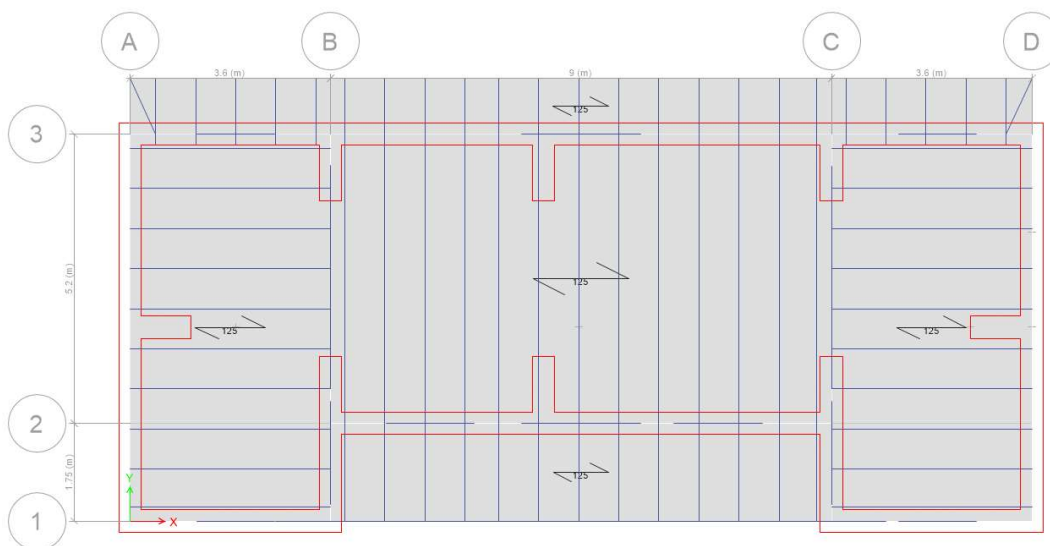
<b>La carga se ha aplicado como carga distribuida</b>		
	<b>carga Muerta</b>	<b>kg/m2</b>
Ancho tributario.	0.3	m
Carga uniforme distribuida.	3.1	kg/m
	<b>carga Viva</b>	<b>kg/m2</b>
Ancho tributario.	0.3	m
Carga uniforme distribuida.	9.0	kg/m

**Tabla 47***Carga por Área Tributaria en 1.00 m*

La carga se ha aplicado como carga distribuida		
carga Muerta	10.23	kg/m <sup>2</sup>
Ancho tributario.	0.80	m
Carga uniforme distribuida.	8.19	kg/m
carga Viva	30.0	kg/m <sup>2</sup>
Ancho tributario.	0.80	m
Carga uniforme distribuida.	24.0	kg/m

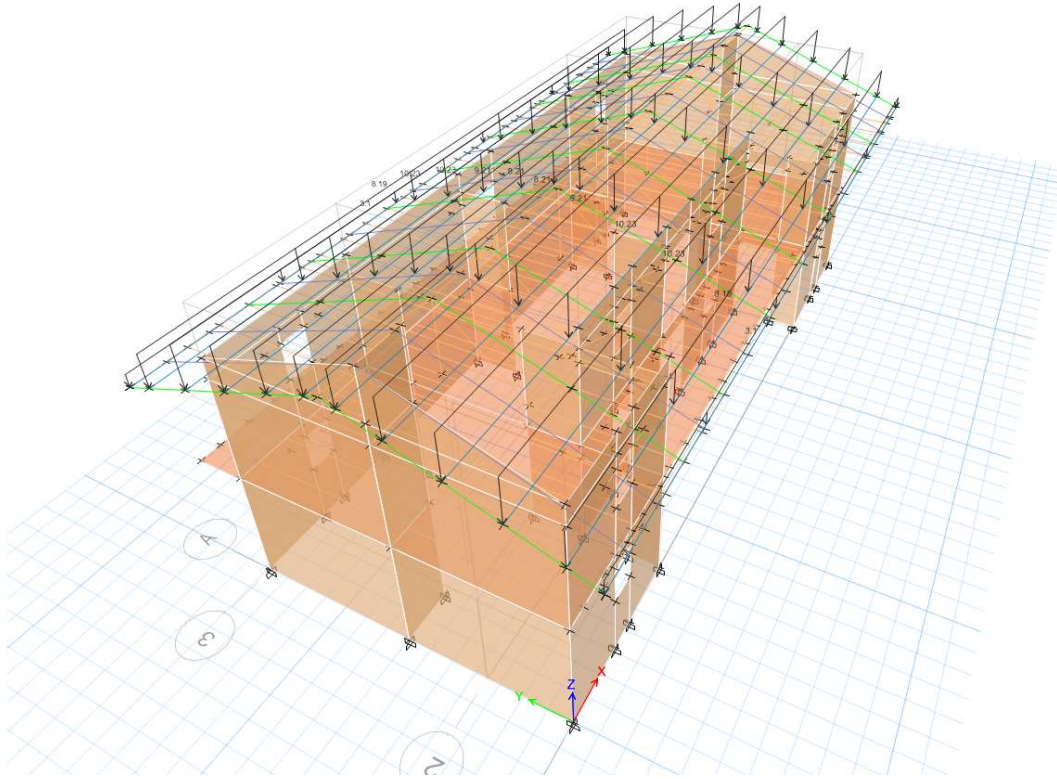
**Tabla 48***Carga por Área Tributaria en 0.80 m*

La carga se ha aplicado como carga distribuida		
carga Muerta	10.23	kg/m <sup>2</sup>
Ancho tributario.	1.00	m
Carga uniforme distribuida.	10.23	kg/m
carga Viva	30.0	kg/m <sup>2</sup>
Ancho tributario.	1.00	m
Carga uniforme distribuida.	30.0	kg/m

**Figura 72***Asignación de Cargas en las Vigas de Madera de la Edificación*

**Figura 73**

*Asignación de Cargas en la Armadura de Madera de la Edificación*



Se ha verificado la pseudoaceleración del espectro de daño sísmico según la norma E.030 (MVCS, 2018). Con la norma E.020 se han planteado las combinaciones de carga para el diseño de esfuerzos admisibles utilizando la carga muerta (D), la carga muerta (D) más la carga viva (L), la carga muerta (D) más el 0.70 de la carga sísmica, y la carga muerta (D) más la carga viva (L) más 0.70 de la carga sísmica. El entablado no se discretiza porque es de tipo membrana. Luego se asigna el diafragma flexible como indica la norma E.030 (MVCS, 2018), y se comprueba el análisis modal, verificando que, los dos primeros modos son de traslación y el tercero es rotación.



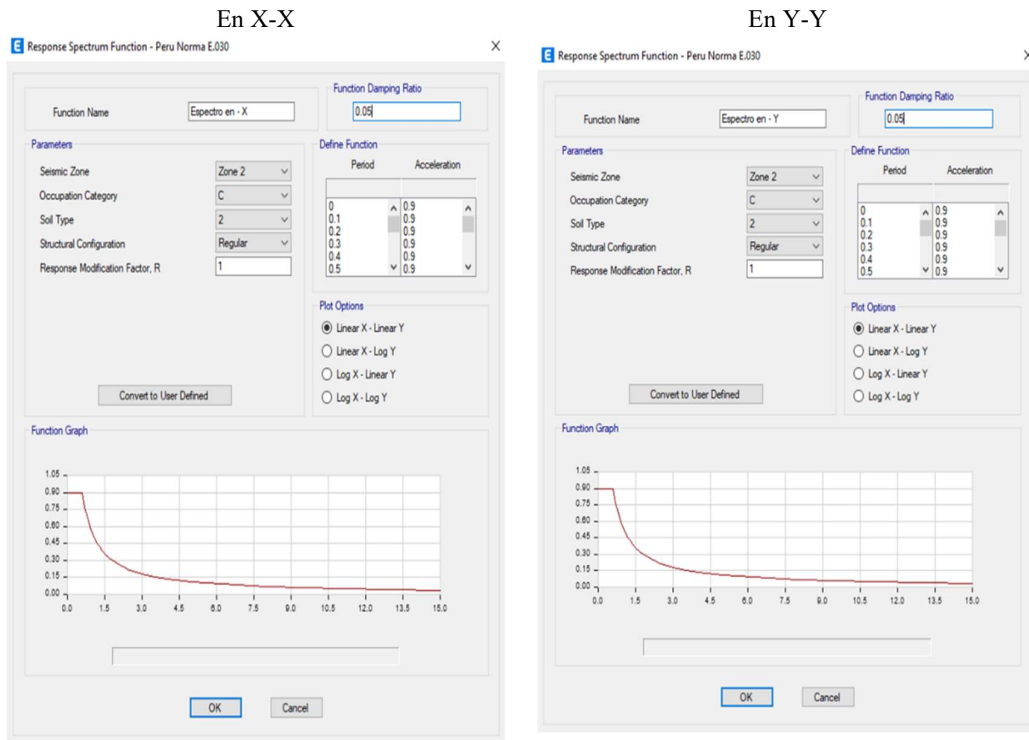
**Tabla 49**

*Criterios para el Modelamiento*

Ítem	Descripción	Símbolo	Valor	Observación
1	Factor de zona	Z	0.25	Zona 2 - Choropampa
2	Factor de uso y categoría	U	1	C : Vivienda
3	Factor de suelo	S	1.2	Tipo II
4	Coefficiente Sísmico	C	0.15	Zona 2
5	Factor de Irregularidad en altura	Ia	1	Regular
6	Factor de Irregularidad en planta	Ip	1	Regular
7	Coefficiente de reducción sísmica	Rx	1	Adobe
		Ry	1	Adobe

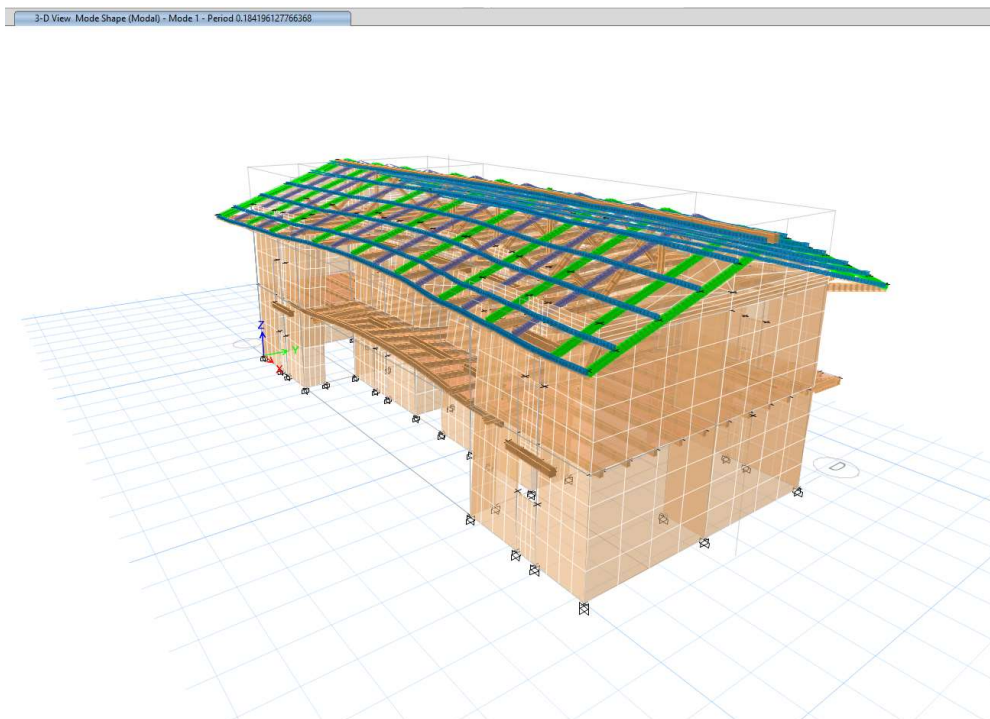
**Figura 74**

*Espectro de Pseudoaceleración*



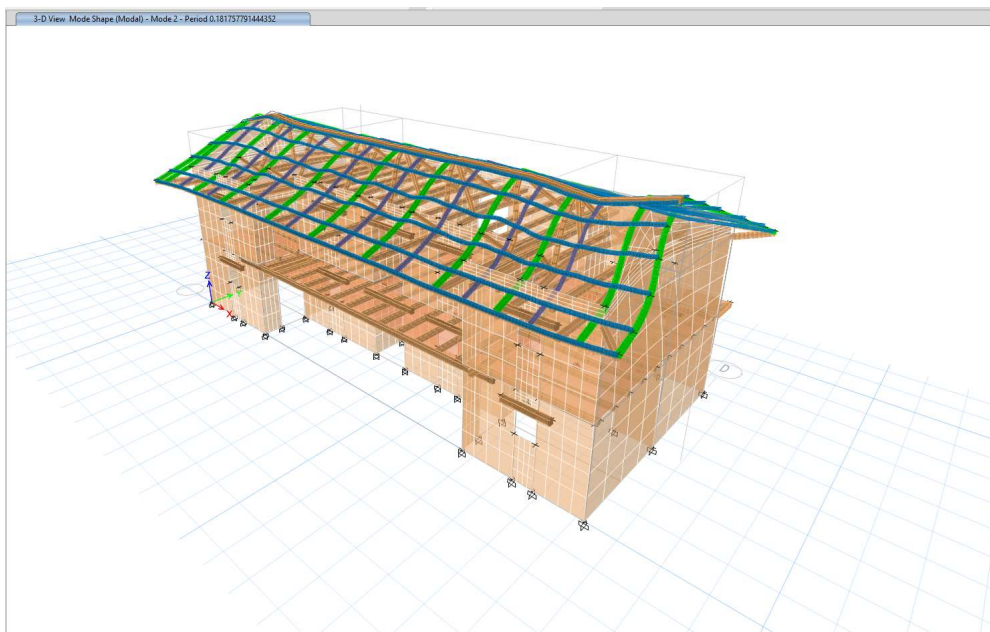
**Figura 75**

*Primer Modo de la Edificación*



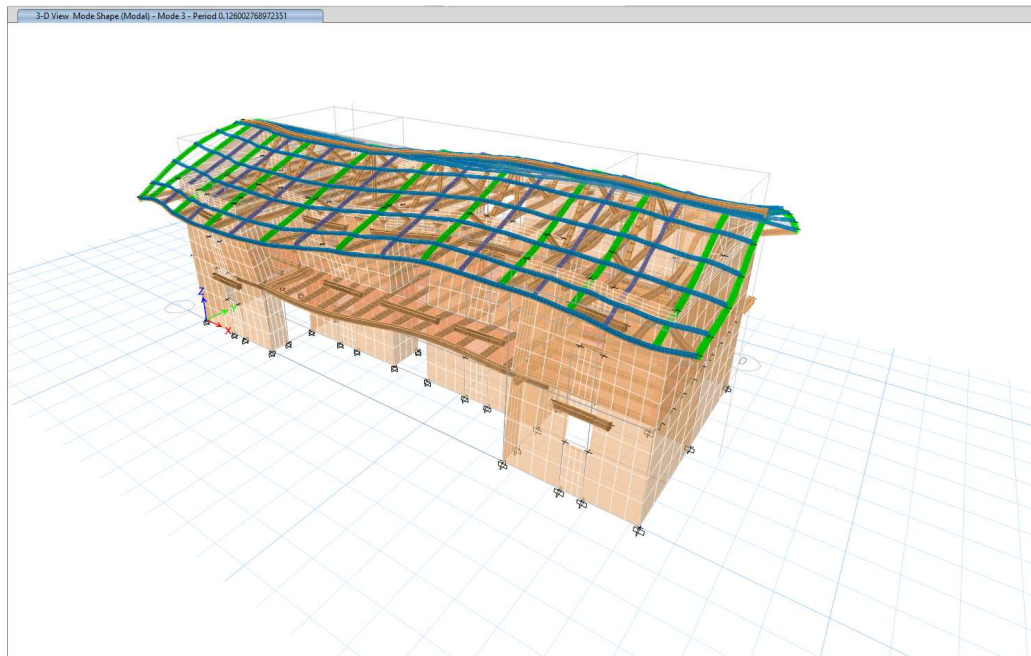
**Figura 76**

*Segundo Modo de la Edificación*



## Figura 77

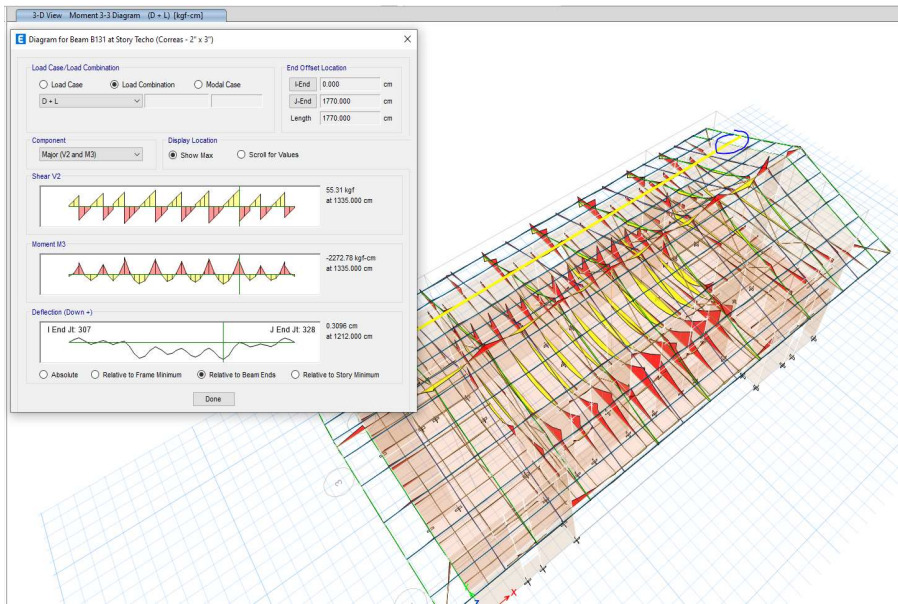
### *Tercer Modo de la Edificación*



Ahora finalmente realizamos la comprobación estructural del techo de madera utilizando como base el modelo planteado anteriormente en el programa ETABS 2019. Para la armadura se ha considerado una pendiente de  $18.3^\circ$ , y se verifica la resistencia de correas de 2" x 3" a flexión, corte y deflexión, determinado su cumplimiento en la hoja de cálculo [ver anexo G.3]. Para la armadura se han calculado las longitudes de momento y las longitudes efectivas, estimando los momentos flectores y realizando el diseño del elemento por flexo – compresión, dando como resultado barras superiores A y B de 4" x 4", barras inferiores en E de 4" x 6", barras interiores C de 4" x 4" y barras interiores D de 4" x 4" [ver anexo J].

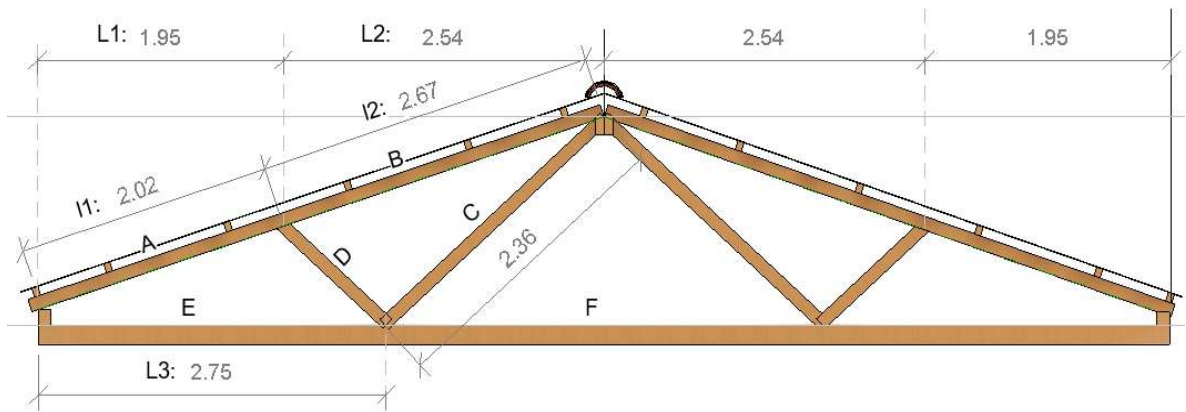
**Figura 78**

*Diagrama de Momentos en Correas*



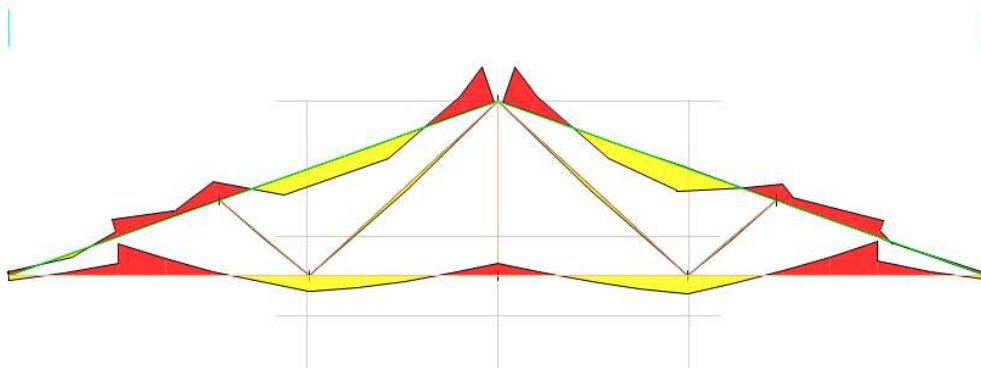
**Figura 79**

*Dimensiones de la Armadura*



**Figura 80**

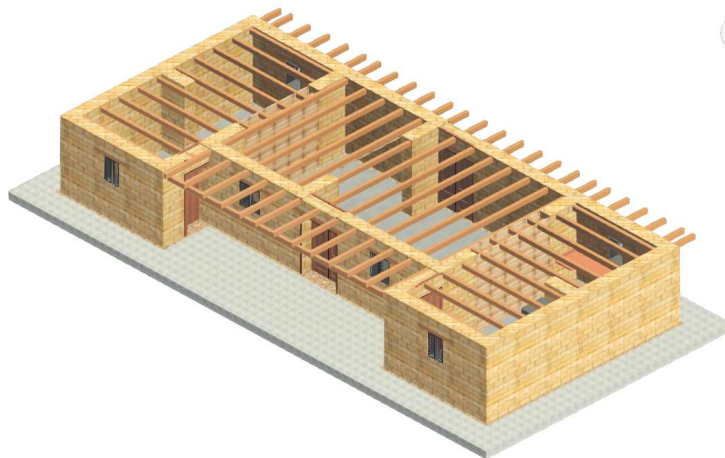
*Momentos Flectores en Armaduras*



Para el diseño de vigas macizas, que, es el principal elemento de interés en la presente investigación, se ha planteado un diseño por flexión y corte, tomando en cuenta las propiedades mecánicas y elásticas dadas en la norma E.010 (MVCS, 2006) para el grupo B, considerando que, todas las vigas analizadas en las pruebas de laboratorio alcanzan esta clasificación. Se ha planteado el diseño de la viga en la luz libre más extensa siendo esta de 4.8 m, en la cual se colocaron vigas de 4" x 6" que, cumplieron con el análisis a flexión, corte y deformación [ver anexo I].

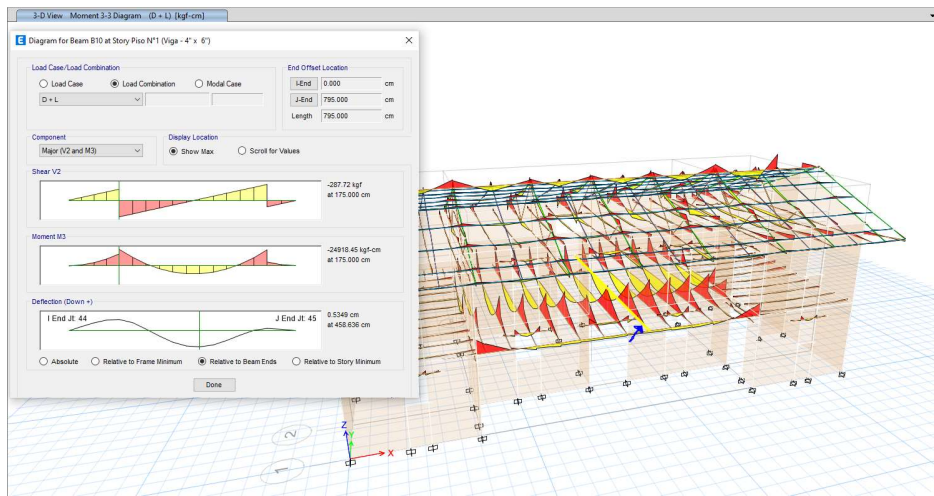
**Figura 81**

*Vista de las Vigas de Madera en la Vivienda*



**Figura 82**

*Momentos en Vigas de Madera*



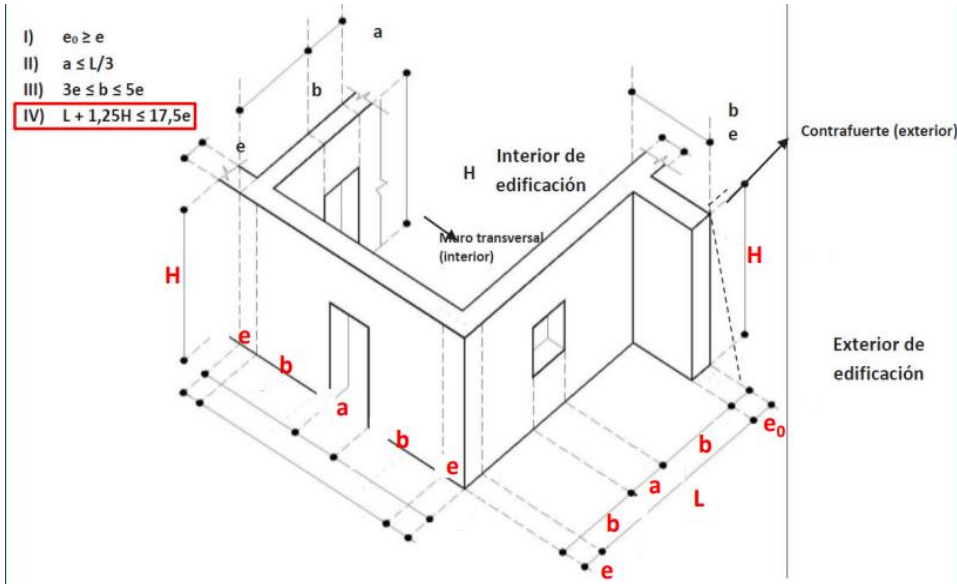
**Figura 83**

*Vista 3D de la Vivienda de Adobe con Techo de Madera*



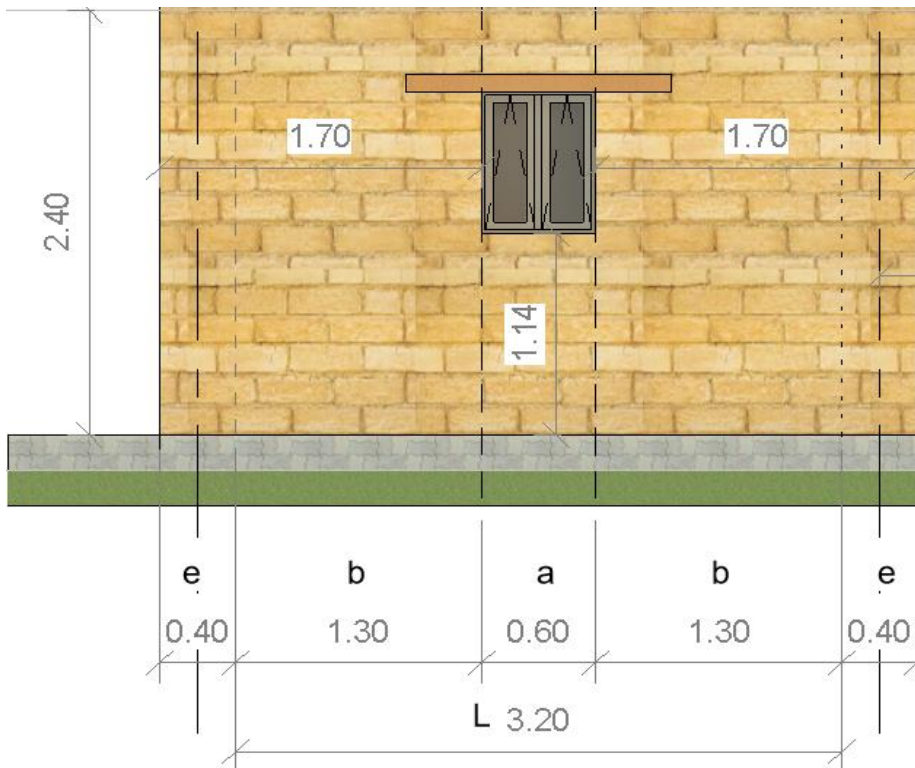
## **G.2. Comprobación geométrica de las dimensiones de los muros de adobe**

## Límites Geométricos de muros y vanos



Fuente: Norma E0.80

## Datos de la Vivienda:



Donde:

L: 3.2 m  
 e: 0.4 m  
 b: 1.3 m  
 h: 2.4 m

Fuente: Verificación del modelo según Norma E0.80

Ancho de vanos:

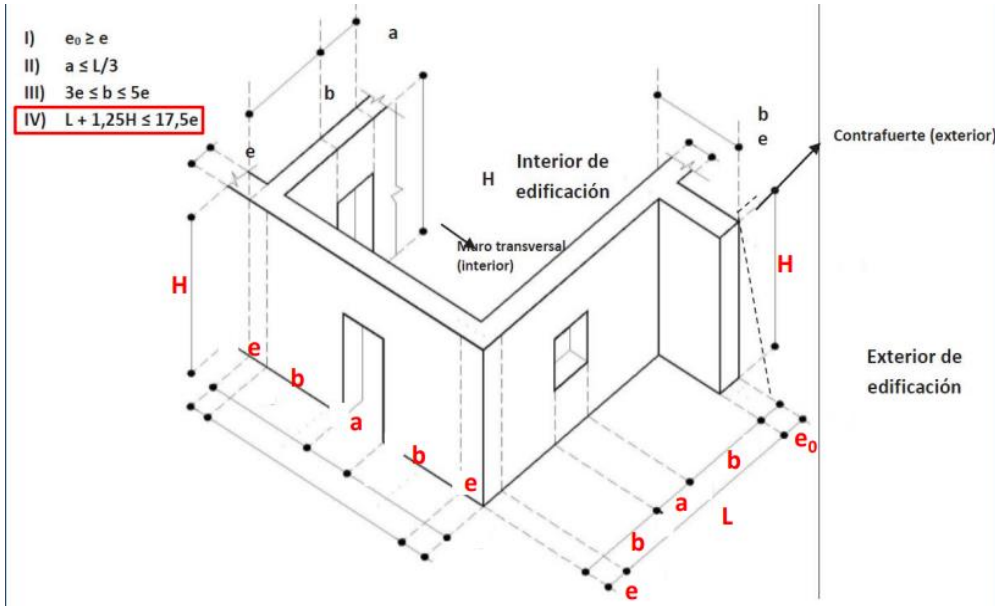
II-  $a \leq \frac{L}{3}$   
 a: 1.07  
 ok

Borde Libre:

III-  $3e \leq b \leq 5e$   
 1.2 1.3 m 2 ok  
 IV-  $L + 1.25 H \leq 17.5e$   
 6.2  $\leq$  7 ok



## Límites Geométricos de muros y vanos



Fuente: Norma E0.80

## Datos de la Vivienda:



Donde:

L:	3.19 m
e:	0.40 m
b:	1.20 m
h:	2.40 m
$e_0$ :	0.40 m

Fuente: Verificación del modelo según Norma E0.80

Ancho de vanos:

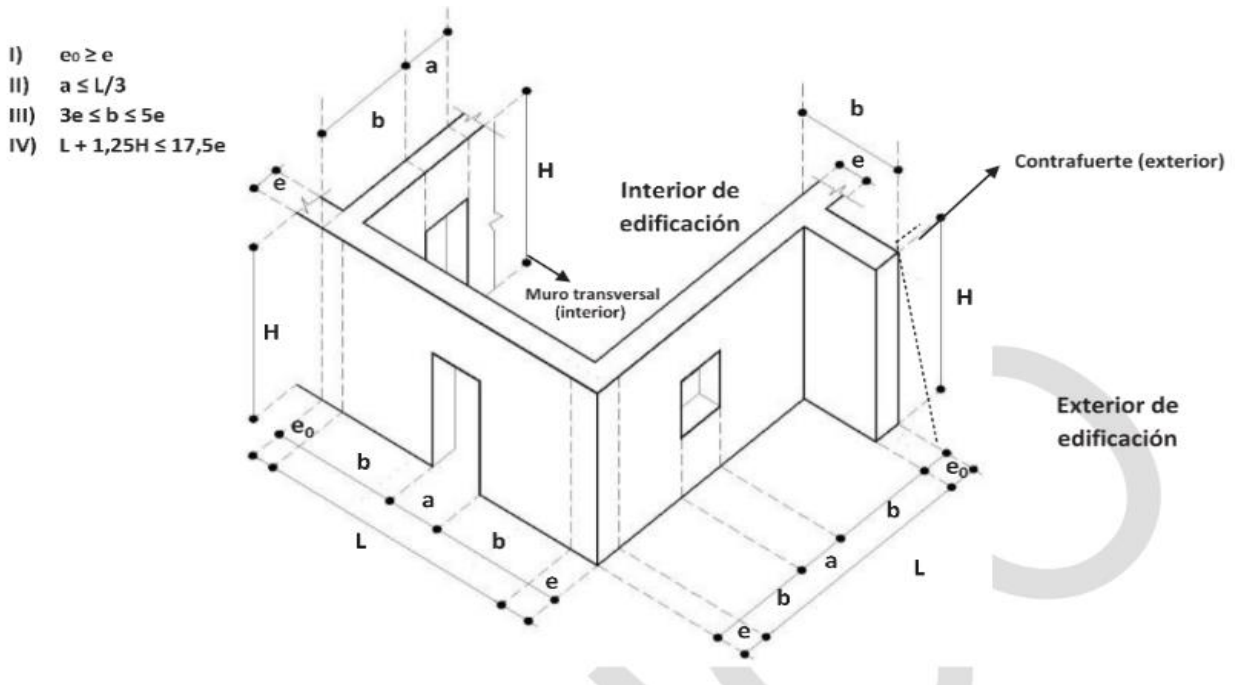
II-  $a \leq \frac{L}{3}$   
 a: 1.06  
 ok

Borde Libre:

III-  $3e \leq b \leq 5e$   
 1.2 1.20 m 2 ok  
 IV-  $L + 1.25 H \leq 17.5e$   
 6.19  $\leq$  7 ok

Verificación	Fórmula	Aplicada al modelo	Modelo	Cumple
Elemento de arriostre	$c \geq 3e$	Mínimo 0,66m	1,84	Sí
Longitud del muro entre arriostres verticales	$L \leq 12e$	Máximo 2,64	2,06	Sí
Ancho de vanos	$a \leq L/3$	Máximo 0,61	0,46	Sí
Borde libre	$3e \leq b \leq 5e$	$0,66 \leq b \leq 1,1$	0,68-0,8	Sí

Tabla 4.3 - Verificación del modelo según Norma E0.80



### **G.3. Diseño estructural del techo de madera**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”,  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA



**MEMORIA DE CÁLCULO**

**Normas Usadas y Reglamantos, Manuales.**

a) E .010. Reglamento de Madera



b) E .020. Reglamento de Cargas



c) Manual de Diseño de Grupo Andina.



d) E .080. Reglamento de Adobe



**Madera a utilizar**

Nombre : **CLETHRA OBOVATA**  
Lugar : **CHOROPAMPA, CHOTA, CAJAMARCA**



**Grupo según los esfuerzos Admisibles**

Grupo : **B**





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”,  
 UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
 CHOTA



**PROPIEDADES FÍSICAS - MECANICAS**

**a) Grupo estructural**

Según la normativa peruana de madera E0.10 en el artículo 5, el agrupamiento estructural esta basado en la densidad básica y la resistencia mecánica.

