

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Análisis comparativo de la resistencia a compresión de
madera laminada tornillo con madera cachimbo y blanca para
uso estructural- Huánuco - 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: De La Rosa Huaqui, Yonatan

ASESOR: Aguilar Alcantara, Leonel Marlo

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71245318

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

Grado/Título: Maestro en ingeniería civil con
mención en dirección de empresas de la
construcción

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001- 8392-1769
2	Tuanama Lavi, Jose Wicley	Maestro en gerencia pública	05860064	0000-0002- 5148-6384
3	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002- 0579-5135



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día **miércoles 30 de octubre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

✓ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	PRESIDENTE
✓ MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI	SECRETARIO
✓ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2376-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Yonatan DE LA ROSA HUAQUI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO**... por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **15**... y cualitativo de **BUENO**... (Art. 47).

Siendo las **16:00** horas del día **30 del mes de octubre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41291649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
PRESIDENTE


MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI
DNI: 05860064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
SECRETARIO (A)


MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: YONATAN DE LA ROSA HUAQUI, de la investigación titulada “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural - Huánuco - 2023”, con asesor LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0209-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de septiembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

10. Yonatan, De La Rosa Huaqui.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

8%

2

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad de Huanuco

Trabajo del estudiante

2%

4

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

2%

5

rtyc.utn.edu.ar

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A mi amado padre, cuya sabiduría y consejo han sido faros en mi vida. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro y la perseverancia. Tu fortaleza y dedicación han sido una fuente constante de inspiración para mí.

A mi querida madre, por su amor incondicional y su apoyo incansable. Gracias por ser mi refugio seguro y por inculcarme la importancia de la educación y la integridad. Tu sacrificio y dedicación han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida y mis mejores amigos. Gracias por los momentos de alegría, las risas compartidas y el apoyo mutuo. Su presencia en mi vida ha sido un pilar fundamental en mi camino hacia este logro.

A mis abuelos, por su amor y sabiduría que han enriquecido mi vida de innumerables maneras. Gracias por sus historias, sus enseñanzas y su ejemplo de vida. Su legado es una parte integral de mi identidad y de este logro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de grado.

A mis profesores, por compartir su conocimiento y sabiduría conmigo a lo largo de mi formación académica. Gracias por su dedicación, paciencia y por inspirarme a ser mejor cada día. Sus enseñanzas han sido fundamentales para mi crecimiento personal y profesional.

A mi asesor, por su guía invaluable y su constante apoyo durante este proceso. Gracias por su tiempo, sus consejos y su compromiso con mi desarrollo académico. Su orientación ha sido crucial para la culminación exitosa de este trabajo.

A mis amigos, por su amistad y apoyo incondicional. Gracias por estar siempre ahí, por las palabras de aliento y por compartir tanto los momentos de alegría como los de desafío. Su compañía ha hecho que este viaje sea mucho más llevadero y memorable.

A la Universidad de Huánuco, por brindarme la oportunidad de recibir una educación de calidad y por proporcionarme los recursos necesarios para alcanzar mis metas. Gracias por ser un espacio de aprendizaje y crecimiento continuo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA.....	19
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA	19
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23

2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. MADERA TORNILLO (CEDRELINGA CATENIFORMIS)	23
2.2.2. MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA).....	25
2.2.3. MADERA CACHIMBO (CARINIANA DECANDRA).....	25
2.2.4. MADERA LAMINADA.....	27
2.2.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS.....	28
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	31
2.4. HIPÓTESIS.....	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	35
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	35
2.5. VARIABLES	36
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	36
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
CAPÍTULO III.....	39
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.1.1. ENFOQUE	39
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	39
3.1.3. DISEÑO	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
3.2.1. POBLACIÓN	41
3.2.2. MUESTRA.....	41
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.3.1. TÉCNICA DE LA OBSERVACIÓN DIRECTA	42
3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS	42
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.4.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.4.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	51
3.4.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	52

CAPÍTULO IV.....	53
RESULTADOS.....	53
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	53
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...	60
CAPÍTULO V.....	68
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	68
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la muestra seleccionada.....	41
Tabla 2 Resultado de datos de la resistencia a la compresión para la madera laminada con 50% de madera tornillo y con 50% de madera blanca y para la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% de madera cachimbo	53
Tabla 3 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y para las muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo	54
Tabla 4 Resultado de datos de la resistencia a la compresión para la madera laminada con 40% madera tornillo y con 60% madera blanca y para la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	54
Tabla 5 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y para las muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	56
Tabla 6 Resultado de datos de la resistencia a la compresión para la madera laminada con 20% madera tornillo y con 80% madera blanca y para la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo	56
Tabla 7 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y para las muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo	57
Tabla 8 Resultado de datos de la resistencia a la compresión promedio para la madera laminada con tornillo y madera blanca y para la madera laminada con tornillo y madera cachimbo	58
Tabla 9 Medias para los datos de resistencia a la compresión promedio de las muestras laminadas con madera tornillo y madera blanca y el promedio para las muestras laminadas con madera tornillo y madera cachimbo.....	59
Tabla 10 Análisis de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera cachimbo	60

Tabla 11 Prueba de T Student para los datos de la compresión promedio de la madera laminada con madera tornillo y madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera cachimbo	61
Tabla 12 Prueba de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo	62
Tabla 13 Prueba de Wilcoxon para los datos de la compresión de la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo	63
Tabla 14 Prueba de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	64
Tabla 15 Prueba de T Student para los datos de la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	65
Tabla 16 Prueba de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo	66
Tabla 17 Prueba de T Student para los datos de la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Selección y habilitado de la madera para cada espécimen	43
Figura 2 Proceso de laminado con diferentes porcentajes de madera	43
Figura 3 Especímenes de madera laminada dimensionadas de acuerdo a la norma peruana.....	44
Figura 4 Especímenes de madera laminada elaboradas con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y muestras con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo	44
Figura 5 Especímenes de madera laminada elaboradas con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y muestras con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	45
Figura 6 Especímenes de madera laminada elaboradas con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y muestras con 20% madera tornillo y 80% madera chachimbo	45
Figura 7 Muestras de madera lamina seleccionada por grupos según los porcentajes establecidos en la investigación	46
Figura 8 Control de calidad de todas las muestras laminadas antes de ser ensayadas	46
Figura 9 Ensayo la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de cachimbo	47
Figura 10 Otra vista del ensayo a la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de cachimbo	47
Figura 11 Ensayo la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de madera blanca.....	48
Figura 12 Otra vista el ensayo a la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de blanca	48
Figura 13 Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de blanca.....	49
Figura 14 Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de cachimbo	49
Figura 15 Otra vista del ensayo a la compresión de las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de cachimbo	50

Figura 16 Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 20% de tornillo y 80% de cachimbo	50
Figura 17 Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 20% de tornillo y 80% de blanca.....	51
Figura 18 Muestras ensayadas al 100%.....	51
Figura 19 Comparación de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo	53
Figura 20 Comparación de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	55
Figura 21 Comparación de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo	57
Figura 22 Comparación de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada con tornillo y madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada tornillo y madera cachimbo	59

RESUMEN

El estudio titulado Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural - Huánuco - 2024 se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el comportamiento mecánico del proceso de laminado de la madera tornillo con dos tipos de madera distintos (cachimbo y blanca) en diferentes proporciones, en la ciudad de Huánuco durante el año 2024. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño cuasi experimental y empleando un muestreo no probabilístico para la selección de los bloques de estudio. En el análisis de la resistencia a la compresión, se identificó una diferencia significativa en los promedios de resistencia a la compresión entre las muestras laminadas con madera tornillo y cachimbo, y las muestras laminadas con madera tornillo y madera blanca. Las muestras laminadas con madera tornillo y cachimbo mostraron una resistencia un 253% mayor (108,09 Kg/cm²) en comparación con las muestras laminadas con madera tornillo y madera blanca, que registraron una resistencia de 30,57 Kg/cm². Esta diferencia significativa fue respaldada por un riguroso análisis estadístico ($t=57,437$; $p=0,001<0,05$), lo cual indica una variación considerable en los promedios de resistencia a la compresión entre las muestras de madera laminada. En conclusión, los resultados del estudio demostraron que el proceso de laminado con madera tornillo y cachimbo mejora significativamente la resistencia a la compresión en comparación con la madera laminada con tornillo y blanca. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para aplicaciones prácticas en la construcción con madera, particularmente con madera tornillo y cachimbo, recursos abundantes en la región de Huánuco. Esto ofrece una perspectiva crítica para los profesionales del sector de la construcción y contribuye al conocimiento científico sobre el uso sostenible de materiales en la edificación.

Palabras clave: resistencia a la compresión, madera laminada, madera cachimbo, madera blanca, madera tornillo.

ABSTRACT

The study entitled Comparative analysis of the compressive strength of screw laminated wood with cachimbo wood and screw laminated wood with white wood for structural use - Huánuco - 2024 was carried out with the aim of evaluating the mechanical behavior of the screw laminate process with two different types of wood (cachimbo and white) in different proportions, in the city of Huánuco during the year 2024. The research adopted a quantitative approach, using a quasi-experimental design and employing non-probabilistic sampling for the selection of the study blocks. In the analysis of the compressive strength, a significant difference was identified in the average compressive strengths between the samples laminated with screw and cachimbo wood, and the samples laminated with screw and white wood. The samples laminated with screw and cachimbo wood showed a 253% higher resistance (108.09 Kg/cm²) compared to the samples laminated with screw and white wood, which registered a resistance of 30.57 Kg/cm². This significant difference was supported by a rigorous statistical analysis ($t=57.437$; $p=0.001<0.05$), which indicates a considerable variation in the average compressive strengths between the laminated wood samples. In conclusion, the results of the study demonstrated that the lamination process with screw and cachimbo wood significantly improves the compressive strength compared to screw and white laminated wood. These findings provide valuable information for practical applications in wood construction, particularly with screw and cachimbo wood, abundant resources in the Huánuco region. This offers a critical perspective for professionals in the construction sector and contributes to scientific knowledge on the sustainable use of materials in construction.

Keywords: compressive strength, laminated wood, cachimbo wood, white wood, screw wood.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha abordado la necesidad de identificar materiales de construcción que presenten mejores propiedades mecánicas para aplicaciones estructurales. La investigación se ha desarrollado con un enfoque cuantitativo y ha sido de tipo aplicada, con el propósito de ofrecer una solución práctica a problemas reales en la construcción.

Se ha diseñado un estudio cuasi experimental, en el cual la selección de la muestra ha sido no probabilística. La investigación ha considerado seis grupos de análisis, cada uno conformado por diferentes proporciones de maderas laminadas. El primer grupo ha consistido en madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo; el segundo grupo, con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo; el tercer grupo, con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo. De manera similar, el cuarto grupo ha consistido en madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca; el quinto grupo, con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca; y el sexto grupo, con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca.

Los resultados han demostrado que el primer grupo, con un promedio de resistencia a la compresión de 100,18 Kg/cm², ha presentado un mejor comportamiento en comparación con el cuarto grupo, que ha mostrado un promedio de 58,48 Kg/cm². De manera análoga, el segundo grupo ha alcanzado un promedio de 98,46 Kg/cm², superando al quinto grupo, cuyo promedio ha sido de 15,57 Kg/cm². Finalmente, el tercer grupo ha registrado un promedio de 125,63 Kg/cm², evidenciando un mejor rendimiento respecto al sexto grupo, que ha tenido un promedio de 17,66 Kg/cm².

Estos hallazgos han permitido concluir que el laminado de la madera tornillo con madera cachimbo es superior en términos de resistencia a la compresión, con una media de 108,09 Kg/cm², frente al laminado de la madera tornillo con madera blanca, que ha presentado una media de 30,57 Kg/cm². Esta investigación ha proporcionado una base sólida para la selección de materiales de construcción más eficientes y ha contribuido al conocimiento

técnico sobre las propiedades estructurales de las maderas laminadas utilizadas en Huánuco.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La madera es un material ampliamente utilizado en la construcción y la industria, en particular en aplicaciones estructurales. La elección de la madera adecuada para una aplicación específica es de vital importancia para garantizar la seguridad y la durabilidad de las estructuras. La resistencia de la madera a diferentes tipos de esfuerzos es un factor crítico a considerar al seleccionar el tipo de madera a utilizar en una estructura dada.