La madera: **“CLETHRA OBOVATA”** Pertenece al grupo : **B**

**Densidad Básica:**

Grupo	Densidad Básica g/cm <sup>3</sup>
B	0.56 a 0.70

Fuente: Norma E.010

**Densidad Básica:**

Grupo	Densidad Básica g/cm <sup>3</sup>
A	<b>1.01</b>

Fuente: Elaboración propia

Madera : **CLETHRA OBOVATA**

**Módulo de elasticidad:**

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) (kg/cm <sup>2</sup> )	
	E mínimo	E promedio
B	75000	100000

Fuente: Norma E.010

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

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) (kg/cm <sup>2</sup> )	
	E mínimo	E promedio
A	<b>139897.96</b>	<b>144133.28</b>

Fuente: Elaboración propia

Madera : **CLETHRA OBOVATA**

**Esfuerzos Admisibles**

Grupo	Esfuerzos Admisibles (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Flexión (fm)	Tracción paralela (ft)	Compresión paralela (fc//)	Compresión Perpendicular (fc L)	Corte paralelo (fv)
B	150	105	110	28	12

Fuente: Norma E.010

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

**Esfuerzos Admisibles**

Grupo	Esfuerzos Admisibles (kg/cm <sup>2</sup> )
	Flexión (fm)
B	<b>191.65</b>

Fuente: Elaboración propia

Madera : **CLETHRA OBOVATA**

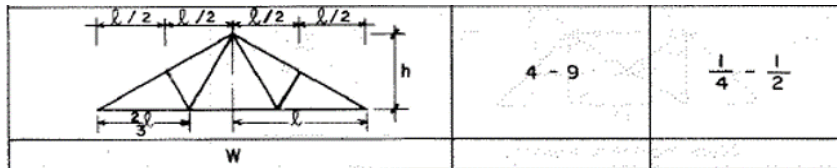
(\*): Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.



### SELECCIÓN DEL TIPO DE ARMADURA Y COBERTURA

**a) Tipo de armadura.**

La estructura tiene una luz entre sus apoyos de 2.75 m, la armadura adecuada para dicha luz es W, asimismo sus elementos diagonales trabajan en tracción, compresión y las montantes en compresión, lo que permite una buena distribución de los esfuerzos internos.



Fuente: Manual de diseño para maderas Grupo Andino

**B) Tipo de Cobertura.**

Nuestro techo que diseñamos estará expuesta netamente a cargas mínimas para techos que la norma E0.20 de cargas nos presenta, ya que en la zona del proyecto no hay nieve ni existe mucho viento, por lo que es suficiente utilizar una Cobertura de Teja Andina de 0.5mm y con dimensiones de 1.14mx0.72m.



Cobertura de Teja Andina

Fuente: Eternit

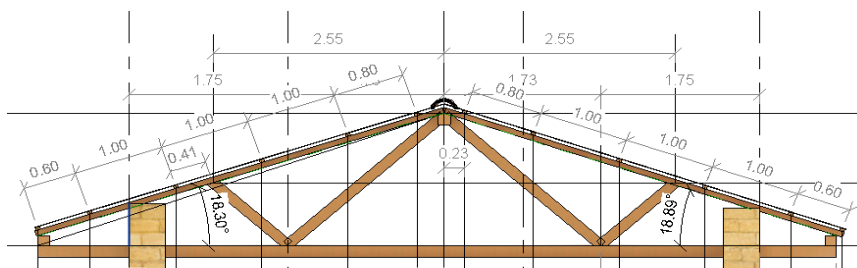
**B) Idealización.**

Es decir para lugares donde existen lluvias moderadas como en nuestro caso, la inclinación mínima es de 18.3 grados como se muestra.

Pendiente

Zona	Pendiente Minima	Inclinación minima
Sin lluvias	12%	7°
Lluvias moderadas	30%	17°
Lluviosas	45%	25°

Fuente: Maestro



Pendiente 18.30° de nuestra armadura



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA

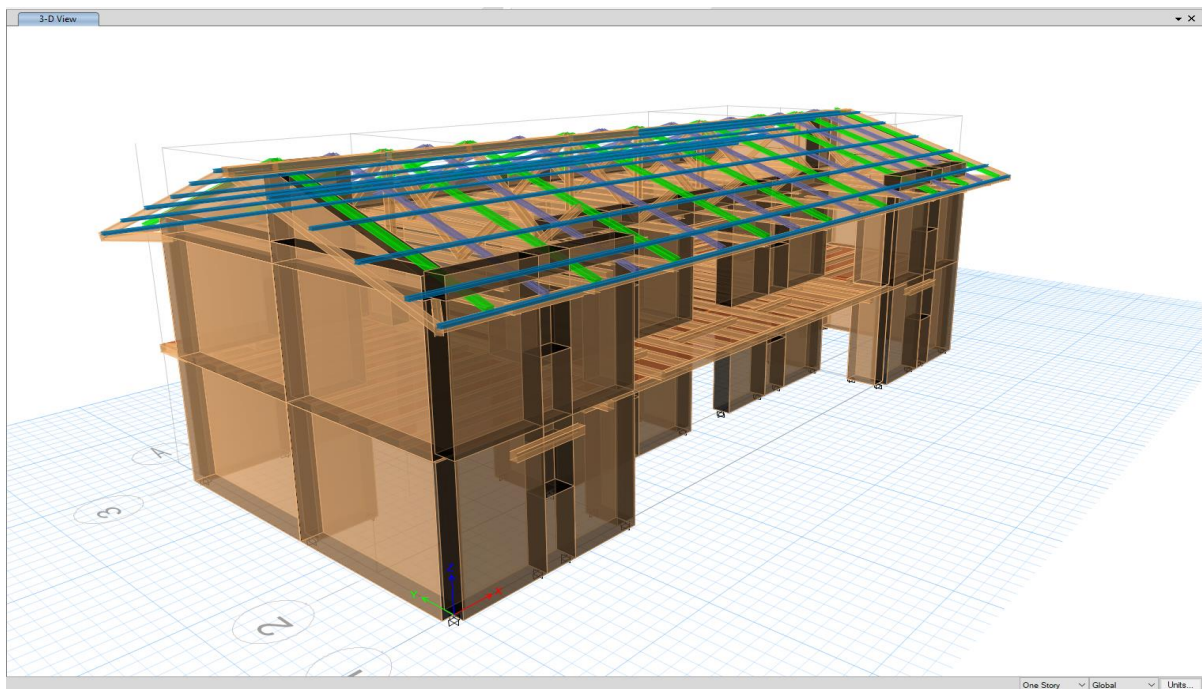


**VIVIENDA A MODELAR**

**VISTA 3D**



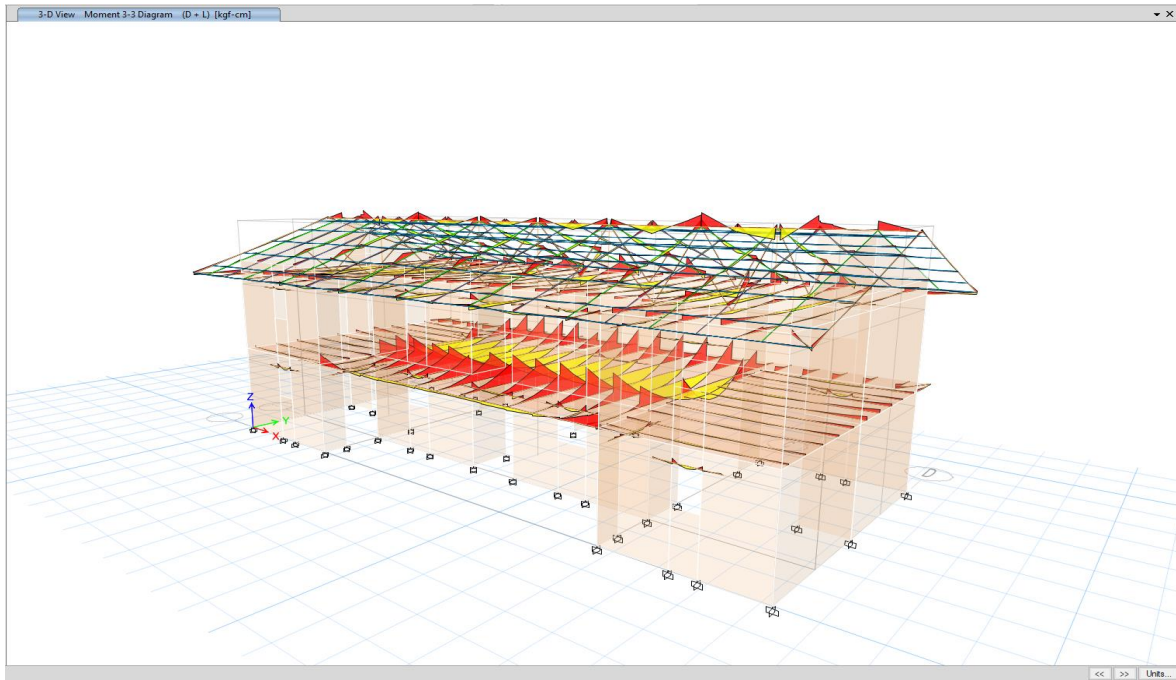
**VIVIENDA MODELADA EN ETABS**



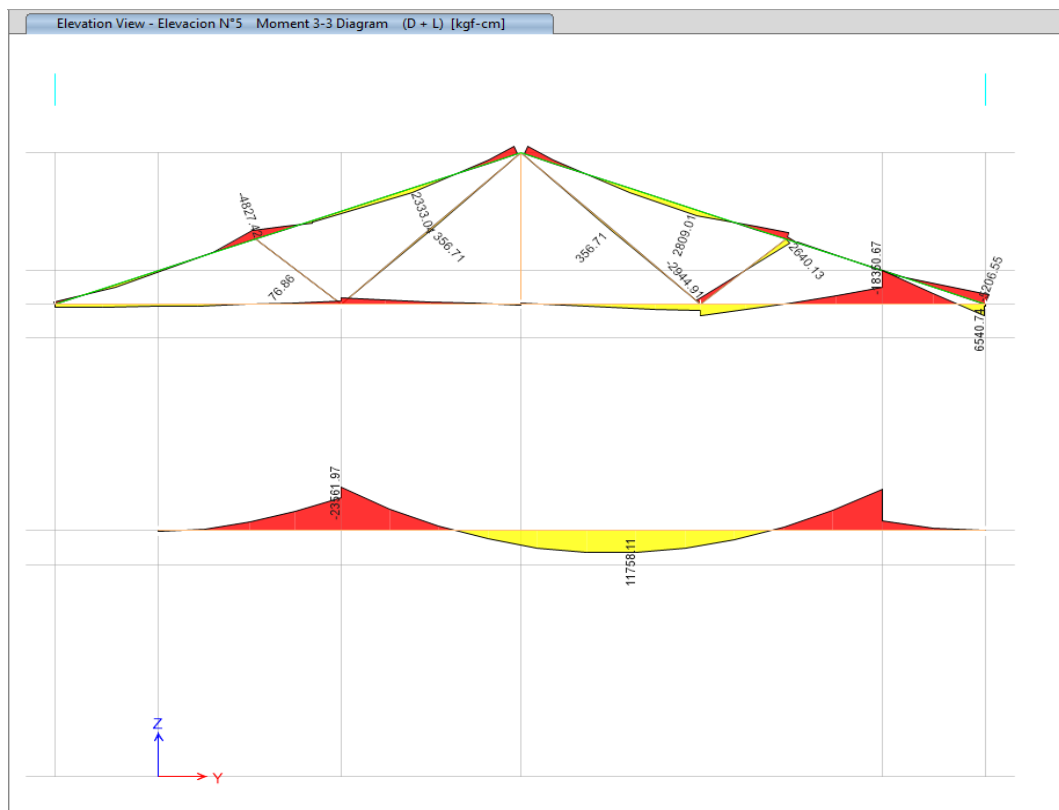


## MEMORIA DE CÁLCULO

### VISTA 3D DE MOMENTOS



### SE ANALIZARÁ EL PÓRTICO CON MAYOR MOMENTO Y CORTANTE







### DISEÑO DE CORREAS- FLEXIÓN

**a) Propiedades Mecánicas de la Madera**

<b>Eprom</b>	100000	Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
<b>f<sub>v</sub></b>	12	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a corte
<b>f<sub>m</sub></b>	150	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a flexion
<b>f<sub>c L</sub></b>	28	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión Perpendicular

**b) Dimensiones sección Transversal**

Asumiendo

b=	5 cm	2"	2"x 3"
h=	7.5 cm	3"	

**c) Resistencia a flexión**

$$\sigma_m = \text{Esfuerzo actuante.}$$

Verificación de Esfuerzo A flexión

**M= 2272.78** kg. Cm      Momento Flector por Combinacion de Servicio: D + L(t)

$$\sigma_m = \frac{6 * M}{b * h^2} \qquad \sigma_m = 48.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{matrix} \sigma_m & < & f_m & \text{cumple.} \\ 48.485973 & & 150 & \end{matrix}$$

**d) Verificacion de Esfuerzo a Corte.**

*L(t): Carga viva de techo*

$$\tau = \text{Esfuerzo de Corte.}$$

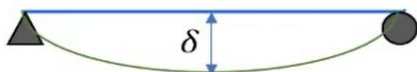
**V= 55.31** kg.cm      Cortante por Combanacion de Servicio: D + L(t)

$$r = \frac{3 * V}{2 * b * h}$$

$$\begin{matrix} \tau & < & f_v & \text{cumple} \\ 2.2124 & & 12 & \end{matrix}$$

**d) Deflexiones maximos admisibles.**

la Norma E.010 menciona que las deflexiones deben ser verificadas para los siguiente casos



a). Combinación más desfavorable de cargas permanentes y sobrecargas de servicio.

b). Sobrecarga de servicio actuando solas.

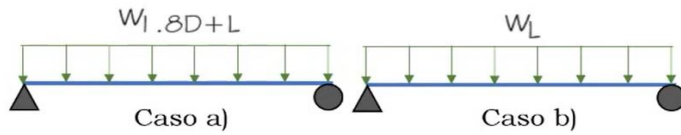


## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA



Al estimar las deflexiones máximas se deberá considerar que las deformaciones producidas por las cargas de aplicación permanente se incremente en un 80% (Deformaciones Diferidas)



Longitud y Deflexiones Elementos.

Longitud entre caras de apoyo  
**L= 114 cm**

### Caso (a)

$\Delta_1 = 0.30$  cm Deflexiones Carga Permanente + sSobre carga de servicio( Carga Muerta)

### Caso (b)

$\Delta_2 = 0.21$  cm Deflexiones por Sobrecarga (Carga Viva)

### Caso (al 80%)

$\Delta_1 = 0.38$  cm Deflexiones: 1.8 x Carga Permanente + Sobre carga de servicio

### Limitacion de las deflexiones.

Carga actuante.	Para Techos Inclizados
Carga Permanete + sobrecarga de servicio.	L/200
Sobrecargas de servicio.	L/350

Fuente: Norma E.010

Deflexion admisible carga permanente

Deflexion admisible carga de servicio

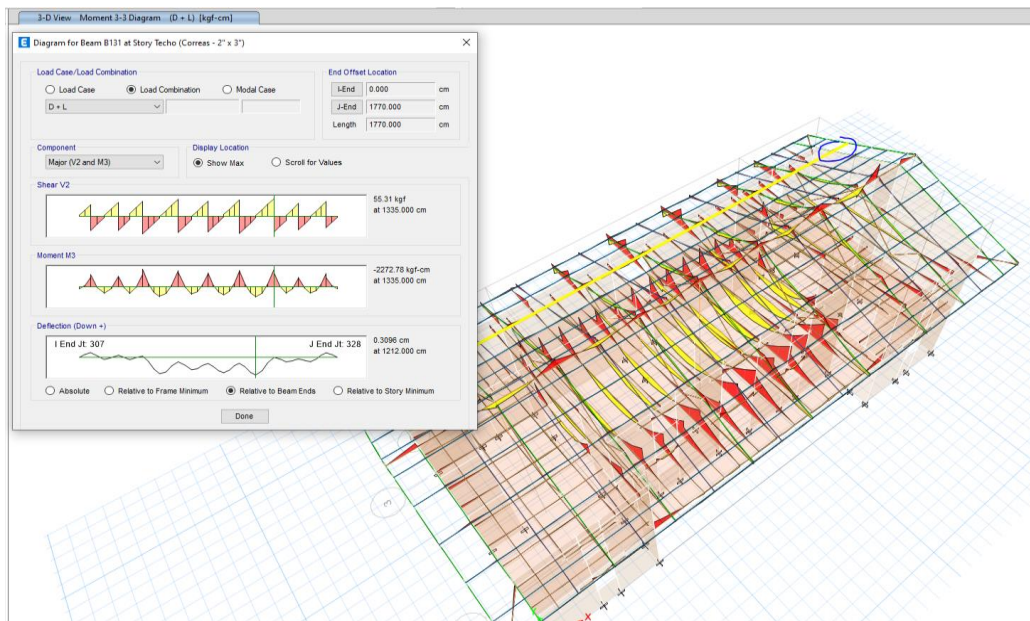
Para carga total  $\Delta_{max} < \frac{L}{200}$

Para sobrecarga solamente  $\Delta_{max} = \frac{L}{350}$

$\Delta_{max} = 0.57$  cm

$\Delta_{max} = 0.33$  cm

**Caso (a)  $\Delta_1 = 0.30$  cm**



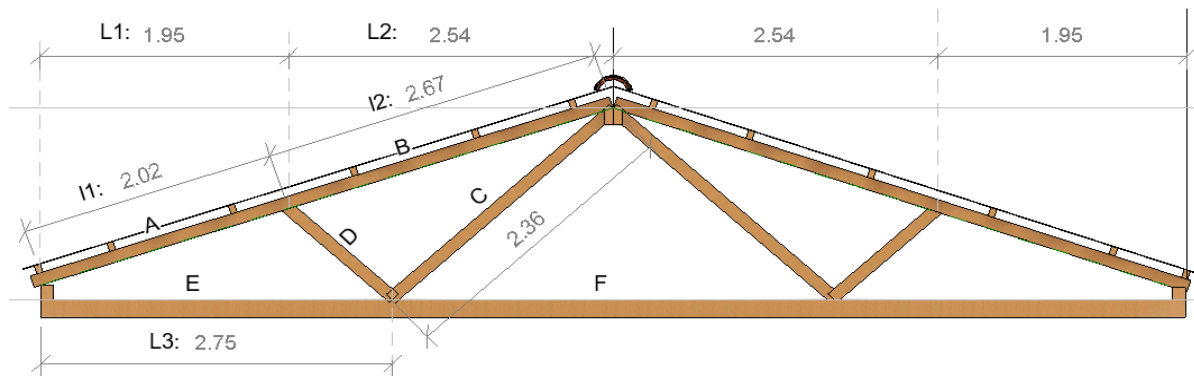


### DISEÑO DE ARMADURAS

**a) Propiedades Mecánicas de la Madera**

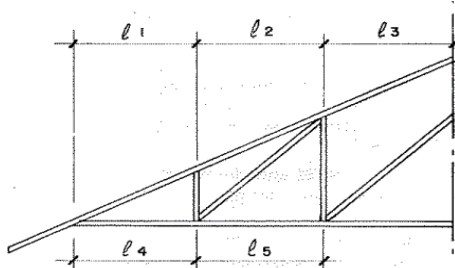
<b>E<sub>min</sub></b>	75000 Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
<b>f<sub>v</sub></b>	12 Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a corte
<b>f<sub>m</sub></b>	150 Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a flexion
<b>f<sub>c</sub></b>	110 Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a compresión paralela
<b>f<sub>t</sub></b>	105 Kg/cm <sup>2</sup>	Tracción paralela

**b) Dimensiones de la armadura**



**c) Longitudes.**

**Luces para el Cálculo de longitud para momento : L**



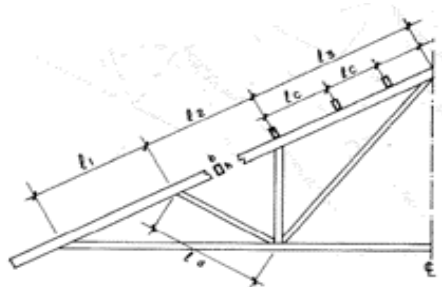
L = mayor promedio de dos tramos consecutivos.  

$$L = \frac{l_1 + l_2}{2} \quad \text{ó} \quad L = \frac{l_2 + l_3}{2}$$

L: Longitud Cordon Superior

- L1 : 1.95 m
- L2 : 2.54 m
- L3 : 2.75 m

**Longitudes Efectivas: I**



I: Longitud efectiva

- I1: 2.04 m
- I2: 2.67 m

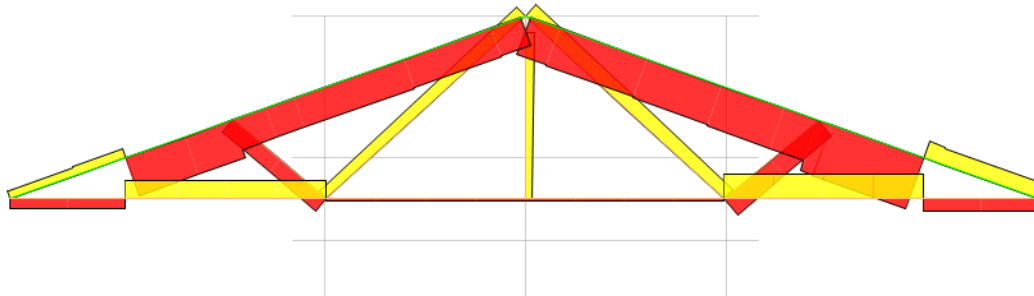
(\* ) Estas longitudes se trabajan de acuerdo a la barra que vas a diseñar.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA

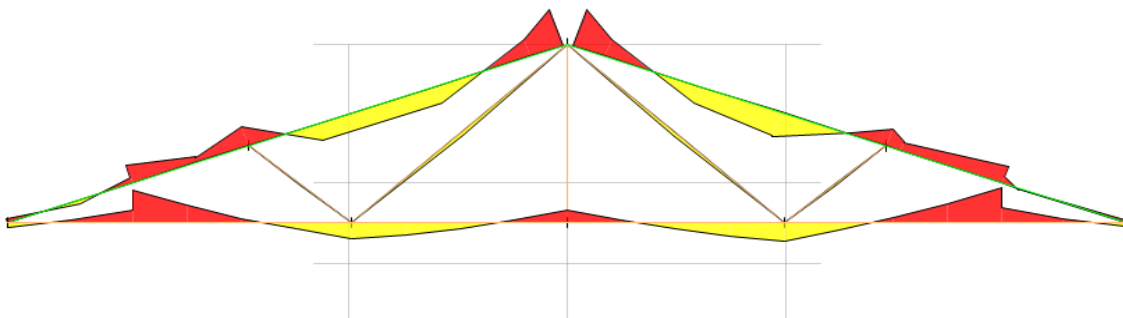


**d) Resultado de fuerzas Axiales:**



Fuente: Etabs.

**e) Resultados de Momento Flectores:**



Fuente: Etabs.

**f) Diseño para todas las barras superiores (Flexo - Compresión)**

En este caso se toma en referencia el tramo "A" debido a que ese elemento soporta un mayor esfuerzo.

**Diseño de elemento - A : Flexo - Compresión.**

- **Dimensiones sección Transversal.**

b= 10 cm 4" 4"x 4" b: Base sección  
h= 10 cm 4" h: Altura sección

- **Propiedades Mecánicas.**

E<sub>min</sub> = 75000 Kg/cm<sup>2</sup> Módulo de Elasticidad  
f<sub>c</sub> = 110 Kg/cm<sup>2</sup> Esfuerzo admisible a compresión paralela

- **Propiedades Geométricas de la Sección**

Área = 100 cm<sup>2</sup> Area  
I<sub>x</sub> 833.3 cm<sup>4</sup> Inercia en Eje X  
Z<sub>x</sub> 166.7 cm<sup>3</sup> Módulo de sección Eje X



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA



### - **↳ Cálculo de la esbeltez ( $\lambda$ ).**

En un diseño por flexocompresión primero necesitamos calcular la longitud efectiva ya que la norma nos dice lo siguiente.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d}$$

donde :

$l_{ef}$  = Longitud efectiva

$d$  = es la altura de la sección:  $h = 10$  cm

Fuente: Norma E.010

#### **Longitud efectiva**

el diseño de elementos sometidos a compresión o flexo-compresión debe hacerse tomado en cuenta su longitud efectiva.

$$l_{ef} = 0.4(l_1 + l_2) \quad \text{Fuente: Norma E.010}$$

Remplazamos

$$l_1 = 2.04 \text{ m}$$

$$l_2 = 2.67 \text{ m} \quad l_{ef} = \mathbf{1.884} \text{ m}$$

#### **Para elementos sometidos a cargas axiales de compresión:**

La norma E.010 nos menciona, que la esbeltez debe cumplir lo siguiente

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \leq 50$$

$$\lambda = \mathbf{18.84} \leq \mathbf{50} \quad \mathbf{OK}$$

### - **↳ Cálculo de la carga admisible ( $N_{adm}$ )**

Identificación de la columna

**Columna intermedia:** fallan por combinación de aplastamiento y pandeo.

$$Ck = 0.7025 \sqrt{\frac{E}{f_c}} = \mathbf{18.343} \quad 10 < \lambda < Ck \quad \mathbf{No Cumple}$$

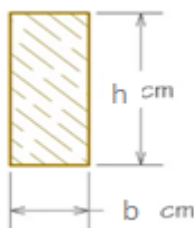
**Columna larga:**

$$Ck = 0.7025 \sqrt{\frac{E}{f_c}} = \mathbf{18.343} \quad Ck < \lambda < 50 \quad \mathbf{Cumple}$$

**Carga Admisible: Para columnas largas**

$$N_{adm} = \frac{\pi^2 \cdot E_{min} \cdot A}{2.5(l_{ef})^2} \quad \mathbf{834.179} \text{ Kg}$$

### - **↳ Modulo de Sección**



$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$c = \frac{h}{2}$$

$$Z = \frac{bh^2}{6}$$

I: Momento de inercia de la sección.

Z: Módulo de sección.

b: Base de la sección.

h: Altura de la sección transversal.

c: Distancia del plano neutro a la fibra más alejada.

$$I = 833.33 \text{ cm}^4$$

$$Z = 166.67 \text{ cm}^3$$

**Módulo de sección Eje X**



### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA

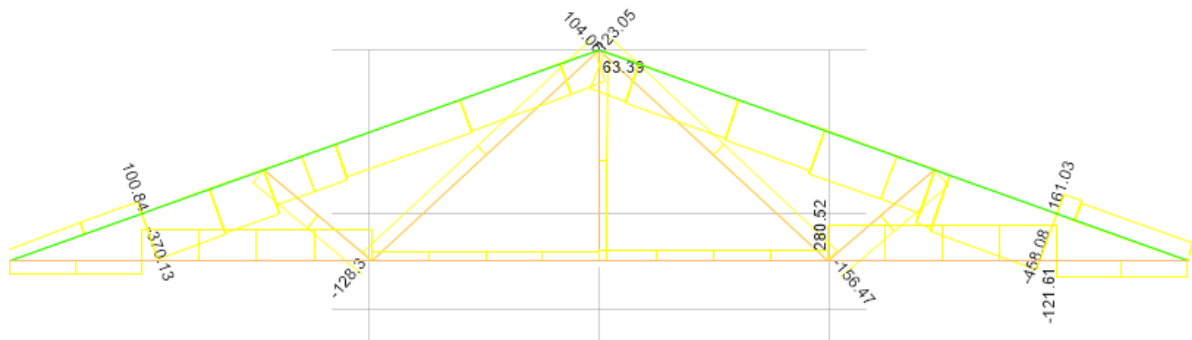


- **↳ Cálculo del factor de Amplificación de momentos (Km)**  
Cálculo de la carga crítica de Euler (Ncr)

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E_{min} \cdot I}{(l_{ef})^2} \quad 17378.7 \text{ kg}$$

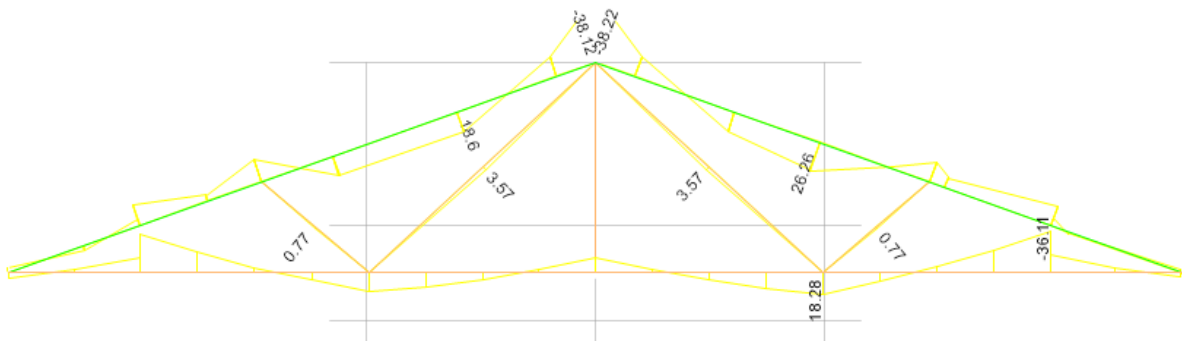
Resistencia a flexo - Compresión: Combinación : D + L

Fuerza Axial.



**N= 458.00 kg**

Momento.



**M= 38.22 kg-m**

Reemplazamos.

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \cdot \frac{N}{N_{cr}}} = 1.0412$$

- Para elementos sometidos a flexo-compresión se debe satisfacer la siguiente expresión.

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m \cdot |M|}{Z \cdot f_m} < 1.0 \quad 0.7082 < 1 \quad \text{Ok cumple}$$

Usar sección de 4"x4"



**h) Diseño para todas las barras Inferiores (Flexo - Tracción)**

En este caso se toma en referencia el tramo "E" debido a que ese elemento es la mas critica soporta un mayor esfuerzo. Se diseña la barra "E" : Flexo - Tracción.

**Diseño de elemento - E : Flexotracción Tracción**

**- Dimensiones sección Transversal.**

b= 10 cm 4" 4"x 6" b: Base sección  
 h= 15 cm 6" h: Altura sección

**- Propiedades Mecánicas.**

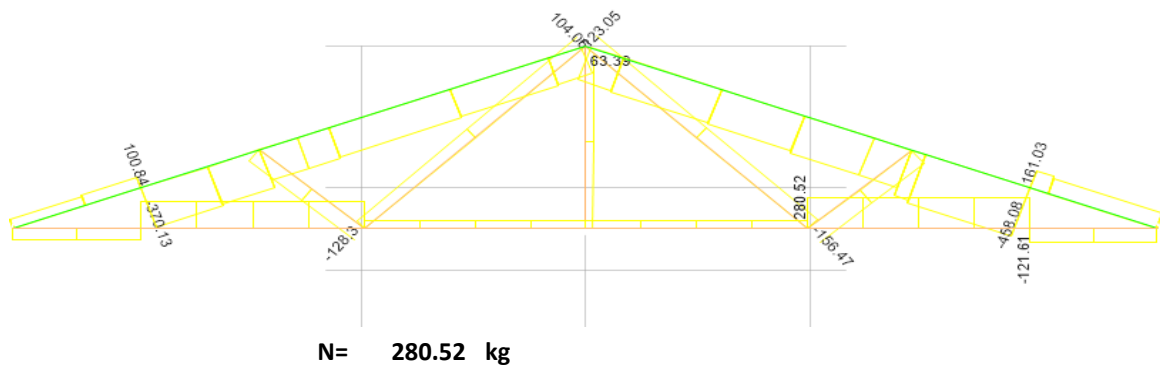
E<sub>min</sub> = 75000 Kg/cm<sup>2</sup>  
 f<sub>m</sub> = 150 Kg/cm<sup>2</sup>  
 f<sub>t</sub> = 105 Kg/cm<sup>2</sup>

**- Propiedades Geométricas de la Sección**

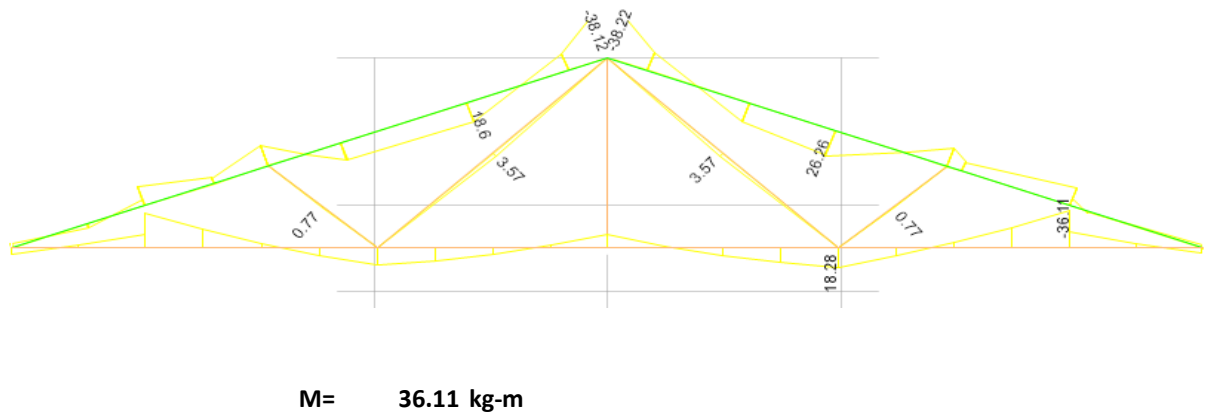
Área = 150 cm<sup>2</sup> Area  
 I<sub>x</sub> = 2813 cm<sup>4</sup> Inercia en Eje X  
 Z<sub>x</sub> = 375 cm<sup>3</sup> Módulo de sección Eje X

Resistencia a flexo - Tracción: Combinación : D + L

Fuerza Axial.



Momento.



Para elementos sometidos a flexo-tracción se debe satisfacer la siguiente expresión.

$$\frac{N}{A \times f_t} + \frac{|M|}{Z \cdot f_m} < 1.0 \quad 0.082 < 1 \quad \text{Ok cumple}$$

Usar sección de 4"x 6"



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA



### h) Diseño de la barra interior o montantes (Tracción)

En este caso se toma en referencia el tramo "C" debido a que ese elemento es la más crítica soporta un mayor esfuerzo. Se diseña la barra "C" : Tracción.