El cedrelinga cateniformis, comúnmente conocido como madera tornillo; cariniana decandra, también llamado madera cachimbo; schizolobium parahyba, también llamado madera blanca, son tres especies de madera que se encuentran en regiones geográficas de la selva de Huánuco y son conocidas por sus propiedades estructurales. Las tres maderas presentan características únicas que las hacen atractivas para su uso en aplicaciones de construcción, pero existe una necesidad significativa de comprender y comparar su resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural.

El problema central de la investigación, es ¿Cuál es la diferencia de las medias en la resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2024? Como general es determinar diferencia de las medias en la resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2024; con la cual se proporcionará información sólida a ingenieros, arquitectos, profesionales de la construcción y la industria maderera, que les permita tomar decisiones informadas al seleccionar la madera más adecuada para aplicaciones estructurales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2024?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo?

¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo?

¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural - Huánuco – 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la

compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo.

Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo.

Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación busca comparar la resistencia a la compresión entre la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera blanca para uso estructural. Los resultados podrían tener implicaciones significativas en la selección y aplicación de materiales en la construcción y la ingeniería estructural.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación sobre la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera blanca para uso estructural tiene una justificación práctica sólida, ya que puede mejorar significativas implicaciones de la eficiencia en la construcción, la seguridad, la sostenibilidad y el fomento de la innovación en el campo de la ingeniería y la construcción.

Estas razones hacen que la investigación en este tema sea altamente relevante y beneficiosa desde una perspectiva práctica.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación radica en la oportunidad de avanzar al contribuir

con propiedad mecánica esencial para evaluar la capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión. Comprender la relación entre la estructura de la madera laminada y sus propiedades mecánicas, así como su comportamiento bajo cargas de compresión. Los resultados podrían proporcionar una base teórica para futuros estudios y aplicaciones prácticas en la construcción reforzada con materiales innovadores.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Es fundamental un estudio sólido y bien estructurado para llevar a cabo un estudio comparativo de resistencia a la compresión entre la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y la madera laminada de tornillo con madera blanca. Este enfoque garantizará la precisión, fiabilidad y validez de los resultados, permitiendo conclusiones sólidas y aplicables al uso estructural de estos materiales, y a su vez respalda la relevancia y el valor de la investigación.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La limitación se verá afectada por la parte financiera, dado que los costos serán asumidos por el investigador. Se espera que las actividades en el laboratorio no excedan el tiempo planeado. Es crucial considerar minuciosamente estas restricciones al interpretar los resultados del estudio y aplicar los descubrimientos de manera idónea en contextos prácticos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad de una investigación depende de la claridad de los objetivos, el acceso a recursos y materiales, la experiencia técnica, el financiamiento y el plan de ejecución. Evaluar cuidadosamente estos aspectos ayudará a determinar si la investigación es factible y si podría tener un impacto valioso. Proporciona datos comparativos valiosos que podrían contribuir al conocimiento científico en el campo de la ingeniería de materiales y la ciencia de la madera, lo que aumenta su viabilidad académica; esta investigación se puede ejecutar desde los siguientes

puntos:

1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA

Tiene una viabilidad teórica, el estudio propuesto aportaría información significativa a la comprensión de las propiedades de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera blanca. Esto ampliará el cuerpo de conocimientos sobre las propiedades estructurales de la madera, lo que es esencial en ingeniería.

1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

La viabilidad económica de esta investigación depende de la disponibilidad y costos de adquisición de las muestras, así como de los costos de los ensayos y análisis, en comparación con los beneficios potenciales que podrían derivarse de los resultados del estudio en términos de selección y uso de materiales en aplicaciones estructurales.

1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL

La viabilidad temporal de esta investigación variará en función del tiempo requerido para la recopilación, preparación de muestras, realización de pruebas, análisis de datos y la redacción del informe final.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Macedo (2018) con el objetivo de esta investigación fue proponer una alternativa de solución en patios de edificaciones históricas y modernas empleando estructuras de madera. Este material destaca por sus propiedades amigables con el medio ambiente, especialmente en comparación con materiales como el acero, que genera altos niveles de contaminantes durante su proceso de fabricación. En contraste, aunque la madera continúa emitiendo CO₂ incluso después de ser procesada, se comporta de manera similar a un organismo vivo a lo largo de su ciclo de vida, desde su corte hasta su aplicación. El estudio incluyó pruebas de flexión estática siguiendo la norma D-198-99 en 140 muestras de *Pinus pseudostrobus* L. de México. De estas, 70 muestras eran madera maciza y 70 eran madera compuesta. El objetivo era evaluar su idoneidad como elementos estructurales en cubiertas de madera para espacios abiertos en edificios. Además, la investigación exploró el uso de vigas laminadas en diversas aplicaciones históricas, incluyendo proyectos de restauración, estructuras de retablos, bóvedas franciscanas y otros componentes de madera en general. El autor concluye que, mecánicamente, este material se comporta como un sólido elástico y homogéneo a nivel macroscópico, cumpliendo con los principios de resistencia de materiales. Dadas ciertas limitaciones de calidad y variabilidad, se considera una opción confiable para fines constructivos.

Galindo (2020) contempla la fabricación y determinación de las propiedades mecánicas de vigas de madera laminada como elementos estructurales en 3 especies forestales del Ecuador de diferentes características. El objetivo principal es diseñar las vigas mediante la

revisión de datos históricos e información de antecedentes para identificar las herramientas y métodos necesarios para su producción. Esto incluye seleccionar el tipo de madera adecuado, determinar el adhesivo necesario para unir las capas o listones y elegir las técnicas de prensado para crear una viga sólida y unificada. La segunda fase del estudio implica evaluar las propiedades mecánicas de las vigas, como su resistencia a la flexión, su rigidez y su deformación bajo carga. Esta evaluación se realiza en vigas fabricadas con capas continuas y con uniones dentadas. En la fase final, los resultados de las pruebas de laboratorio se analizan para determinar cuánto se pierde en la resistencia de las vigas con uniones dentadas en comparación con las que no las tienen. El estudio concluye que un análisis detallado de estas propiedades es crucial para explorar la viabilidad de utilizar vigas de madera laminada como una alternativa económica en proyectos de construcción estructural.

Meyer et al. (2023) con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad paralelo a la fibra en piezas de madera laminada encolada de *Populus deltoides*, comparar los resultados obtenidos con investigaciones previas y normativas actuales, y proporcionar información fiable para el diseño seguro de estructuras de madera. Para evaluar el rendimiento de la madera laminada encolada de *Populus deltoides*, se realizaron pruebas de compresión en 90 muestras. Los resultados mostraron que los valores de resistencia a la compresión, medidos de forma paralela a la fibra en el percentil 5%, superaron los reportados por Guillaumet et al. (2017) para la madera aserrada. Además, la madera laminada cumplió con la clasificación de resistencia GL24h según la norma europea UNE-EN14080 (2017). El estudio concluye que la madera laminada de *Populus deltoides* demuestra cualidades mecánicas excepcionales, lo que la hace altamente adecuada para su uso en aplicaciones estructurales de gran envergadura. Los datos obtenidos en esta investigación proporcionan información crucial para garantizar el diseño seguro y eficiente de estructuras de madera, especialmente al

considerar el comportamiento ortotrópico del material.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Vásquez (2023) se centró en evaluar la madera de pino radiata según la norma E.010, 2014. Los esfuerzos admisibles a flexión, compresión paralela, perpendicular, tracción paralela y corte paralelo son 81.79 kg/cm², 90.25 kg/cm², 112.53 kg/cm², 143.63 kg/cm² y 8.10 kg/cm² respectivamente. A pesar de que la madera cumple con los requisitos mínimos del grupo C en cuanto a densidad básica, módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles para compresión, tracción y corte, su esfuerzo admisible a flexión se encuentra por debajo del umbral de 100 kg/cm² (MVCS, 2014). En base a esto, el autor concluye que la madera no cumple con los criterios para ser clasificada dentro del grupo C.

Vásquez (2021) se realizaron análisis para determinar la humedad de la madera, al mismo tiempo se realizó en el laboratorio ensayos de tracción, compresión y flexión para diferentes contenidos de humedad, al recopilar los datos necesarios, la investigación pudo determinar el contenido específico de humedad en el que la madera de tornillo muestra un comportamiento estructural adecuado. Estas pruebas se realizaron en un entorno de laboratorio controlado, a pesar de las interrupciones causadas por la pandemia mundial. El autor concluye que las muestras, mantenidas en su estado natural, fueron acondicionadas adecuadamente para lograr resultados confiables y positivos. Durante todo el proceso, se mantuvieron la ética profesional, valores sólidos y un pensamiento crítico, tanto en la recopilación de datos como en el análisis, con el objetivo principal de contribuir al bienestar público y generar conocimiento valioso para mejorar actividades específicas.

Alcántara (2019) se seleccionaron el tirafón y la especie Copaiba debido a sus propiedades mecánicas y su accesible precio en el mercado peruano, con el objetivo principal de determinar las

propiedades mecánicas de las uniones con tirafones en esta madera. Inicialmente, se realizaron pruebas de resistencia al cizallamiento en 100 uniones, junto con ensayos de extracción de 60 tirafones, siguiendo las normas D-1761 y NcH 1198. Después, se evaluaron el contenido de humedad y la densidad básica de la madera utilizada, basándose en las normas técnicas peruanas 251.010 y 251.011. Los resultados indicaron que la conexión Copaiba-Tirafón generalmente presentó una falla dúctil, lo que significa que puede considerarse una unión adecuada para aplicaciones estructurales.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

No se encontró antecedentes locales

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MADERA TORNILLO (CEDRELINGA CATENIFORMIS)

Cedrelinga cateniformis, comúnmente conocida como tornillo, es un árbol nativo de América Central y América del Sur que pertenece a la familia Fabacea.

Este árbol es de gran importancia debido a su madera de alta calidad y sus aplicaciones en la industria maderera y la construcción (Chichignoud, 1990).

Taxonomía y descripción botánica

Cedrelinga cateniformis es una especie que se encuentra en la división magnoliophyta, clase magnoliopsida, orden fabales, familia Fabaceae y género *Cedrelinga*. Este árbol puede alcanzar alturas de hasta 30 metros. Sus hojas son compuestas y alternas, con folíolos que varían en tamaño y forma. Su floración se caracteriza por inflorescencias racemosas y flores hermafroditas.

Los frutos son legumbres alargadas, a menudo enrolladas en espiral, conteniendo numerosas semillas (Salazar y Soihet, 2001)

Distribución y ecología

Cedrelinga cateniformis es una especie de árbol que prospera en los climas tropicales y subtropicales de América Central y del Sur. Su distribución es bastante amplia, abarcando varios países como Costa Rica, Nicaragua, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. La especie prefiere ambientes cálidos y húmedos, típicamente encontrados en regiones donde las selvas tropicales frondosas dan paso gradualmente a áreas forestales más secas. Estas áreas representan importantes zonas de transición ecológica, donde coexisten diversos tipos de vegetación. El árbol se ha adaptado a crecer en altitudes variables, que van desde tan solo 100 metros hasta alcanzar los 1,000 metros sobre el nivel del mar. Este amplio rango de altitud le permite sobrevivir en diferentes climas y condiciones ambientales, demostrando su resiliencia y versatilidad en varios tipos de ecosistemas forestales (Salazar y Soihet, 2001)

Usos y aplicaciones

La madera de *cedrelinga cateniformis*, conocida comúnmente como tornillo, es altamente valorada en la industria maderera. Su madera es de color claro, fácil de trabajar y tiene propiedades excelentes para la carpintería, la construcción y la fabricación de muebles. La durabilidad natural de la madera la hace resistente al ataque de insectos y hongos. La madera de *Cedrelinga cateniformis* se utiliza en la construcción de viviendas, puertas, ventanas, y para la elaboración de muebles de alta calidad (Mejia et al., 2015).

Conservación y sostenibilidad

El estado de conservación de *cedrelinga cateniformis* varía según las regiones y países. La deforestación y la explotación no regulada son amenazas significativas para esta especie y su hábitat. Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, es fundamental implementar prácticas de manejo forestal sostenible que permitan la regeneración de poblaciones de tornillo y la preservación de su hábitat (Cossio et al.,

2011).

2.2.2. MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA)

Es una especie de madera originaria de América del Sur, particularmente de Brasil. Es conocida por su color claro y su alta durabilidad, lo que la hace adecuada para una variedad de aplicaciones, incluyendo la construcción y la carpintería (López, 2015).

Taxonomía y descripción botánica

En cuanto a su descripción botánica es un árbol de gran tamaño que puede alcanzar alturas de hasta 30 metros, con un tronco recto y cilíndrico. Sus hojas son bipinnadas y de color verde claro, y produce flores hermafroditas amarillas o blancas en racimos largos. Los frutos son legumbres alargadas de color marrón claro que contienen semillas dispersadas por el viento. Esta especie es nativa de regiones tropicales y subtropicales de América del Sur (Cossio et al., 2011)

Usos y aplicación

La Madera Blanca, o *Schizolobium parahyba*, es apreciada por su resistencia y color claro. Se utiliza ampliamente en la construcción para elementos estructurales como vigas y columnas, en la fabricación de muebles y carpintería fina debido a su facilidad de trabajo y capacidad para aceptar acabados, en la construcción de embarcaciones pequeñas (Lopez, 2015).

Sostenibilidad:

Dada su abundancia en su área de origen, la madera blanca es una opción sostenible cuando se cosecha y maneja de manera responsable (López, 2015).

2.2.3. MADERA CACHIMBO (CARINIANA DECANDRA)

Conocida como cariniana decandra, es un material proveniente de un árbol de la especie Cariniana, que crece en las regiones

tropicales de América del Sur, particularmente en Brasil, Perú y otras áreas de la cuenca del Amazonas. Esta madera es altamente valorada por su calidad, resistencia y su amplio uso en la carpintería y la ebanistería (Iamele, 2001).

Taxonomía y descripción botánica

Esta especie puede alcanzar alturas notables de hasta 30-40 metros, con un tronco recto y cilíndrico, a menudo acompañado de contrafuertes en su base. Sus hojas son compuestas, con folíolos elípticos, y produce pequeñas flores blancas o amarillentas dispuestas en racimos, seguidas por cápsulas leñosas que contienen semillas aladas para dispersión. La madera de cariniana decandra es altamente valorada en carpintería y ebanistería, pero su explotación plantea desafíos de conservación, siendo crucial promover prácticas sostenibles para preservar esta especie fundamental para los ecosistemas tropicales (Herrera, 1998).

Usos y aplicación

Es altamente valorada en diversas aplicaciones, destacándose en la carpintería, ebanistería, construcción de muebles finos y revestimientos interiores. Su atractivo color, veta y maleabilidad la convierten en una elección preferida para la fabricación de muebles, detalles decorativos, revestimientos y en la construcción de embarcaciones, incluyendo la elaboración de instrumentos musicales de alta calidad. Sin embargo, dada la importancia de su conservación, se enfatiza la necesidad de prácticas sostenibles para preservar este recurso forestal esencial (PROMPEX, 2021)

Sostenibilidad

La sostenibilidad de la madera de cariniana decandra (Cachimbo) implica un equilibrio entre su explotación y la conservación de los ecosistemas. Requiere una gestión forestal responsable, la participación activa de las comunidades locales, la promoción de

prácticas éticas y certificaciones que garanticen su origen sostenible, con el fin de preservar este valioso recurso natural para las generaciones futuras (Brack, 1999)

2.2.4. MADERA LAMINADA

Las maderas laminadas son un tipo de material compuesto fabricado a partir de capas de madera dispuestas de forma estratégica y adheridas con adhesivos resistentes. Este proceso de laminación permite crear un material que combina las propiedades naturales de la madera con una mayor resistencia y estabilidad dimensional. Las capas de madera se disponen generalmente en ángulos rectos entre sí, lo que contribuye a prevenir la deformación y aumentar la resistencia del material (Jiménez Peris et al., 2006).

Evolución Histórica y Desarrollo

La historia de las maderas laminadas se remonta a varios siglos atrás, aunque su uso generalizado y su desarrollo tecnológico han experimentado un aumento significativo en las últimas décadas. Desde sus primeras aplicaciones en la construcción de puentes y estructuras, las maderas laminadas han evolucionado para abarcar una amplia gama de aplicaciones en la industria de la construcción, el diseño de muebles, la fabricación de embarcaciones y otros sectores (Vélez Moreno, 2008).

Ventajas y desventajas de las maderas laminadas

Las maderas laminadas presentan una serie de ventajas, como su alta resistencia a la tracción y compresión, su estabilidad dimensional y su capacidad para soportar cargas pesadas.

Además, son menos susceptibles a la deformación y la torsión en comparación con la madera maciza. Sin embargo, pueden tener desventajas, como costos de fabricación más elevados y la necesidad de adhesivos de alta calidad (Basterra Otero & Balmori Roiz, 2018).

Procesos de fabricación

El proceso de fabricación de maderas laminadas implica la selección y preparación de capas de madera, que se unen mediante encolado y se someten a prensado y curado. La elección de adhesivos es crucial para garantizar una unión duradera y resistente entre las capas. Además, la orientación y el grosor de las capas influyen en las propiedades finales del material (Vélez Moreno, 2008).

Aplicaciones y Usos

Las maderas laminadas se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como en la construcción de vigas, columnas y paneles estructurales. También son populares en la fabricación de muebles de diseño, suelos, escaleras y revestimientos interiores. Su versatilidad las hace adecuadas para proyectos que requieren resistencia y estabilidad (Solminihac & Thenoux, 2018).

Propiedades Mecánicas

Las maderas laminadas exhiben propiedades mecánicas sobresalientes, incluyendo una alta resistencia a la tracción, compresión y flexión. Su capacidad para soportar cargas pesadas las hace ideales para aplicaciones estructurales. Además, su estabilidad dimensional reduce la probabilidad de deformaciones a lo largo del tiempo (Basterra & Balmori, 2018).

2.2.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

La resistencia a la compresión perpendicular a las fibras es una propiedad crucial de la madera, ya que se relaciona con su capacidad para resistir fuerzas de compresión aplicadas en ángulo recto a la orientación de las fibras. Esta característica es de gran importancia en aplicaciones estructurales, donde la madera se utiliza en situaciones en las que las cargas compresivas actúan en una dirección perpendicular a la disposición de las fibras (Martínez y Vignote, 2005).

Propiedades fundamentales de la madera

La madera es un material natural ampliamente utilizado en la construcción, la industria del mueble, la carpintería y otros campos debido a su disponibilidad, versatilidad y características naturales únicas. Su estructura está compuesta por fibras de celulosa dispuestas en una dirección predominante, lo que confiere a la madera su resistencia característica en esa orientación. Sin embargo, la resistencia a la compresión perpendicular es esencial para comprender y evaluar su comportamiento en aplicaciones específicas (Echavarría, 2023).

Factores que afectan la resistencia a la compresión perpendicular

La resistencia a la compresión perpendicular en la madera está influenciada por varios factores, como la especie de madera, la humedad, la densidad, la orientación de las fibras y las condiciones de carga. Comprender cómo estos factores afectan la capacidad de la madera para resistir la compresión perpendicular es fundamental para su uso efectivo en la construcción y otras aplicaciones (Hernán, 2023).

Métodos de ensayo y normativas

Existen métodos de ensayo bien establecidos y normas formales que proporcionan pautas detalladas para evaluar la resistencia a la compresión de la madera cuando se aplica presión de manera perpendicular a las fibras. Uno de estos métodos es el ensayo D143, que actúa como un referente en la industria, ofreciendo un procedimiento estandarizado y exhaustivo para medir con precisión esta importante propiedad de la madera. Al seguir estos protocolos establecidos, se asegura que los datos recopilados durante las pruebas sean consistentes y fiables en diferentes ensayos y laboratorios. Esta consistencia es crucial, ya que permite a los profesionales de la construcción, ingeniería y ciencia de materiales tomar decisiones informadas basadas en resultados comparables y reproducibles. El

enfoque estandarizado también ayuda a crear un campo de comparación equitativo al evaluar diferentes tipos de madera o al analizar la efectividad de varios tratamientos y modificaciones aplicados para mejorar sus capacidades estructurales. En última instancia, estos métodos contribuyen a la seguridad y eficiencia general en el diseño y construcción de estructuras de madera, garantizando que los materiales cumplan con los requisitos de rendimiento necesarios (Hernán, 2023).

Aplicaciones en la industria de la construcción

La capacidad de la madera para resistir la compresión perpendicular a sus fibras es un factor crucial en la industria de la construcción. Esta propiedad desempeña un papel clave cuando la madera se utiliza en componentes estructurales como vigas, columnas, paneles y varios tipos de uniones o conexiones. La resistencia de la madera en este aspecto asegura que estos elementos puedan soportar cargas y mantener su integridad con el tiempo, incluso cuando se aplican fuerzas a través de las fibras. Una fuerte resistencia a la compresión perpendicular a la fibra contribuye directamente a la seguridad general, la fiabilidad y la durabilidad a largo plazo de los edificios y otras estructuras donde la madera es un material primario. Sin esta propiedad, la estabilidad estructural de los marcos de madera, especialmente bajo estrés por factores ambientales o cargas pesadas, podría verse comprometida. Por lo tanto, comprender y optimizar esta característica es esencial para ingenieros y arquitectos que trabajan con madera en proyectos de construcción modernos (Echavarría, 2023).

Métodos de Prueba

Para evaluar la resistencia a la compresión de la madera cuando se aplica presión de manera perpendicular a las fibras, se utiliza una máquina de ensayo especializada. Este dispositivo aplica fuerza de manera incremental en una dirección perpendicular a las fibras de la

madera, aumentando gradualmente la carga para determinar cuánta presión puede soportar el material antes de deformarse o fallar. Los resultados de esta prueba proporcionan una medida clara de la capacidad estructural de la madera en este aspecto y se presentan generalmente en unidades de presión estandarizadas, como libras por pulgada cuadrada (psi) en sistemas imperiales o megapascuales (MPa) en sistemas métricos. Estas mediciones son cruciales para ingenieros y arquitectos al seleccionar materiales para proyectos de construcción, ya que ayudan a garantizar que la madera desempeñará un papel adecuado bajo las condiciones de carga esperadas. La capacidad de cuantificar la resistencia a la compresión de esta manera ofrece información valiosa sobre cómo se comportará el material bajo tensiones reales, asegurando la seguridad y durabilidad de las estructuras en las que se utiliza (Martínez y Vignote, 2005).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Fabaceae**

La familia Fabaceae, también conocida como la familia de las leguminosas, es reconocida como uno de los grupos más extensos y variados de plantas con flores. Perteneciente al orden Fabales y está compuesta por una amplia gama de especies. Esta familia de plantas se denomina comúnmente leguminosas, un término que se utiliza ampliamente para describir a sus miembros. La familia Fabaceae se subdivide en múltiples subfamilias y géneros, lo que refleja el gran número de especies que contiene. Estas plantas a menudo se identifican por sus nombres comunes, como leguminosas, legumbres o cultivos forrajeros. Su importancia económica y agrícola está bien documentada, especialmente en relación con su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo y proporcionar nutrientes vitales tanto en la dieta humana como en la dieta animal (Beigbeder Atienza, 1997).

- **Cedrelinga**

Cedrelinga es un género de árboles clasificado dentro de la familia

Fabaceae, que a veces se denomina Leguminosae. Esta familia de plantas se encuentra entre los grupos más expansivos y variados dentro de las angiospermas, o plantas con flores. Una característica distintiva de las plantas en este grupo es su estructura floral única, específicamente la corola en forma de mariposa. Además, poseen hojas compuestas, un rasgo típico de esta familia. Una función ecológica clave de estas plantas es su capacidad para enriquecer el suelo mediante la fijación de nitrógeno. Este proceso es posible gracias a una relación beneficiosa con las bacterias *Rhizobium*, que viven en sus sistemas radiculares y contribuyen a la fijación de nitrógeno, mejorando así la fertilidad del suelo (Beigbeder Atienza, 1997).

- **Deforestación**

La deforestación se refiere a la eliminación o reducción significativa de áreas forestales, lo que conduce a la destrucción de árboles y otra vegetación forestal en un lugar determinado. Este problema ambiental es impulsado a menudo por diversas actividades humanas, como la expansión de tierras agrícolas, el desarrollo de operaciones mineras, la construcción de infraestructuras, la tala de madera, la expansión de áreas urbanas y la transformación de los bosques en tierras cultivables. Estas acciones contribuyen a la reducción continua de los ecosistemas forestales naturales (Caballero, 2020).

- **Cariniana**

El género *Cariniana* forma parte de la familia Lecythidaceae, un grupo de plantas que incluye varios géneros de árboles, arbustos y plantas trepadoras. Estas especies prosperan principalmente en las zonas tropicales de América del Sur y Central. Una de las características principales de las plantas de esta familia son sus flores grandes y llamativas, que destacan por su estructura distintiva y poco común (Beigbeder Atienza, 1997).