#### - Dimensiones sección Transversal.

b=	10	cm	4"	4"x 4"	b: Base sección
h=	10	cm	4"		h: Altura sección
Á=	100	cm <sup>2</sup>			Á: Área
ld=	2.36	m			ld: Longitud de la barra "C"

#### - Cálculo de la esbeltez ( $\lambda$ ).

$$\text{Longitud efectiva} \quad l_{ef} = 0.8(ld)$$

$$l_{ef} = 1.8852 \text{ m}$$

#### - Para elementos sometidos a cargas axiales de tracción:

La norma E.010 nos menciona, que la esbeltez debe cumplir lo siguiente

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \leq 80 \quad \lambda = 18.85 \leq 80 \quad \text{OK}$$

donde :

$$d = \text{es la base de la sección: } b = 0.100 \text{ m}$$

#### - Cálculo de la carga admisible ( $N_{adm}$ )

$$N_{adm} = f_t \cdot A = 15000 \text{ Kg}$$

#### - Debe satisfacer la siguiente expresión.

$$N_{adm} \geq N \quad 15000 \geq 123.05 \quad \text{Ok cumple}$$

Usar sección de 4"x 4"

Se a diseñado las barras que se menciona a continuación:

Barras superiores: A y B.	que tiene una sección de	4"x 4"
Barras inferiores: E.	que tiene una sección de	4"x 6"
Barras interiores: C.	que tiene una sección de	4"x 4"
Barras interiores: D.	que tiene una sección de	4"x 4"

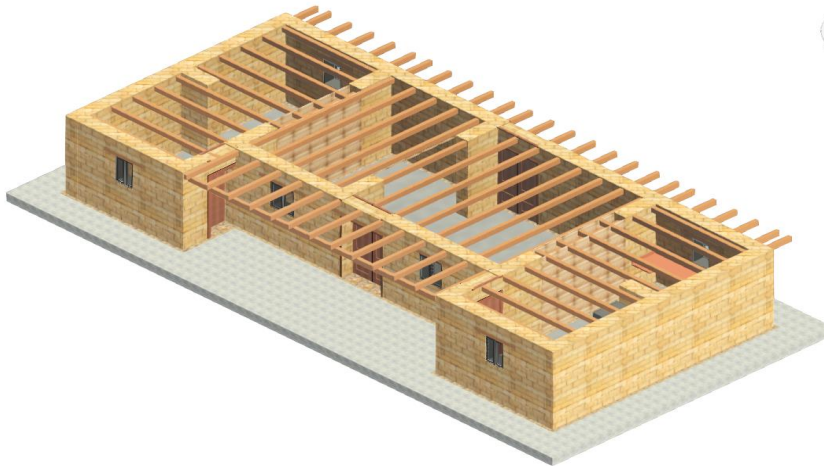




**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
 UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
 CHOTA



**DISEÑO DE VIGAS- FLEXIÓN**



**a) Propiedades Mecánicas de la Madera**

<b>E<sub>min</sub></b>	75000	Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
<b>f<sub>v</sub></b>	12	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a corte
<b>f<sub>m</sub></b>	150	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a flexion
<b>f<sub>c L</sub></b>	28	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión Perpendicular

**b) Dimensiones sección Transversal**

Asumiendo

b=	10 cm	4"	4"x 6"
h=	15 cm	6"	

**c) Resistencia a flexión**

$\sigma_m$  = Esfuerzo actuante.

Verificación de Esfuerzo A flexión

**M= 24918.45** kg. Cm Momento Flector por Combinacion de Servicio: D+L

$$\sigma_m = \frac{6 * M}{b * h^2} \quad \sigma_m = 66.45 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_m$	<	$f_m$	<b>cumple.</b>
66.4492		150	

**d) Verificacion de Esfuerzo a Corte.**

$\tau$  = Esfuerzo de Corte.

**V= 287.72** kg.cm Cortante por Combanacion de Servicio : D+L

$$r = \frac{3 * V}{2 * b * h}$$

$\tau$	<	$f_v$	<b>cumple</b>
2.8772		12	

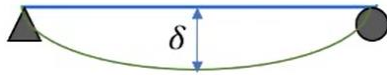


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA



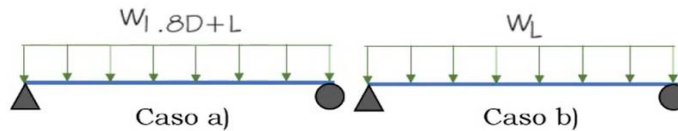
**d) Deflexiones máximas admisibles.**

la Norma E.010 menciona que las deflexiones deben ser verificadas para los siguientes casos



- a). Combinación más desfavorable de cargas permanentes y sobrecargas de servicio.
- b). Sobrecarga de servicio actuando sola.

Al estimar las deflexiones máximas se deberá considerar que las deformaciones producidas por las cargas de aplicación permanente se incrementen en un 80% (Deformaciones Diferidas)



**Caso (a)**

$\Delta_1 = 0.53 \text{ cm}$  Deflexiones: Carga Permanente + Sobre carga de servicio

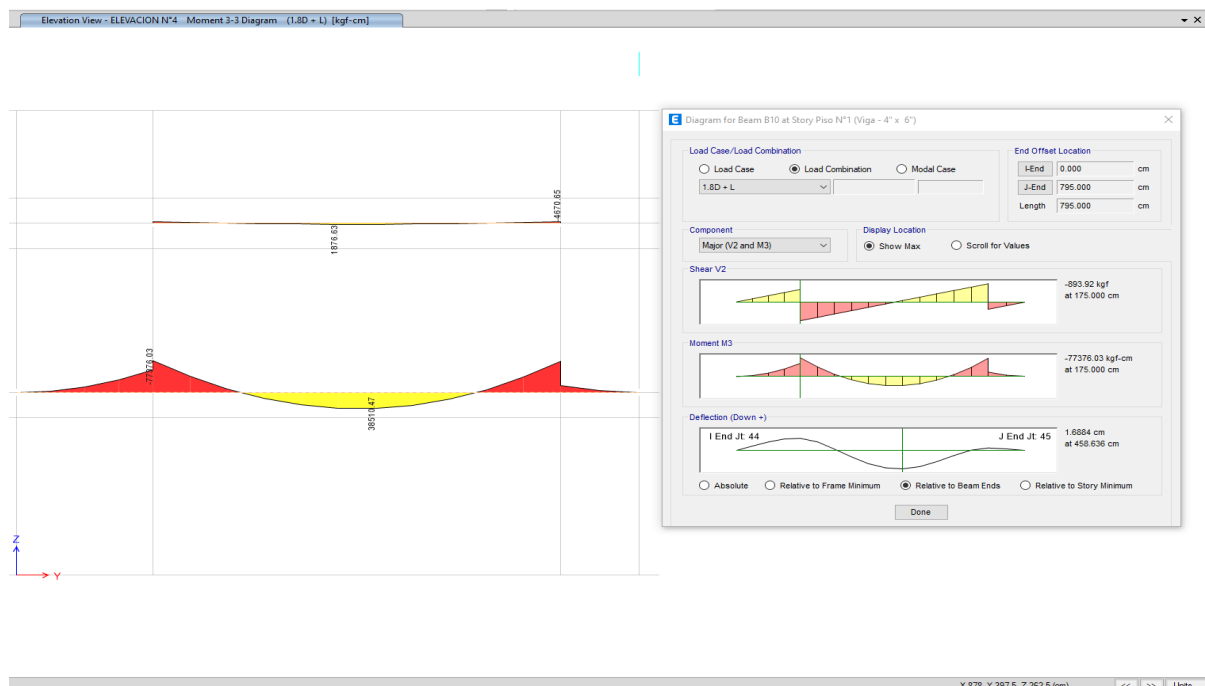
**Caso (b)**

$\Delta_2 = 0.72 \text{ cm}$  Deflexiones: por Sobrecarga (Carga Viva)

**Caso (al 80%)**

$\Delta_1 = 1.69 \text{ cm}$  Deflexiones: 1.8 x Carga Permanente + Sobre carga de servicio

se observa las deflexiones al 80% (Deformaciones Diferidas)





# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA",  
UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA,  
CHOTA



## Limitacion de las deflexiones.

Carga actuante.	Sin cielo raso de yeso
Carga Permanete + sobrecarga de servicio.	L/250
Sobrecargas de servicio.	L/350

Fuente: Norma E.010

L= 480 cm Longitud entre caras de apoyo

Deflexion admisible carga permanente

Deflexion admisible carga de servicio

Para carga total  $\Delta_{max} < \frac{L}{250}$

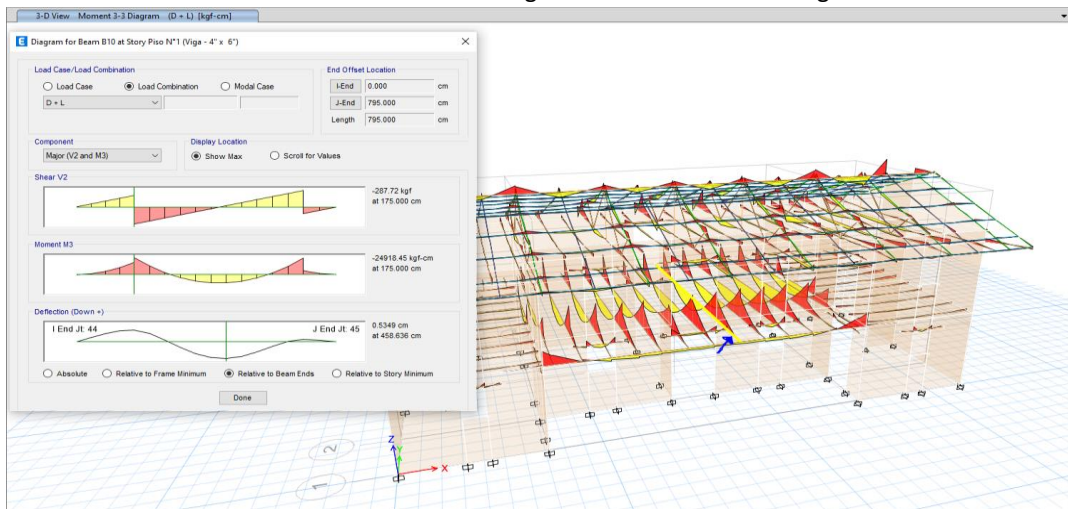
Para sobrecarga solamente  $\Delta_{max} = \frac{L}{350}$

$\Delta_{max} = 1.92 \text{ cm}$

$\Delta_{max} = 1.37 \text{ cm}$

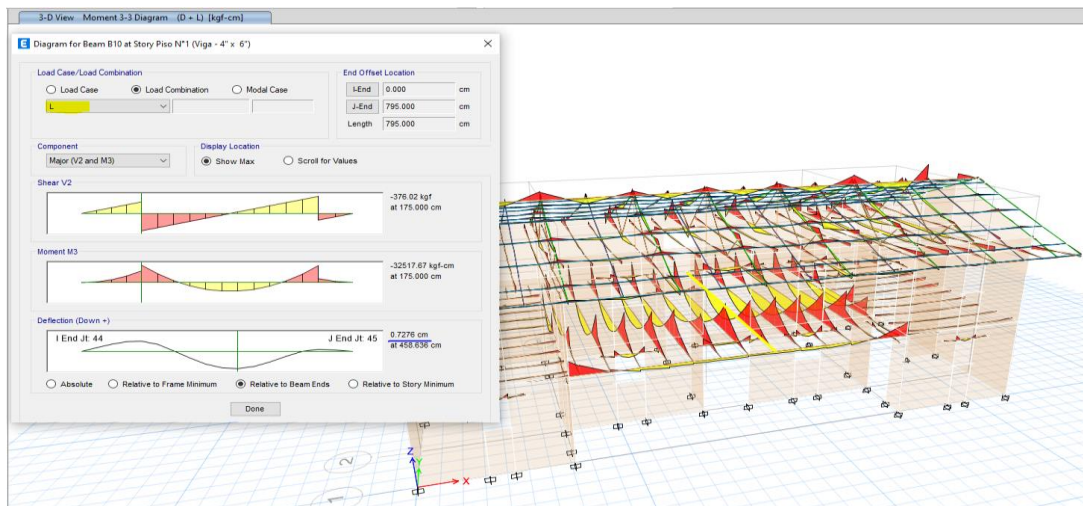
### Caso (a)

$\Delta_1 = 0.53 \text{ cm}$  Deflexiones: Carga Permanente + Sobre carga de servicio



### Caso (b)

$\Delta_2 = 0.72 \text{ cm}$  Deflexiones: por Sobrecarga (Carga Viva)



*Anexo H. Resultados de Ensayos de laboratorio*



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDEFOP  
 Email: leonidasmv@hotmai.com RPH #9470098/7 TELEF. 074 456484  
 CODIGO OSCE Nº 50090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD NTP 251.011- MADERA CLETHRA OBOVATA**

**SOLICITANTE:** LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
**PROYECTO:** CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA  
**UBICACIÓN:** DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
**FECHA:** Ferreñafe mayo de 2022

PERALTES	MUESTRA			DIMENSIONES			VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO MUESTRA SECA g	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>
	ÁRBOL	TROZA	MUESTRA	ANCHO cm	ALTURA cm	LONGITUD cm			
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.00"	1	a	1	3.00	3.00	10.05	90.45	91.65	1.01
	1	b	2	3.00	3.00	10.00	90.00	89.17	0.99
	1	c	3	3.00	3.00	10.00	90.00	90.03	1.00
	2	a	4	3.00	3.00	10.00	90.00	93.44	1.04
	2	b	5	3.00	3.00	10.00	90.00	95.97	1.07
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.50"	3	a	6	3.00	3.00	10.00	90.00	91.55	1.02
	3	b	7	3.00	3.00	10.00	90.00	87.26	0.97
	3	c	8	3.00	3.00	10.00	90.00	87.09	0.97
	4	a	9	3.00	3.00	10.00	90.00	95.06	1.06
	4	b	10	3.00	3.00	10.05	90.45	87.68	0.97
TANDA MUESTRAS PERALTE 3.00"	5	a	11	3.00	3.00	10.00	90.00	91.80	1.02
	5	b	12	3.00	3.00	10.00	90.00	90.52	1.01
	5	c	13	3.00	3.00	10.05	90.45	92.08	1.02
	6	a	14	3.00	3.00	10.05	90.45	93.11	1.03
	6	b	15	3.00	3.00	10.00	90.00	92.18	1.02

*Leonidas*  
**Leonidas Murga Vasquez**  
 TÉCNICO LABORATORISTA



*Luismer Flores Acosta*  
**Luismer Flores Acosta**  
 Ing° Civil  
 CIP 155085



## SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE N° 50090112

LABORATORIO SEGENMA

### MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 251.010- MADERA CLETHRA OBOVATA

**SOLICITANTE:** LENIN SÁNCHEZ BRAVO

**PROYECTO:** CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

**UBICACIÓN:** DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

**FECHA:** Ferreñafe mayo de 2022

#### I. ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 251.010

\* **MUESTRA:** ASERRÍN FRACCIÓN CONTENIDA EN LA MALLA 40/60 en (gr)

\* **CÁLCULOS:** Según la NTP 251.010 se utilizó la siguiente fórmula para hallar el contenido de humedad

$$CH\% = \frac{m1 - m2}{m2} \times 100$$

donde:

m1: masa en gramos de la muestra antes del secado en estufa

m2: masa en gramos de la muestra después del secado en estufa



PERALTES	CÓDIGO DE MUESTRA			PESO TARA	PESO DE LA TARA + ASERRÍN ANTES DEL SECADO (g)	PESO DE LA TARA + ASERRÍN DESPUES DEL SECADO (g)	PESO DE LA MUESTRA ANTES DEL SECADO (g) m1	TIEMPO (horas-según NTP 251.010)	T° (C° SEGÚN NTP 251.010)	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DEL SECADO (g) m2	CONTENIDO DE HUMEDAD (CH%)
	ÁRBOL	TROZA	MUESTRA								
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.00"	1	a	1	19.67	31.46	26.16	11.79	3.00	103.00	6.49	81.66
	1	b	2	19.73	30.84	26.15	11.11	3.00	103.00	6.42	73.05
	1	c	3	21.15	31.78	27.55	10.63	3.00	103.00	6.40	66.09
	2	a	4	21.13	33.69	28.43	12.56	3.00	103.00	7.30	72.05
	2	b	5	19.09	31.91	26.45	12.82	3.00	103.00	7.36	74.18
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.50"	3	a	6	14.50	27.49	22.71	12.99	3.00	103.00	8.21	58.22
	3	b	7	19.36	30.33	25.40	10.97	3.00	103.00	6.04	81.62
	3	c	8	19.28	31.53	25.90	12.25	3.00	103.00	6.62	85.05
	4	a	9	21.45	32.63	28.01	11.18	3.00	103.00	6.56	70.43
	4	b	10	18.89	30.31	25.18	11.42	3.00	103.00	6.29	81.56
TANDA MUESTRAS PERALTE 3.00"	5	a	11	21.23	34.19	28.25	12.96	3.00	103.00	7.02	84.62
	5	b	12	18.68	29.96	24.64	11.28	3.00	103.00	5.96	89.76
	5	c	13	19.94	34.84	28.76	14.90	3.00	103.00	8.82	68.93
	6	a	14	18.56	31.01	25.44	12.45	3.00	103.00	6.88	80.98
	6	b	15	19.12	33.18	26.67	14.06	3.00	103.00	7.55	86.23

Ismer Flores Acosta  
Civil  
55085

Leonidas Murga Vasquez  
TÉCNICO LABORATORISTA

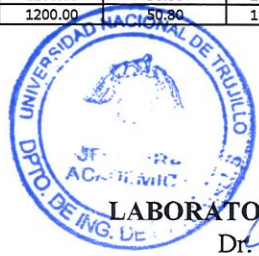


**UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO**  
**Facultad de Ingeniería**  
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

**MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107**

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO  
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA  
UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
FECHA: Trujillo julio de 2022

PERALTES	MUESTRA				Código	Datos para cálculo							Ensayo a flexión					
	Árbol	Troza	Muestr	Estado		Largo total (mm)	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	Modulo de la sección Z (mm <sup>3</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)	E <sub>m,app</sub> (Mpa)	F(KN) ULT	f <sub>m,u</sub> (Mpa)
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.00"	1	a	1	S	2T1a1S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.83	9803.44	9797.01	7.54	52.60
	1	b	2	S	2T1b2S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.88	9880.99	9874.51	7.55	52.69
	1	c	3	S	2T1c3S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.50	9339.62	9333.50	7.33	51.19
	2	a	4	S	2T2a4S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.97	10007.35	10000.79	7.67	53.55
	2	b	5	S	2T2b5S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.87	9859.45	9852.98	7.41	51.75
	2	c	6	S	2T2c6S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.89	9889.60	9883.12	7.44	51.94
	1	a	7	S	2T1a7S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.83	9800.57	9794.14	7.28	50.80
	1	b	8	S	2T1b8S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.86	9846.52	9840.06	7.53	52.56
	1	c	9	S	2T1c9S	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	6.88	9873.81	9867.33	7.32	51.06
	2	a	10	H	2T2a10H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	4.99	7162.67	7157.98	6.78	47.29
	2	b	11	H	2T2b11H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.14	7383.81	7378.97	6.79	47.38
	2	c	12	H	2T2c12H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.17	7416.84	7411.98	6.77	47.27
	1	a	13	H	2T1a13H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.13	7365.15	7360.32	7.11	49.63
	1	b	14	H	2T1b14H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.13	7362.27	7357.45	6.85	47.83
	1	c	15	H	2T1c15H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.15	7392.43	7387.58	6.88	48.02
	2	a	16	H	2T2a16H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.19	7447.00	7442.11	6.75	47.09
	2	b	17	H	2T2b17H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.28	7581.98	7577.01	6.97	48.64
	2	c	18	H	2T2c18H	1000.00	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	21849.42	5.14	7376.63	7371.80	6.75	47.14
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.50"	3	a	1	S	2.5T3a1S	1200.00	50.80	1125.00	62.50	20.00	380.00	1039528.65	33072.92	7.95	11562.13	11410.00	10.27	58.98
	3	b	2	S	2.5T3b2S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.80	11169.65	11199.05	10.08	56.09
	3	c	3	S	2.5T3c3S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.93	11347.13	11376.99	10.37	57.69
	4	a	4	S	2.5T4a4S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.79	11153.91	11183.26	10.70	59.57
	4	b	5	S	2.5T4b5S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.89	11294.17	11323.90	10.45	58.13
	4	c	6	S	2.5T4c6S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.91	11324.23	11354.03	10.47	58.28
	3	a	7	S	2.5T3a7S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.95	11375.76	11405.69	10.01	55.69
	3	b	8	S	2.5T3b8S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	7.98	11424.42	11454.48	10.56	58.78
	3	c	9	S	2.5T3c9S	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	8.00	11448.75	11478.88	10.95	60.91
	4	a	10	H	2.5T4a10H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.81	9746.97	9772.62	9.70	54.01
	4	b	11	H	2.5T4b11H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.96	9965.95	9992.18	9.52	52.96
	4	c	12	H	2.5T4c12H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.89	9857.18	9883.12	9.80	54.55
	3	a	13	H	2.5T3a13H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.95	9951.64	9977.83	9.74	54.21
	3	b	14	H	2.5T3b14H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.95	9947.35	9973.52	9.88	55.00
	3	c	15	H	2.5T3c15H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.97	9977.40	10003.66	9.91	55.15
	4	a	16	H	2.5T4a16H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.91	9887.23	9913.25	9.44	52.56
	4	b	17	H	2.5T4b17H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.94	9934.46	9960.61	9.90	55.09
	4	c	18	H	2.5T4c18H	1200.00	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	34139.72	6.96	9960.23	9986.44	9.38	52.21



**JEFE DE LABORATORIO**  
**LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS**  
Dr.-Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALTA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE:

LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO:

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA". UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS. CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN:

DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA:

Trujillo julio de 2022

PERALTES	MUESTRA				Datos para cálculo								Ensayo a flexión					
	Árbol	Troza	Muestr	Estado	Código	Largo total (mm)	Ancho (mm)	Li=18 (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	Modulo de la sección Z (mm <sup>3</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)	E <sub>m,app</sub> (Mpa)	F(KN) ULT	f <sub>m,u</sub> (Mpa)
TANDA MUESTRAS PERALTE 3.00"	5	a	1	S	3TSa1S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.19	14709.72	14620.18	13.99	65.43
	5	b	2	S	3TSb2S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.04	14498.92	14410.67	13.90	65.03
	5	c	3	S	3TSc3S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.26	14819.45	14729.24	13.88	64.95
	6	a	4	S	3T6a4S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.53	15199.18	15106.66	13.82	64.66
	6	b	5	S	3T6b5S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.33	14908.97	14818.22	14.06	65.79
	6	c	6	S	3T6c6S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.35	14939.29	14848.35	13.89	64.98
	5	a	7	S	3TSa7S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.99	15863.34	15766.78	13.93	65.17
	5	b	8	S	3TSb8S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.42	15038.91	14947.37	13.98	65.40
	5	c	9	S	3TSc9S	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.94	15792.59	15696.46	13.97	65.34
	6	a	10	H	3T6a10H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.75	14078.77	13993.07	12.63	59.08
	6	b	11	H	3T6b11H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.61	13869.41	13784.99	12.84	60.08
	6	c	12	H	3T6c12H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.83	14188.50	14102.13	12.73	59.53
	5	a	13	H	3TSa13H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	10.09	14569.67	14480.98	13.06	61.11
	5	b	14	H	3TSb14H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.89	14279.46	14192.54	12.81	59.91
	5	c	15	H	3TSc15H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.91	14308.33	14221.24	12.83	60.03
	6	a	16	H	3T6a16H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.55	13788.56	13704.63	12.87	60.22
	6	b	17	H	3T6b17H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.98	14409.40	14321.69	12.92	60.45
	6	c	18	H	3T6c18H	1450.00	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	49161.19	9.50	13719.25	13635.74	12.81	59.93



**JEFE DE LABORATORIO**  
**LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS**  
 Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

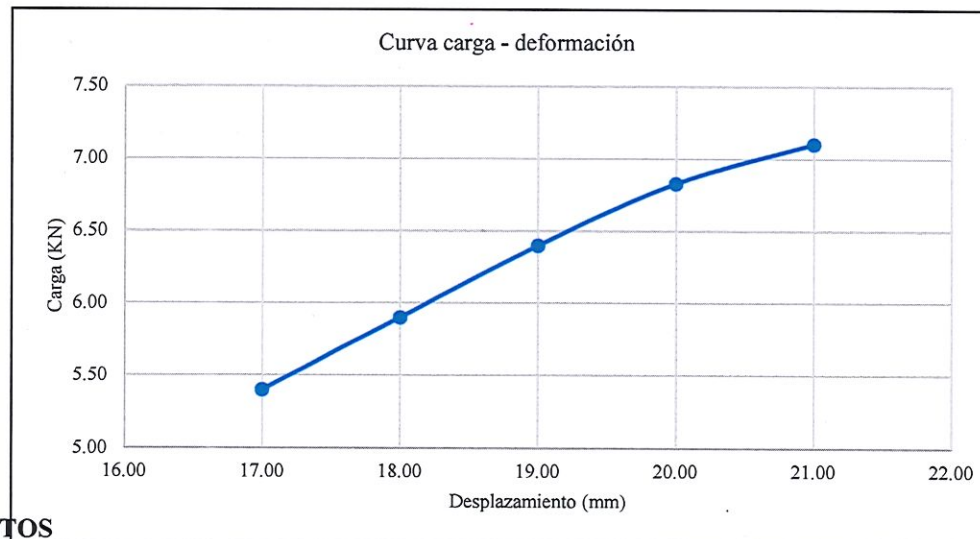
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	a	1	S	2T1a1S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.40	9122.70
1	a	1	S	2T1a1S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	5.90	9413.65
1	a	1	S	2T1a1S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.40	9673.98
1	a	1	S	2T1a1S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.83	9803.44
1	a	1	S	2T1a1S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.10	9709.97



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE:

LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO:

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

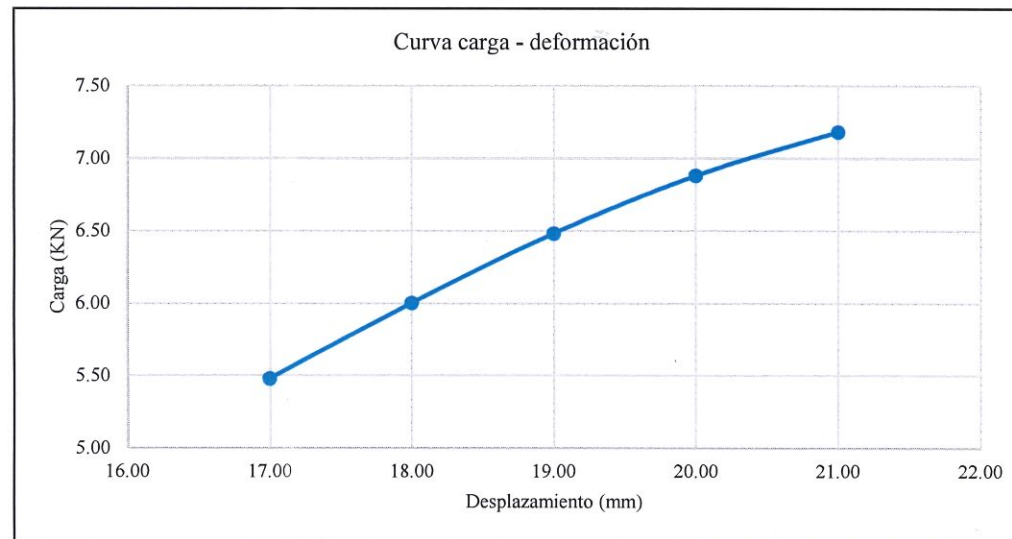
UBICACIÓN:

DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA:

Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	b	2	S	2T1b2S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.48	9259.54
1	b	2	S	2T1b2S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	6.00	9574.80
1	b	2	S	2T1b2S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.48	9796.41
1	b	2	S	2T1b2S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.88	9880.99
1	b	2	S	2T1b2S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.18	9820.74



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

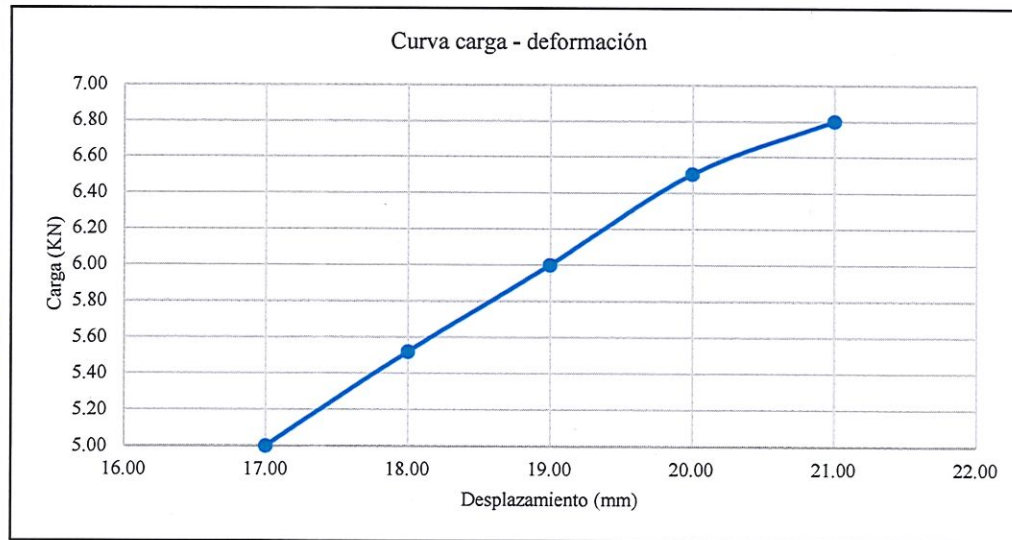
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	c	3	S	2T1c3S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.00	8446.95
1	c	3	S	2T1c3S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	5.52	8807.35
1	c	3	S	2T1c3S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.00	9069.35
1	c	3	S	2T1c3S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.50	9339.62
1	c	3	S	2T1c3S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	6.80	9299.69



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

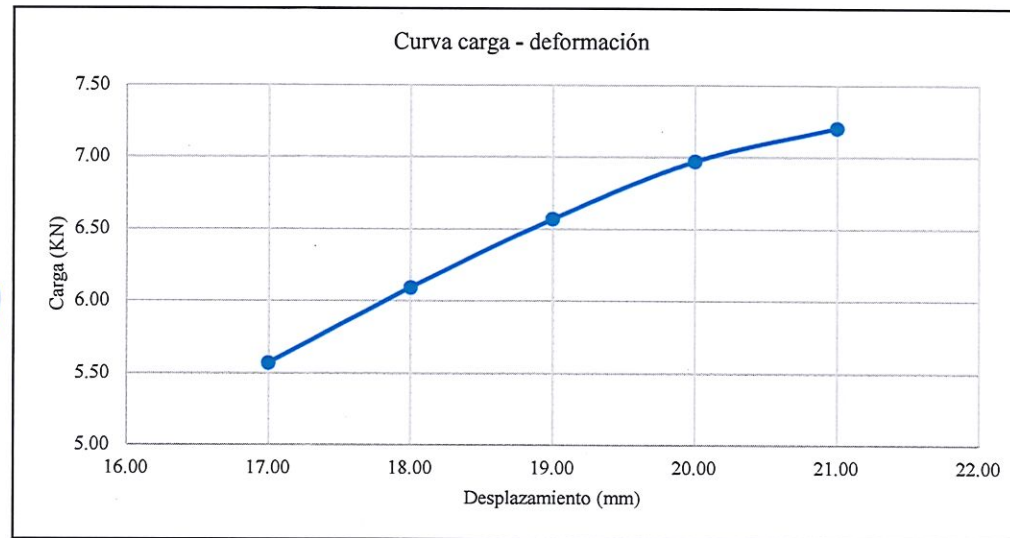
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	a	4	S	2T2a4S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.57	9408.21
2	a	4	S	2T2a4S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	6.09	9715.21
2	a	4	S	2T2a4S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.57	9929.43
2	a	4	S	2T2a4S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.97	10007.35
2	a	4	S	2T2a4S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.20	9846.73



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

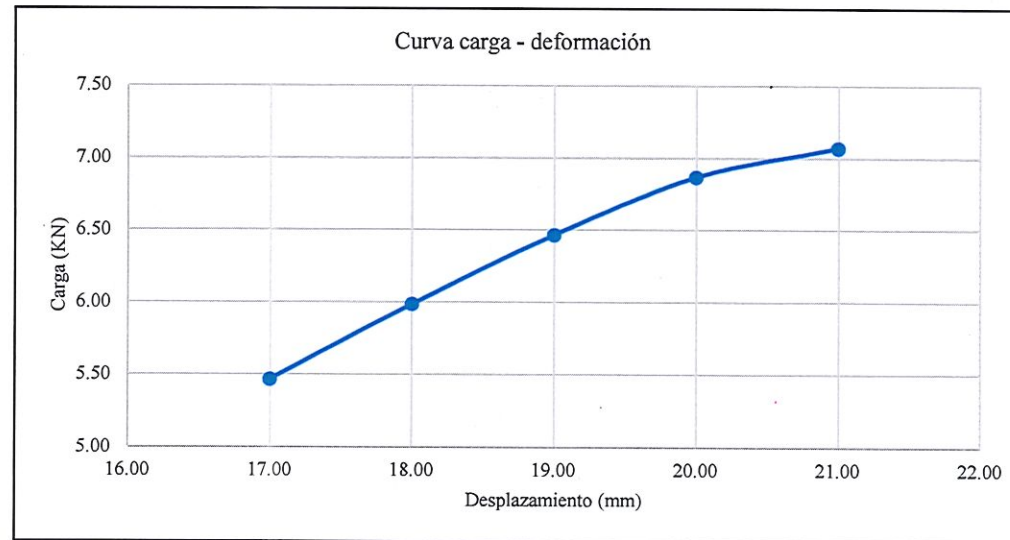
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	b	5	S	2T2b5S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.47	9234.20
2	b	5	S	2T2b5S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	5.99	9550.87
2	b	5	S	2T2b5S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.47	9773.74
2	b	5	S	2T2b5S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.87	9859.45
2	b	5	S	2T2b5S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.07	9668.94



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

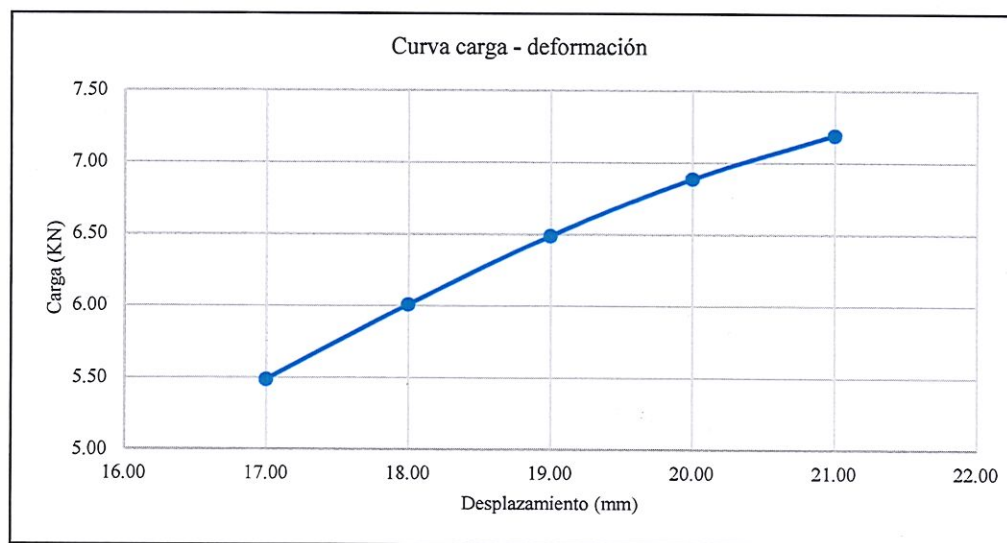
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	c	6	S	2T2c6S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.49	9269.68
2	c	6	S	2T2c6S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	6.01	9584.38
2	c	6	S	2T2c6S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.49	9805.48
2	c	6	S	2T2c6S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.89	9889.60
2	c	6	S	2T2c6S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.19	9833.05