- **Encolado**

El encolado se refiere a un método para unir materiales aplicando un

adhesivo en una o varias superficies para establecer un vínculo duradero y sólido. El adhesivo utilizado, comúnmente conocido como cola o pegamento, puede variar en tipo. Ejemplos incluyen adhesivos a base de agua, que se disuelven en agua, adhesivos termofusibles, que se derriten y luego se solidifican al enfriarse, y adhesivos de contacto, que se unen bajo presión después de la aplicación. Cada tipo de adhesivo es adecuado para aplicaciones específicas dependiendo de los requisitos de resistencia, flexibilidad y condiciones ambientales (Argüeso y Puma, 2019).

- **Vigas**

Las vigas son componentes fundamentales en la ingeniería estructural diseñados para soportar cargas a lo largo de su tramo. Generalmente, se caracterizan por tener un perfil de sección transversal mucho más ancho que su altura, una característica de diseño que mejora su capacidad para resistir fuerzas de flexión. Esta configuración estructural permite a las vigas distribuir y transferir de manera efectiva estas fuerzas a las estructuras de soporte, como columnas o muros, que ayudan a estabilizar y soportar el marco general de un edificio u otra construcción (Villeta, 2000).

- **Columnas**

Las columnas son componentes estructurales verticales esenciales empleados en la construcción de diversas infraestructuras como edificios, puentes y otros proyectos de ingeniería civil. Están diseñadas principalmente para soportar cargas verticales y transmitir estas fuerzas a los cimientos o al suelo. Al hacerlo, las columnas juegan un papel crucial en el mantenimiento de la estabilidad y la integridad estructural general de la construcción, asegurando que el peso de la estructura se distribuya de manera uniforme y que permanezca segura y resistente frente a fuerzas externas (Villeta, 2000).

- **Humedad**

La humedad denota el nivel de contenido de agua dentro de una sustancia o en la atmósfera. Puede manifestarse en varias formas,

incluyendo agua líquida, que es observable directamente, vapor de agua, que es un gas invisible presente en el aire, o condensación, que ocurre cuando el vapor de agua se transforma de nuevo en forma líquida sobre superficies más frías. Comprender la humedad es fundamental para diversas aplicaciones, desde la predicción del tiempo hasta el mantenimiento de ambientes interiores, ya que afecta tanto a los materiales físicos como al confort humano (López y Vega, 2006).

- **Madera Laminada**

Este material es un compuesto formado al laminar múltiples láminas delgadas de madera, a menudo denominadas chapas o estratos, utilizando sustancias adhesivas. El proceso implica apilar estas capas en una orientación específica y unir las con adhesivos para crear un material fuerte y unificado. Este compuesto es conocido por su mayor resistencia y estabilidad en comparación con la madera maciza, lo que lo convierte en una opción popular en la construcción y fabricación de muebles debido a su capacidad para soportar diversas tensiones y condiciones ambientales (Guindos, 2019)

- **Compresión Perpendicular a las fibras**

Las fuerzas de compresión aplicadas de manera perpendicular a la dirección de las fibras del material, en lugar de a lo largo de su longitud, producen un tipo de estrés distinto. Este tipo de compresión afecta al material al presionarlo a través de su orientación de fibras, lo que puede dar lugar a diferentes respuestas estructurales y posibles debilidades en comparación con la compresión aplicada paralelamente a las fibras. Comprender cómo reaccionan los materiales ante esta compresión transversal es crucial para evaluar su rendimiento y durabilidad en diversas aplicaciones (Beigbeder Atienza, 1997).

- **Fibras**

Estas son estructuras alargadas y estrechas compuestas principalmente por materiales con una composición filamentosa. Se

caracterizan por su forma delgada y están construidas en su mayoría a partir de fibras o componentes similares a hilos. Dichas estructuras pueden exhibir propiedades únicas, como flexibilidad y resistencia, dependiendo del arreglo y tipo de materiales filamentosos utilizados. Se encuentran comúnmente en diversas aplicaciones, desde sistemas biológicos como los tallos de las plantas hasta productos manufacturados como cables reforzados o fibras textiles (Beigbeder Atienza, 1997)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo.

Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo.

Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo.

Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera blanca.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Madera laminada de tornillo con madera cachimbo.

Madera laminada de tornillo con madera blanca.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE 1: Madera laminada de tornillo con madera cachimbo.	Es un material compuesto fabricado mediante la unión de múltiples capas delgadas de madera de tornillo y madera cachimbo, que son pegadas y prensadas entre sí.	Longitud de maderas tornillo y cachimbo serán unidas	Longitud de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo.	Longitud (L)	Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión madera laminada.	Escalar o de razón.
			Longitud de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo			
			Longitud de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo			
VARIABLE DEPENDIENTE 1: Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo.	Es la capacidad madera laminada de capas unidas mediante tornillos y madera cachimbo adhesivos para ver el comportamiento de las fuerzas de compresión.	La resistencia a la compresión se obtendrá por ensayo de laboratorio.	Resistencia a la compresión de madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo. Resistencia a la compresión de madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo. Resistencia a la compresión de madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.	Resistencia a la compresión de la madera laminada (kg/cm ²)		

VARIABLE INDEPENDIENTE 2: Madera laminada de tornillo con madera blanca.	Es un material compuesto fabricado mediante la unión de múltiples capas delgadas de madera de tornillo y madera blanca, que son pegadas y prensadas entre sí.	Longitud de maderas tornillos y blanca serán unidas	Longitud de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca.	Longitud (L)	Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión madera laminada.	Escalar o de razón.
	VARIABLE DEPENDIENTE 2: Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera blanca.	La resistencia a la compresión se obtendrá por ensayo de laboratorio.	Longitud de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca			
			Longitud de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca			
			Resistencia a la compresión de madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca.	Resistencia a la compresión de la madera laminada (kg/cm ²)		
			Resistencia a la compresión de madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca.			
			Resistencia a la compresión de madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca.			

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se concentra en resolver problemas prácticos o en producir conocimientos prácticos y utilizables en la vida real. En contraste con la investigación pura o básica, la cual se dedica a comprender los principios fundamentales y las teorías subyacentes. (Quezada, 2010).

En nuestro caso la Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca veremos el comportamiento es analizar el efecto tendrá en la capacidad de soportar carga de compresión donde tendrá como un comportamiento de una columna estructural.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, representa la recopilación y análisis de datos numéricos y estadísticas para responder a las preguntas de investigación y probar la hipótesis (Carrasco, 2015).

De lo mencionado por el autor nuestra investigación tiene un enfoque cuantitativo puesto que, se centra en la objetividad y la medición precisa de las variables para proporcionar resultados claros y cuantificables estas tienen procesos secuenciales para comprobar las hipótesis, cabe mencionar que los datos a analizar son numéricos como es el caso la Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación explicativa se refiere a la extensión y claridad con la que se detalla y se explica el propósito, los objetivos, la metodología

y los límites de la investigación (Quezada, 2010).

La investigación también posee un alcance explicativo puesto que, se desea comprender completamente el alcance y los objetivos de la investigación desde el principio y ayudar a establecer las expectativas y a proporcionar un marco claro para el estudio, lo que facilita la comprensión de su relevancia y su contribución al campo de estudio del efecto que producirá la unión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca.

3.1.3. DISEÑO

Este tipo de diseño se utiliza cuando no es posible aplicar un diseño experimental puro debido a limitaciones éticas, logísticas o de otro tipo. En un diseño cuasi experimental, el investigador no tiene un control completo sobre la asignación de los participantes a grupos de tratamiento y control, lo que lo diferencia de un diseño experimental aleatorio (Quezada, 2010).

La elección de las muestras se ha realizado sin emplear la aleatoriedad, en nuestro caso la variable que se intervendrá será madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca. Se utilizará un diseño factorial simple de 2x2, que es el enfoque más básico, donde se modificarán dos variables con el fin de posteriormente analizar y comparar sus promedios.

2	X	2
X1		Y1
X2		Y2

Donde:

X1: Laminado con madera tornillo y madera cachimbo.

Y1: Resistencia a la compresión de madera laminada tornillo y madera cachimbo.

X2: Laminado con madera tornillo y madera blanca.

Y2: Resistencia a la compresión de madera laminada tornillo y madera cachimbo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población es el grupo total de individuos que realmente se desea estudiar y sobre el cual se busca obtener conclusiones y generalizaciones. Esta característica compartida puede ser cualquier cosa, desde edad, género, ubicación geográfica, nivel educativo, ocupación, condición de salud, entre otros (Quezada, 2010).

La población va está conformada por 60 muestras, en esta madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca.

3.2.2. MUESTRA

Una muestra no probabilística, no todos los miembros de la población tienen una probabilidad conocida e igual de ser incluidos en la muestra. En su lugar, los elementos se eligen de manera subjetiva (Quezada, 2010).

A continuación, se detalla la distribución de las muestras de estudio:

Tabla 1

Descripción de la muestra seleccionada

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE MUESTRAS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE MUESTRAS
Madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo.	10	Madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca.	10
Madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo.	10	Madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca.	10
Madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo	10	Madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca.	10
TOTAL=	30	TOTAL=	30

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA DE LA OBSERVACIÓN DIRECTA

La observación directa es una técnica de recopilación de datos en investigación en la que el investigador observa y registra eventos, comportamientos, actividades o situaciones en tiempo real, sin la necesidad de depender de la información proporcionada por los participantes a través de entrevistas o cuestionarios (Carrasco Díaz, 2015).

La investigación ha usado como técnica la observación directa ya que, en esta se observará y registrará los eventos como es el ensayo de compresión madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca.

3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

Ficha de laboratorio

Es un instrumento de recolección de datos que se utiliza en entornos de laboratorio. Es un formato o documento diseñado para registrar y documentar de manera sistemática y detallada la información relevante relacionada con un experimento llevado a cabo en un laboratorio (Carrasco Díaz, 2015).

Como instrumentos la investigación se ha usado las fichas de laboratorio para registrar con madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca de acuerdo a las muestras de ensayo.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la investigación, la observación directa se emplea como un método de recolección de datos que permite obtener información precisa sobre las variables de estudio. A continuación, se explica por medio de

imágenes todo el proceso del experimento.

Primeramente, se inicia con el habilitado de las maderas tornillo, cachimbo y blanca para lo cual fue necesario el apoyo de un carpintero.

Figura 1

Selección y habilitado de la madera para cada espécimen



Figura 2

Proceso de laminado con diferentes porcentajes de madera



Este proceso de laminado se realiza mediante la unión de tablas empleando adhesivo sintético o también llamado cola para madera.

Figura 3

Especímenes de madera laminada dimensionadas de acuerdo a la norma peruana



Los especímenes se han elaborado teniendo en cuenta la norma técnica peruana NTP 251.014, para el caso de las probetas las dimensiones serán sección 5 cm x 5 cm por un alto de 20 cm.

Figura 4

Especímenes de madera laminada elaboradas con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y muestras con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo



Figura 5

Especímenes de madera laminada elaboradas con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y muestras con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo



Figura 6

Especímenes de madera laminada elaboradas con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y muestras con 20% madera tornillo y 80% madera chachimbo



Figura 7

Muestras de madera lamina seleccionada por grupos según los porcentajes establecidos en la investigación



Figura 8

Control de calidad de todas las muestras laminadas antes de ser ensayadas



Figura 9

Ensayo la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de cachimbo



Figura 10

Otra vista del ensayo a la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de cachimbo



Figura 11

Ensayo la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de madera blanca



Figura 12

Otra vista el ensayo a la compresión de las muestras laminadas con 50% de tornillo y 50% de blanca



Figura 13

Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de blanca



Figura 14

Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de cachimbo



Figura 15

Otra vista del ensayo a la compresión de las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de cachimbo



Figura 16

Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 20% de tornillo y 80% de cachimbo



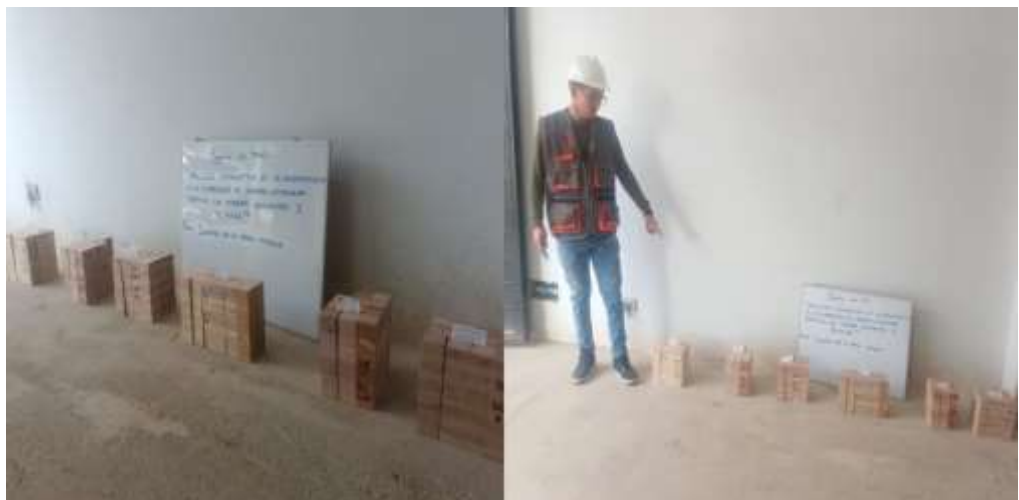
Figura 17

Ensayo de compresión para las muestras laminadas con 20% de tornillo y 80% de blanca



Figura 18

Muestras ensayadas al 100%



3.4.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos fueron presentados de manera gráfica mediante diagramas de barras generados en hojas de cálculo Excel, las cuales también se utilizaron para calcular las medias (promedios) de la

resistencia a la compresión para cada grupo de muestras.

La representación gráfica en barras facilitó la visualización comparativa de los datos, destacando claramente la superioridad de las combinaciones de madera tornillo con madera cachimbo en términos de resistencia a la compresión. Las gráficas mostraron que las maderas laminadas de tornillo con cachimbo presentaron una media de 108,09 Kg/cm², mientras que las maderas laminadas de tornillo con madera blanca registraron una media de 30,57 Kg/cm².

3.4.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para validar la hipótesis general del estudio, se utilizó la prueba estadística T de Student, que confirmó la superioridad de las combinaciones de madera tornillo con madera cachimbo en comparación con las combinaciones de madera tornillo con madera blanca. El análisis inferencial se hizo empleando el programa estadístico SPSS V.26.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta parte se describe el proceso de datos que en nuestro caso es la resistencia a la compresión de las maderas laminadas.

Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

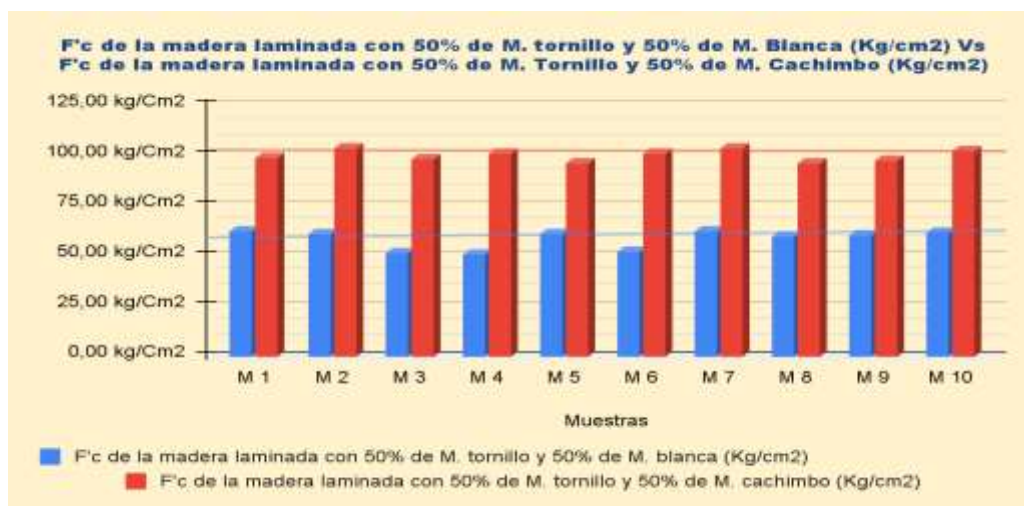
Tabla 2

Resultado de datos de la resistencia a la compresión para la madera laminada con 50% de madera tornillo y con 50% de madera blanca y para la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% de madera cachimbo

Muestras	Compresión de madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca (Kg/cm ²)	Compresión de madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo (Kg/cm ²)
M 1	62,65 kg/Cm ²	99,40 kg/Cm ²
M 2	61,22 kg/Cm ²	104,14 kg/Cm ²
M 3	51,68 kg/Cm ²	98,67 kg/Cm ²
M 4	51,19 kg/Cm ²	100,99 kg/Cm ²
M 5	61,18 kg/Cm ²	96,47 kg/Cm ²
M 6	52,13 kg/Cm ²	101,52 kg/Cm ²
M 7	62,16 kg/Cm ²	103,81 kg/Cm ²
M 8	59,84 kg/Cm ²	96,14 kg/Cm ²
M 9	60,69 kg/Cm ²	97,81 kg/Cm ²
M 10	62,08 kg/Cm ²	102,83 kg/Cm ²

Figura 19

Comparación de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo



Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera blanca es de 62,65 Kg/Cm² y para los datos de la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo, su valor mayor valor es 104,14 Kg/Cm².

Tabla 3

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y para las muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera blanca.	58,48	Kg/cm ²
Resist. a la compresión de muestras laminadas con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo	100,18	Kg/cm ²

Interpretación

En la tabla se indica que la resistencia promedio a la compresión de las muestras laminadas con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca es de 58,48 Kg/cm², mientras que la resistencia promedio de las muestras laminadas con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo es de 100,18 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se puede concluir que las muestras laminadas con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo son el doble de robustos en términos de resistencia a la compresión en comparación con las muestras laminadas con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca.

Tabla 4

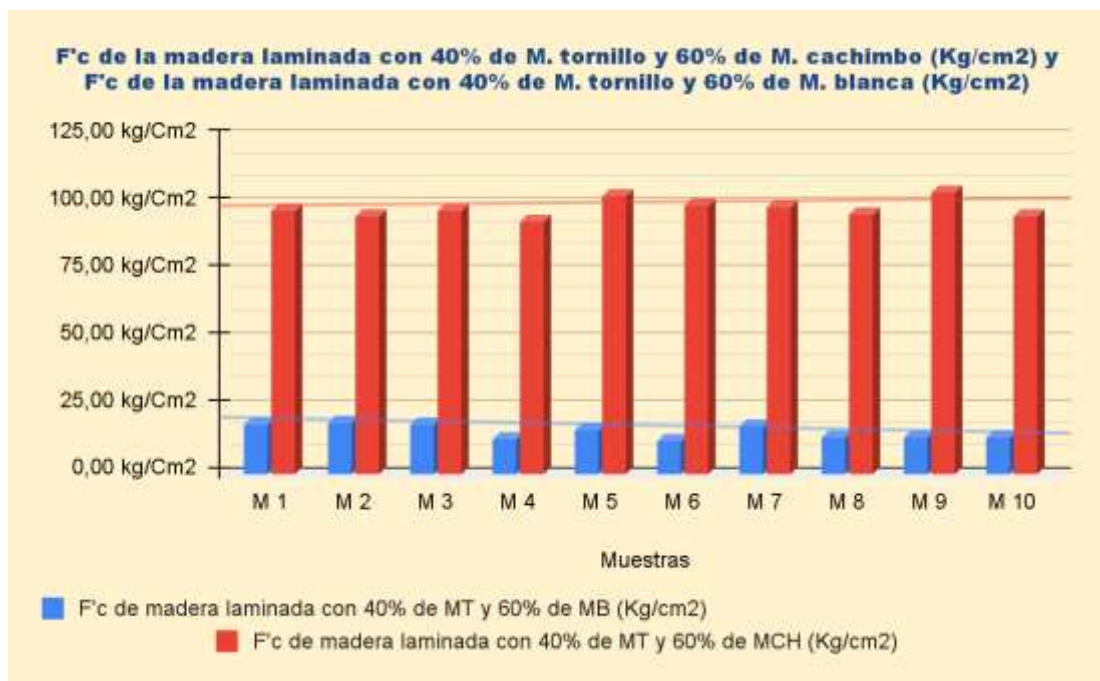
Resultado de datos de la resistencia a la compresión para la madera laminada con 40% madera tornillo y con 60% madera blanca y para la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo

Muestras	Compresión de madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca (Kg/cm ²)	Compresión de madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo (Kg/cm ²)
M 1	18,19 kg/Cm ²	98,05 kg/Cm ²

M 2	19,17 kg/Cm ²	95,57 kg/Cm ²
M 3	18,40 kg/Cm ²	98,02 kg/Cm ²
M 4	13,09 kg/Cm ²	94,06 kg/Cm ²
M 5	16,19 kg/Cm ²	103,20 kg/Cm ²
M 6	12,36 kg/Cm ²	99,89 kg/Cm ²
M 7	17,58 kg/Cm ²	99,44 kg/Cm ²
M 8	13,83 kg/Cm ²	96,22 kg/Cm ²
M 9	13,42 kg/Cm ²	104,30 kg/Cm ²
M 10	13,50 kg/Cm ²	95,81 kg/Cm ²

Figura 20

Comparación de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo



Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera blanca es de 19,17 Kg/Cm² y para los datos de la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo, su valor mayor valor es 104,30 Kg/Cm².

Tabla 5

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y para las muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera blanca.	15,57	Kg/cm ²
Resist. a la compresión de muestras laminadas con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo.	98,46	Kg/cm ²

Interpretación

En la tabla se indica que la resistencia promedio a la compresión de las muestras laminadas con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca es de 15,57 Kg/cm², mientras que la resistencia promedio de las muestras laminadas con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo es de 98,46 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se puede concluir que las muestras laminadas con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo son mucho más robustas en términos de resistencia a la compresión en comparación con las muestras laminadas con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca.

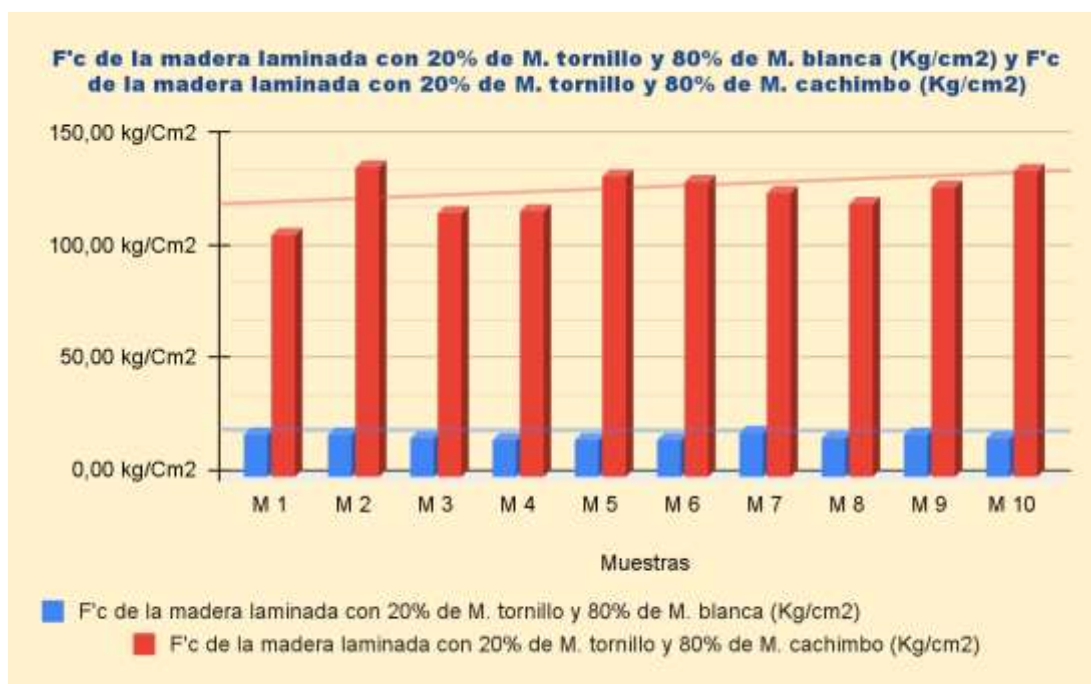
Tabla 6

Resultado de datos de la resistencia a la compresión para la madera laminada con 20% madera tornillo y con 80% madera blanca y para la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo

Muestras	Compresión de madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca (Kg/cm²)	Compresión de madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo (Kg/cm²)
M 1	19,05 kg/Cm ²	107,23 kg/Cm ²
M 2	19,01 kg/Cm ²	137,38 kg/Cm ²
M 3	17,50 kg/Cm ²	117,23 kg/Cm ²
M 4	16,11 kg/Cm ²	118,25 kg/Cm ²
M 5	15,99 kg/Cm ²	133,38 kg/Cm ²
M 6	16,07 kg/Cm ²	130,93 kg/Cm ²
M 7	19,95 kg/Cm ²	125,92 kg/Cm ²
M 8	17,25 kg/Cm ²	121,43 kg/Cm ²
M 9	18,40 kg/Cm ²	128,73 kg/Cm ²
M 10	17,25 kg/Cm ²	135,79 kg/Cm ²

Figura 21

Comparación de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo



Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera blanca es de 19,95 Kg/Cm² y para los datos de la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo, su valor mayor valor es 137,38 Kg/Cm².