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

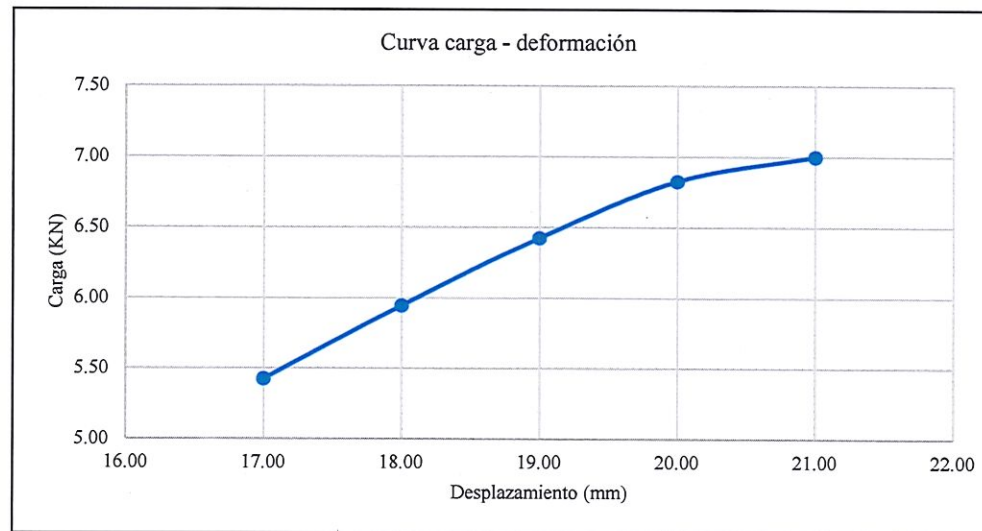
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	a	7	S	2T1a7S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.43	9164.94
1	a	7	S	2T1a7S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	5.95	9485.45
1	a	7	S	2T1a7S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.43	9711.77
1	a	7	S	2T1a7S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.83	9800.57
1	a	7	S	2T1a7S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.00	9573.21



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

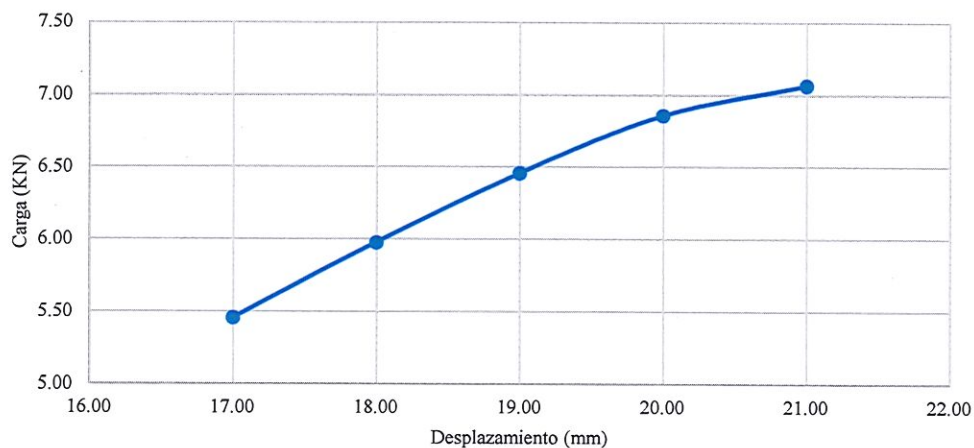
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	b	8	S	2T1b8S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.46	9219.00
1	b	8	S	2T1b8S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	5.98	9536.51
1	b	8	S	2T1b8S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.46	9760.14
1	b	8	S	2T1b8S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.86	9846.52
1	b	8	S	2T1b8S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.06	9655.26

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

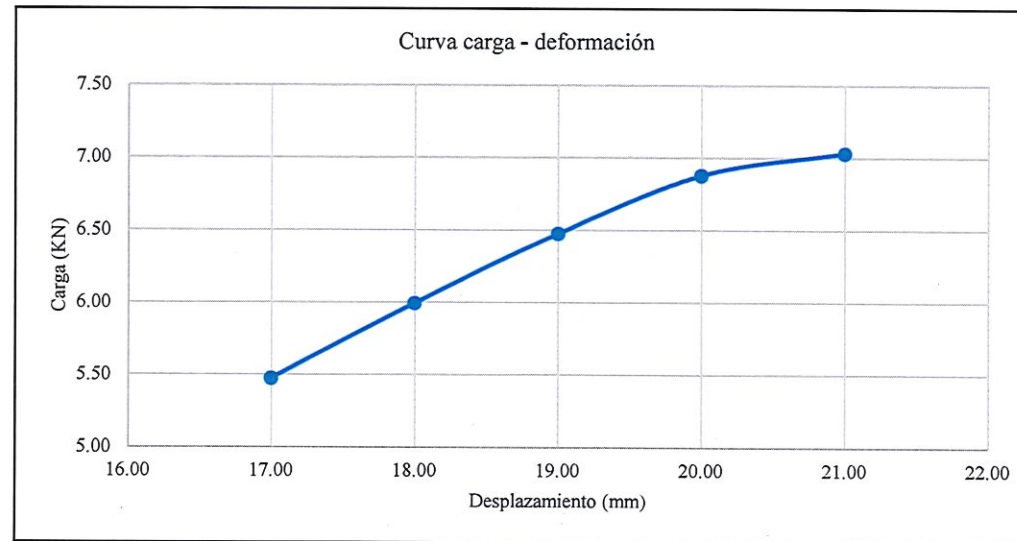
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	c	9	S	2T1c9S	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	5.48	9251.10
1	c	9	S	2T1c9S	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	6.00	9566.82
1	c	9	S	2T1c9S	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	6.48	9788.86
1	c	9	S	2T1c9S	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	6.88	9873.81
1	c	9	S	2T1c9S	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	7.03	9614.23



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

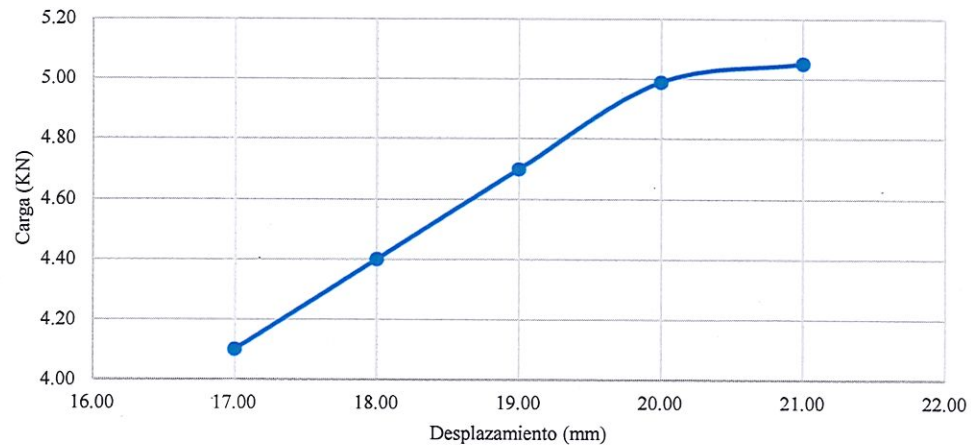
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	a	10	H	2T2a10H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.10	6926.50
2	a	10	H	2T2a10H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.40	7020.35
2	a	10	H	2T2a10H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.70	7104.33
2	a	10	H	2T2a10H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	4.99	7162.67
2	a	10	H	2T2a10H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.05	6906.38

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

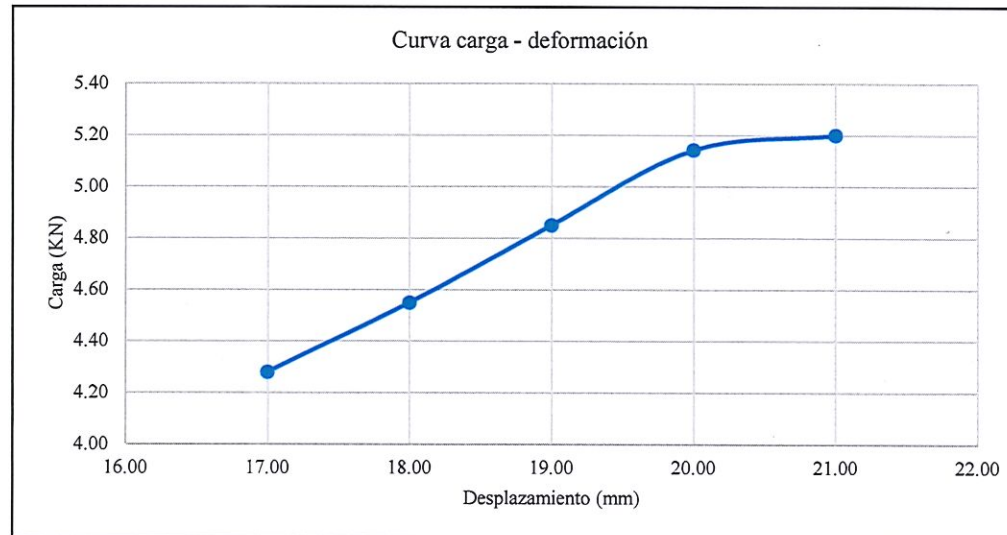
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	b	11	H	2T2b11H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.28	7230.59
2	b	11	H	2T2b11H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.55	7259.68
2	b	11	H	2T2b11H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.85	7331.06
2	b	11	H	2T2b11H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.14	7383.81
2	b	11	H	2T2b11H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.20	7111.52



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

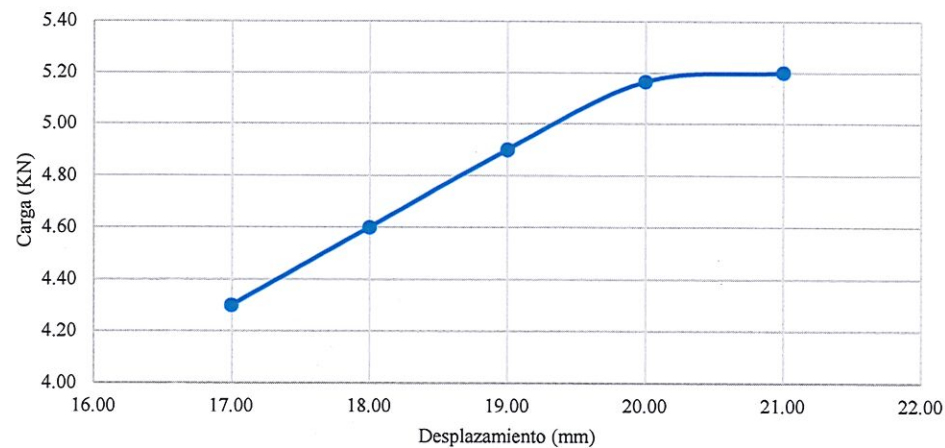
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	c	12	H	2T2c12H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.30	7264.37
2	c	12	H	2T2c12H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.60	7339.46
2	c	12	H	2T2c12H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.90	7406.64
2	c	12	H	2T2c12H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.17	7416.84
2	c	12	H	2T2c12H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.20	7111.52

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

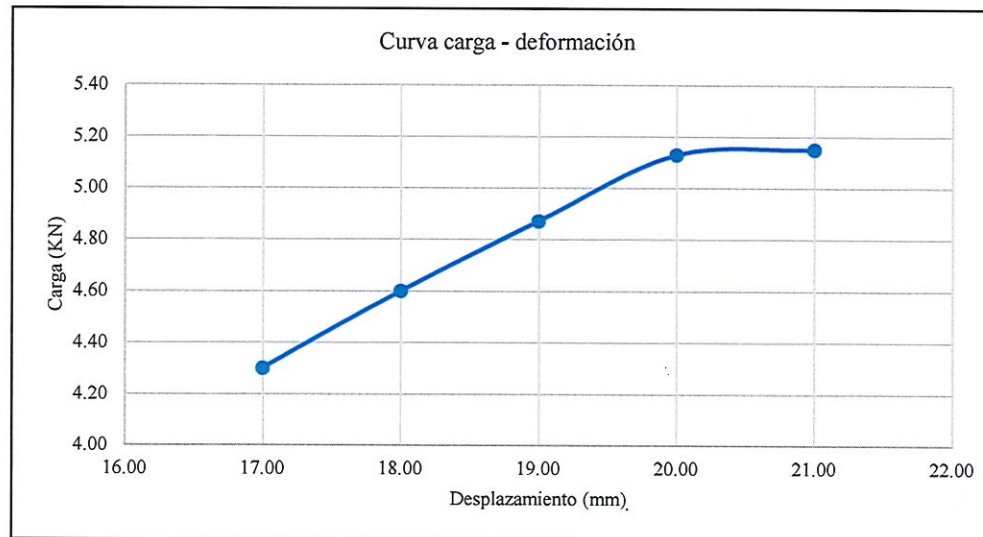
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	a	13	H	2T1a13H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.30	7264.37
1	a	13	H	2T1a13H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.60	7339.46
1	a	13	H	2T1a13H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.87	7361.29
1	a	13	H	2T1a13H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.13	7365.15
1	a	13	H	2T1a13H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.15	7043.14



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

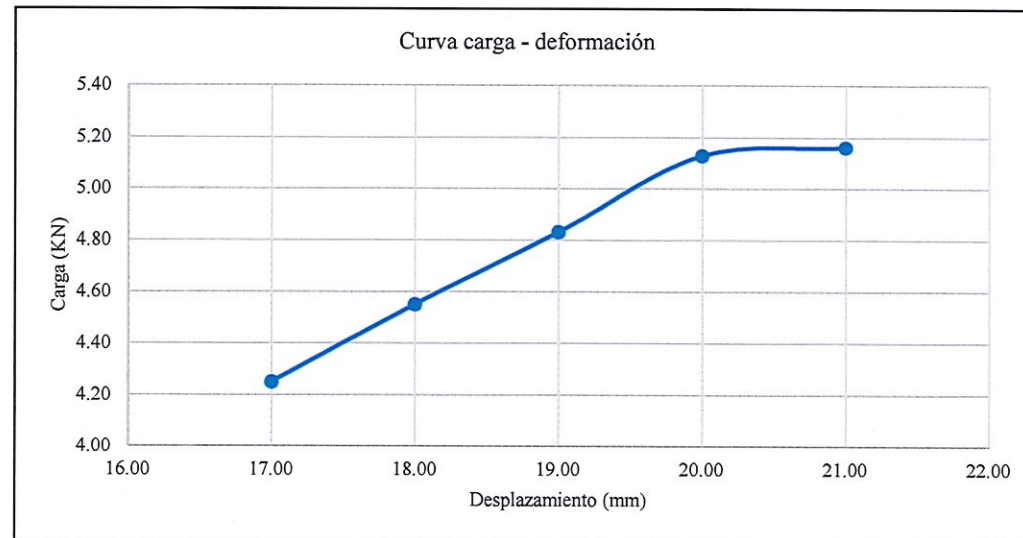
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	b	14	H	2T1b14H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.25	7179.90
1	b	14	H	2T1b14H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.55	7259.68
1	b	14	H	2T1b14H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.83	7300.83
1	b	14	H	2T1b14H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.13	7362.27
1	b	14	H	2T1b14H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.16	7056.82



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

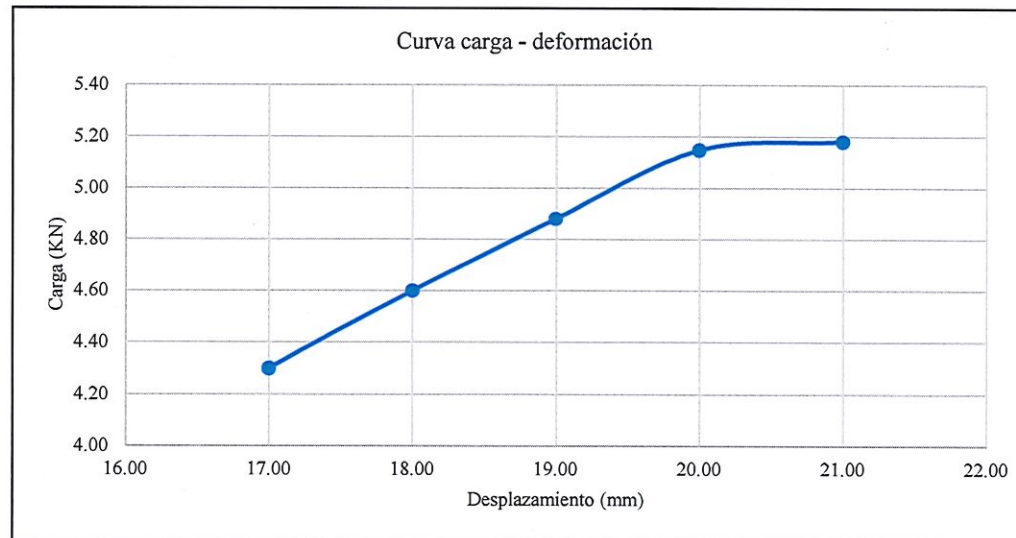
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
1	c	15	H	2T1c15H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.30	7264.37
1	c	15	H	2T1c15H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.60	7339.46
1	c	15	H	2T1c15H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.88	7376.41
1	c	15	H	2T1c15H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.15	7392.43
1	c	15	H	2T1c15H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.18	7084.17



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

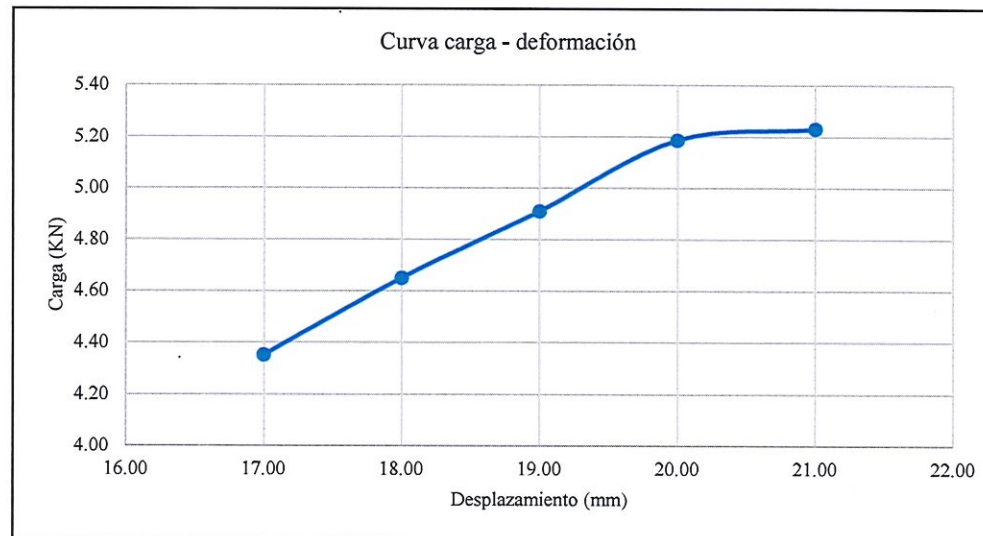
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	a	16	H	2T2a16H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.35	7348.84
2	a	16	H	2T2a16H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.65	7419.24
2	a	16	H	2T2a16H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	4.91	7421.75
2	a	16	H	2T2a16H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.19	7447.00
2	a	16	H	2T2a16H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.23	7152.55



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

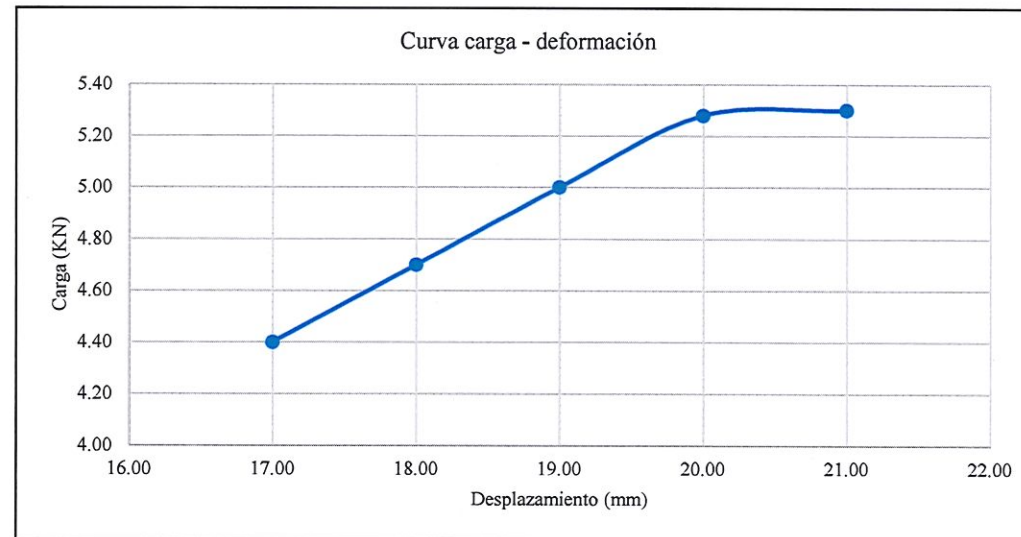
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	b	17	H	2T2b17H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.40	7433.31
2	b	17	H	2T2b17H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.70	7499.01
2	b	17	H	2T2b17H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	5.00	7557.79
2	b	17	H	2T2b17H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.28	7581.98
2	b	17	H	2T2b17H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.30	7248.29



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

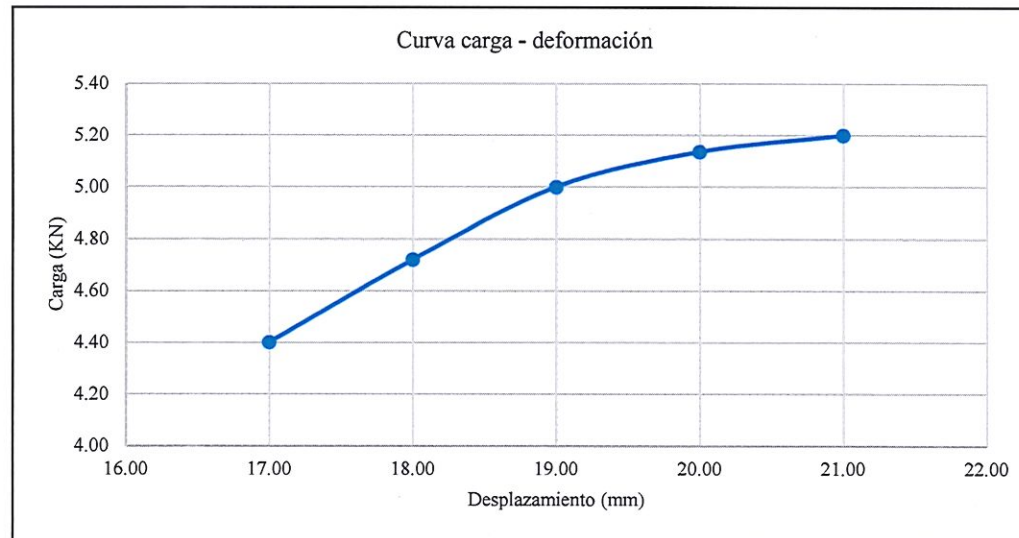
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
2	c	18	H	2T2c18H	50.8	914.40	50.80	17.00	305.00	554975.23	4.40	7433.31
2	c	18	H	2T2c18H	50.8	914.40	50.80	18.00	305.00	554975.23	4.72	7530.92
2	c	18	H	2T2c18H	50.8	914.40	50.80	19.00	305.00	554975.23	5.00	7557.79
2	c	18	H	2T2c18H	50.80	914.40	50.80	20.00	305.00	554975.23	5.14	7376.63
2	c	18	H	2T2c18H	50.8	914.40	50.80	21.00	305.00	554975.23	5.20	7111.52



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

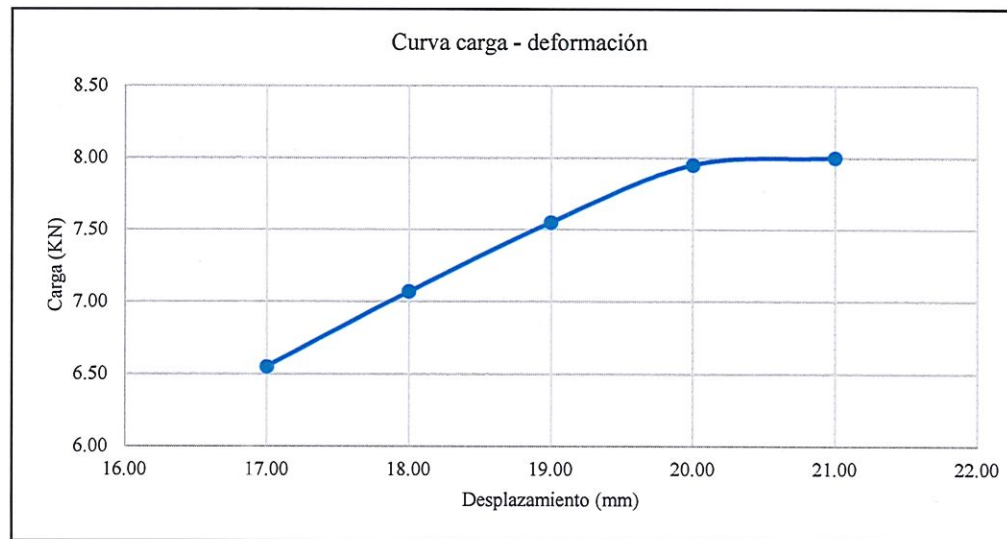
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	a	1	S	2.5T3a1S	50.8	1125.00	62.50	17.00	380.00	1033528.65	6.55	11207.40
3	a	1	S	2.5T3a1S	50.8	1125.00	62.50	18.00	380.00	1033528.65	7.07	11424.95
3	a	1	S	2.5T3a1S	50.8	1125.00	62.50	19.00	380.00	1033528.65	7.55	11558.38
3	a	1	S	2.5T3a1S	50.80	1125.00	62.50	20.00	380.00	1033528.65	7.95	11562.13
3	a	1	S	2.5T3a1S	50.8	1125.00	62.50	21.00	380.00	1033528.65	8.00	11079.42



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

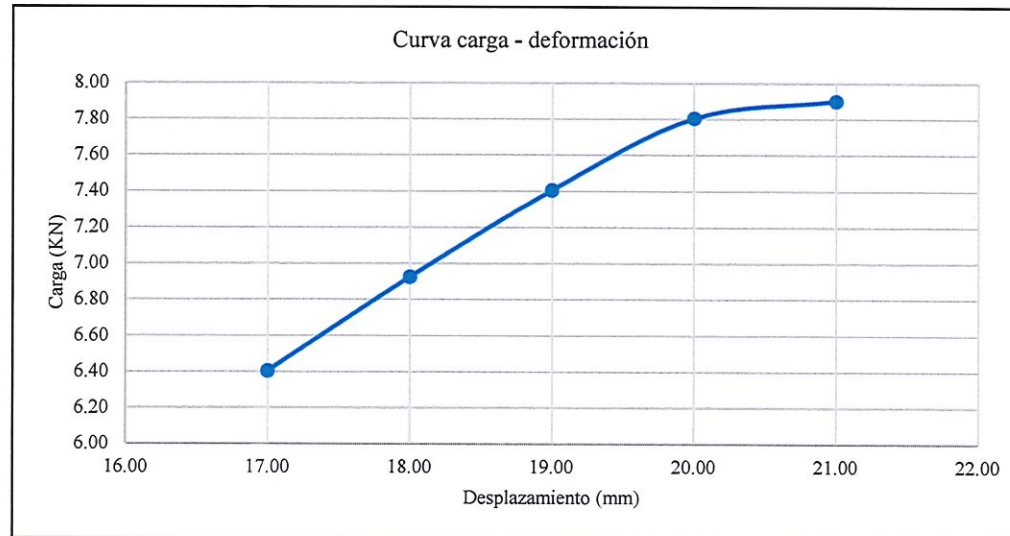
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	b	2	S	2.5T3b2S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.40	10783.38
3	b	2	S	2.5T3b2S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.92	11011.26
3	b	2	S	2.5T3b2S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.40	11154.89
3	b	2	S	2.5T3b2S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.80	11169.65
3	b	2	S	2.5T3b2S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.90	10768.62



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

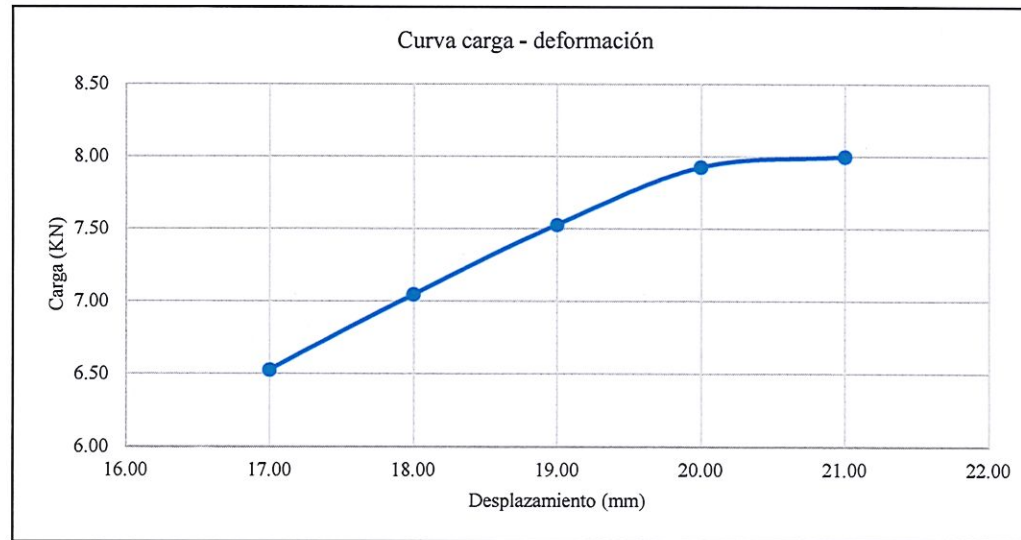
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	c	3	S	2.5T3c3S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.53	10992.18
3	c	3	S	2.5T3c3S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	7.05	11208.46
3	c	3	S	2.5T3c3S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.53	11341.71
3	c	3	S	2.5T3c3S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.93	11347.13
3	c	3	S	2.5T3c3S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	8.00	10904.94



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

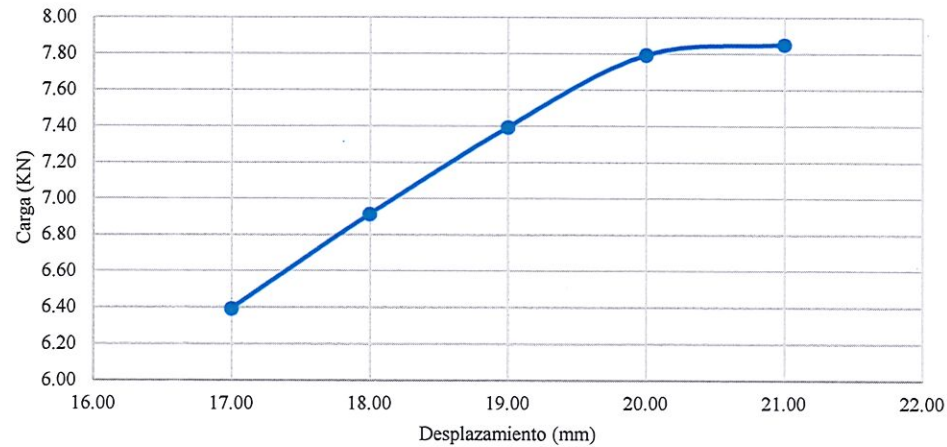
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	a	4	S	2.5T4a4S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.39	10764.86
4	a	4	S	2.5T4a4S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.91	10993.77
4	a	4	S	2.5T4a4S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.39	11138.32
4	a	4	S	2.5T4a4S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.79	11153.91
4	a	4	S	2.5T4a4S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.85	10700.47

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

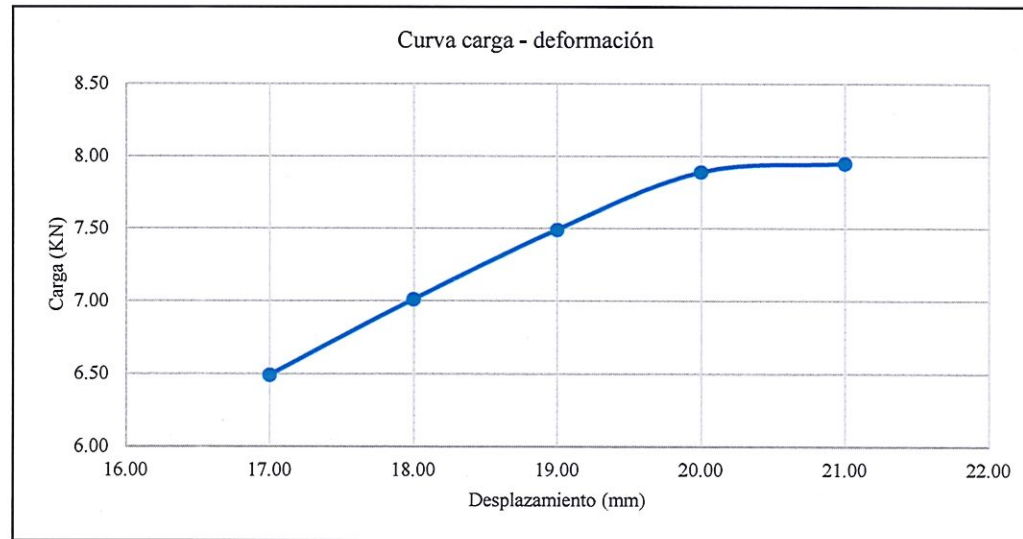
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	b	5	S	2.5T4b5S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.49	10929.87
4	b	5	S	2.5T4b5S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	7.01	11149.62
4	b	5	S	2.5T4b5S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.49	11285.96
4	b	5	S	2.5T4b5S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.89	11294.17
4	b	5	S	2.5T4b5S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.95	10836.78



CHEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

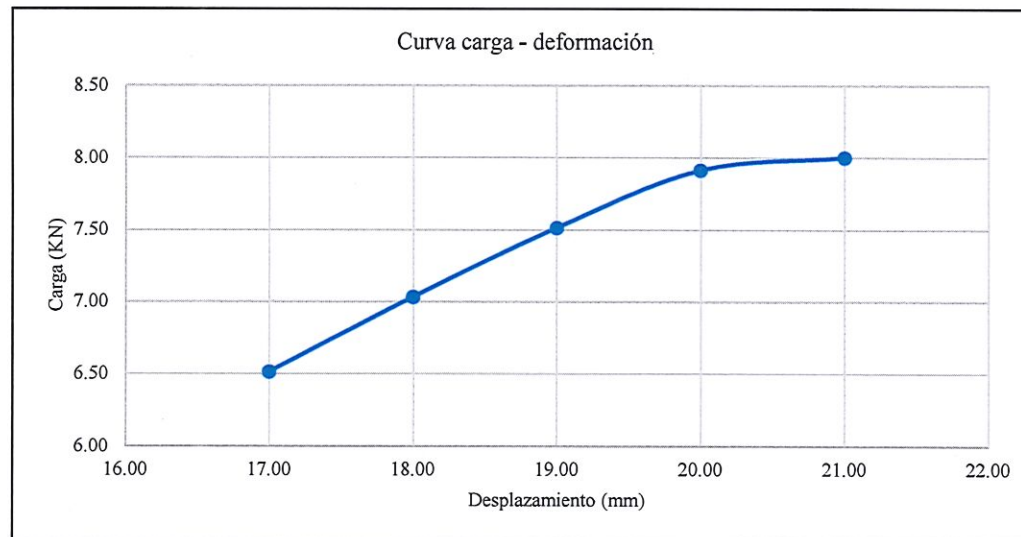
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	c	6	S	2.5T4c6S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.51	10965.23
4	c	6	S	2.5T4c6S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	7.03	11183.01
4	c	6	S	2.5T4c6S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.51	11317.60
4	c	6	S	2.5T4c6S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.91	11324.23
4	c	6	S	2.5T4c6S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	8.00	10904.94



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

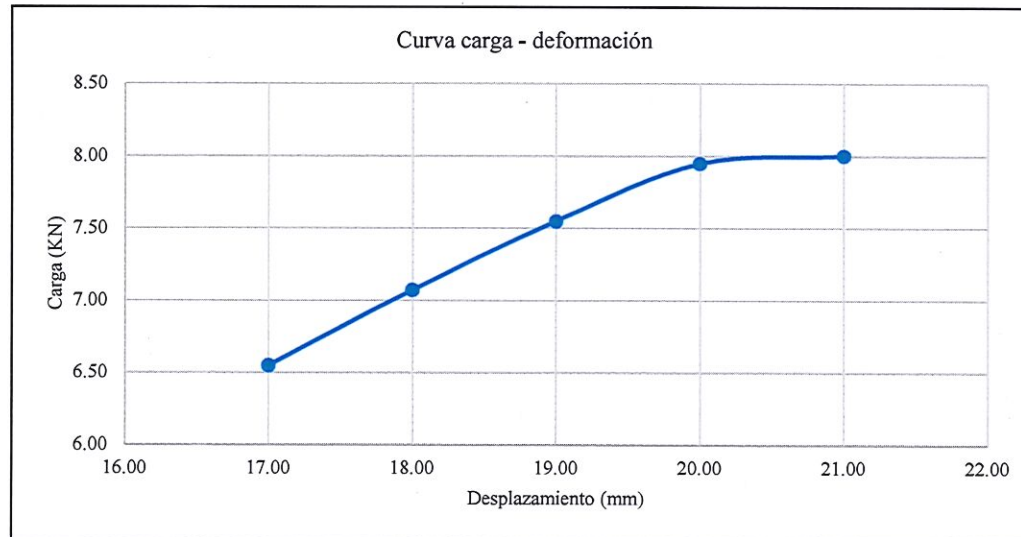
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	a	7	S	2.5T3a7S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.55	11025.85
3	a	7	S	2.5T3a7S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	7.07	11240.26
3	a	7	S	2.5T3a7S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.55	11371.84
3	a	7	S	2.5T3a7S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.95	11375.76
3	a	7	S	2.5T3a7S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	8.00	10904.94



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

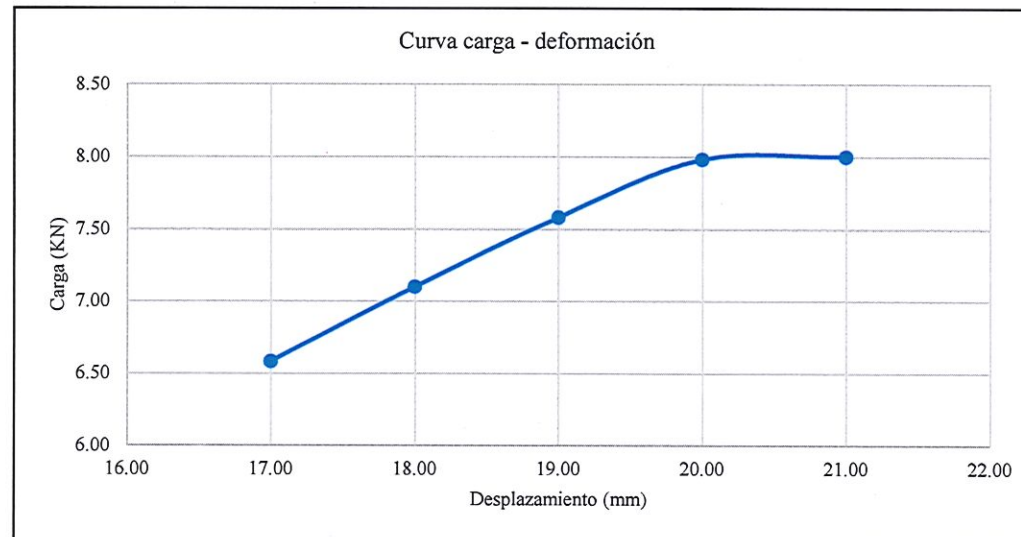
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	b	8	S	2.5T3b8S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.58	11083.10
3	b	8	S	2.5T3b8S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	7.10	11294.33
3	b	8	S	2.5T3b8S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.58	11423.06
3	b	8	S	2.5T3b8S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	7.98	11424.42
3	b	8	S	2.5T3b8S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	8.00	10904.94



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

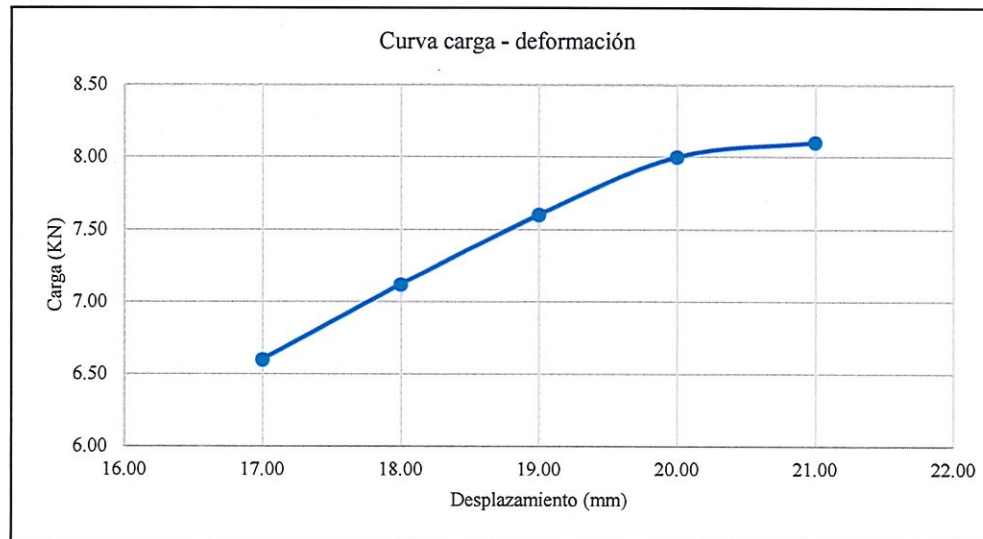
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	c	9	S	2.5T3c9S	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	6.60	11111.73
3	c	9	S	2.5T3c9S	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	7.12	11321.37
3	c	9	S	2.5T3c9S	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	7.60	11448.68
3	c	9	S	2.5T3c9S	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	8.00	11448.75
3	c	9	S	2.5T3c9S	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	8.10	11041.25



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

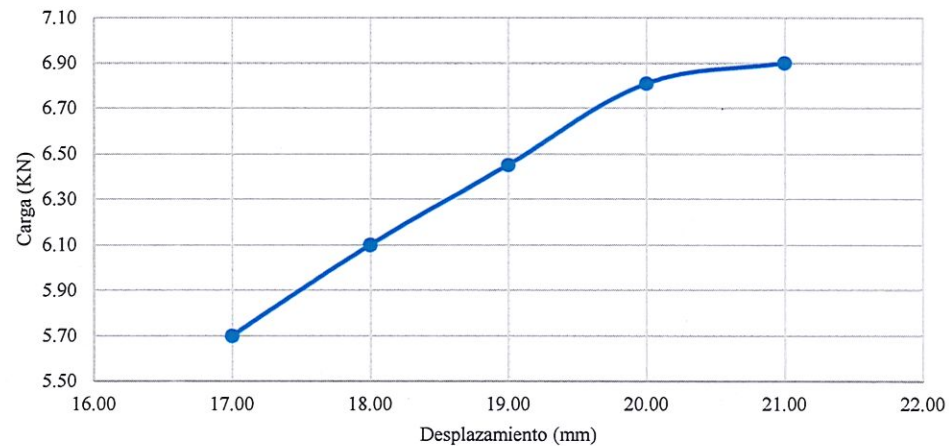
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	a	10	H	2.5T4a10H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.70	9597.95
4	a	10	H	2.5T4a10H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.10	9700.85
4	a	10	H	2.5T4a10H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.45	9717.59
4	a	10	H	2.5T4a10H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.81	9746.97
4	a	10	H	2.5T4a10H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	6.90	9405.51

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

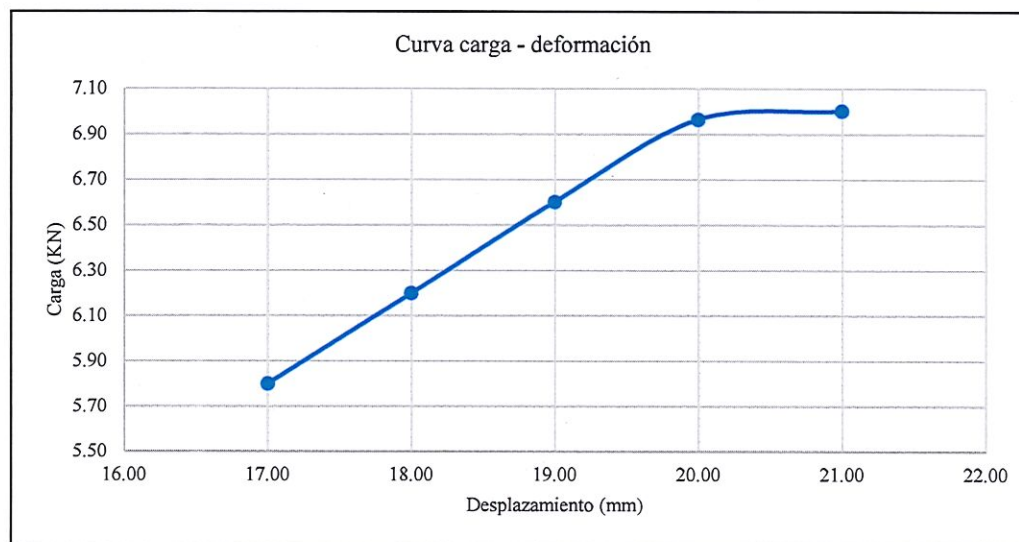
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	b	11	H	2.5T4b11H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.80	9766.33
4	b	11	H	2.5T4b11H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.20	9859.88
4	b	11	H	2.5T4b11H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.60	9943.58
4	b	11	H	2.5T4b11H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.96	9965.95
4	b	11	H	2.5T4b11H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.00	9541.82



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

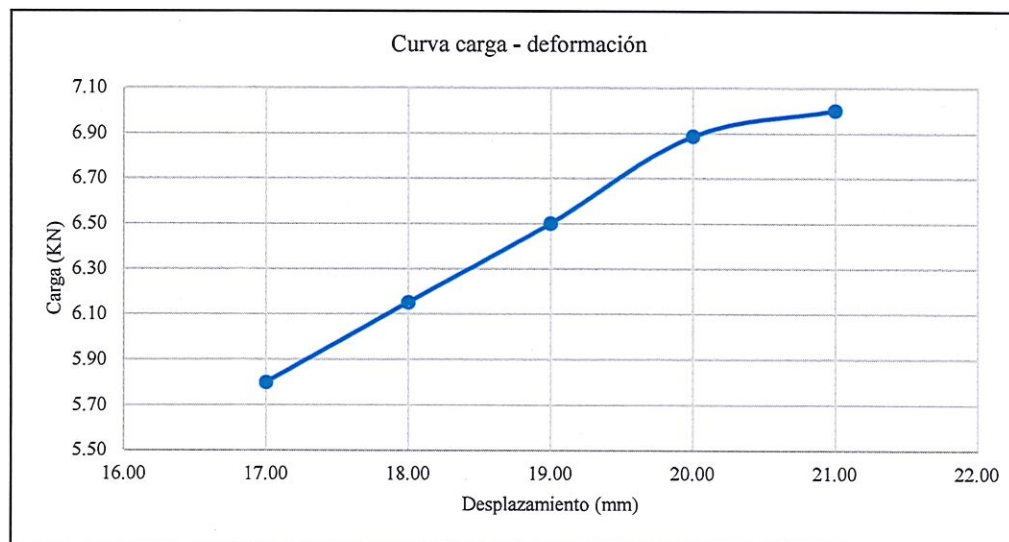
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	c	12	H	2.5T4c12H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.80	9766.33
4	c	12	H	2.5T4c12H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.15	9780.36
4	c	12	H	2.5T4c12H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.50	9792.92
4	c	12	H	2.5T4c12H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.89	9857.18
4	c	12	H	2.5T4c12H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.00	9541.82



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

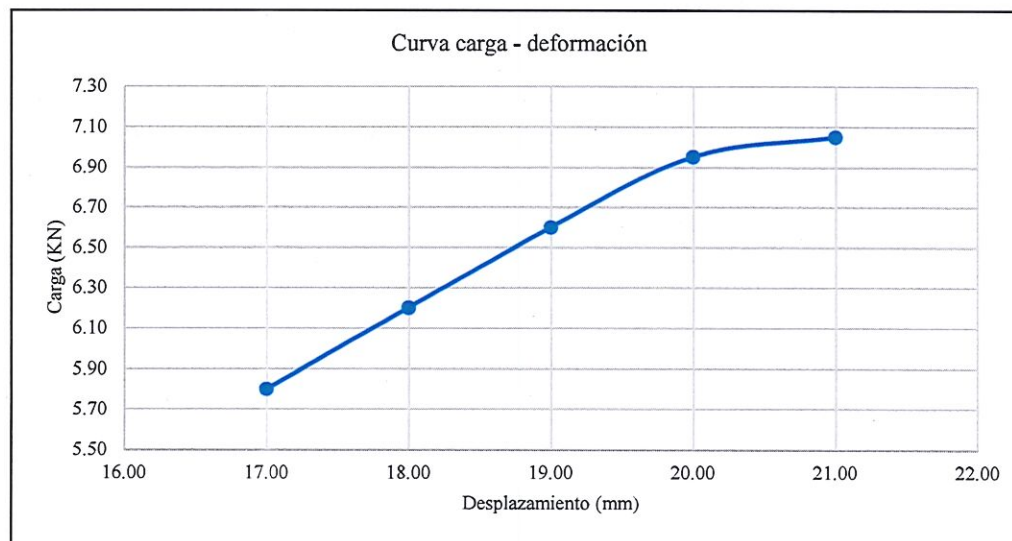
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	a	13	H	2.5T3a13H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.80	9766.33
3	a	13	H	2.5T3a13H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.20	9859.88
3	a	13	H	2.5T3a13H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.60	9943.58
3	a	13	H	2.5T3a13H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.95	9951.64
3	a	13	H	2.5T3a13H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.05	9609.97



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

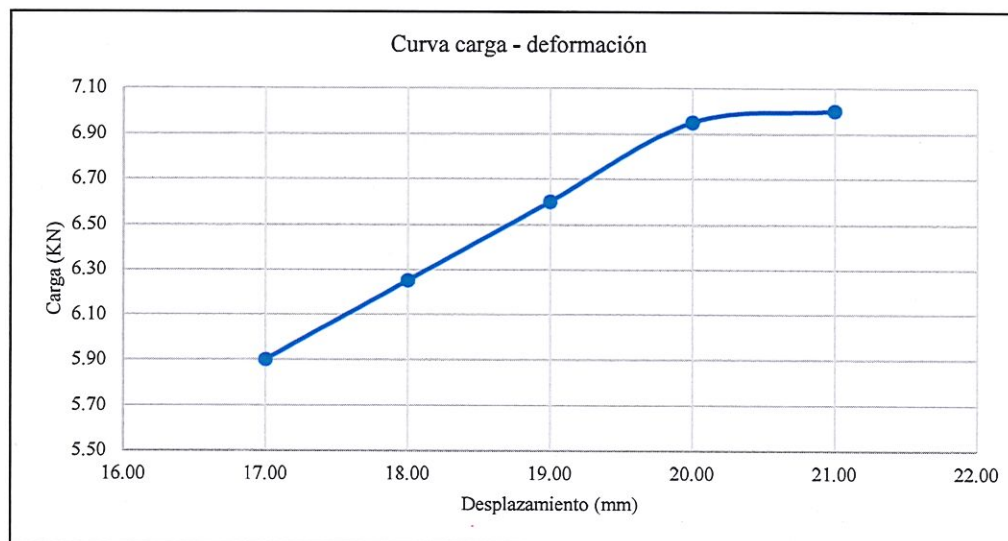
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	b	14	H	2.5T3b14H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.90	9934.72
3	b	14	H	2.5T3b14H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.25	9939.39
3	b	14	H	2.5T3b14H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.60	9943.58
3	b	14	H	2.5T3b14H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.95	9947.35
3	b	14	H	2.5T3b14H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.00	9541.82



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

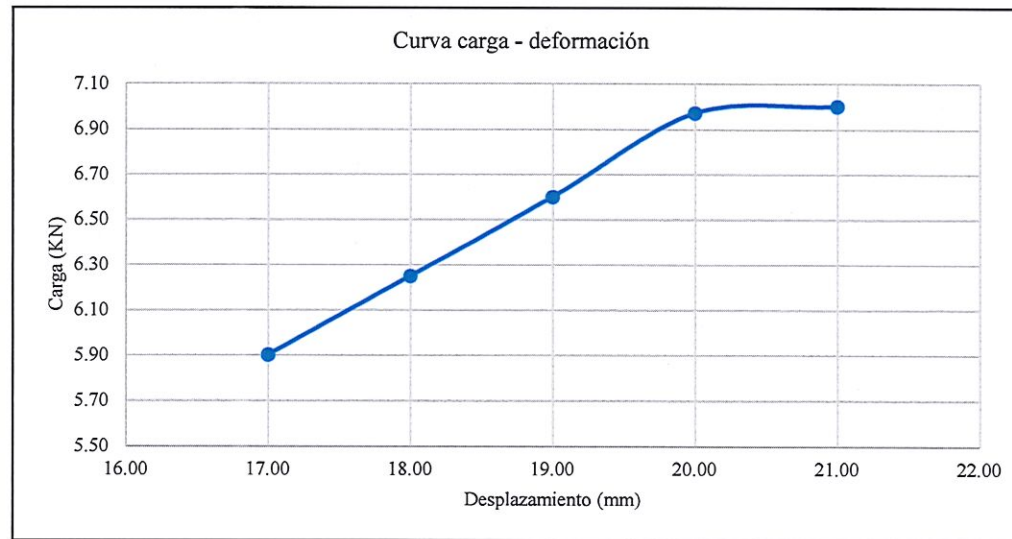
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
3	c	15	H	2.5T3c15H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.90	9934.72
3	c	15	H	2.5T3c15H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.25	9939.39
3	c	15	H	2.5T3c15H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.60	9943.58
3	c	15	H	2.5T3c15H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.97	9977.40
3	c	15	H	2.5T3c15H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.00	9541.82



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

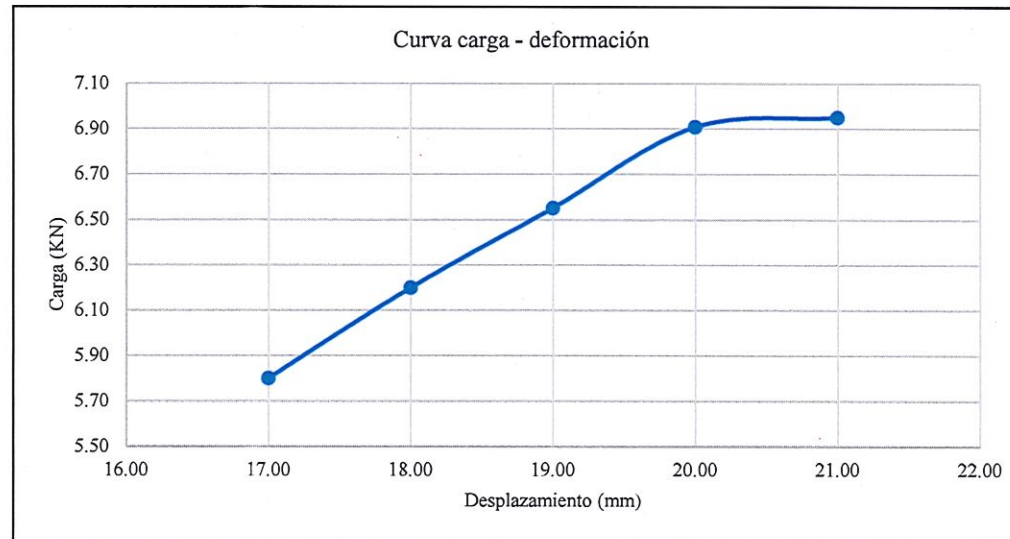
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	a	16	H	2.5T4a16H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.80	9766.33
4	a	16	H	2.5T4a16H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.20	9859.88
4	a	16	H	2.5T4a16H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.55	9868.25
4	a	16	H	2.5T4a16H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.91	9887.23
4	a	16	H	2.5T4a16H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	6.95	9473.66



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

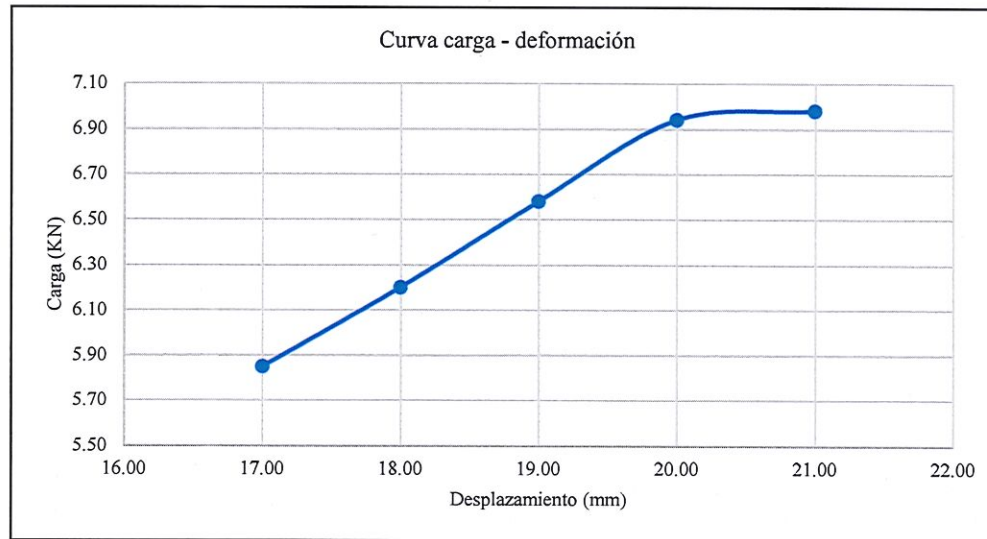
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	b	17	H	2.5T4b17H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.85	9850.52
4	b	17	H	2.5T4b17H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.20	9859.88
4	b	17	H	2.5T4b17H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.58	9913.45
4	b	17	H	2.5T4b17H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.94	9934.46
4	b	17	H	2.5T4b17H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	6.98	9514.56



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

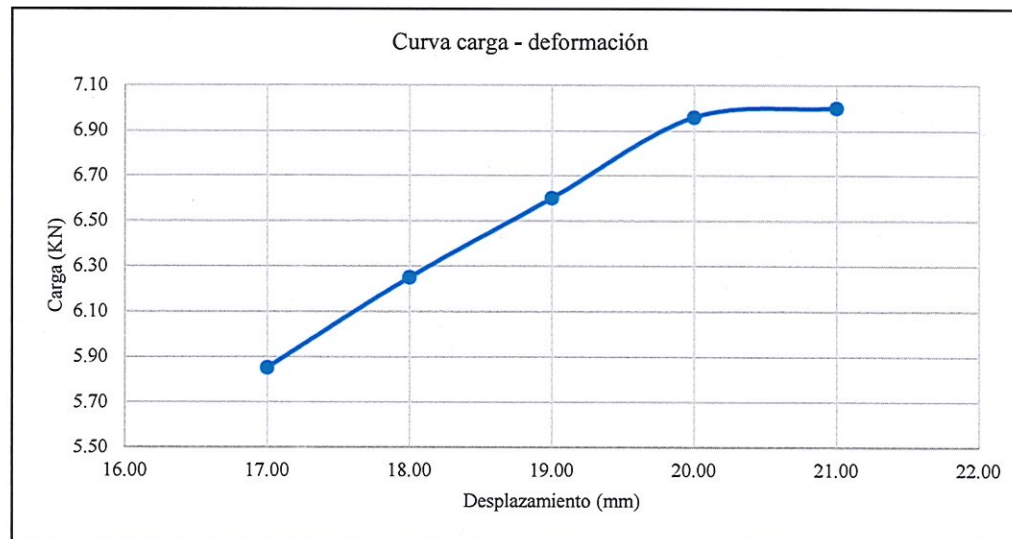
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
4	c	18	H	2.5T4c18H	50.8	1143.00	63.50	17.00	380.00	1083936.00	5.85	9850.52
4	c	18	H	2.5T4c18H	50.8	1143.00	63.50	18.00	380.00	1083936.00	6.25	9939.39
4	c	18	H	2.5T4c18H	50.8	1143.00	63.50	19.00	380.00	1083936.00	6.60	9943.58
4	c	18	H	2.5T4c18H	50.80	1143.00	63.50	20.00	380.00	1083936.00	6.96	9960.23
4	c	18	H	2.5T4c18H	50.8	1143.00	63.50	21.00	380.00	1083936.00	7.00	9541.82



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

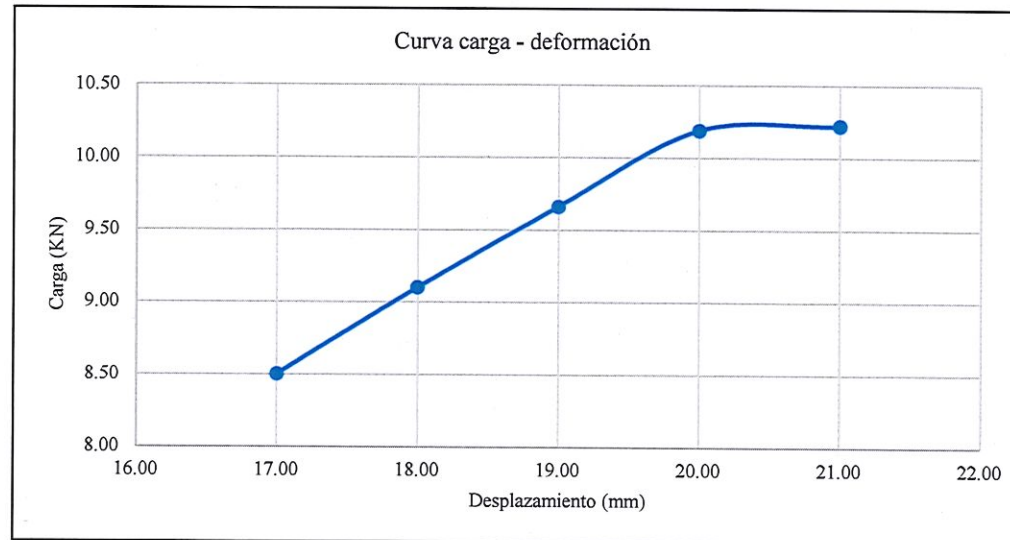
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	a	1	S	3T5a1S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.50	14438.28
5	a	1	S	3T5a1S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.10	14598.70
5	a	1	S	3T5a1S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.66	14681.45
5	a	1	S	3T5a1S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.19	14709.72
5	a	1	S	3T5a1S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.22	14053.26



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

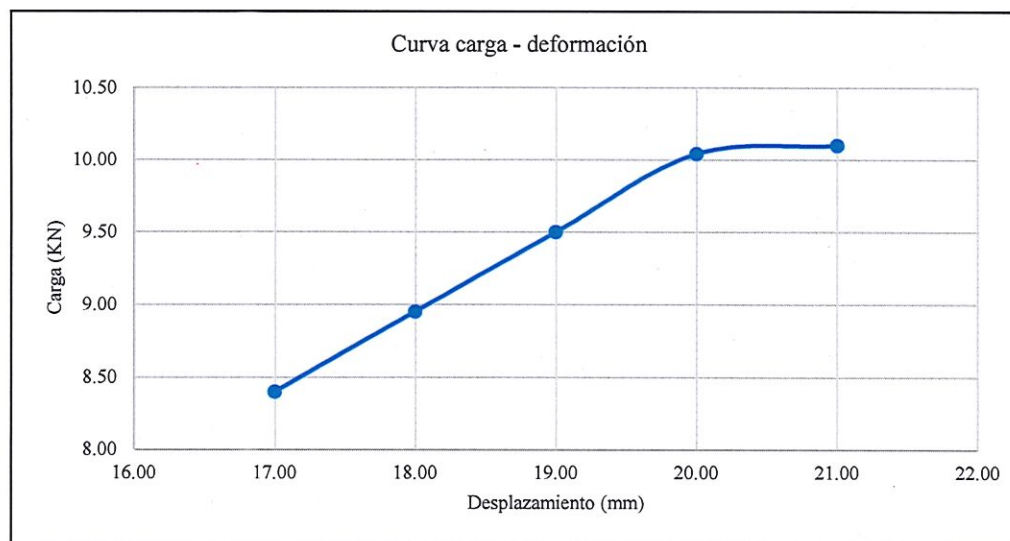
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	b	2	S	3T5b2S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.40	14268.42
5	b	2	S	3T5b2S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.95	14358.07
5	b	2	S	3T5b2S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.50	14438.28
5	b	2	S	3T5b2S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.04	14498.92
5	b	2	S	3T5b2S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.10	13888.25



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

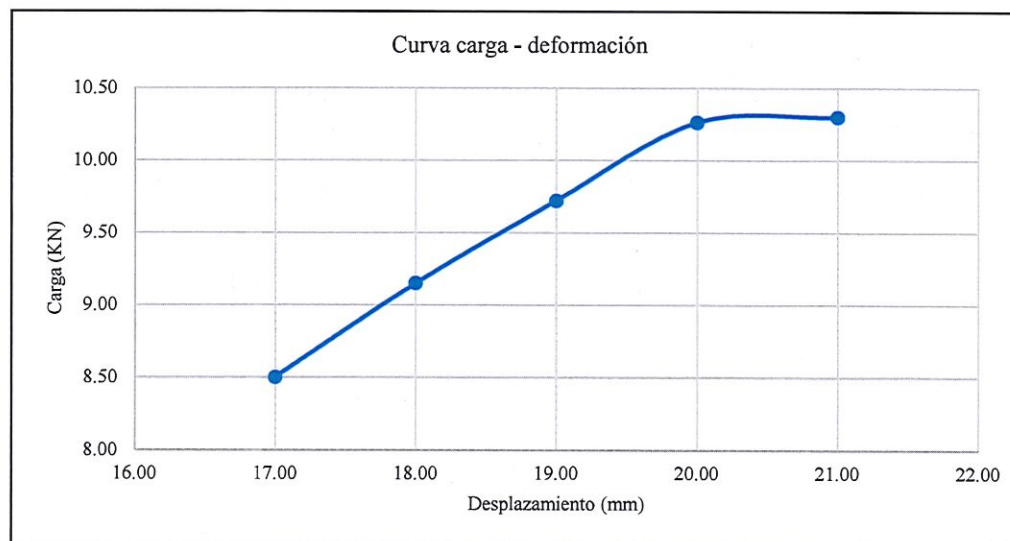
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	c	3	S	3T5c3S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.50	14438.28
5	c	3	S	3T5c3S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.15	14678.92
5	c	3	S	3T5c3S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.72	14772.64
5	c	3	S	3T5c3S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.26	14819.45
5	c	3	S	3T5c3S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.30	14163.26



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

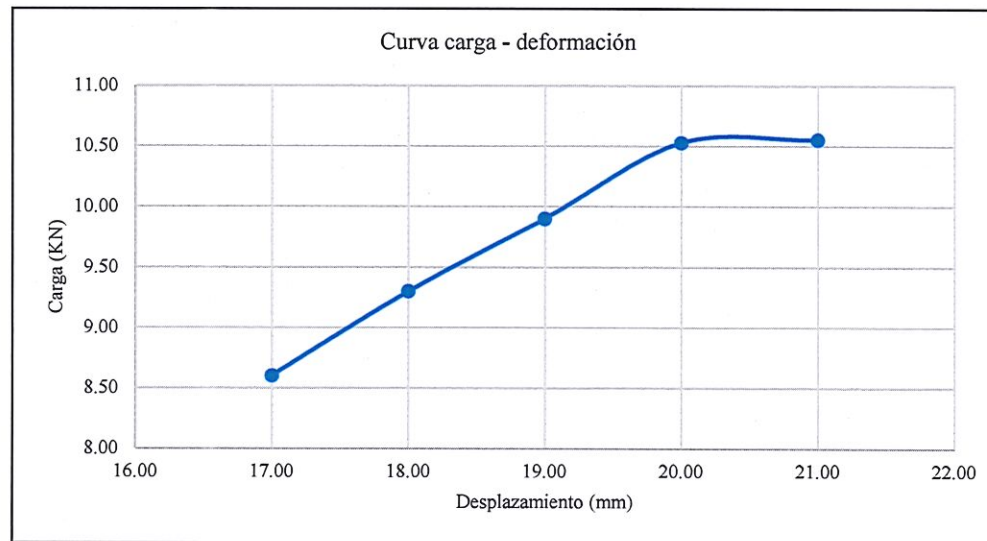
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	a	4	S	3T6a4S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.60	14608.14
6	a	4	S	3T6a4S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.30	14919.55
6	a	4	S	3T6a4S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.90	15046.21
6	a	4	S	3T6a4S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.53	15199.18
6	a	4	S	3T6a4S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.55	14507.03



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

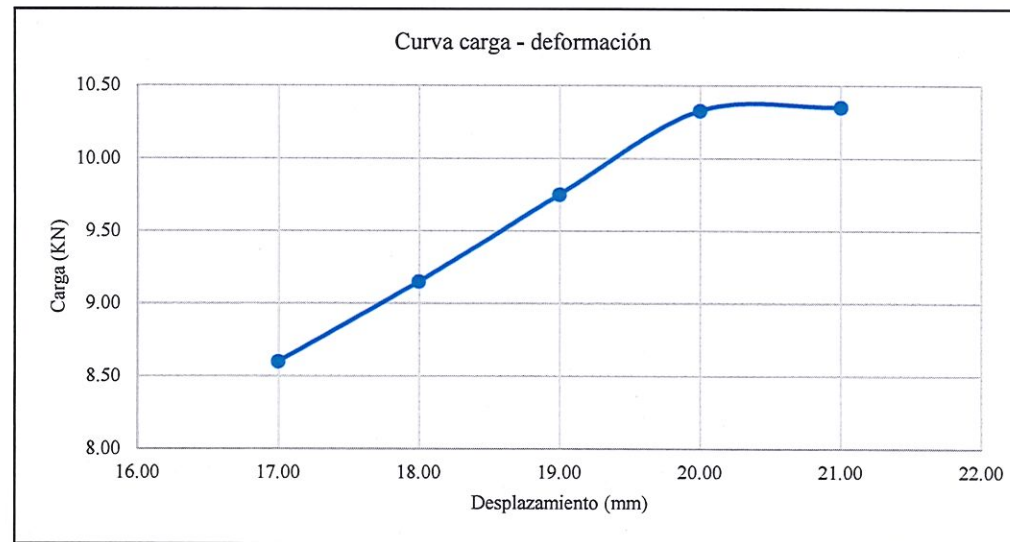
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	b	5	S	3T6b5S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.60	14608.14
6	b	5	S	3T6b5S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.15	14678.92
6	b	5	S	3T6b5S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.75	14818.23
6	b	5	S	3T6b5S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.33	14908.97
6	b	5	S	3T6b5S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.35	14232.02



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

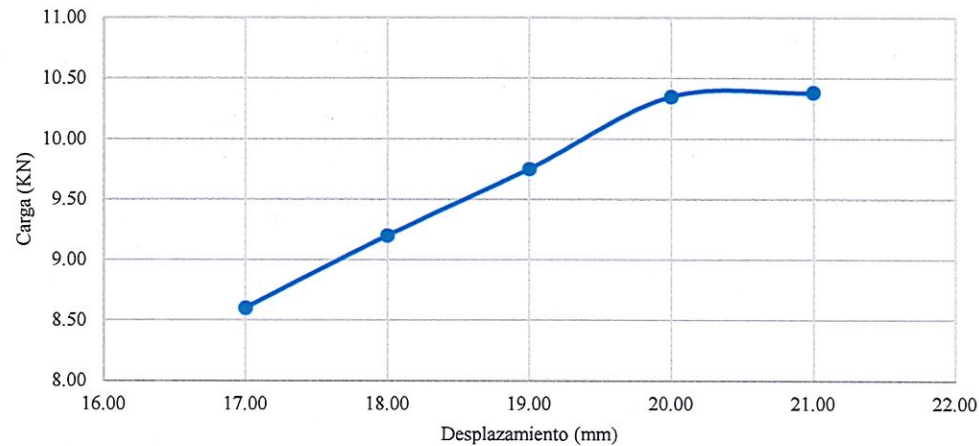
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	c	6	S	3T6c6S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.60	14608.14
6	c	6	S	3T6c6S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.20	14759.13
6	c	6	S	3T6c6S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.75	14818.23
6	c	6	S	3T6c6S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.35	14939.29
6	c	6	S	3T6c6S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.38	14273.27