Tabla 7

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y para las muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera blanca.	17,66	Kg/cm ²
Resist. a la compresión de muestras laminadas con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo.	125,63	Kg/cm ²

Interpretación

En la tabla se indica que la resistencia promedio a la compresión de las muestras laminadas con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca es de 17,66 Kg/cm², mientras que la resistencia promedio de las muestras laminadas con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo es de 125,63 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se puede concluir que las muestras laminadas con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo son mucho más robustas en términos de resistencia a la compresión en comparación con las muestras laminadas con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca.

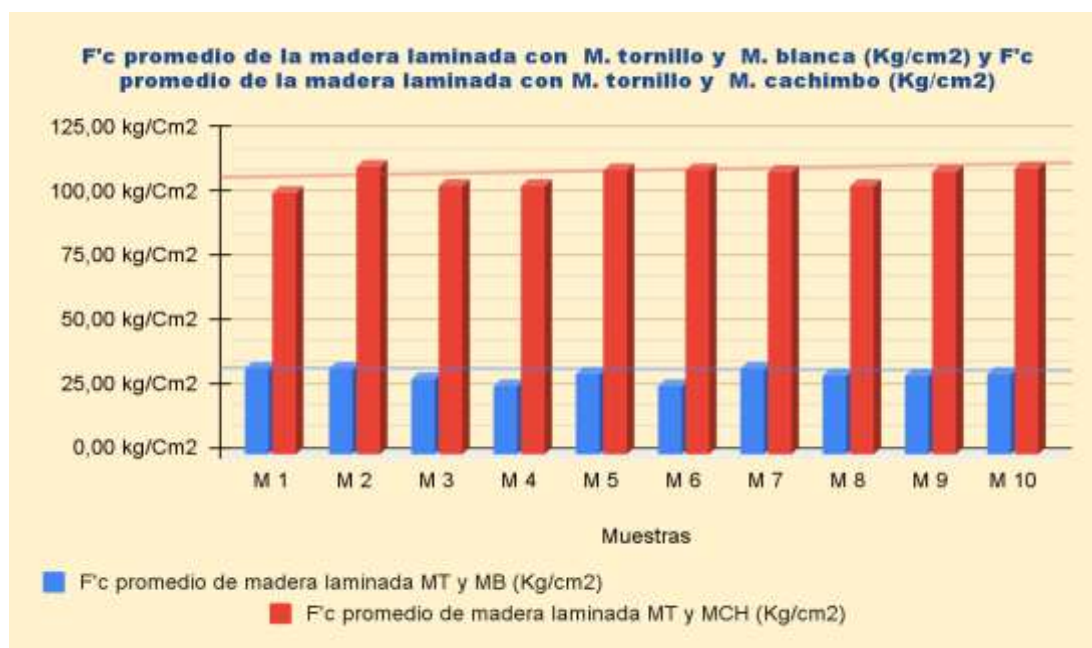
Tabla 8

Resultado de datos de la resistencia a la compresión promedio para la madera laminada con tornillo y madera blanca y para la madera laminada con tornillo y madera cachimbo

Muestras	Compresión promedio de madera	Compresión promedio de
	laminada madera tornillo y madera blanca (Kg/cm ²)	madera laminada madera tornillo y madera cachimbo (Kg/cm ²)
M 1	33,30 kg/Cm ²	101,56 kg/Cm ²
M 2	33,13 kg/Cm ²	112,36 kg/Cm ²
M 3	29,19 kg/Cm ²	104,64 kg/Cm ²
M 4	26,80 kg/Cm ²	104,43 kg/Cm ²
M 5	31,12 kg/Cm ²	111,01 kg/Cm ²
M 6	26,85 kg/Cm ²	110,78 kg/Cm ²
M 7	33,23 kg/Cm ²	109,72 kg/Cm ²
M 8	30,31 kg/Cm ²	104,60 kg/Cm ²
M 9	30,84 kg/Cm ²	110,28 kg/Cm ²
M 10	30,95 kg/Cm ²	111,48 kg/Cm ²

Figura 22

Comparación de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada con tornillo y madera blanca y para la resistencia a la compresión de la madera laminada tornillo y madera cachimbo



Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a la compresión promedio de las muestras laminadas con madera tornillo y madera blanca es de 33,30 Kg/Cm² y para los datos de la resistencia a la compresión promedio de las muestras laminadas con madera tornillo y 50%, 60% y 80% de cachimbo, su valor mayor valor es 112,36 Kg/Cm².

Tabla 9

Medias para los datos de resistencia a la compresión promedio de las muestras laminadas con madera tornillo y madera blanca y el promedio para las muestras laminadas con madera tornillo y madera cachimbo

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de muestras laminadas con madera tornillo y madera blanca.	30,57	Kg/cm²
Resist. a la compresión de muestras laminadas con madera tornillo y madera cachimbo.	108,09	Kg/cm²

Interpretación

En la tabla se indica que la media de la resistencia a la compresión

promedio de las muestras laminadas con 50%, 40%, 20% de madera tornillo y 50%, 60%, 80% de madera blanca es de 30,57 Kg/cm², mientras que la media de la resistencia promedio de las muestras laminadas con 50%, 40%, 20% de madera tornillo y 50%, 60%, 80% de madera cachimbo es de 108,09 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se puede concluir que las muestras laminadas con 50%, 40%, 20% de madera tornillo y 50%, 60%, 80% de madera cachimbo son mucho más robustas en términos de resistencia a la compresión en comparación con las muestras laminadas con 50%, 40%, 20% de madera tornillo y 50%, 60%, 80% de madera blanca.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

Para la hipótesis general

HG: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2023.

H0: No existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2023.

Tabla 10

Análisis de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera cachimbo

			Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera blanca			,265	10	,046	,855	10	,066
Resistencia a la compresión promedio			,157	10	,200*	,889	10	,167

de la madera tornillo y
madera cachimbo

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a la compresión promedio para la madera laminada con 50%, 40%, 20% de tornillo y 50%, 60%, 80% de blanca ($p=0,066>0,05$) como para la resistencia a la compresión promedio para la madera laminada con 50%, 40%, 20% de tornillo y 50%, 60%, 80% de cachimbo ($p=0,167>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis general

Tabla 11

Prueba de T Student para los datos de la compresión promedio de la madera laminada con madera tornillo y madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera cachimbo

Resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera blanca - Resistencia a la compresión promedio de la madera laminada tornillo y madera cachimbo	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
		Inferior Superior			
	77,51400	74,46112 80,56688	57,437	9	,001

Interpretación

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera

blanca para uso estructural- Huánuco – 2023. Con una contrastación de ($t=57,437$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 1

HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo.

HE0: No existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo.

Tabla 12

Prueba de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de la madera con 50% madera tornillo y 50% madera blanca	,312	10	,007	,743	10	,003
Resistencia a la compresión de la madera con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo	,118	10	,200 [*]	,938	10	,530
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Interpretación

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados no cumplen con el supuesto de normalidad para la resistencia a la compresión para la madera laminada con 50% de tornillo y 50% de blanca ($p=0,003<0,05$) pero sí para la resistencia a la compresión

para la madera laminada con 50% de tornillo y 50% de cachimbo ($p=0,530>0,05$). Dado que la prueba de normalidad no se satisface, se procedió a realizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 13

Prueba de Wilcoxon para los datos de la compresión de la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% madera tornillo y 50% madera cachimbo

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de las diferencias entre Resistencia a la compresión de la madera con 50% de tornillo y 50% de blanca y Resistencia a la compresión de la madera con 50% de tornillo y 50% de cachimbo es igual a 0.	Prueba de rangos con signo Wilcoxon para muestras relacionadas	0,005	Rechazar la hipótesis nula

Interpretación

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis

la hipótesis alternativa en la cual nos indica que existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo. Con una contrastación de ($W=0,005<0,05$).

Hipótesis específica 2

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo.

HE0: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y

60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo.

Tabla 14

Prueba de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión del laminado con 40% madera tornillo y 60% madera blanca	,249	10	,079	,872	10	,105
Resistencia a la compresión del laminado con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo	,149	10	,200*	,935	10	,502

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a la compresión para la madera laminada con 40% de tornillo y 60% de blanca ($p=0,105>0,05$) como para la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 40% de tornillo y 60% de cachimbo ($p=0,502>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 15

Prueba de T Student para los datos de la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo

Prueba de muestras emparejadas						
Resistencia a la compresión del laminado 40% madera tornillo y 60% madera blanca - Resistencia a la compresión del laminado 40% madera tornillo y 60% madera cachimbo.	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
		-82,883	- 85,98903	-79,77697	-60,365	9

Interpretación

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo. Con una contrastación de ($t=-60,365$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 3

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.

HE0: No existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.

Tabla 16

Prueba de normalidad para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión del laminado con 20% madera tornillo y 80% madera blanca	,166	10	,200*	,919	10	,349
Resistencia a la compresión del laminado con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo	,127	10	,200*	,951	10	,676

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a la compresión para la madera laminada con 20% de tornillo y 80% de blanca ($p=0,349>0,05$) como para la resistencia a la compresión de las muestras laminadas con 20% de tornillo y 80% de cachimbo ($p=0,676>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 17

Prueba de T Student para los datos de la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera blanca y para los datos de la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo

Resistencia a la compresión del laminado 20% madera tornillo y 80% madera blanca - Resistencia a	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
		Inferior Superior			

la compresión del laminado 20% madera tornillo y 80% madera cachimbo.	-	107,969	-115,0167	-100,9213	-34,656	9	,001
---	---	---------	-----------	-----------	---------	---	------

Interpretación

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo. Con una contrastación de ($t=-34,656$; $p=0,001<0,05$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En esta parte de la investigación se presenta la comparación de la investigación con otras investigaciones.

Vásquez (2023), se centró en evaluar la madera de pino radiata según la norma E.010 (MVCS, 2014). Los esfuerzos admisibles a flexión, compresión paralela, perpendicular, tracción paralela y corte paralelo son 81.79 kg/cm², 90.25 kg/cm², 112.53 kg/cm², 143.63 kg/cm² y 8.10 kg/cm² respectivamente. Aunque la madera cumple con los valores mínimos del grupo C en términos de densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles a compresión, tracción y corte, el esfuerzo admisible a flexión está por debajo de los 100 kg/cm² (MVCS, 2014). Para abordar este tema, el autor concluye que la madera no puede clasificarse dentro del grupo C.

Contrastando esto con nuestra investigación, se encontró el valor más bajo de resistencia a la compresión de la madera al ser laminada con 40% de tornillo y 60% de blanca con un valor de 15,57 Kg/Cm², respecto de los laminados con la madera tornillo y blanca.

Meyer et al. (2023), en su artículo tuvieron como objetivo determinar la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad paralelo a la fibra en piezas de madera laminada encolada de *Populus deltoides*, comparar los resultados obtenidos con investigaciones previas y normativas actuales, y proporcionar información fiable para el diseño seguro de estructuras de madera. Para ello se realizaron pruebas de compresión en 90 muestras de madera laminada encolada de *Populus deltoides*. Los resultados mostraron que los valores de resistencia a la compresión paralela a la fibra en el percentil 5% superaron los publicados por Guillaumet et al. (2017) para madera aserrada. Además, las piezas de madera laminada encolada cumplen con la categoría resistente GL24h según la normativa europea UNE-EN14080

(2017). En conclusión, la madera laminada encolada de *Populus deltoides* presenta excelentes propiedades mecánicas para su uso en estructuras de grandes dimensiones. Los valores obtenidos en este estudio son útiles para el diseño seguro y confiable de estructuras de madera, considerando las características ortotrópicas del material en el diseño.