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

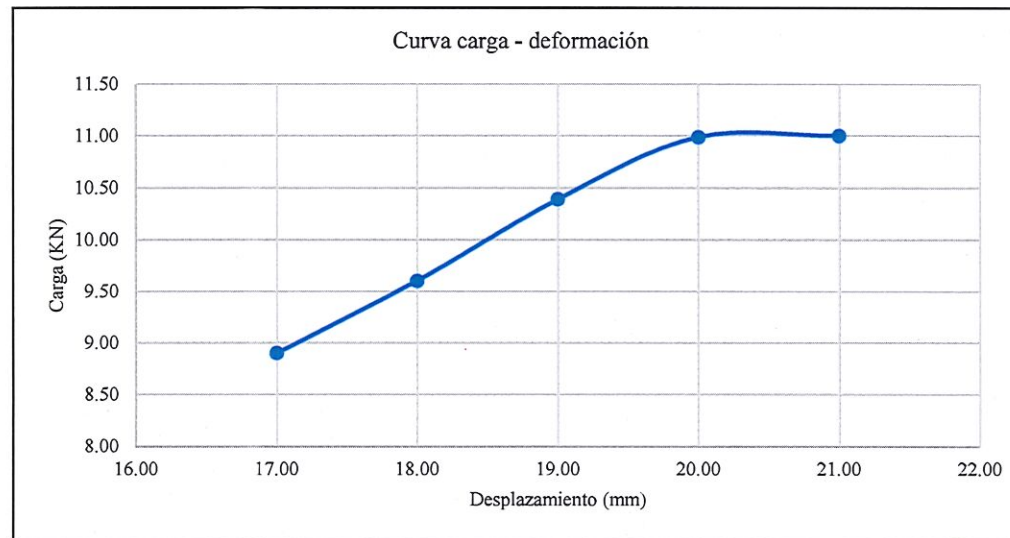
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	a	7	S	3T5a7S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.90	15117.73
5	a	7	S	3T5a7S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.60	15400.83
5	a	7	S	3T5a7S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	10.39	15790.92
5	a	7	S	3T5a7S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.99	15863.34
5	a	7	S	3T5a7S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	11.00	15125.82



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

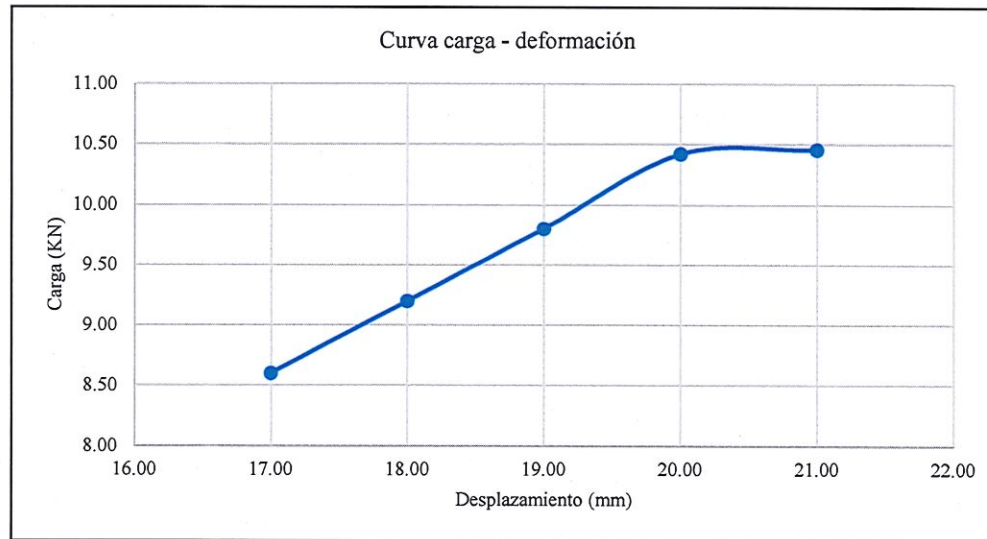
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	b	8	S	3T5b8S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.60	14608.14
5	b	8	S	3T5b8S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.20	14759.13
5	b	8	S	3T5b8S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.80	14894.22
5	b	8	S	3T5b8S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.42	15038.91
5	b	8	S	3T5b8S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.45	14369.53



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

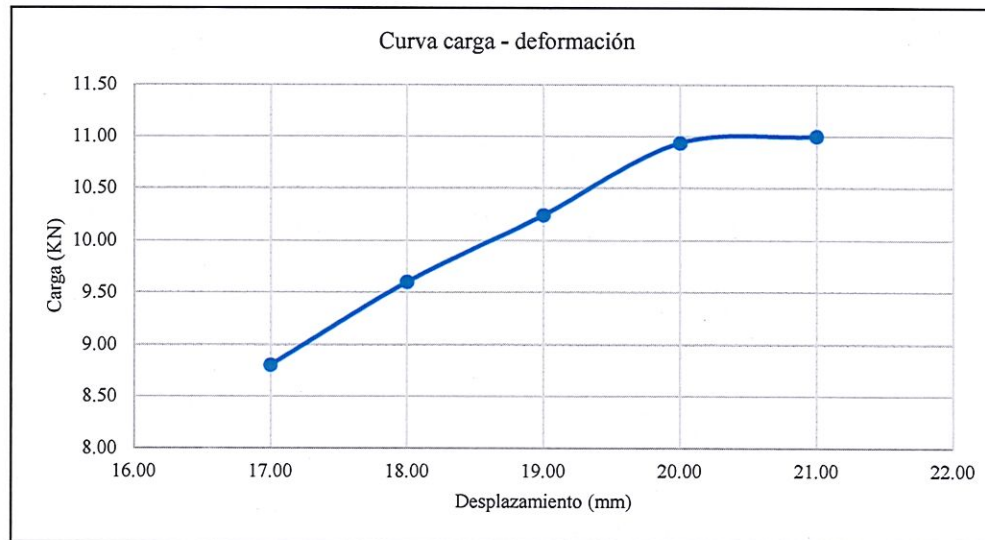
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	c	9	S	3T5c9S	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.80	14947.87
5	c	9	S	3T5c9S	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.60	15400.83
5	c	9	S	3T5c9S	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	10.24	15562.94
5	c	9	S	3T5c9S	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.94	15792.59
5	c	9	S	3T5c9S	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	11.00	15125.82



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

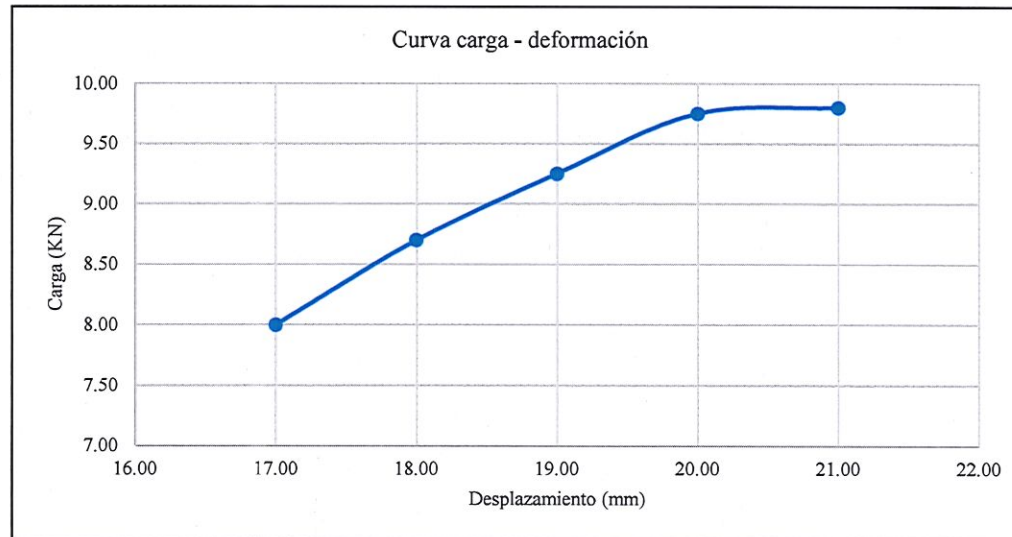
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	a	10	H	3T6a10H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.00	13588.97
6	a	10	H	3T6a10H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.70	13957.00
6	a	10	H	3T6a10H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.25	14058.32
6	a	10	H	3T6a10H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.75	14078.77
6	a	10	H	3T6a10H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.80	13475.73



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

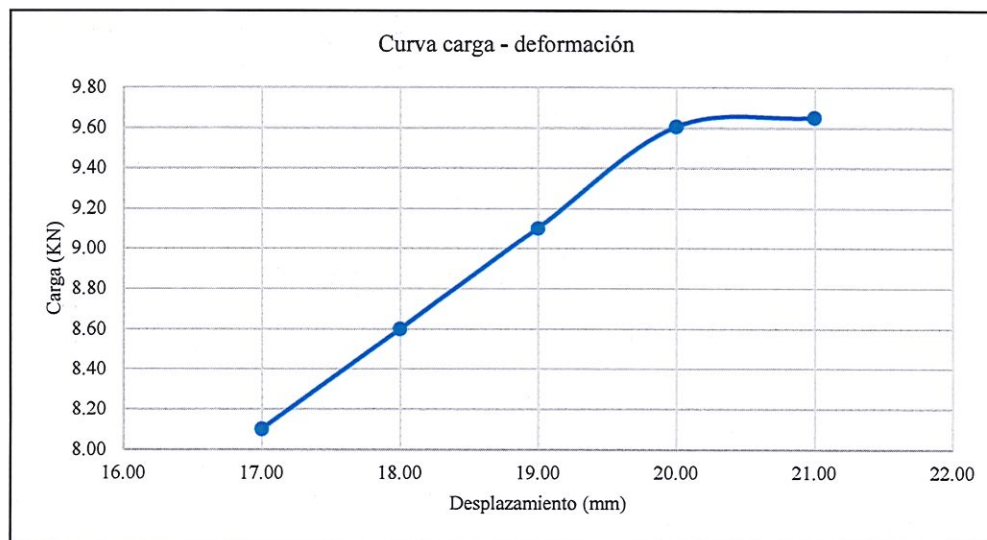
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	b	11	H	3T6b11H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.10	13758.83
6	b	11	H	3T6b11H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.60	13796.58
6	b	11	H	3T6b11H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.10	13830.35
6	b	11	H	3T6b11H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.61	13869.41
6	b	11	H	3T6b11H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.65	13269.47



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

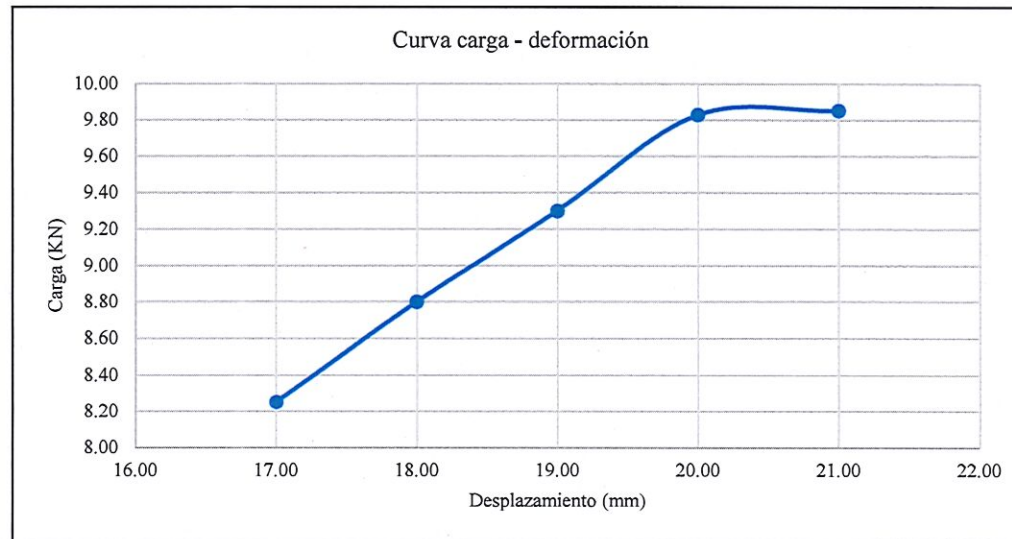
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	c	12	H	3T6c12H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.25	14013.62
6	c	12	H	3T6c12H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.80	14117.43
6	c	12	H	3T6c12H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.30	14134.32
6	c	12	H	3T6c12H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.83	14188.50
6	c	12	H	3T6c12H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.85	13544.48



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.





# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

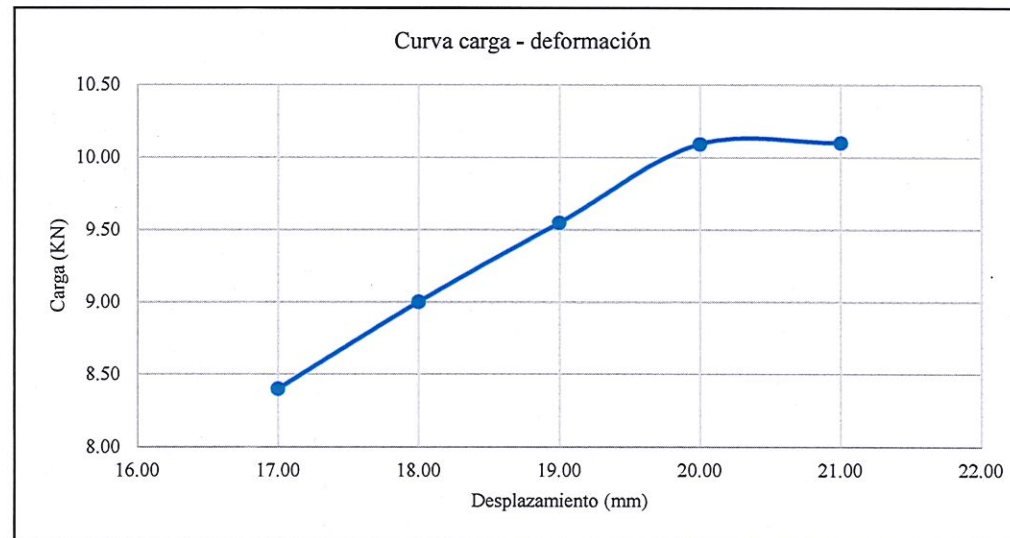
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	a	13	H	3T5a13H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.40	14268.42
5	a	13	H	3T5a13H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	9.00	14438.28
5	a	13	H	3T5a13H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.55	14514.27
5	a	13	H	3T5a13H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	10.09	14569.67
5	a	13	H	3T5a13H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.10	13888.25



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

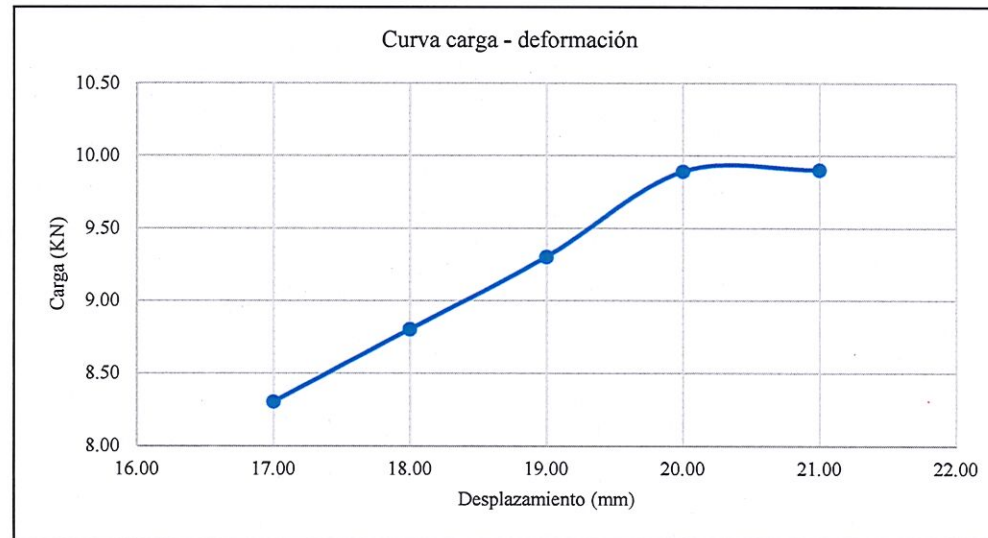
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	b	14	H	3T5b14H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.30	14098.55
5	b	14	H	3T5b14H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.80	14117.43
5	b	14	H	3T5b14H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.30	14134.32
5	b	14	H	3T5b14H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.89	14279.46
5	b	14	H	3T5b14H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.90	13613.23



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

### Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

#### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

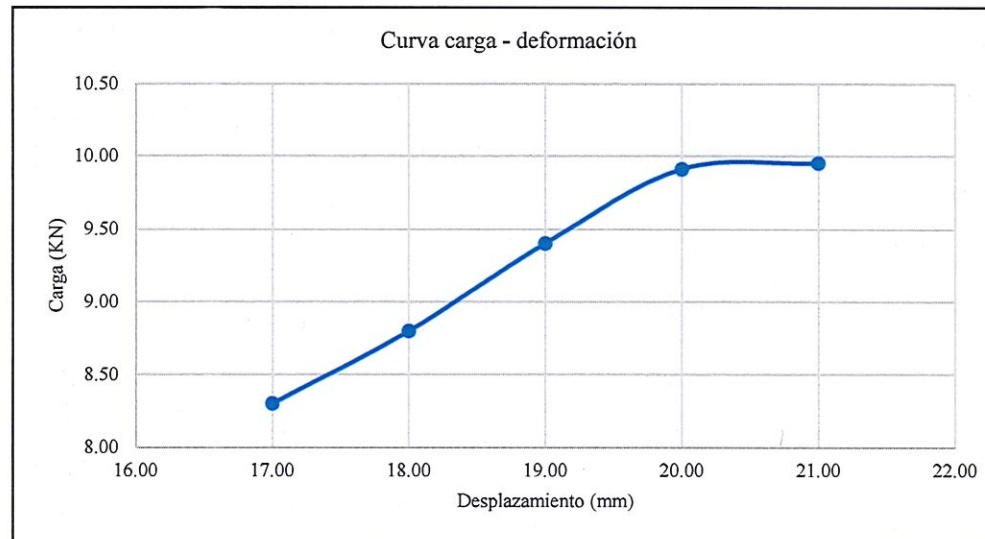
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
5	c	15	H	3T5c15H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.30	14098.55
5	c	15	H	3T5c15H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.80	14117.43
5	c	15	H	3T5c15H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.40	14286.30
5	c	15	H	3T5c15H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.91	14308.33
5	c	15	H	3T5c15H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.95	13681.99



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

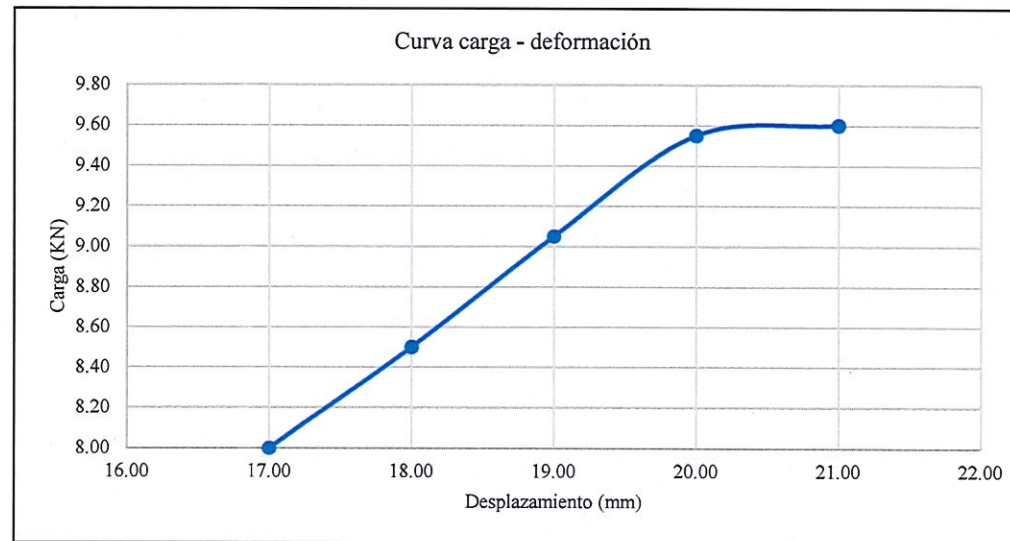
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado								F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	a	16	H	3T6a16H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.00	13588.97
6	a	16	H	3T6a16H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.50	13636.15
6	a	16	H	3T6a16H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.05	13754.36
6	a	16	H	3T6a16H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.55	13788.56
6	a	16	H	3T6a16H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.60	13200.71



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

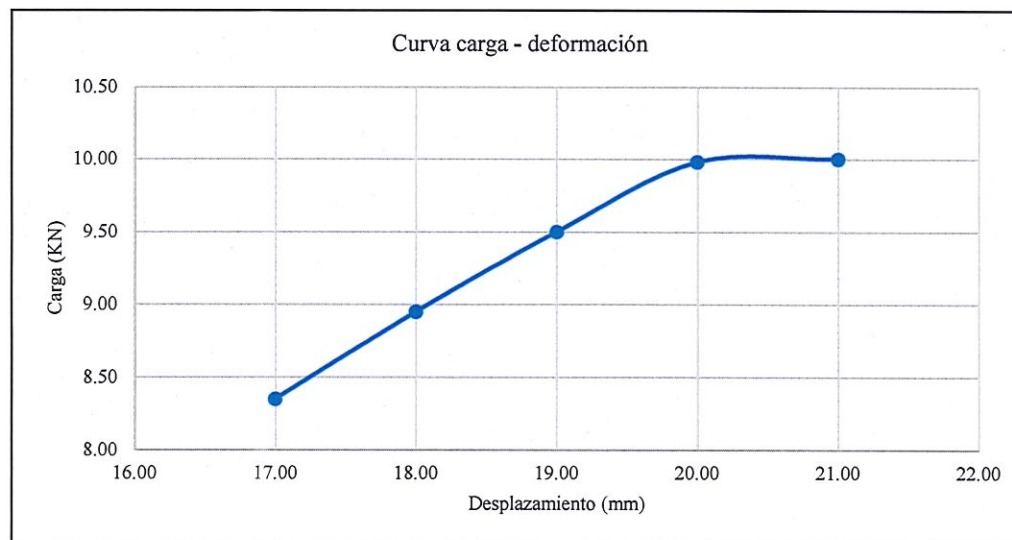
SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA											MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado	Código	Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	b	17	H	3T6b17H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.35	14183.49
6	b	17	H	3T6b17H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.95	14358.07
6	b	17	H	3T6b17H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.50	14438.28
6	b	17	H	3T6b17H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.98	14409.40
6	b	17	H	3T6b17H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	10.00	13750.74



JEFE DE LABORATORIO  
LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL NTP 251.107

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

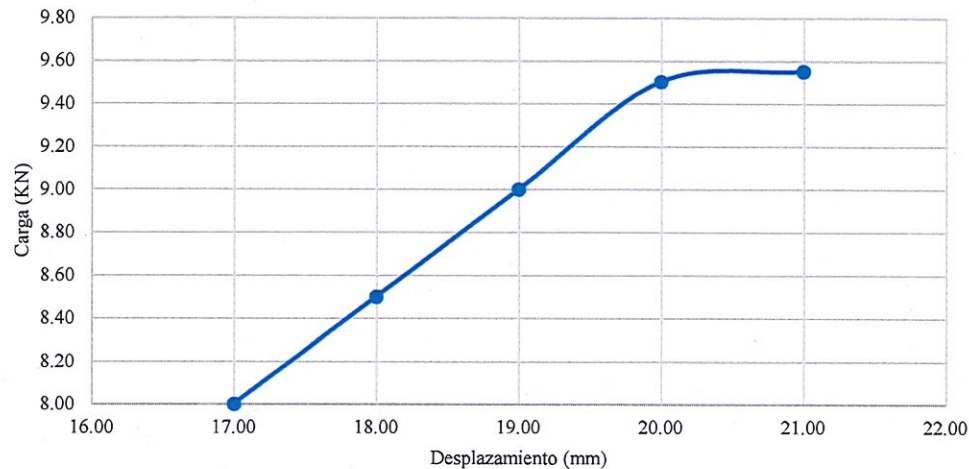
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

MUESTRA				Código							MOE	
Árbol	Troza	Muestra	Estado		Ancho (mm)	Li=18h (mm)	Altura (mm)	Desplazamiento W (mm)	Distancia entre apoyos a (mm)	Momento de inercia I (mm <sup>4</sup> )	F(KN) ZE	E <sub>m</sub> (Mpa)
6	c	18	H	3T6c18H	50.8	1371.60	76.20	17.00	460.00	1873041.42	8.00	13588.97
6	c	18	H	3T6c18H	50.8	1371.60	76.20	18.00	460.00	1873041.42	8.50	13636.15
6	c	18	H	3T6c18H	50.8	1371.60	76.20	19.00	460.00	1873041.42	9.00	13678.37
6	c	18	H	3T6c18H	50.80	1371.60	76.20	20.00	460.00	1873041.42	9.50	13719.25
6	c	18	H	3T6c18H	50.8	1371.60	76.20	21.00	460.00	1873041.42	9.55	13131.96

Curva carga - deformación



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 251.010

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

#### I. ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 251.010

\* MUESTRA: VIGAS DE MADERA en (gr)

\* CÁLCULOS: Según la NTP 251.010 se utilizó la siguiente fórmula para hallar el contenido de humedad

$$CH\% = \frac{m1 - m2}{m2} \times 100$$

donde:

m1: masa en gramos de la viga antes del secado en estufa

m2: masa en gramos de la viga después del secado en estufa

PERALTES	MUESTRA				PESO DE LA VIGA ANTES DEL SECADO (g)	PESO DE LA VIGA DESPUES DEL SECADO (g)	TIEMPO (horas-según NTP 251.010)	T° (C° SEGÚN NTP 251.010)	CONTENIDO DE HUMEDAD (CH%)
	ÁRBOL	TROZA	MUESTRA	ESTADO					
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.00"	2	a	10	H	4105.20	3098.58	3.00	103.00	32.49
	2	b	11	H	4104.50	3108.52	3.00	103.00	32.04
	2	c	12	H	4105.58	3148.59	3.00	103.00	30.39
	1	a	13	H	4104.08	3152.58	3.00	103.00	30.18
	1	b	14	H	4105.20	3054.85	3.00	103.00	34.38
	1	c	15	H	4101.98	3105.84	3.00	103.00	32.07
	2	a	16	H	4103.07	3095.63	3.00	103.00	32.54
	2	b	17	H	4102.36	3109.58	3.00	103.00	31.93
	2	c	18	H	4100.86	3075.65	3.00	103.00	33.33
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.50"	4	a	10	H	4658.52	3481.58	3.00	103.00	33.80
	4	b	11	H	4652.45	3395.86	3.00	103.00	37.00
	4	c	12	H	4589.05	3385.51	3.00	103.00	35.55
	3	a	13	H	4645.68	3476.58	3.00	103.00	33.63
	3	b	14	H	4521.63	3405.05	3.00	103.00	32.79
	3	c	15	H	4563.85	3412.85	3.00	103.00	33.73
	4	a	16	H	4601.08	3402.54	3.00	103.00	35.22
	4	b	17	H	4598.65	3392.67	3.00	103.00	35.55
TANDA MUESTRAS PERALTE 3.00"	4	c	18	H	4804.54	3375.08	3.00	103.00	42.35
	6	a	10	H	5857.86	4354.56	3.00	103.00	34.52
	6	b	11	H	5901.74	4352.01	3.00	103.00	35.61
	6	c	12	H	5845.98	4321.85	3.00	103.00	35.27
	5	a	13	H	5857.86	4352.85	3.00	103.00	34.58
	5	b	14	H	5857.86	4349.88	3.00	103.00	34.67
	5	c	15	H	5857.86	4325.33	3.00	103.00	35.43
	6	a	16	H	5857.86	4301.11	3.00	103.00	36.19
6	b	17	H	5857.86	4298.04	3.00	103.00	36.29	
6	c	18	H	5857.86	4298.54	3.00	103.00	36.28	



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



# UNIVERSIDAD NACIONAL TRUJILLO

## Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

### MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 251.010

SOLICITANTE: LENIN SÁNCHEZ BRAVO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

UBICACIÓN: DISTRITO: CHOROPAMPA; PROVINCIA CHOTA; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Trujillo julio de 2022

PERALTES	MUESTRA				PESO DE LA VIGA SECADA AL AIRE LIBRE (g)	PESO DE LA VIGA DESPUES DEL SECADO EN HORNO (g)	TIEMPO (horas-según NTP 251.010)	T° (C° SEGÚN NTP 251.010)	CONTENIDO DE HUMEDAD (CH%)
	ÁRBOL	TROZA	MUESTRA	ESTADO					
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.00"	1	a	1	S	3905.25	3400.94	3.00	103.00	14.83
	1	b	2	S	3895.00	3398.56	3.00	103.00	14.61
	1	c	3	S	3799.58	3328.99	3.00	103.00	14.14
	2	a	4	S	3886.22	3405.98	3.00	103.00	14.10
	2	b	5	S	3900.38	3355.84	3.00	103.00	16.23
	2	c	6	S	3860.05	3356.71	3.00	103.00	15.00
	1	a	7	S	3911.66	3349.08	3.00	103.00	16.80
	1	b	8	S	3945.88	3455.69	3.00	103.00	14.19
TANDA MUESTRAS PERALTE 2.50"	3	a	1	S	4452.63	3844.26	3.00	103.00	15.83
	3	b	2	S	4445.62	3821.26	3.00	103.00	16.34
	3	c	3	S	4421.56	3802.56	3.00	103.00	16.28
	4	a	4	S	4462.68	3811.56	3.00	103.00	17.08
	4	b	5	S	4399.05	3789.65	3.00	103.00	16.08
	4	c	6	S	4389.65	3764.66	3.00	103.00	16.60
	3	a	7	S	4408.69	3789.36	3.00	103.00	16.34
	3	b	8	S	4436.89	3808.66	3.00	103.00	16.49
TANDA MUESTRAS PERALTE 3.00"	3	c	9	S	4426.66	3774.12	3.00	103.00	17.29
	5	a	1	S	5698.11	4789.55	3.00	103.00	18.97
	5	b	2	S	5668.90	4779.56	3.00	103.00	18.61
	5	c	3	S	5687.54	4784.56	3.00	103.00	18.87
	6	a	4	S	5666.25	4786.01	3.00	103.00	18.39
	6	b	5	S	5589.63	4698.65	3.00	103.00	18.96
	6	c	6	S	5605.88	4758.36	3.00	103.00	17.81
	5	a	7	S	5586.07	4705.36	3.00	103.00	18.72
5	b	8	S	5578.99	4758.54	3.00	103.00	17.24	
5	c	9	S	5588.69	4702.36	3.00	103.00	18.85	

LEYENDA:	
H:	HUMEDO
S:	SECO



JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES COMPUESTOS

Dr. Ing. Alexander Y. Vega Anticona.



*Anexo I. Certificados INDECOPI*



EXPEDIENTE N° 782282-2019

**RESOLUCIÓN N° 001482-2019/DSD-Reg-INDECOPI**

Lima, 30 de enero del 2019

Con fecha 21 de enero de 2019, MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, de Perú, solicitó la Renovación del registro N° 54852.

**1. ANÁLISIS**

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contados a partir de la fecha del mismo.

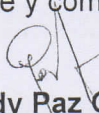
Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el párrafo precedente, las disposiciones contenidas en los artículos 178°, 179°, 184°, 189°, 196° y 198° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 75° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, en lo que corresponda; así como lo señalado por el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; procede acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

**2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS**

**INSCRIBIR** en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, la renovación del registro de la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; de la clase 42 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 54852, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 30 de enero del 2029.

Regístrese y comuníquese

  
**Gwendy Paz Gilio**  
Área de Registro y Archivo  
Dirección de Signos Distintivos  
Indecopi

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

**CERTIFICADO N° 00054852**

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 001083-2009/DSD - INDECOPI de fecha 30 de Enero de 2009, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : El logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; conforme al modelo adjunto

Distingue : Estudios de proyectos técnicos, control de calidad, ingeniería, geológicas (investigaciones)

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0361669-2008


Titular : MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS

País : PERU

Vigencia : 30 de Enero de 2019

Tomo : 275

Folio : 052



**PATRICIA GAMBOA VILELA**  
Directora  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI





PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

EXPEDIENTE N° : 0361669-2008

RESOLUCIÓN N° : **001083** -2009/DSD-INDECOPI

Lima, **30 ENE. 2009**

Con fecha 30 de Julio de 2008, MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, de PERU, solicita el registro de la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; conforme al modelo adjunto para distinguir estudios de proyectos técnicos, control de calidad, ingeniería, geológicas (investigaciones), de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

**1. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:**

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4 del Decreto Legislativo N° 823; así como también en ejercicio de las atribuciones conferidas mediante Resolución N° 018476-2008/DSD-INDECOPI, de fecha 01 de setiembre de 2008.

**2. RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:**

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, de PERU, la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; conforme al modelo adjunto para distinguir estudios de proyectos técnicos, control de calidad, ingeniería, geológicas (investigaciones), de la Clase 42 de la Clasificación Internacional, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.



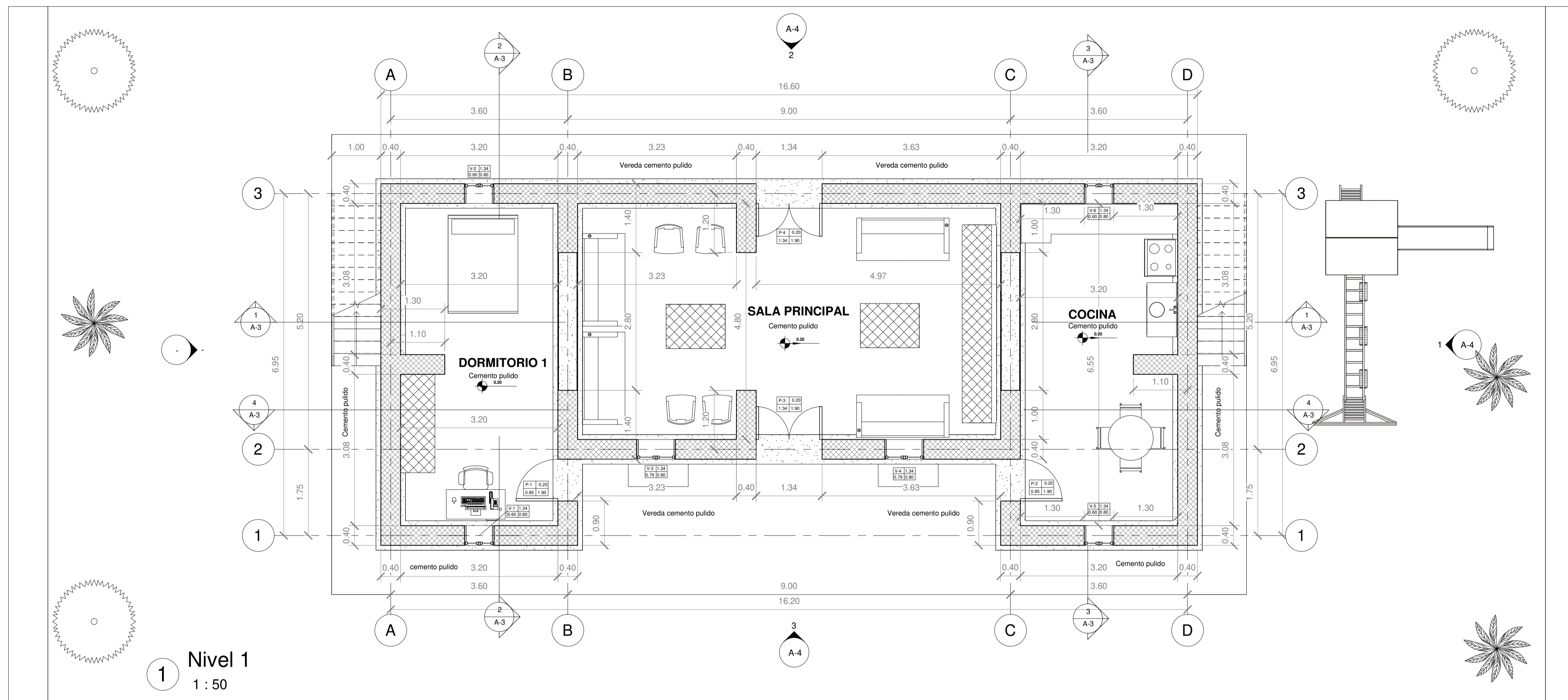
Regístrese y Comuníquese

  
Gwendy Paz Gñio  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
Calle De la Prosa 138, San Borja, Lima 41 - Perú Telf: 224 7800 / Fax: 224 0348  
E-mail: postmaster@indecopi.gob.pe / Web: www.indecopi.gob.pe



*Anexo J. Planos de la vivienda de adobe techo de madera*

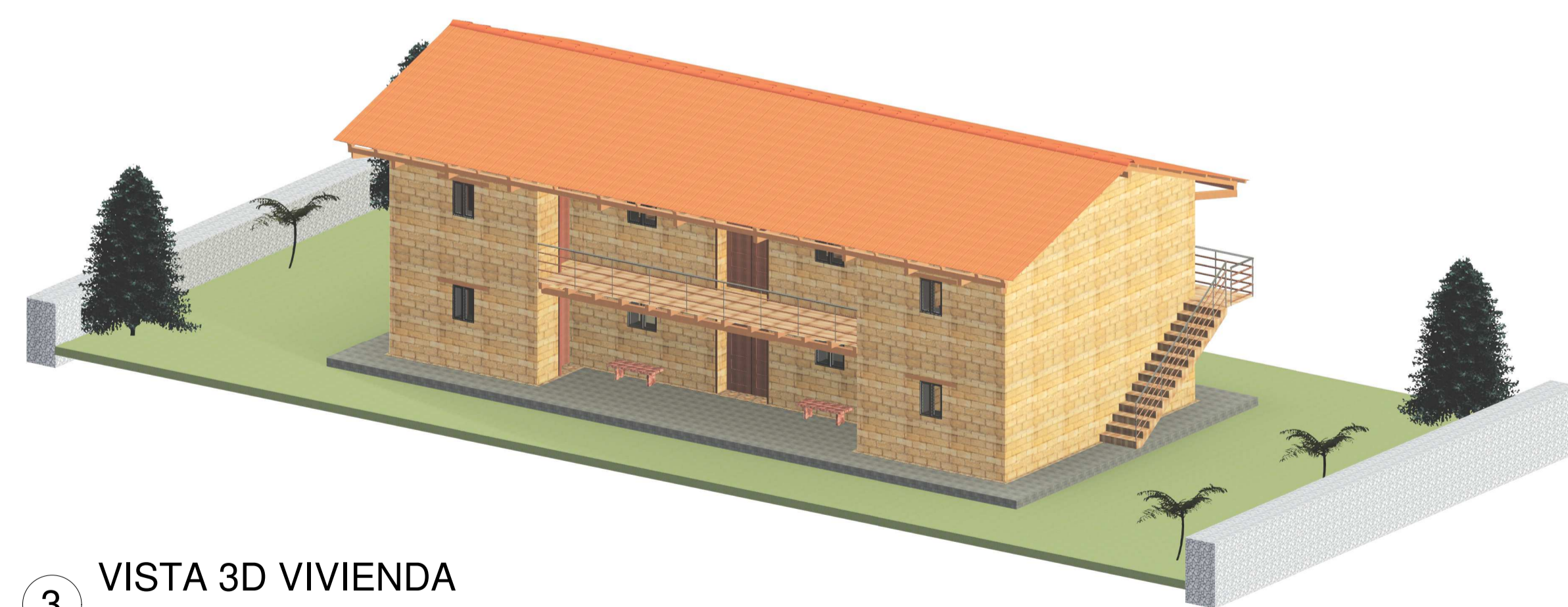


CUADRO DE PUERTAS			
Marca	Tipo	Anchura	Altura
P-1	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-2	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-1	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-2	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-4	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90
P-3	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90
P-4	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90

CUADRO DE VENTANAS				
Marca	Tipo	Anchura	Altura	Altura de antepecho
V-1	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-5	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-1	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14
V-5	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14
V-4	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.34
V-4	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.14
V-3	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.14
V-3	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.34
V-6	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-2	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14
V-2	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14
V-6	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14



2 VISTA 3D PRIMER PISO



3 VISTA 3D VIVIENDA



**PROYECTO:**  
 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA 'CLETHRA OBOVATA', UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

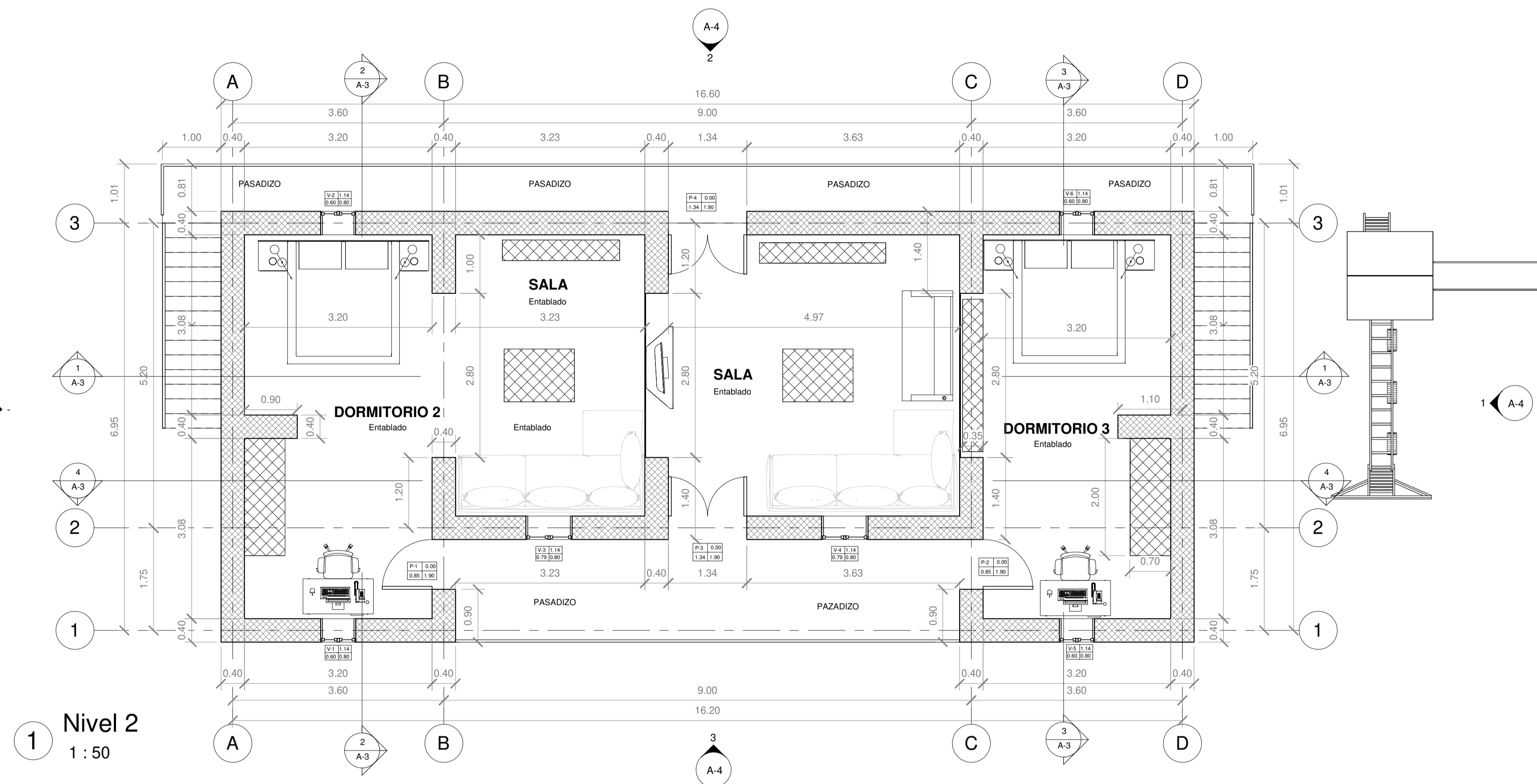
**NOMBRE DE PLANO:**  
 ARQUITECTURA

**DISEÑADOR:**  
 LENIN SÁNCHEZ BRAVO

**NUMERO DE PLANO:**  
 A-1

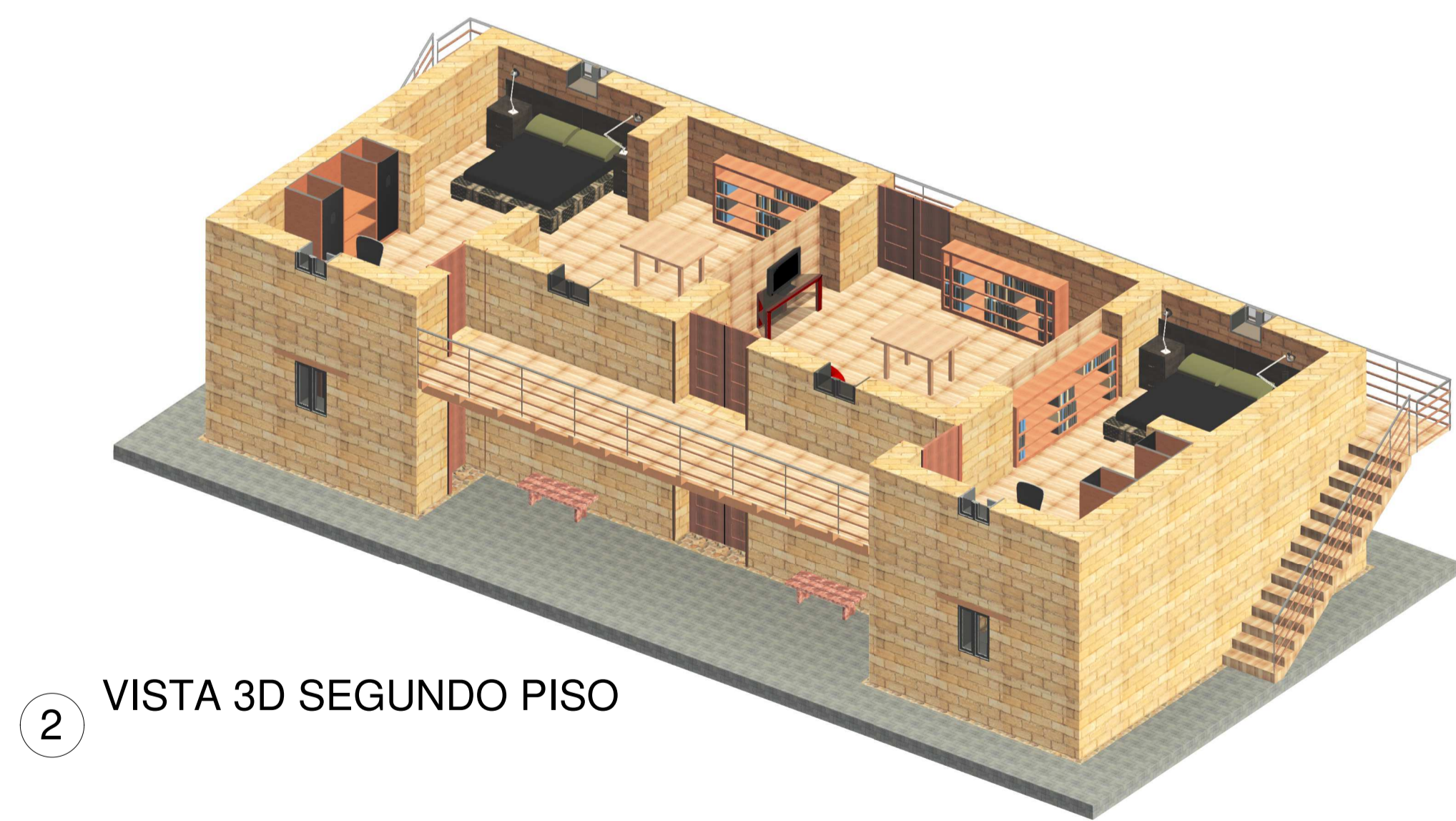
**ESCALA:**  
 1 : 50

**FECHA:**  
 09-05-2023

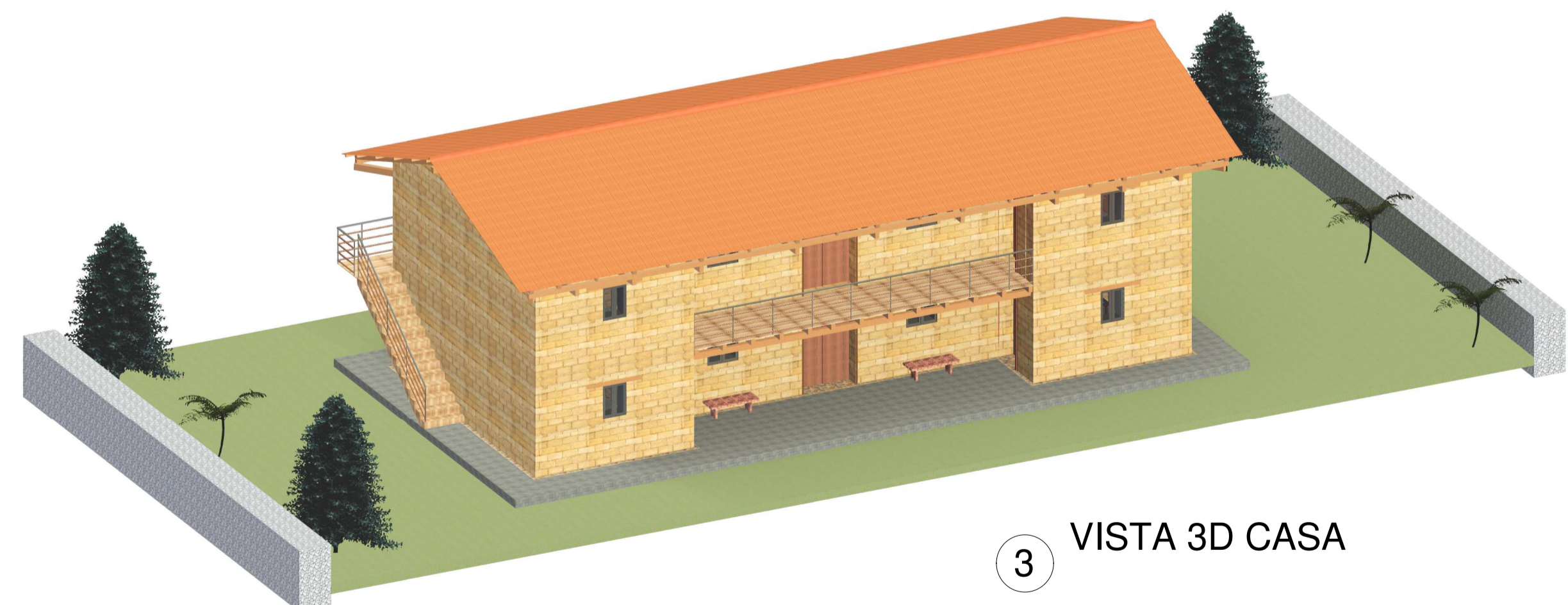


CUADRO DE PUERTAS			
Marca	Tipo	Anchura	Altura
P-1	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-2	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-1	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-2	PUERTA DE MADERA	0.85	1.90
P-4	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90
P-3	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90
P-3	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90
P-4	PUERTA DOBLE APANELADA DE MADERA CEDRO	1.34	1.90

CUADRO DE VENTANAS				
Marca	Tipo	Anchura	Altura	Altura de antepecho
V-1	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-5	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-1	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-5	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14
V-4	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.34
V-4	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.14
V-3	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.14
V-3	Ventana de Madera 2	0.79	0.80	1.34
V-6	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-2	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.34
V-2	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14
V-6	Ventana de Madera	0.60	0.80	1.14



2 VISTA 3D SEGUNDO PISO



3 VISTA 3D CASA



**PROYECTO:**  
 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA 'CLETHRA OBOVATA', UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

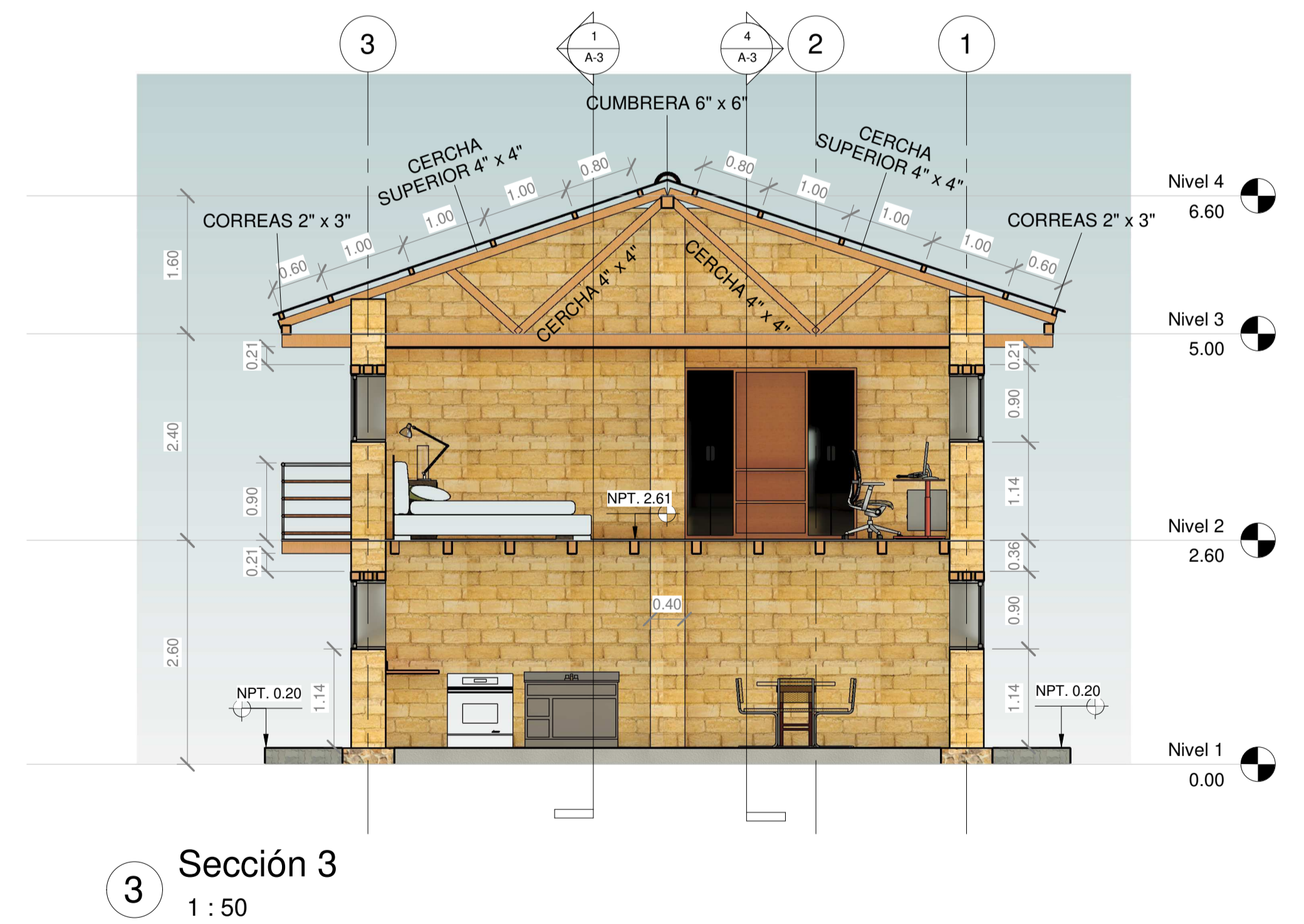
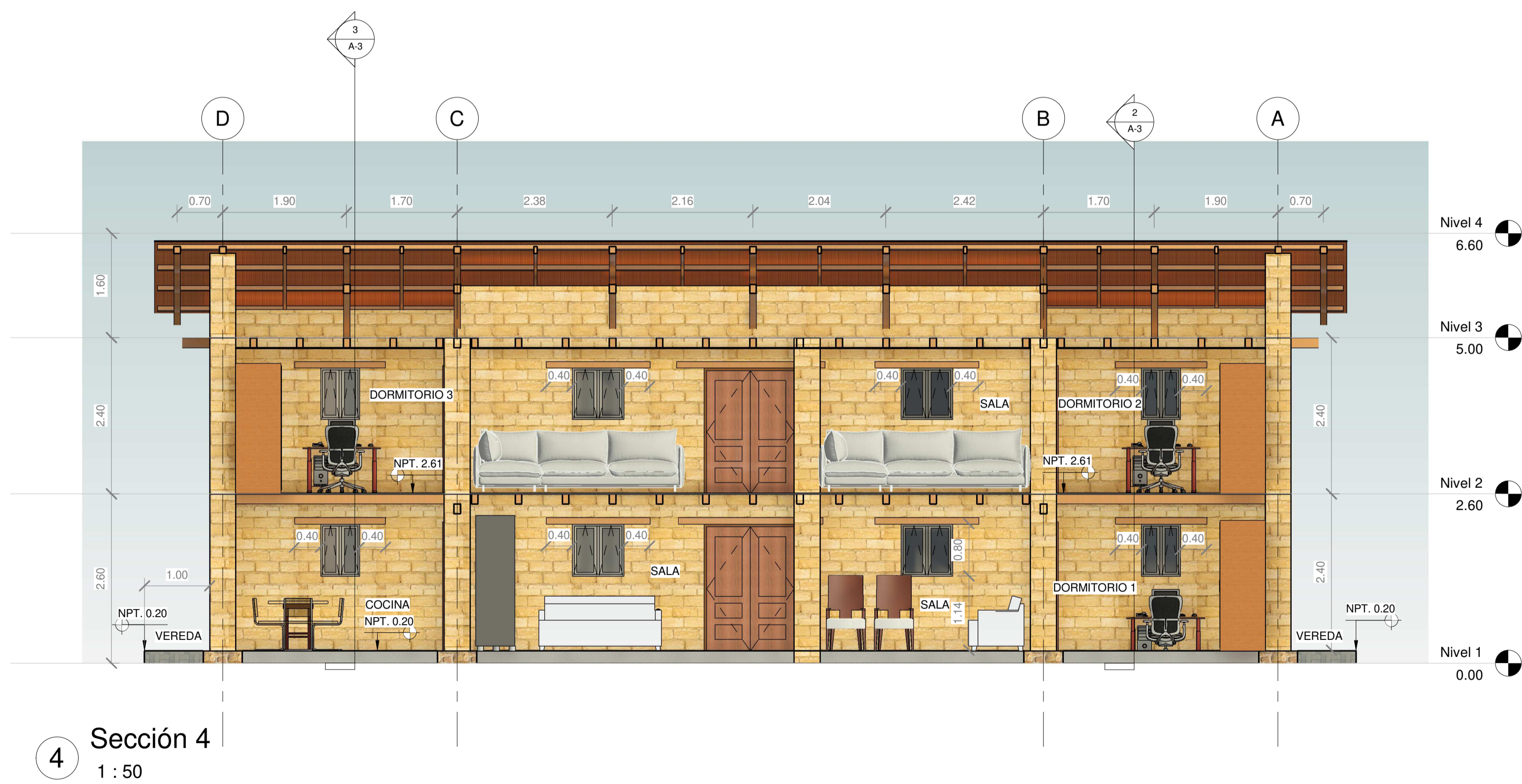
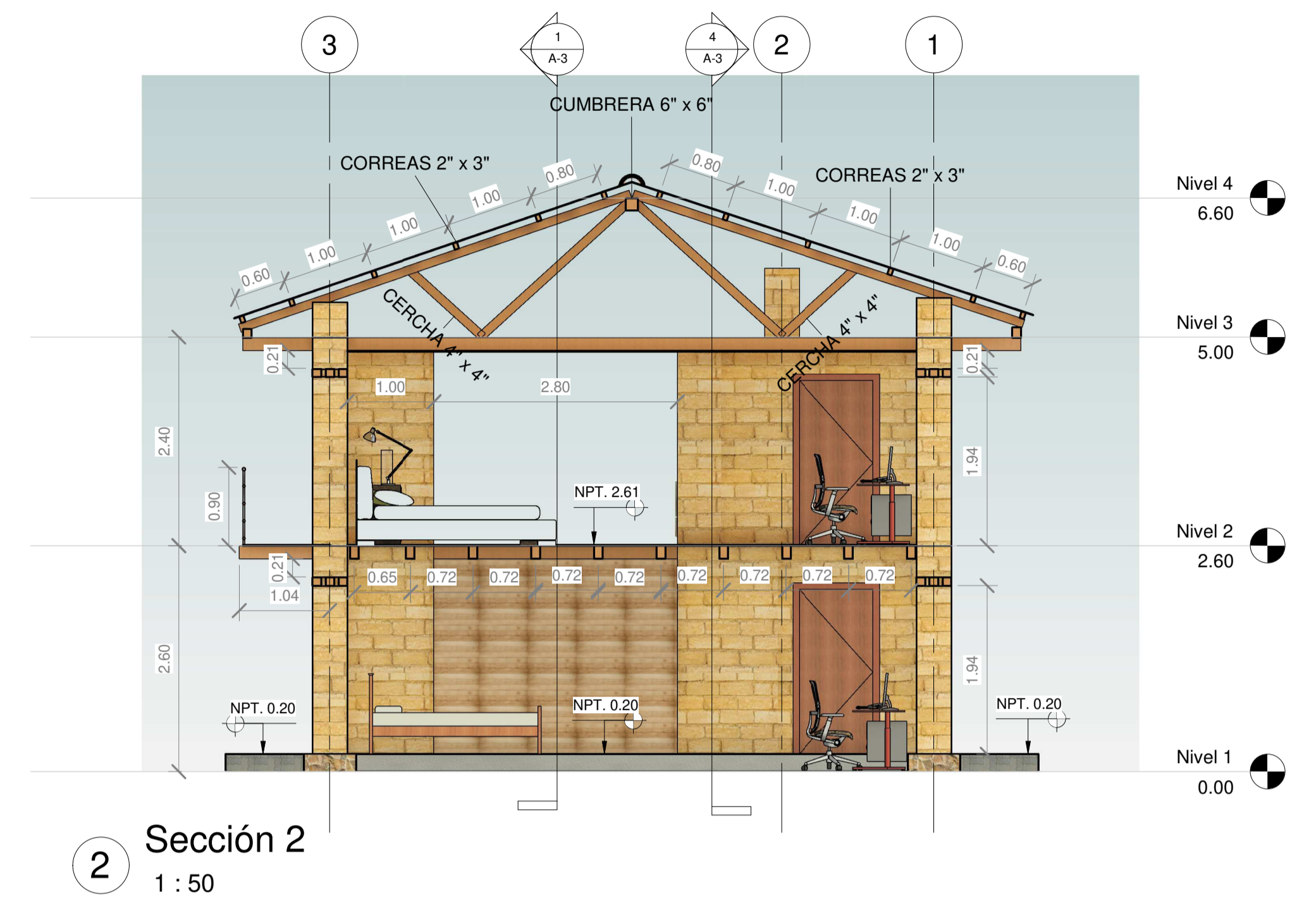
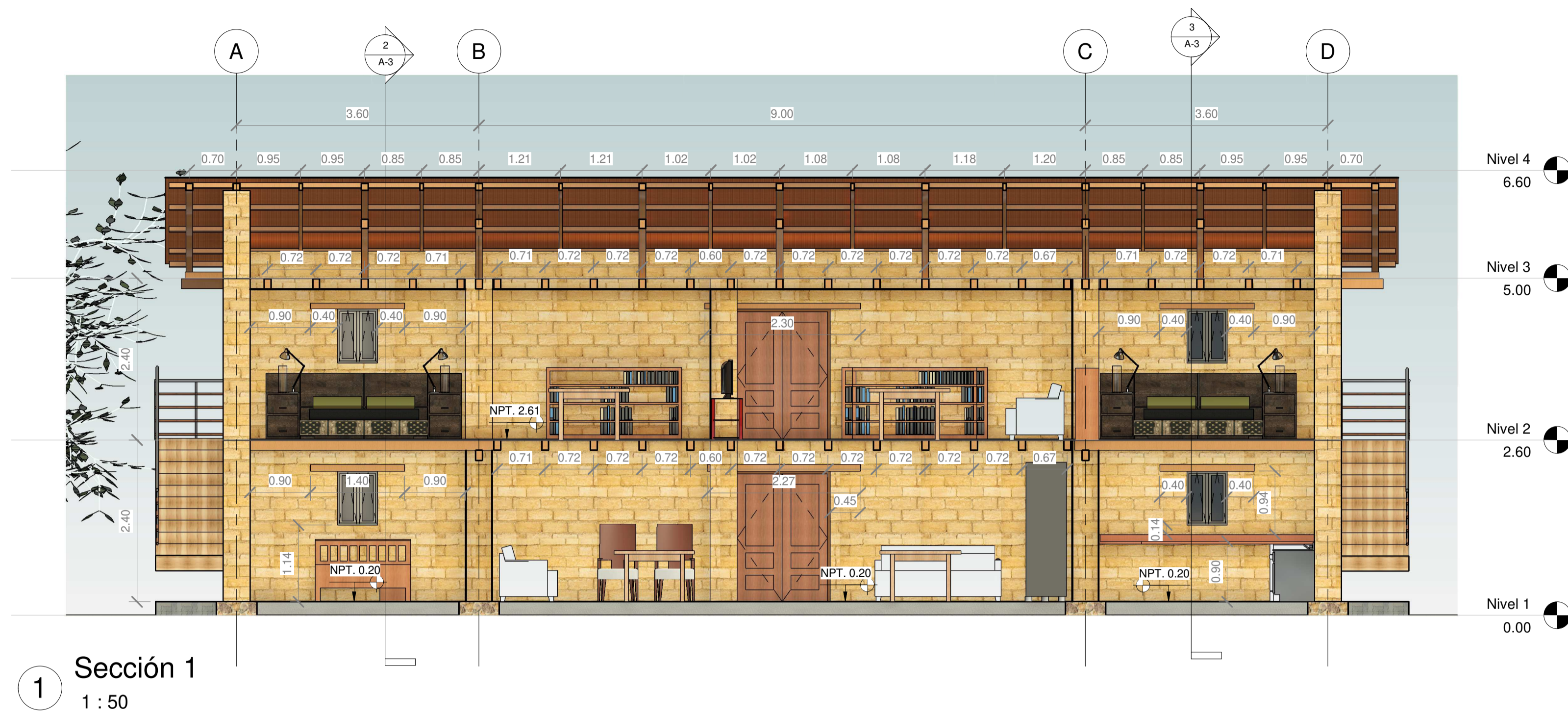
**NOMBRE DE PLANO:**  
 ARQUITECTURA

**DISEÑADOR:**  
 LENIN SÁNCHEZ BRAVO

**NUMERO DE PLANO:**  
 A-2

**ESCALA:**  
 1 : 50

**FECHA:**  
 09-05-2023



**PROYECTO:**  
 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA  
 MADERA 'CLETHRA OBOVATA', UTILIZADA COMO VIGA MACIZA  
 EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

**NOMBRE DE PLANO:**  
 CORTES

**DISEÑADOR:**  
 LENIN SÁNCHEZ BRAVO

**NUMERO DE PLANO:**  
 A-3

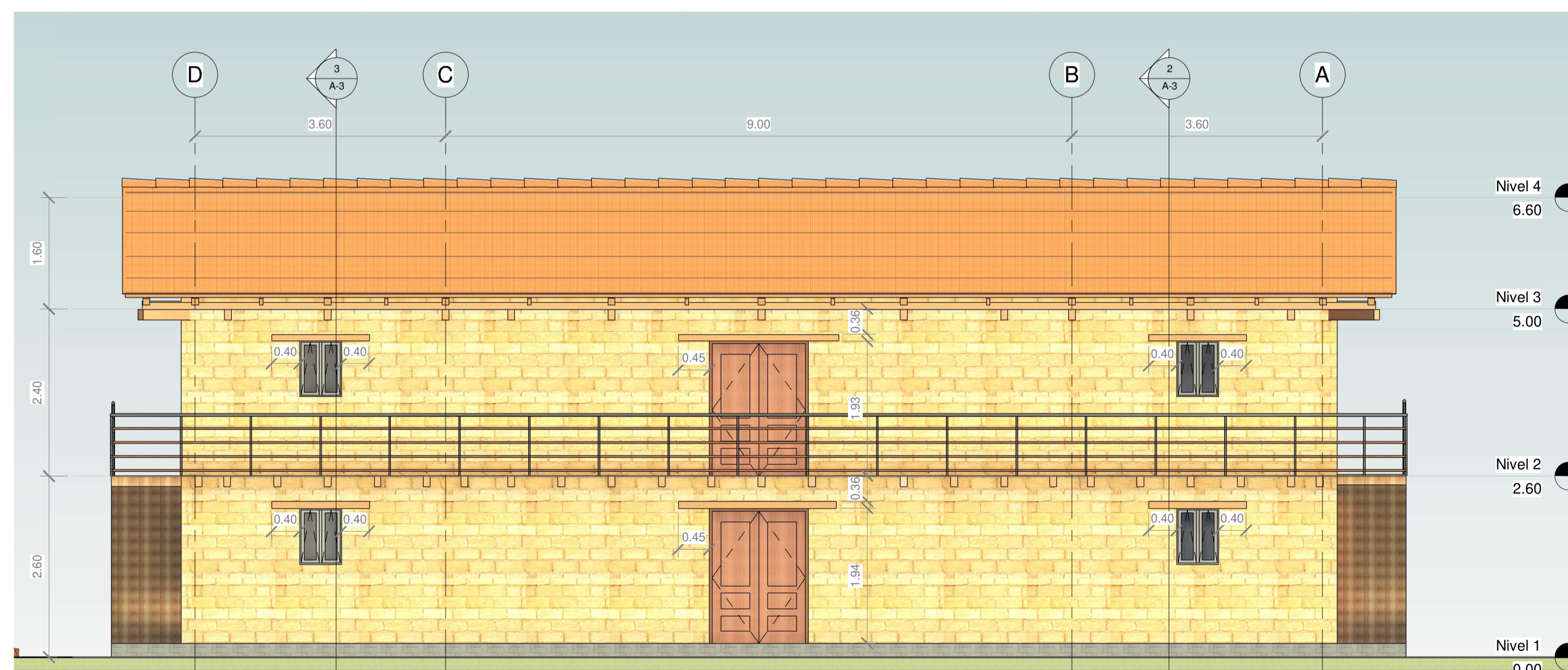
**ESCALA:**  
 1 : 50

**FECHA:**  
 09-05-2023

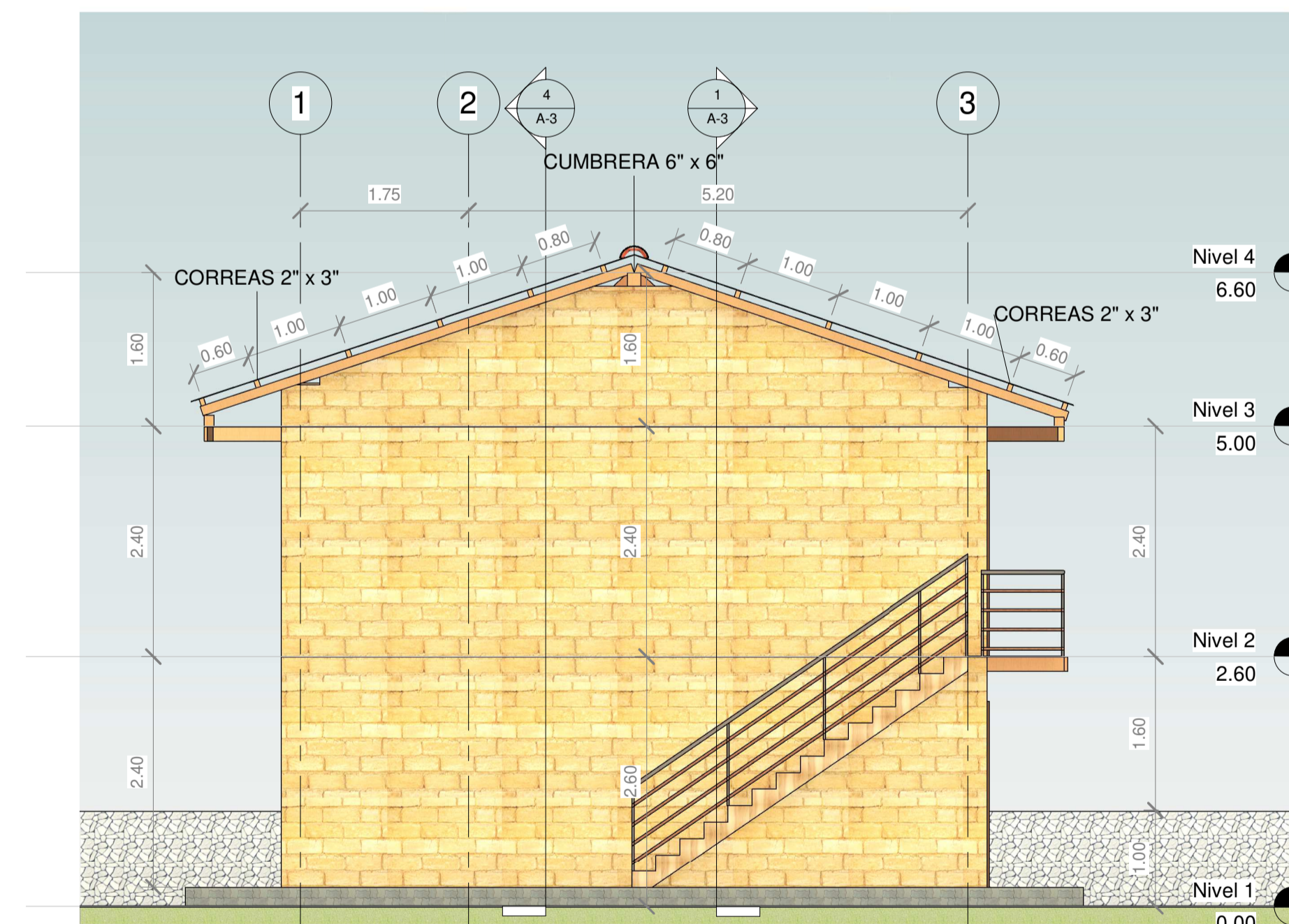




3 Sur  
1 : 50



2 Norte  
1 : 50



1 Este  
1 : 50



**PROYECTO:**

*CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA 'CLETHRA OBOVATA', UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA*