En contraste con nuestro estudio, se encontró la mayor resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo con un valor de 125,63 Kg/Cm², respecto de las maderas laminadas con distintos porcentajes de tornillo y cachimbo.

Galindo (2020), se centra en la producción y evaluación de las propiedades mecánicas de las vigas de madera laminada utilizadas como componentes estructurales en tres especies forestales diferentes de Ecuador. El objetivo inicial es el diseño de estas vigas, evaluando datos históricos e información existente para identificar los materiales y métodos necesarios para su producción. Esto incluye la selección del tipo de madera, el proceso de adhesión para unir las capas o listones, y las técnicas de prensado necesarias para crear un elemento único y cohesivo. La segunda fase de la investigación está dedicada a medir las características mecánicas de las vigas, como su capacidad para resistir la flexión, su rigidez y su deformación bajo carga. Esto se realiza para vigas construidas tanto con capas continuas como con uniones dentadas. En el análisis final, los resultados de las pruebas de laboratorio se comparan para evaluar el grado de reducción de la resistencia en las vigas con uniones dentadas. El estudio concluye que evaluar la resistencia de estas vigas es crucial para explorar el uso de vigas de madera laminada como una alternativa económica en la construcción estructural.

En comparación con nuestro estudio, se encontró la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada con 50%, 40%, 20% de madera tornillo y 50%, 60%, 80% de madera cachimbo respectivamente con un valor de 108,09 Kg/Cm² y para la resistencia a la compresión promedio de la madera laminada con 50%, 40%, 20% de madera tornillo y 50%, 60%, 80% de madera blanca respectivamente con un valor de 30,57.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Determinar la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural - Huánuco – 2024. Se concluye que existe una diferencia significativa en las medias de resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo con un valor medio de 108,09 Kg/Cm² frente a la madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural con un valor medio de 30,57 Kg/Cm². Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=57,437$; $p=0,001<0,05$). Al analizar las medias se puede inferir que la madera laminada con tornillo y con cachimbo es 353,58% más robusta en términos de resistencia a la compresión respecto de la madera laminada con madera tornillo y madera blanca.

Para el objetivo específico 1: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo. Se concluye que existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión de la madera laminada con 50% de tornillo y 50% de cachimbo con un valor medio de 100,18 Kg/Cm² frente a la madera laminada con 50% de tornillo y 50% de blanca con un valor medio de 58,48 Kg/Cm². Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($W=0,005<0,05$). Al analizar las medias se puede inferir que la madera laminada con tornillo y cachimbo es 171,31% más robusta en términos de resistencia a la compresión que la madera laminada con madera tornillo y madera blanca.

Para el objetivo específico 2: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo. Se concluye que existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión de la madera

laminada con 40% de tornillo y 60% de cachimbo con un valor medio de 98,46 Kg/Cm² frente a la madera laminada con 40% de tornillo y 60% de blanca con un valor medio de 15,57 Kg/Cm². Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=-60,365$; $p=0,001<0,05$). Al analizar las medias se puede inferir que la madera laminada con tornillo y cachimbo es 632,37% más robusta en términos de resistencia a la compresión que la madera laminada con madera tornillo y madera blanca.

Para el objetivo específico 3: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo. Se concluye que existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión de la madera laminada con 20% de tornillo y 80% de cachimbo con un valor medio de 125,63 Kg/Cm² frente a la madera laminada con 20% de tornillo y 80% de blanca con un valor medio de 17,66 Kg/Cm². Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=-34,656$; $p=0,001<0,05$). Al analizar las medias se puede inferir que la madera laminada con tornillo y cachimbo es 711,38% más robusta en términos de resistencia a la compresión que la madera laminada con madera tornillo y madera blanca.

RECOMENDACIONES

- Para profundizar en los factores que influyen en la resistencia de la madera, se debe estudiar cómo la densidad, el contenido de humedad y la presencia de nudos afectan su capacidad de soportar compresión, así como evaluar el impacto de las características de los tornillos y las condiciones ambientales.
- En la construcción, es esencial promover el uso de madera laminada de cachimbo en estructuras que requieren alta resistencia a la compresión. Además, se deben desarrollar normativas y guías técnicas específicas y capacitar a los profesionales del sector sobre sus propiedades y aplicaciones.
- Para fomentar la investigación y desarrollo, es necesario financiar estudios sobre las propiedades mecánicas de la madera cachimbo y su potencial para nuevos productos, promover la colaboración entre academia y sector productivo, y generar conciencia sobre su valor como recurso natural sostenible.
- Se recomienda extender las investigaciones a otras especies de madera para comparar su resistencia, evaluar la viabilidad económica en términos de costos de producción y comercialización, y promover el manejo forestal sostenible para asegurar la conservación de los bosques.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, F. A. (2019). Uniones estructurales con tirafones en madera copaiba (*copaifera officinalis*). Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de file:///C:/Users/MASTER/Desktop/T_CIV_FABIO.ALCANTARA_UNIONES.ESTRUCTURALES.TIRAFONES_DATOS.pdf
- Aportaciones teóricas y experimentales en problemas de conservación.* (2006). Santa María la Real.
- Argüeso, B., & Puma, M. (6 de May de 2019). *Uniones encoladas de madera.* Recuperado el 8 de November de 2023, de Maderea: <https://www.maderea.es/uniones-encoladas-de-madera/>
- Basterra Otero, L. A., & Balmori Roiz, J. A. (2018). *Maderas I : madera laminada encolada, MLE.* Ediciones Universidad de Valladolid.
- Beigbeder Atienza, F. (1997). *Diccionario politécnico de las lenguas española e inglesa.* Díaz de Santos.
- Brack Egg, A. (1999). *Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú.* Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas.
- Caballero, A. (2020). *Deforestación: definición, causas y consecuencias.* Recuperado el 8 de November de 2023, de Selectra Climate Consulting: <https://climate.selectra.com/es/que-es/deforestacion>
- Cach imbo blanco Blanco Cach imbo blanco.* (2020). Recuperado el 3 de November de 2023, de Maderera Villa Maria: <https://madereravillamaria.com/wp-content/uploads/2020/08/MADERA-CACHIMBO.pdf>
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* San Marcos.
- Chichignoud, M. (1990). *Atlas de maderas tropicales de America Latina.* Cirad.
- Cossio, R., Guarigata, M., Menton, M., Capella, J., Rios, L., & Peña, P. (2011). *El aprovechamiento de madera en las concesiones castañeras (Bertholletia excelsa) en Madre de Dios, Perú: un análisis de su situación normativa.* (Center for International Forestry Research ed.). Obtenido de

- https://www.google.com.pe/books/edition/El_aprovechamiento_de_madera_en_las_conc/PNtDeqZmMqUC?hl=es&gbpv=0&kptab=overview
- Echavarría, C. (2023). *Diseño de estructuras de madera para ingenieros civiles y arquitectos constructores*. Universidad Nacional de Colombia.
- Galindo, J. J. (2020). Determinación de las propiedades mecánicas de las vigas de madera laminada como elementos estructurales. UNIVERSIDAD DE CUENCA. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34545/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>.
- Guindos, P. (2019). *Fundamentos del diseño y la construcción con madera*. Ediciones UC.
- Hernán, N. (2023). *El arte de construir con madera*. Nobuko/Diseño editorial.
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera, J. (1998). *FOLIA AMAZONICA*. Recuperado el 3 de November de 2023, de Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/Folia9.pdf>
- Iamele, G. (2001). *Palabras antiguas y nuevas del Río Quiquibey en la Amazonia boliviana*. Programa Regional de Apoyo a los Pueblos Indígenas de la Cuenca del Amazonas.
- Jiménez Peris, F. J., Cuevas Espinosa, I., & Morales Méndez, E. (2006). *Madera laminada encolada estructural: resistencia al fuego y características mecánicas*. Editorial Abecedario.
- Jiménez Peris, F. J., Cuevas Espinosa, I., & Morales Méndez, E. (2006). *Madera laminada encolada estructural: resistencia al fuego y características mecánicas*. Editorial Abecedario.
- Justiniano, J., Pariona, W., Fredericksen, T., & Nash, D. (2001). *Ecología de Especies Menos Conocidas Serebó*. Obtenido de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacw358.pdf
- López Álvarez, J. L., & Vega Álvarez, J. A. (2006). *Oficial de Mantenimiento. Temario General Ebook*. Editorial MAD.
- Lopez, N. (Diciembre de 2015). Trabajabilidad de madera Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake y diseño de un mueble prototipo con madera

- de pequeñas dimensiones. I, 12. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/291345018_Trabajabilidad_de_madera_de_Schizolobium_parahyba
- Macedo Alquicira, I. (2018). Diseño y determinación de flexión estática en piezas estructurales de madera. *Tesis*. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/227/FITECMA-M-2018-0831.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez Rojas, I., & Vignote Peña, S. (2005). *Tecnología de la madera*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Mejia, E., Cano, W., de Jong, W., Pacheco, P., & Tapia, S. (2015). *Actores, aprovechamiento de madera y mercados en la Amazonía peruana*. CIFOR.
- Meyer, L., Lopez, G., & Guillaumet, A. (2023). Resistencia a la compresión paralela en madera laminada encolada de Álamo. *Revista Tecnología y Ciencia*.
- Pino Gotuzzo, R. (2018). *Metodología de la investigación: elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. San Marcos.
- PROMPEX. (2021). *Cach imbo blanco Blanco*. Recuperado el 8 de November de 2023, de Maderera Villa Maria: <https://madereravillamaria.com/wp-content/uploads/2020/08/MADERA-CACHIMBO.pdf>
- Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación*. Editorial Macro.
- Salazar, R., & Soihet, C. (2001). *Manejo de semillas de 75 especies forestales America Latina*. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Manejo_de_semillas_de_75_especies_forest/gUYxSnfIE5AC?hl=es&gbpv=1
- Solminihaq, H., & Thenoux, G. (2018). *Procesos y técnicas de construcción*. Alpha Editorial.
- Vásquez, A. K. (2021). Evaluación del comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo del contenido de humedad – Chiclayo. Universidad Cesar Vallejo.
- Vasquez, R. (2023). Pinus Radiata, Centro Poblado Santa Clara, Distrito de Chalamarca, Chota, 2021. Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Obtenido de
file:///C:/Users/MASTER/Desktop/V%C3%A1squez_%20Becerra_R.pdf
Vélez Moreno, L. M. (2008). *Materiales industriales. Teoría y aplicaciones*.
Instituto Tecnológico Metropolitano.
Villete Molineaux, J. (2000). *Diseño de proyectos de ingeniería*. Intec.
Viscarra, S., & Lara, R. (1992). *Maderas de Bolivia características y usos de
55 maderas tropicales*. CUMAT.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

De La Rosa Huaqui, Y. (2024). *Análisis comparativo de la resistencia a
compresión de madera laminada tornillo con madera cachimbo y blanca para
uso estructural- Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco].
Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0572-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 15 de marzo de 2024

Visto, el Oficio N° 376-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Yonatan DE LA ROSA HUAQUI.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 0209-2024-D-FI-UDH, de fecha 13 de febrero de 2024, perteneciente al Bach. Yonatan DE LA ROSA HUAQUI se le designó como ASESOR(A) al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 376-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Yonatan DE LA ROSA HUAQUI, integrado por los siguientes docentes: Dr. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi (Secretario) y Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Yonatan DE LA ROSA HUAQUI para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 0209-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 13 de febrero de 2024

Visto, el Oficio N° 135-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 468891-0000000641, del Bach. **Yonatan DE LA ROSA HUAQUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 468891-0000000641, presentado por el (la) Bach. **Yonatan DE LA ROSA HUAQUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Yonatan DE LA ROSA HUAQUI** al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema general PG: ¿Cuál es la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2023? Problema específico PE1: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo? PE2: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo?	Objetivo general OG: Determinar la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2023. Objetivos específicos OE1: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo. OE2: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con	Hipótesis general HG: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada de tornillo con madera cachimbo y madera laminada de tornillo con madera blanca para uso estructural- Huánuco – 2023. Hipótesis específica HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 50% de madera tornillo y 50% de madera blanca y la madera laminada con 50% de madera tornillo y 50% de madera cachimbo. HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 40% de madera tornillo y 60% de madera blanca y la madera laminada con 40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo. HE3: Existe una diferencia significativa	Enfoque: Enfoque cuantitativo. Alcance o nivel: Alcance explicativo. Diseño: Diseño experimental puro. Técnica de investigación: Observación Instrumentos: Fichas de campo y ficha de laboratorio de corte directo. Población: La población va estar conformada por 60 muestras, en estas están incluidos las muestras madera laminada de tornillo con madera cachimbo y de madera laminada de tornillo con madera blanca. Muestra: La muestra tomada es la no probabilística, en donde es un subconjunto de individuos o elementos seleccionados de la

PE3: ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo?