**NOMBRE DE PLANO:**

ALZADOS

**DISEÑADOR:**

LENIN SÁNCHEZ BRAVO

**NUMERO DE PLANO:**

A-4

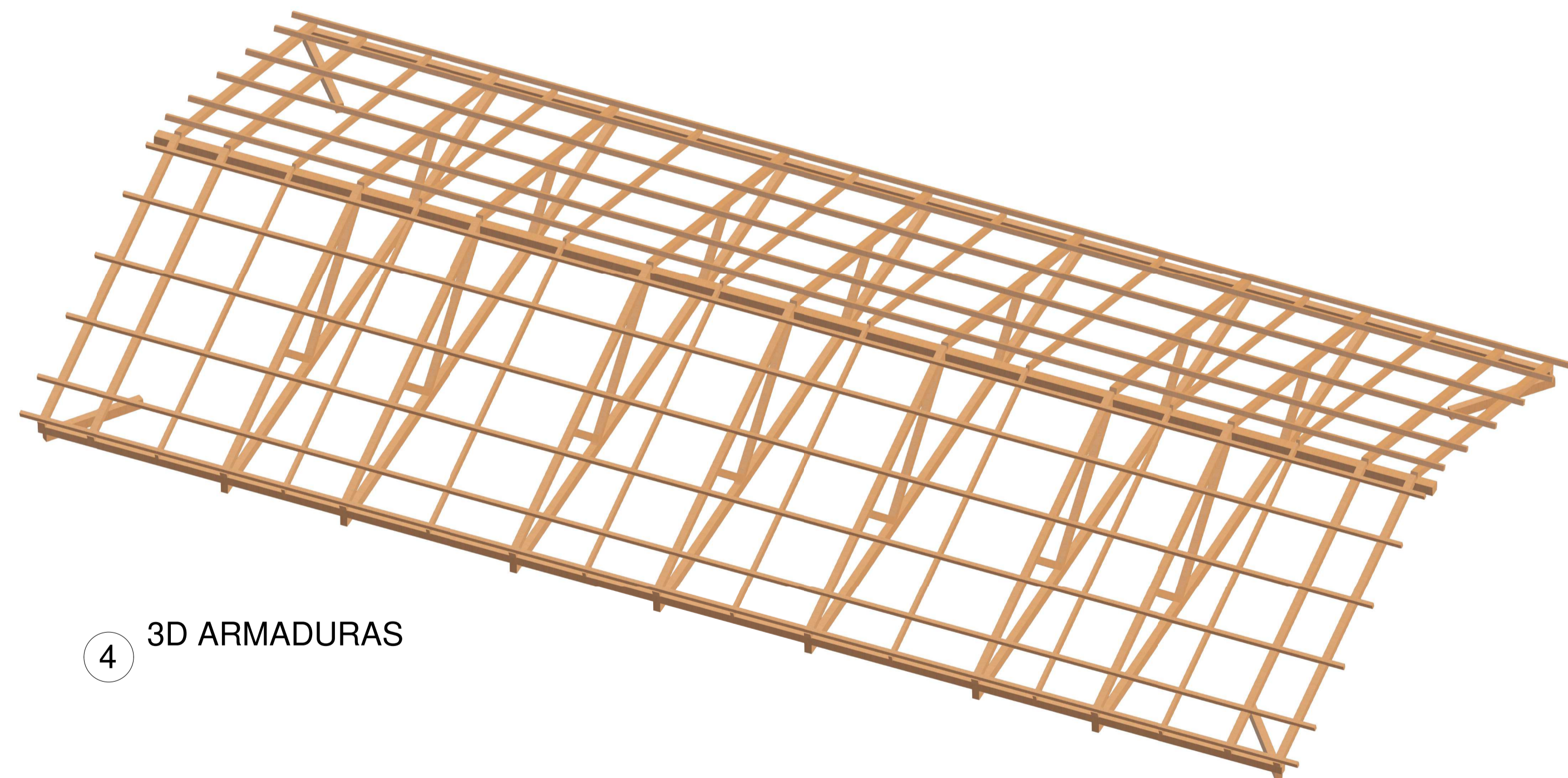
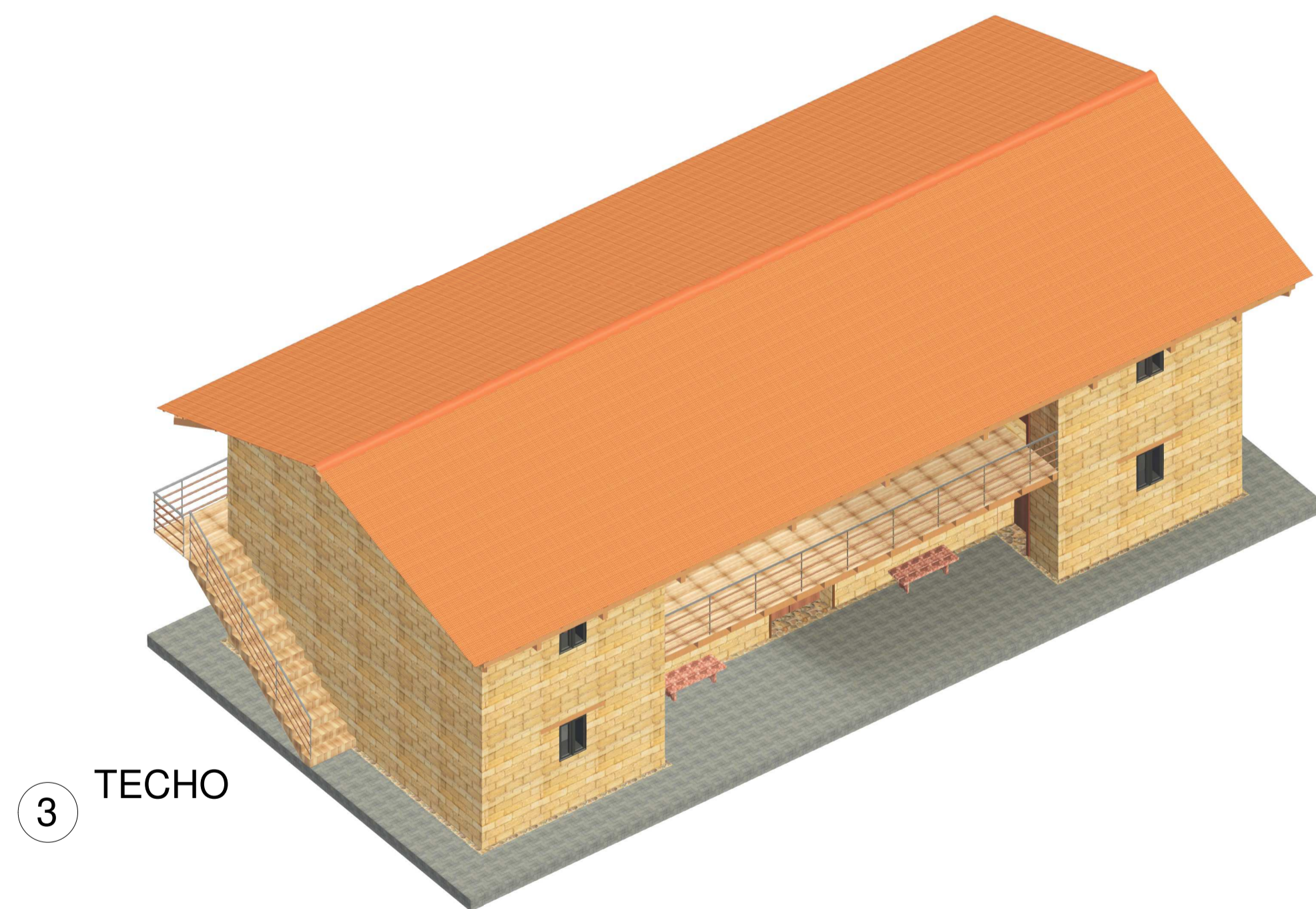
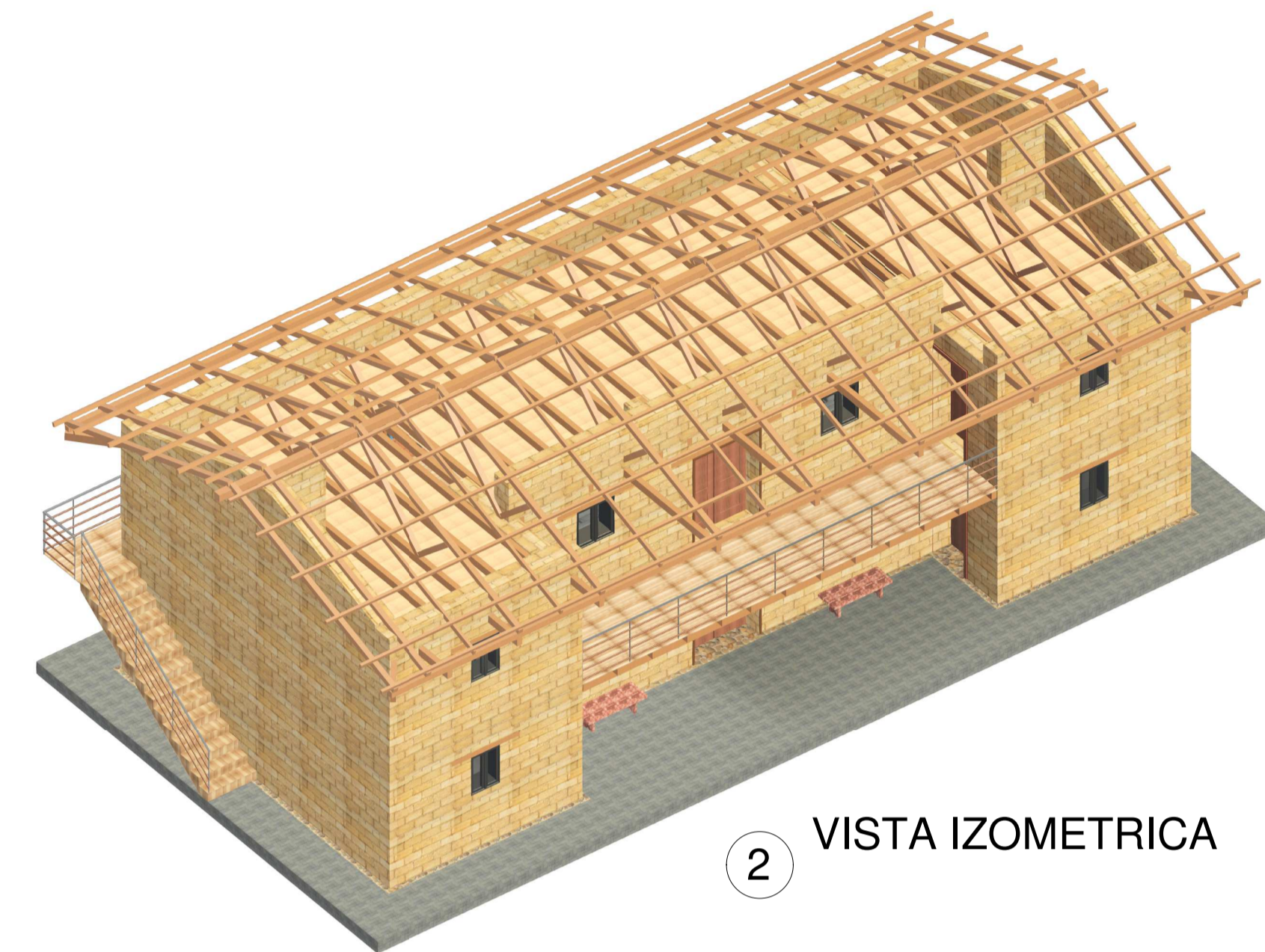
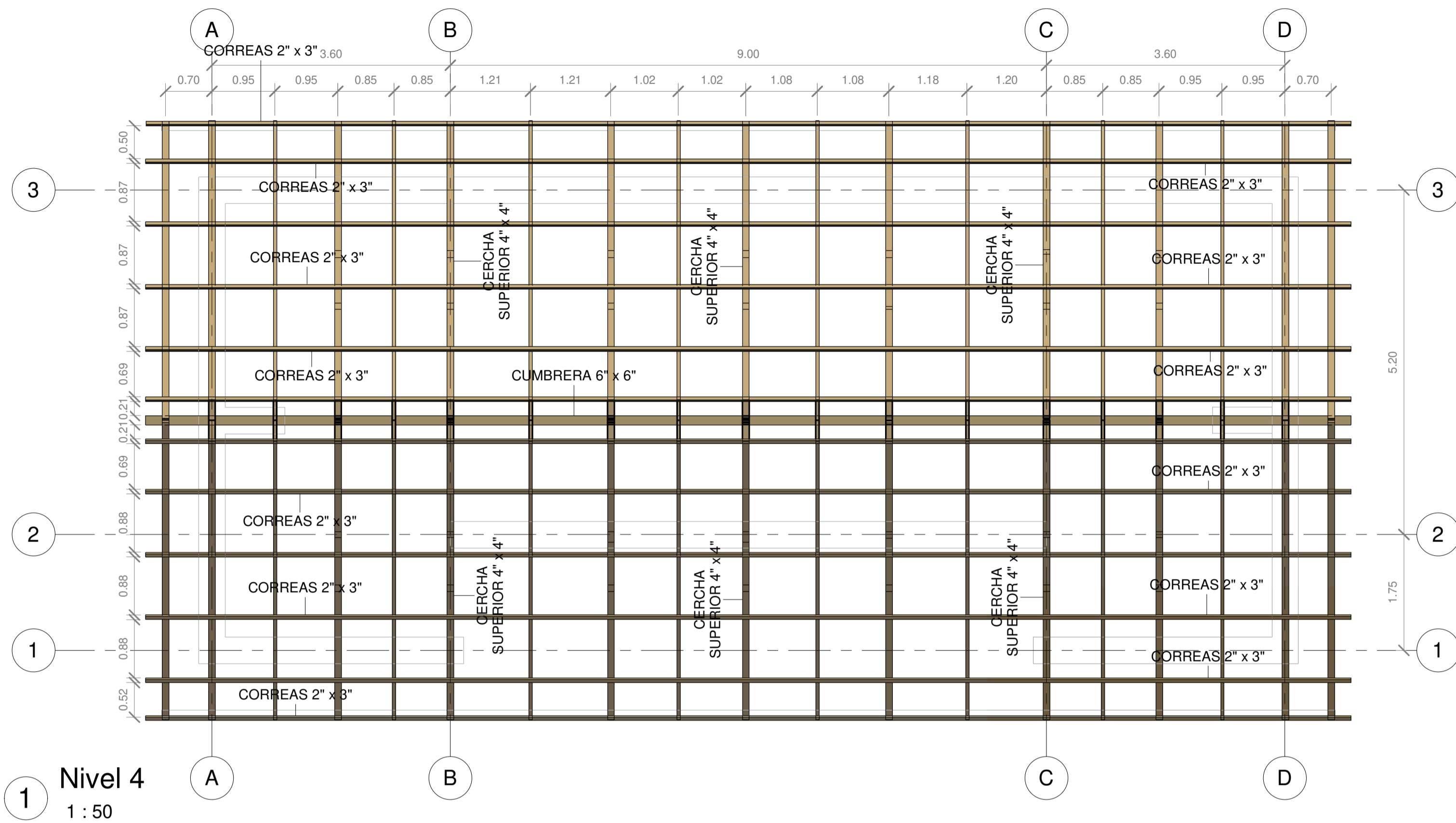
**ESCALA:**

1 : 50

**FECHA:**

09-05-2023





**PROYECTO:**  
 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA 'CLETHRA OBOVATA', UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA

**NOMBRE DE PLANO:**  
 ESTRUCTURAS

**DISEÑADOR:**  
 LENIN SÁNCHEZ BRAVO

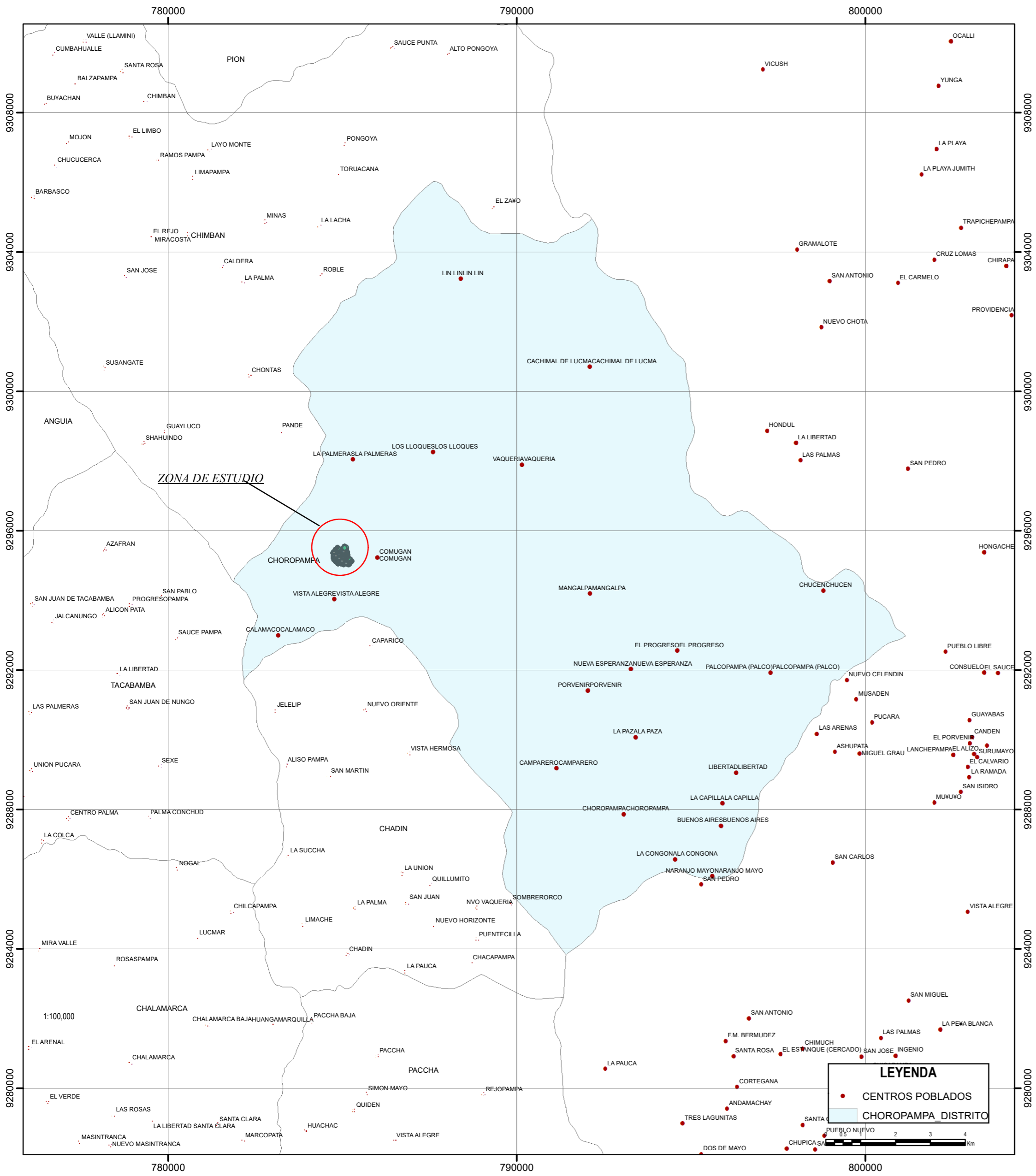
**NUMERO DE PLANO:**  
 E-2

**ESCALA:**  
 1 : 50

**FECHA:**  
 09-05-2023

*Anexo K. Planos de ubicación y localización del bosque Comugan*

**MAPA DISTRITAL**

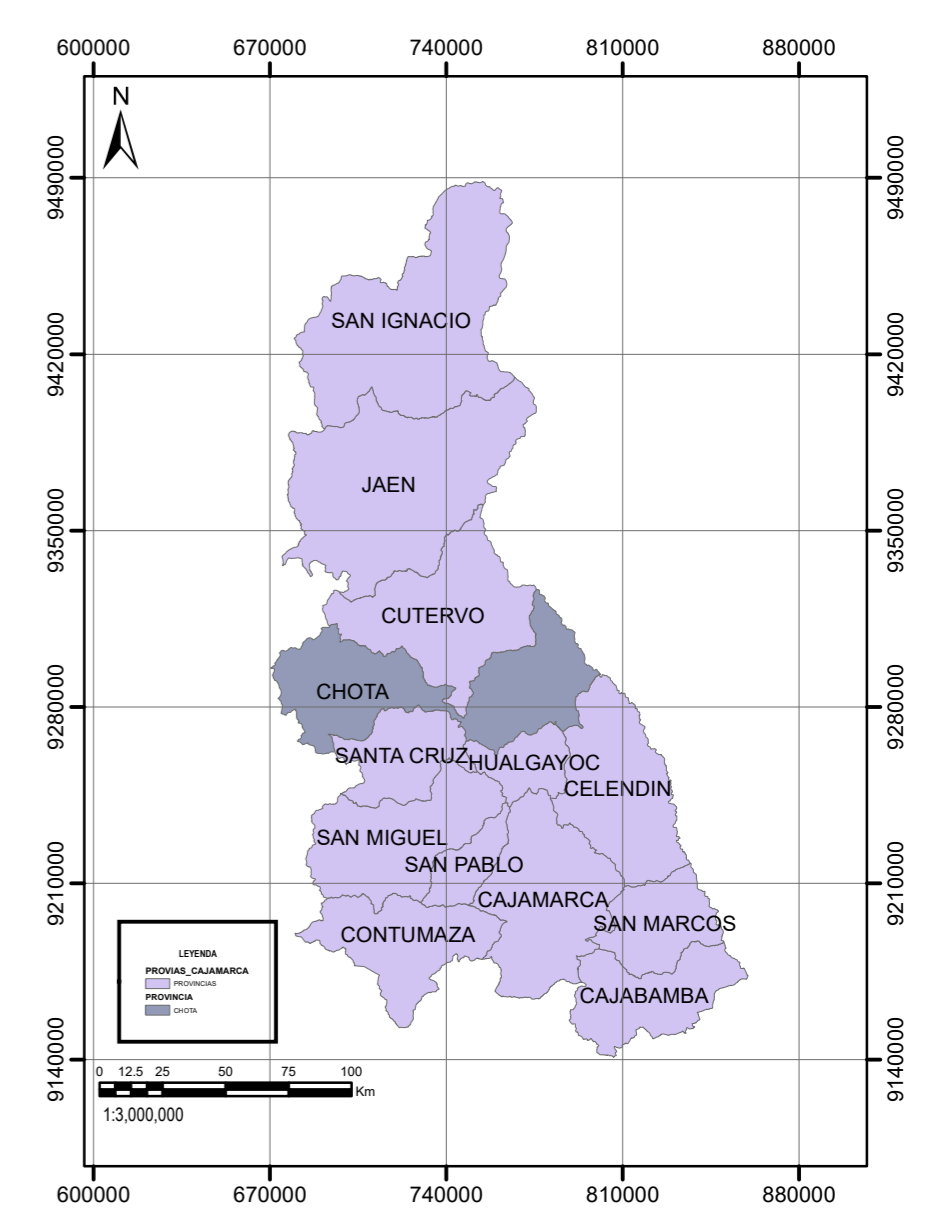


**FUENTE:**  
 \*HOJAS CARTA NACIONAL - INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL IGN  
 \*ESCALA: 1/100 000  
 \*CUADRICULA: 13g LONYA GRANDE  
 \*PROYECCION: WGS 84 DATUM  
 \*ZONA DE PROYECCIÓN: 17S

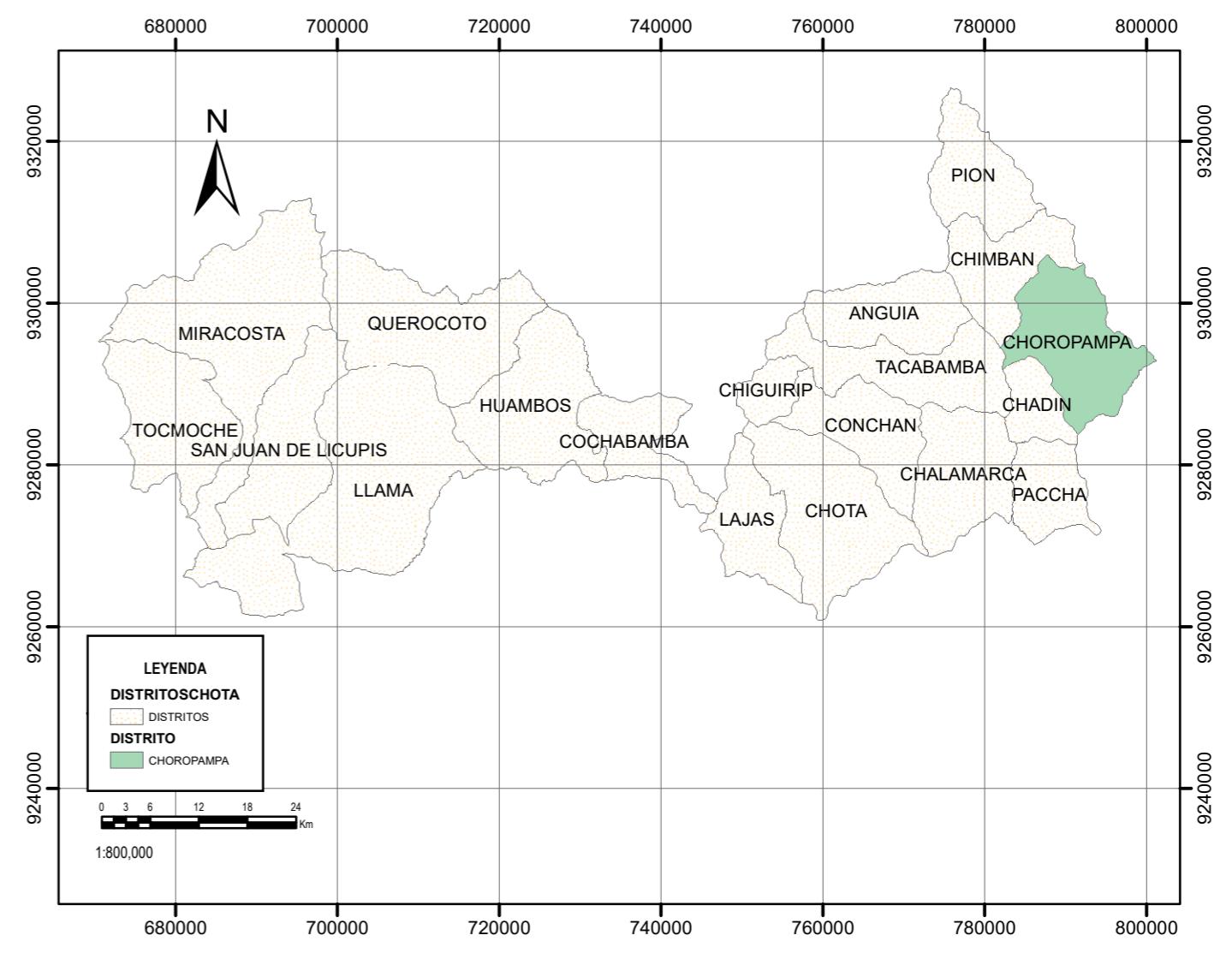
**MAPA POLITICO DEL PERU**



**MAPA DEPARTAMENTAL**

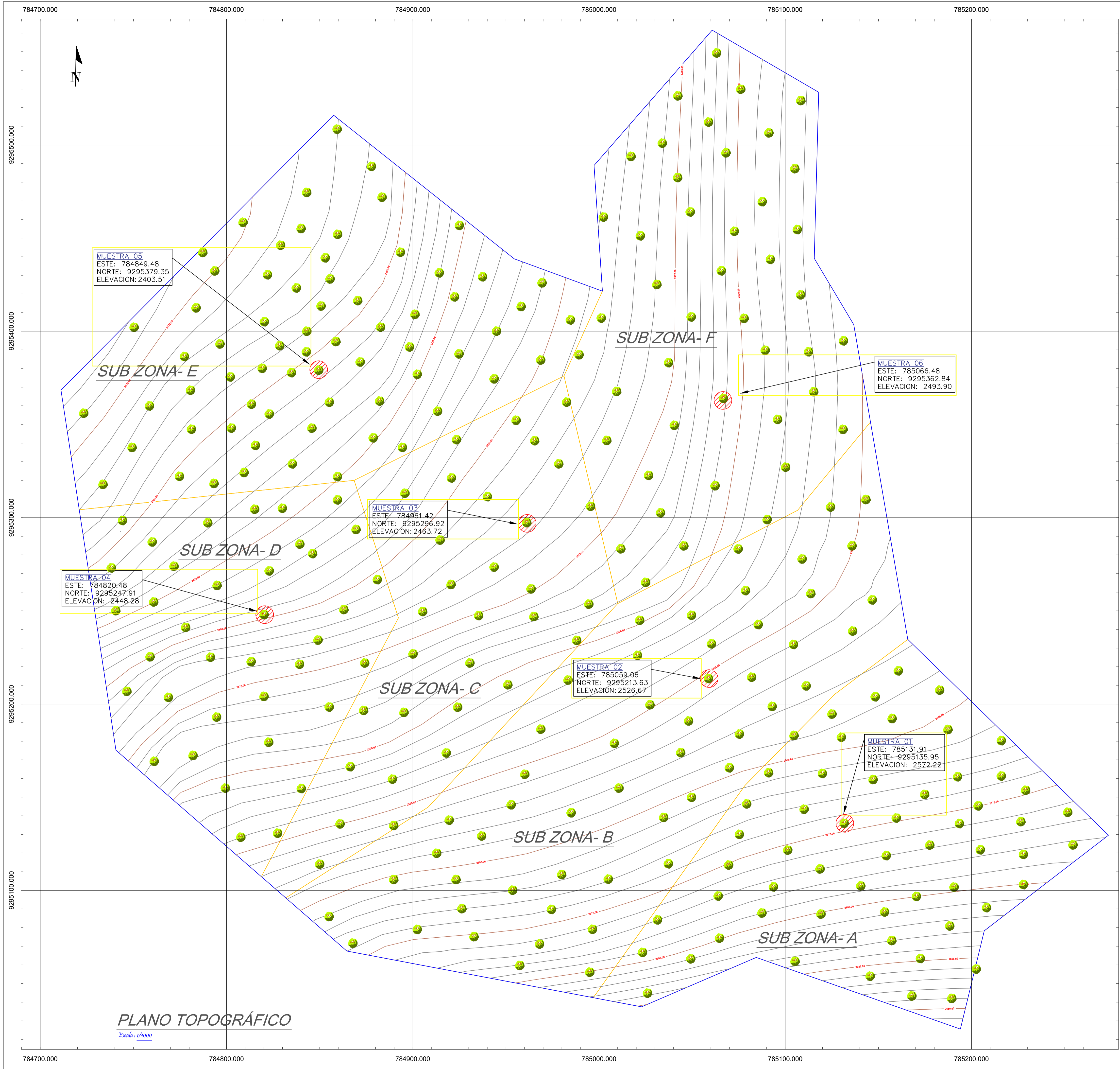


**MAPA PROVINCIAL**



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>			
<b>TESIS:</b>		CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA “CLETHRA OBOVATA”, UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA	
<b>PLANO:</b>		<b>UBICACIÓN</b>	
LOCALIDAD:	<b>CHOROPAMPA</b>	ESCALA:	FECHA:
DISTRITO:	<b>CHOROPAMPA</b>	<b>INDICADA</b>	<b>DICIEMBRE 2022</b>
PROVINCIA:	<b>CHOTA</b>	DIBUJO Y DISEÑO:	
DEPARTAMENTO:	<b>CAJAMARCA</b>	<b>LENIN SÁNCHEZ BRAVO</b>	

LAMINA N°:  
**U-01**



SIMBOLO	DESCRIPCION
	ARBOL
	NORTE MAGNETICO
	CURVAS NIVEL MAY.
	CURVAS NIVEL MEN.
	MUESTRAS ARBOLES
	ZONAS DE ESTUDIO
	SUB ZONAS DE ESTUDIO

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS : CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y ELÁSTICA DE LA MADERA "CLETHRA OBOVATA", UTILIZADA COMO VIGA MACIZA EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS, CHOROPAMPA, CHOTA	
PLANO :	PLANO TOPOGRÁFICO	LAMINA Nº :
LOCALIDAD :	CHOROPAMPA	ESCALA :
DISTRITO :	CHOROPAMPA	FECHA :
PROVINCIA :	CHOTA	INDICADA
DEPARTAMENTO :	CAJAMARCA	DICIEMBRE 2022
		DIBUJO Y DISEÑO:
		LENIN SÁNCHEZ BRAVO
		<b>PT-01</b>