40% de madera tornillo y 60% de madera cachimbo.

OE3: Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.

entre las medias de la resistencia a la compresión de la madera laminada hecha con 20% de madera tornillo y 80% de madera blanca y la madera laminada con 20% de madera tornillo y 80% de madera cachimbo.

Variables

Variable dependiente

VD1: Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera cachimbo.

VD2: Resistencia a la compresión de madera laminada de tornillo con madera blanca.

Variable independiente

VI1: Madera laminada de tornillo con madera cachimbo.

VI2: Madera laminada de tornillo con madera blanca.

población de interés sin utilizar un proceso de selección aleatorio o probabilístico.

ANEXO 4

INFORME DE LABORATORIO



TACS
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE MADERA
NORMA:	NTP 251.014
PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2023
SOLICITA:	Bach. DE LA ROSA HUAQUI YONATAN
FECHA:	ABRIL - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MADERA LAMINADA CON		FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES				CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RM
	TORNILLO	BLANCA		Ancho (a) cm	Base (b) cm	Alto (c) cm	Área (cm ²)			
M-1	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	15.36 kn	1,566.26 kg	62.65 kg/cm ²
M-2	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	15.01 kn	1,530.57 kg	61.22 kg/cm ²
M-3	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	12.67 kn	1,291.96 kg	51.68 kg/cm ²
M-4	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	12.55 kn	1,279.72 kg	51.19 kg/cm ²
M-5	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	15.00 kn	1,529.55 kg	61.18 kg/cm ²
M-6	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	12.78 kn	1,303.18 kg	52.13 kg/cm ²
M-7	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	15.24 kn	1,554.02 kg	62.16 kg/cm ²
M-8	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	14.67 kn	1,495.90 kg	59.84 kg/cm ²
M-9	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	14.88 kn	1,517.31 kg	60.69 kg/cm ²
M-10	50%	50%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	15.22 kn	1,551.98 kg	62.08 kg/cm ²

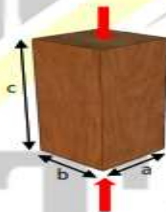
$$RM = \frac{P}{A}$$

Donde:

RM: Resistencia máxima por compresión axial

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Aplastamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura es aproximadamente horizontal.



División en Cuña
La dirección de la ruptura, que puede ser radial o tangencial, debe ser anotada.



Cizallamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura forma un ángulo de más de 45° con respecto a la base de la probeta.



División
Este tipo de falla ocurre generalmente cuando la probeta tiene defectos internos antes del ensayo, por lo que debe ser eliminada.



Compresión y Cizallamiento
Esta falla ocurre en probetas con grano entrecruzado, por lo que debe ser eliminada.



Deslizamiento de Extremos
Se asocia generalmente a un exceso de humedad en los extremos de la probeta, o a un corte inadecuado de la misma. Esta falla es inaceptable y por lo general se asocia con una carga reducida.

RM PROMEDIO 58.48 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Jorge Ronald Arbo Casti
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 201196

TACS
 TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
 ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL





TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE MADERA
NORMA:	NTP 251.014
PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2023
SOLICITA:	Bach. DE LA ROSA HUAQUI YONATAN
FECHA:	ABRIL - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MADERA LAMINADA CON		FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES				CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RM
	TORNILLO	CACHIMBO		Ancho (a) cm	Base (b) cm	Alto (c) cm	Área (cm ²)			
M-1	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	24.04 kn	2,451.36 kg	98.05 kg/cm ²
M-2	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	23.43 kn	2,389.16 kg	95.57 kg/cm ²
M-3	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	24.03 kn	2,450.34 kg	98.01 kg/cm ²
M-4	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	23.06 kn	2,351.43 kg	94.06 kg/cm ²
M-5	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	25.30 kn	2,579.84 kg	103.19 kg/cm ²
M-6	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	24.49 kn	2,497.25 kg	99.89 kg/cm ²
M-7	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	24.38 kn	2,486.03 kg	99.44 kg/cm ²
M-8	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	23.59 kn	2,405.47 kg	96.22 kg/cm ²
M-9	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	25.57 kn	2,607.37 kg	104.29 kg/cm ²
M-10	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	23.49 kn	2,395.28 kg	95.81 kg/cm ²

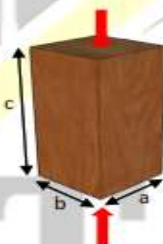
$$RM = \frac{P}{A}$$

Donde:

RM: Resistencia máxima por compresión axial

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Aplastamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura es aproximadamente horizontal.



División en Cuña
La dirección de la ruptura, que puede ser radial o tangencial, debe ser anotada.



Cizallamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura forma un ángulo de más de 45° con respecto a la base de la probeta.



División
Este tipo de falla ocurre generalmente cuando la probeta tiene defectos internos antes del ensayo, por lo que debe ser eliminada.



Compresión y Cizallamiento
Esta falla ocurre en probetas con grano entrecruzado, por lo que debe ser eliminada.



Deslizamiento de Extremos
Se asocia generalmente a un exceso de humedad en los extremos de la probeta, o a un corte inadecuado de la misma. Esta falla es inaceptable y por lo general se asocia con una carga reducida.

RM PROMEDIO

98.45 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Jorge Ronald Arbe Casti
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. N° 111116

TACS
TEL. LABORATORIO DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE MADERA
NORMA:	NTP 251.014
PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2023
SOLICITA:	Bach. DE LA ROSA HUAQUI YONATAN
FECHA:	ABRIL - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MADERA LAMINADA CON		FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES				CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RM
	TORNILLO	BLANCA		Ancho (a) cm	Base (b) cm	Alto (c) cm	Área (cm ²)			
M-1	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.46 kn	454.79 kg	18.19 kg/cm ²
M-2	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.70 kn	479.26 kg	19.17 kg/cm ²
M-3	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.51 kn	459.88 kg	18.40 kg/cm ²
M-4	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.21 kn	327.32 kg	13.09 kg/cm ²
M-5	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.97 kn	404.82 kg	16.19 kg/cm ²
M-6	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.03 kn	308.97 kg	12.36 kg/cm ²
M-7	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.31 kn	439.49 kg	17.58 kg/cm ²
M-8	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.39 kn	345.68 kg	13.83 kg/cm ²
M-9	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.29 kn	335.48 kg	13.42 kg/cm ²
M-10	40%	60%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.31 kn	337.52 kg	13.50 kg/cm ²

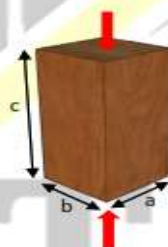
$$RM = \frac{P}{A}$$

Donde:

RM: Resistencia máxima por compresión axial

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Aplastamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura es aproximadamente horizontal.

División en Cuña
La dirección de la ruptura, que puede ser radial o tangencial, debe ser anotada.

Cizallamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura forma un ángulo de más de 45° con respecto a la base de la probeta.

División
Este tipo de falla ocurre generalmente cuando la probeta tiene defectos internos antes del ensayo, por lo que debe ser eliminada.

Compresión y Cizallamiento
Esta falla ocurre en probetas con grano entrecruzado, por lo que debe ser eliminada.

Deslizamiento de Extremos
Se asocia generalmente a un exceso de humedad en los extremos de la probeta, o a un corte inadecuado de la misma. Esta falla es inaceptable y por lo general se asocia con una carga reducida.

RM PROMEDIO

15.57 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654


Jorge Ronald Arbe Casti
INGENIERO CIVIL
Reg. CSP N° 201196


TACS
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE MADERA
NORMA:	NTP 251.014
PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2023
SOLICITA:	Bach. DE LA ROSA HUAQUI YONATAN
FECHA:	ABRIL - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MADERA LAMINADA CON		FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES				CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RM
	TORNILLO	BLANCA		Ancho (a) cm	Base (b) cm	Alto (c) cm	Área (cm ²)			
M-1	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.67 kn	476.20 kg	19.05 kg/cm ²
M-2	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.66 kn	475.18 kg	19.01 kg/cm ²
M-3	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.29 kn	437.45 kg	17.50 kg/cm ²
M-4	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.95 kn	402.78 kg	16.11 kg/cm ²
M-5	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.92 kn	399.72 kg	15.99 kg/cm ²
M-6	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	3.94 kn	401.76 kg	16.07 kg/cm ²
M-7	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.89 kn	498.63 kg	19.95 kg/cm ²
M-8	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.23 kn	431.33 kg	17.25 kg/cm ²
M-9	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.51 kn	459.88 kg	18.40 kg/cm ²
M-10	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	4.23 kn	431.33 kg	17.25 kg/cm ²

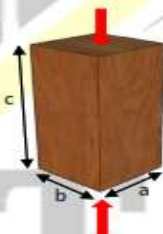
$$RM = \frac{P}{A}$$

Donde:

RM: Resistencia máxima por compresión axial

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Aplastamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura es aproximadamente horizontal.

División en Cuña
La dirección de la ruptura, que puede ser radial o tangencial, debe ser anotada.

Cizallamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura forma un ángulo de más de 45° con respecto a la base de la probeta.

División
Este tipo de falla ocurre generalmente cuando la probeta tiene defectos internos antes del ensayo, por lo que debe ser eliminada.

Compresión y Cizallamiento
Esta falla ocurre en probetas con grano entrecruzado, por lo que debe ser eliminada.

Deslizamiento de Extremos
Se asocia generalmente a un exceso de humedad en los extremos de la probeta, o a un corte inadecuado de la misma. Esta falla es inaceptable y por lo general se asocia con una carga reducida.

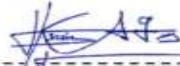
RM PROMEDIO

17.66 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654


Jorge Ronald Arbe Casti
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196


TACS
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE MADERA
NORMA:	NTP 251.014
PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA CACHIMBO Y MADERA LAMINADA DE TORNILLO CON MADERA BLANCA PARA USO ESTRUCTURAL- HUÁNUCO - 2023
SOLICITA:	Bach. DE LA ROSA HUAQUI YONATAN
FECHA:	ABRIL - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MADERA LAMINADA CON		FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES				CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm²)
	TORNILLO	CACHIMBO		Ancho (a) cm	Base (b) cm	Alto (c) cm	Área (cm²)			
M-1	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	26.29 kn	2,680.79 kg	107.23 kg/cm²
M-2	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	33.68 kn	3,434.35 kg	137.37 kg/cm²
M-3	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	28.74 kn	2,930.62 kg	117.22 kg/cm²
M-4	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	28.99 kn	2,956.11 kg	118.24 kg/cm²
M-5	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	32.70 kn	3,334.42 kg	133.38 kg/cm²
M-6	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	32.10 kn	3,273.24 kg	130.93 kg/cm²
M-7	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	30.87 kn	3,147.81 kg	125.91 kg/cm²
M-8	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	29.77 kn	3,035.65 kg	121.43 kg/cm²
M-9	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	31.56 kn	3,218.17 kg	128.73 kg/cm²
M-10	20%	80%	13/03/2024	5.00	5.00	10.00	25.00	33.29 kn	3,394.58 kg	135.78 kg/cm²

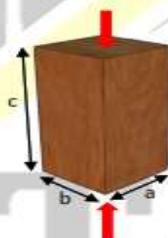
$$RM = \frac{P}{A}$$

Donde:

RM: Resistencia máxima por compresión axial

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Aplastamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura es aproximadamente horizontal.



División en Cuña
La dirección de la ruptura, que puede ser radial o tangencial, debe ser anotada.



Cizallamiento
Este término debe ser utilizado cuando el plano de ruptura forma un ángulo de más de 45° con respecto a la base de la probeta.



División
Este tipo de falla ocurre generalmente cuando la probeta tiene defectos internos antes del ensayo, por lo que debe ser eliminada.



Compresión y Cizallamiento
Esta falla ocurre en probetas con grano entrecruzado, por lo que debe ser eliminada.



Deslizamiento de Extremos
Se asocia generalmente a un exceso de humedad en los extremos de la probeta, o a un corte inadecuado de la misma. Esta falla es inaceptable y por lo general se asocia con una carga reducida.

RM PROMEDIO

125.62 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Jorge Ronald Arbe Casti
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

ANEXO 5

PLANO DE UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN

