



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades biofísicas y mecánicas de la madera quinilla
utilizadas como pilotes en zonas inundables, la Hoyada,
Ucayali, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Linares Curico, Rosy Esther (orcid.org/0009-0003-6363-6858)

Pezo Castro, Luis Carlos (orcid.org/0009-0003-1488-6850)

ASESOR:

Mg. Muñiz Paucarmayta, Marco Herber (orcid.org/0000-0002-6818-6097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Queremos dedicar esta investigación a nuestro Señor Todopoderoso, ya que gracias a su ayuda hemos logrado culminar nuestra carrera profesional.

Expresamos nuestro profundo agradecimiento y dedicamos a nuestros padres y familias por su apoyo incondicional y sus sabios consejos. Su respaldo nos ha permitido perseverar en el camino, sin desfallecer, y alcanzar los sueños y metas que anhelamos en la vida.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Mg. Muñiz Paucarmayta Marco Herber, ingeniero civil de la UCV, por su apoyo incondicional a lo largo de todo el proceso de desarrollo de nuestra tesis. También extendemos nuestro agradecimiento al Ing. Norman Lecca, quien nos brindó valiosos consejos y orientación para la redacción.

Además, deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad de Ucayali y al laboratorio por otorgarnos el permiso necesario para llevar a cabo nuestra investigación. Agradecemos especialmente a los ingenieros del laboratorio por su paciencia y disposición para compartir sus conocimientos con nosotros

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑIZ PAUCARMAYTA MARCO HERBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "PROPIEDADES BIOFÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA QUINILLA UTILIZADAS COMO PILOTES EN ZONAS INUNDABLES, LA HOYADA, UCAYALI, 2023", cuyos autores son PEZO CASTRO LUIS CARLOS, LINARES CURICO ROSY ESTHER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑIZ PAUCARMAYTA MARCO HERBER DNI: 23956433 ORCID: 0000-0002-6818-6097	Firmado electrónicamente por: MMUNIZP el 23-03- 2024 23:02:50

Código documento Trilce: TRI - 0740971



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORE



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, PEZO CASTRO LUIS CARLOS, LINARES CURICO ROSY ESTHER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PROPIEDADES BIOFISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA QUINILLA UTILIZADAS COMO PILOTES EN ZONAS INUNDABLES, LA HOYADA, UCAYALI, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ROSY ESTHER LINARES CURICO DNI: 48418763 ORCID: 0009-0003-6363-6858	Firmado electrónicamente por: RLINARESC el 23-03- 2024 23:05:44
LUIS CARLOS PEZO CASTRO DNI: 47218495 ORCID: 0009-0003-1488-6850	Firmado electrónicamente por: LPEZO78 el 23-03- 2024 23:06:59

Código documento Trilce: TRI - 0740973

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	27
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Población.....	31
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Método de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN	68
VI. CONCLUSIONES.....	72
VII. RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS	76
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Densidad básica	13
Tabla 2: Clasificación según la norma E.010 madera (kg/cm ²)	21
Tabla 3: Clasificación para corte paralelo a las fibras (kg/cm ²)	24
Tabla 4: Matriz de operacionalización de variables	30
Tabla 5: Muestra	32
Tabla 6: Clasificación de la madera según su durabilidad natural por acción de hongos	39
Tabla 7: Resultados de la pérdida de peso en (%) del grupo A y B (según norma ASTM D-2017)	40
Tabla 8: Resultados de la pérdida de peso en (%) del grupo C y D (según la norma ASTM D-2017)	41
Tabla 9: Resultados de la pérdida de peso en (%) del grupo T (según la norma ASTM D-2017)	41
Tabla 10: Ensayo de densidad	43
Tabla 11: Clasificación de la madera Quinilla en función de su densidad	43
Tabla 12: Resultados de la resistencia máxima de compresión paralela a la fibra con hongos	44
Tabla 13: Resultados de la resistencia máxima de compresión paralela a la fibra sin hongos	45
Tabla 14: Resultados de la resistencia máxima de compresión paralela	45
Tabla 15: Resultados de ELPF del ensayo de compresión perpendicular	46
Tabla 16: Resultado de ELPF del ensayo de compresión perpendicular a la fibra	46
Tabla 17: Promedio de ELPF de compresión perpendicular	47
Tabla 18: Resultados de ELPF del ensayo de flexión estática	48
Tabla 19: Resultado de ELPF del ensayo de flexión estática	48
Tabla 20: Resultados de ELPF de la madera Quinilla con hongos y sin hongos	48
Tabla 21: Resultados de Res. Max del ensayo de cizallamiento	49
Tabla 22: Resultados de Res. Max del ensayo de cizallamiento	50
Tabla 23: Resultados de los valores de Res. Max en corte o cizallamiento	50
Tabla 24: Resultados de Res. Max del ensayo de tracción perpendicular	51
Tabla 25: Resultados del ensayo de tracción perpendicular de madera Quinilla sin hongos	51
Tabla 26: Valores en promedio de Resistencia máxima de la madera Quinilla con hongos y sin hongos	52
Tabla 27: Resultados de Res. Max del ensayo de tracción paralela	53

Tabla 28: Resultados de Res. Max del ensayo de tracción paralela.....	53
Tabla 29: Resultados de Res. Max de tracción paralela	53
Tabla 30: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo A con hongos y testigos sin hongos.....	55
Tabla 31: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo B con hongos y testigos sin hongos.....	55
Tabla 32: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo C con hongos y testigos sin hongos.....	56
Tabla 33: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo D con hongos y testigos sin hongos.....	56
Tabla 34: Resultados de variables de resistencia máxima en compresión paralela.....	57
Tabla 35: Resultados de variables de resistencia máxima en compresión perpendicular	58
Tabla 36: Resultados de variables de resistencia máxima en tracción paralela.....	58
Tabla 37: Resultados de variables de resistencia máxima en tracción perpendicular...59	59
Tabla 38: Resultados de variables de esfuerzo al límite proporcional de flexión.....	60
Tabla 39: Resultados de variables de resistencia máxima al corte.....	60
Tabla 40: Valores en promedio de la resistencia mecánica y de la densidad de la madera de quinilla	66
Tabla 41: Matriz de consistencia	92
Tabla 42: Instrumento de recolección de datos	93
Tabla 43: Panel Fotográfico	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1: Vista de la Hoyada en épocas de verano e invierno	2
Figura2: Vista de Corte de un tronco de árbol	11
Figura 3: Zona interior del cambium en la albura	12
Figura 4: Muestra de corteza exterior y la corteza interior o floema	13
Figura 5: Sección transversal del tronco	13
Figura 6: Contenido de humedad de la madera	15
Figura 7: Cambios dimensionales en la madera con el contenido de humedad.....	15
Figura 8: Interior del duramen	16
Figura 9: Estructura anatómica de la madera	17
Figura 10: Hongo de madera	17
Figura 11: Pudrición blanca.....	17
Figura 12: Pudrición blanda, cuando hay una pérdida significativa de resistencia	18
Figura 13: Pudrición Parda.....	18
Figura 14: Eje tangencial.....	19
Figura 15: Eje radial.....	20
Figura 16: Eje longitudinal	20
Figura 17: Compresión paralela a las fibras	21
Figura 18: compresión perpendicular.....	22
Figura 19: Ensayo de tracción paralela a las fibras	23
Figura 20: Tracción perpendicular.....	23
Figura 21: Esquema de ensayo de la flexión	24
Figura 22: corte o cizallamiento	25
Figura 23: La madera como elemento estructural	25
Figura 24: Elasticidad	25
Figura 25: Elasticidad de la madera.....	26
Figura 26: Diagrama de flujo	34
Figura 27: Ubicación de la investigación.....	36
Figura 28: Diagrama de flujo	37
Figura 29: Hongo en la cámara de descomposición.....	37
Figura 30: Muestra de probetas	38
Figura 31: pérdida de peso en la madera por acción de hongos poner solo	42
Figura 32: Promedios de densidad	43
Figura 33: Comparación de resultados en compresión paralela	45
Figura 33: Comparación de los resultados en compresión perpendicular	47
Figura 35: Comparación de los resultados en flexión.....	49

Figura 36: Comparación de los resultados en corte	50
Figura 37: Comparación de los resultados en tracción perpendicular	52
Figura 38: Comparación de los resultados en tracción paralela	54
Figura 39: Compresión paralela vs la densidad	61
Figura 40: Corte paralelo vs la densidad	62
Figura 41: ELPF a la flexión estática vs la densidad	62
Figura 42: Resistencia máxima tracción perpendicular vs la densidad.....	63
Figura 43: ELPF a la compresión perpendicular vs la densidad	64
Figura 44: Resistencia máxima a la tracción paralela vs la densidad.....	65
Figura 45: Resistencia mecánica vs la densidad de la madera de quinilla	66

RESUMEN

El propósito fundamental de este estudio de investigación consiste en analizar las propiedades biofísicas y mecánicas de la madera de Quinilla empleada como pilotes en zonas propensas a inundaciones, específicamente en el barrio La Hoyada, Ucayali, durante el año 2023. Los objetivos concretos abarcan la evaluación de la resistencia a la compresión paralela, tracción, flexión y corte de esta madera. La metodología se centró en la preparación de muestras y la exposición a hongos para determinar la durabilidad natural y propiedades mecánicas. Los ensayos de esta investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de tecnología de la madera de la Universidad Nacional de Ucayali, situado en el departamento de Ucayali. Según los resultados, la madera Quinilla demostró tener una alta resistencia al ataque de los hongos xilófagos *Pycnoporus sanguineus* en comparación con el testigo, clasificándose en las categorías A y B, sin observarse diferencias significativas en todos los casos. En cuanto a las propiedades físicas, la densidad se mantuvo constante, y en cuanto a las propiedades mecánicas evaluadas de los soportes, no se observaron diferencias significativas en las resistencias máximas y ELPF. En conclusión, no se detectaron diferencias significativas o estas fueron mínimas entre el grupo de madera sin hongos y la madera expuesta a hongos en los aspectos evaluados.

Palabras clave: Propiedades físicas de la madera, propiedades mecánicas, hongos xilófagos, resistencia máxima, ELPF, defectos, testigo.

ABSTRACT

The main purpose of this research study is to analyze the biophysical and mechanical properties of Quinilla wood used as piles in flood-prone areas, specifically in La Hoyada neighborhood, Ucayali, during the year 2023. The specific objectives include the evaluation of the parallel compression, tensile, flexural and shear strength of this wood. The methodology focused on sample preparation and exposure to fungi to determine the natural durability and mechanical properties. The tests of this research were carried out at the wood technology laboratory of the National University of Ucayali, located in the department of Ucayali. According to the results, Quinilla wood showed a high resistance to attack by xylophagous fungi *Pycnoporus sanguineus* compared to the control, being classified in categories A and B, without significant differences in all cases. As for the physical properties, density remained constant, and as for the mechanical properties of the supports evaluated, no significant differences were observed in the maximum resistance and ELPF. In conclusion, no or minimal significant differences were detected between the group of wood without fungi and wood exposed to fungi in the aspects evaluated.

Keywords: Wood physical properties, mechanical properties, xylophagous fungi, maximum strength, ELPF, defects, control.

I. INTRODUCCIÓN

En los países asiáticos como indonesia, Tailandia, Japón, Malacia y Australia, los pilotes de madera son ampliamente utilizados en la construcción de diversos tipos de estructuras, incluyendo diques y plataformas flotantes que descansan sobre pilotes de madera para recibir las cargas de viviendas, templos y edificaciones turísticas construidas sobre ellas.

En Europa el proyecto más representativo en el uso de pilotes de madera es la ciudad de Venecia en Italia, que se encuentra sobre un terreno fangoso, en donde se utilizaron pilotes de madera para la densificación de los suelos a fin de mejorar su capacidad portante y posibilitar la construcción de edificaciones en infraestructuras que hasta hoy existen (1).

Brasil, por su extensión y variedad de climas, posee una gran variedad de especies arbóreas que son empleadas en la construcción civil, específicamente en pilotes de madera, lo cual es una práctica tradicional en la construcción durante muchos años, especialmente en las regiones donde la madera es un recurso abundante y accesible. Estos pilotes se utilizan en diversas aplicaciones particularmente en la construcción de viviendas puentes y muelles embarcaderos (2)

En el Perú, las comunidades de Belén (16,000 hab.) y de Yarinacocha (3,320 hab.) representativas de las regiones de Loreto y Ucayali respectivamente, donde el uso de pilotes de madera (shungo), es muy arraigada sobre todo en las zonas inundables, donde habitan personas generalmente de bajos recursos económicos, estos pilotes trabajan en condiciones sumergidas bajo agua o expuestas al aire según los niveles de aguas estacionales y sirven para resistir las cargas de las plataformas de las viviendas y en otros casos de los puentes y muelles embarcaderos (3)

En Calleria, el asentamiento humano la Hoyada, se ubica en las orillas del río Ucayali en los que las viviendas predominantes son de madera, apoyadas sobre pilotes cuyas alturas quedan definidas por los niveles de crecidas del río. Los pobladores que habitan en este Asentamiento Humano son personas de bajos

recursos económicos que no cuentan con los servicios públicos básicos. En algunos casos, los programas del gobierno han intentado reubicarlos a zonas más seguras sin embargo el arraigo cultural de ellos impidió que dicho objetivo se concrete.

Figura1: Vista de la Hoyada en épocas de verano e invierno



En este marco situacional, existe la necesidad de conocer las características específicas de la madera utilizada, con este objetivo se plantea como problema general de la presente investigación: ¿Cómo varían las propiedades mecánicas con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023? y como problemas específicos se tiene, primero: ¿Cómo varía la resistencia a la compresión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?, segundo: ¿Cómo varía la resistencia a la tracción con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?, tercero: ¿Cómo varía la resistencia a la flexión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023? y cuarto: ¿Cómo varía la resistencia al corte con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?

Por otro lado, el proyecto se justifica en el aspecto **teórico**, debido a que se incrementará la comprensión sobre las propiedades de la madera Quinilla y su aplicación como pilotes. También proporcionará información y antecedentes valiosos para investigaciones futuras y contribuirá a elevar la seguridad y calidad de las viviendas construidas de forma independiente en áreas propensas a

inundaciones. En el aspecto **práctico** el trabajo de investigación se justifica debido a que será útil en casos similares al estudio de la investigación, siendo una guiar de estudio para sobre las propiedades de la madera Quinilla y su aplicación como pilotes. En el aspecto **metodológico** se justifica metodológicamente, debido a que a través del análisis, aplicación e interpretación se generará un conocimiento valido para la investigación que obtendrá posibles respuestas, en las que se mostrará situaciones parecidas a las que se realizará en esta presente investigación que permite alcanzar los objetivos y validad las hipótesis diseñadas, para llegar a las oportunas conclusiones. Por lo que, los resultados obtenidos servirán a futuros estudios como referencia. En el aspecto **social**, esta investigación se justifica porque la madera es un material de construcción económico y versátil, fácilmente disponible para muchas personas que residen en la Hoyada lo que ayudará en la mejora de conocimientos sobre las propiedades biofísicas y mecánicas de la madera quinilla utilizada como pilotes en zonas inundables. En el aspecto **ambiental**, esta investigación se justifica porque la madera es un recurso renovable; los árboles pueden ser plantados y cosechados de manera sostenible, lo que ayuda a preservar los bosques y mantener un equilibrio ecológico.

Es por ello por lo que se ha planteado el objetivo general: Determinar la variación de las propiedades mecánicas con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, y como objetivos específicos tenemos; primero: Determinar la variación de la resistencia a la compresión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, segundo: Determinar la variación de la resistencia a la tracción con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, tercero: Determinar la variación de la resistencia a la flexión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, cuarto: Determinar la variación de la resistencia al corte con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023.

En forma análoga se tiene como, hipótesis general: Las propiedades mecánicas varían con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023 y como hipótesis específicas tenemos: primero: La resistencia a la compresión varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, segundo: La resistencia a la tracción varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, tercero: La resistencia a la flexión varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023, cuarto: La resistencia al corte varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables están significativamente relacionadas, La Hoyada, Ucayali 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes internacionales, se tiene a (4), la investigación tuvo como objetivo analizar las características físicas y mecánicas de la madera ecuatoriana utilizada en la construcción de edificios. En la metodología se llevaron a cabo experimentos de laboratorio para evaluar la resistencia de diferentes tipos de madera en relación con la dirección de las fibras. Los resultados promedio mostraron que, en términos de densidad, el Abío registró 0.751 gr/cm^3 , el Ciprés 0.500 gr/cm^3 , el Colorado 0.653 gr/cm^3 , el Eucalipto 0.822 gr/cm^3 , el Intachi 0.750 gr/cm^3 , el Moral Fino 0.650 gr/cm^3 , el Pino 0.455 gr/cm^3 , el Seique 0.589 gr/cm^3 y el Yumbingue 1.003 gr/cm^3 al 12% de humedad. En cuanto a la resistencia media a la compresión paralela a las fibras, los valores oscilaron entre 325 kg/cm^2 para el Pino y 772 kg/cm^2 para el Yumbingue, ambos al 12% de humedad. Además, el módulo de elasticidad promedio a la flexión al 12% de humedad varió desde 657 kg/cm^2 para el Seique hasta 6872 kg/cm^2 para el Pino. El estudio concluyó que las especies de madera con las mayores resistencias mecánicas y módulos de elasticidad fueron el Yumbingue (Oriente), el Eucalipto (Sierra), el Abío (Oriente), el Intachi (Oriente) y el Moral Fino (Oriente).

Por otro lado, (5) , en su estudio se propuso como objetivo comparar las propiedades físicas y mecánicas de las maderas de tres especies arbóreas; Platuquero, Pino caribe, y Pino patula, para determinar su uso y aprovechamiento más adecuado en el sector agroindustria. La metodología empleada implicó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el estado actual de tres especies de madera, con el fin de recopilar datos acerca de sus características y facilitar la creación de tablas comparativas. Los resultados obtenidos revelaron que la madera Platuquero tiene una resistencia en flexión estática de 487.26 kg/cm^2 , una dureza de 248.83 kg/cm^2 , resistencia a la tracción 204.96 kg/cm^2 , compresión perpendicular 105.82 kg/cm^2 , compresión paralela 268.35 kg/cm^2 y resistencia al cizallamiento 503.46 kg/cm^2 . En el caso del pino Patula, se observaron valores, 734.20 kg/cm^2 en flexión estática, 418.08 kg/cm^2 en resistencia a la ruptura, 185.76 kg/cm^2 en compresión paralela, 49.94 kg/cm^2 en compresión perpendicular, 449 kg/cm^2 en dureza y 105.81 kg/cm^2 en cizallamiento. Finalmente, el Pino Caribe mostró una resistencia en flexión

estática de 792.4kg/cm², 160kg/cm² en tracción, 100.50kg/cm² en compresión perpendicular, 480kg/cm² en compresión paralela y 81.39kg/cm² en cizallamiento. Las conclusiones derivadas de este estudio señalan que el Platuquero tiene una densidad superior a la de los pinos Patula y Caribe, lo cual está estrechamente vinculado con la dureza y contracción de la madera. Según la investigación, el Pino Patula se clasifica como madera ligera, el Pino Caribe como madera de peso medio y el Pino Platuquero como madera pesada.

Del mismo modo (6), en su investigación, se propuso como objetivo examinar la resistencia al deterioro de la madera de cuatro tipos de árboles maderables en Tetela de Ocampo, Puebla, México. Para llevar a cabo la metodología, se implementó un diseño experimental completamente aleatorio que involucraba cuatro especies de árboles: *Alnus acuminata* (Aa), *Platanus mexicana* (Pm), *Pinus patula* (Pp) y *Quercus rugosa* (Qr). Se aplicaron tres métodos de preservación de la madera: durabilidad en condiciones secas (DS), durabilidad en condiciones húmedas (DH) y durabilidad mediante el uso de barniz (DB). Esto generó un total de 12 tratamientos, cada uno con 10 repeticiones. Los resultados demostraron que la madera de *Quercus rugosa* fue la más resistente al ataque de hongos, mostrando la menor incidencia durante los nueve meses de observación, seguida por la madera de *Platanus mexicana*. Además, las muestras tratadas con barniz no presentaron presencia de hongos para ninguna de las especies evaluadas, lo que indica su idoneidad para su uso. En conclusión, en términos de propiedades mecánicas, se observó que *Alnus acuminata* y *Pinus patula* tienen una baja densidad, mientras que *Quercus rugosa* y *Platanus mexicana* son maderas más densas. Sin embargo, estas últimas no se utilizan ampliamente en la región debido a la falta de maquinaria especializada para trabajar con especies de alta durabilidad.

De igual manera, (7), El objetivo principal del estudio fue analizar las propiedades físicas, mecánicas y la facilidad de manejo del Fresno (*Fraxinus americana* L.) proveniente de la estación experimental "La Favorita". El enfoque metodológico se dividió en dos fases: una en el campo y otra en laboratorio, cada una compuesta por varias etapas. Este enfoque se basó en la aplicación y verificación de las normativas COPANT 459-460-461, INEN 1158-1159-1164 y ASTM D143-09,143-94. En la fase de campo, se seleccionaron siete árboles con

características fenotípicas destacadas, seguidos de pruebas y mediciones en laboratorios especializados en anatomía de la madera y xiloteca, así como en un taller artesanal especializado en pruebas de grabado y análisis de suelos y materiales. Los resultados revelaron que la madera tenía un contenido de humedad del 65.38%, una densidad aparente de 0.51 g/cm³, una contracción volumétrica total del 11.62%, una relación de tangente radial del 2.28% y una resistencia al corte de 64.50 kgf/cm². Se determinaron varios módulos elásticos: 247 kg/cm² para la flexión paralela, 316 kg/cm² para la flexión por compresión vertical, 516.74 kg/cm² para la flexión estática y 536.26 kg/cm² para el módulo elástico anti-flexión. El módulo de flexión se calculó en 10815.29 kg/cm². Las conclusiones del estudio indicaron que la madera de *Fraxinus americana* L. se clasifica como madera de tipo "C", caracterizada por una densidad promedio, una baja estabilidad de contracción y un contenido de humedad relativamente medio. Aunque esta madera no es resistente al corte ni a la flexión estática y paralela, muestra resistencia a la compresión vertical. Por esta razón, esta especie de madera es adecuada para la fabricación de tiradores para muebles de estilo clásico y rector, utensilios de cocina, puertas, ventanas y herramientas.

Finalmente, (8), el objetivo del artículo es examinar las propiedades de la madera proveniente de árboles de *Cariniana legalis* de 38 años plantados. La metodología propuesta se centra en analizar cómo el espaciamiento y las variaciones longitudinales de los árboles influyen en sus propiedades físicas y anatómicas. En este contexto, se evaluó inicialmente la homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Hartley, seguida por un análisis de varianza F, implementando un diseño experimental de bloques al azar. La prueba F se aplicó con un valor P superior a 0.05. Posteriormente, se realizaron comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey utilizando el software estadístico SAS (SAS, 1999). Los resultados obtenidos indican que la densidad básica promedio de la madera es de 0.51 g/cm³, la densidad aparente es de 0.61 g/cm³, el contenido de humedad natural alcanza el 79.26%, y la contracción volumétrica es del 10.33%. En resumen, los estudios sugieren que las características anatómicas de la madera son más susceptibles a las variaciones en el espaciamiento de los árboles que las propiedades físicas de la madera.

En el ámbito **nacional** (9), el objetivo general del estudio fue evaluar la

influencia del aceite de linaza en la madera Eucalipto con sus características físicas y mecánicas, para determinar su idoneidad para su uso en aplicaciones estructurales. La metodología propone realizar una serie de pruebas que implican la obtención de 20 muestras por cada tipo de ensayo. Las mediciones se llevaron a cabo siguiendo las normas técnicas peruanas y se definieron los procedimientos de ensayo de acuerdo con las pautas proporcionadas por expertos en investigación de la madera, así como con los formatos y guías pertinentes. Los resultados obtenidos fueron comparados con los estándares relevantes para la madera. Se observó que la madera tenía buenas características físicas, con una densidad de $0,88 \text{ gr/cm}^3$ y un contenido de humedad del 32,11%. En los ensayos mecánicos incluyeron compresión perpendicular $170,53 \text{ kg/cm}^2$, compresión paralela $211,92 \text{ kg/cm}^2$, flexión estática $453,10 \text{ kg/cm}^2$ y corte $103,48 \text{ kg/cm}^2$, mostrando valores notables. Las conclusiones del estudio determinaron que la madera eucalipto exhibe excelentes propiedades tanto físicas como mecánicas.

De igual forma (10) , el objetivo general del estudio es evaluar las características físicas y mecánicas de la madera de Ishpinguillo para determinar su idoneidad para su utilización en aplicaciones estructurales según las pautas establecidas en la norma E.010, específicamente en el contexto de su durabilidad en proyectos de construcción residencial. La metodología propone realizar una serie de pruebas que implican la obtención de 88 muestras de madera de Ishpinguillo. Las mediciones se llevaron a cabo siguiendo las técnicas normativas peruanas y se definieron los procedimientos de ensayo de acuerdo con las pautas proporcionadas por expertos en investigación de la madera, así como con los formatos y guías pertinentes. Los resultados obtenidos fueron comparados con los estándares relevantes para la madera. Siguiendo los requisitos de la Norma E.010, se observó que la madera tenía buenas características físicas y mecánicas, con una densidad de $0,48 \text{ g/cm}^3$ y un contenido de humedad del 11,97%. Se llevaron a cabo seis tipos diferentes de pruebas para evaluar la madera en un rango de densidades que iba desde $0,40$ hasta $0,55 \text{ g/cm}^3$. Estas pruebas incluyeron compresión vertical (16.417 kg/cm^2), compresión paralela (80.864 kg/cm^2), flexión estática (108.906 kg/cm^2) y corte (17.64109 kg/cm^2), mostrando valores notables. Las conclusiones del estudio determinaron que el material Ishpinguillo exhibe excelentes propiedades tanto

físicas como mecánicas, lo que lo clasifica como madera de calidad media. Esto sugiere que es adecuada para ser utilizada en aplicaciones estructurales.

De igual forma, (11), el principal objetivo del estudio fue comparar la resistencia a la flexión entre vigas fabricadas con madera de shihuahuaco y quinilla. El método utilizado implicó varias etapas, desde la adquisición de las materias primas hasta la producción de sondas estandarizadas y la realización de pruebas de laboratorio conforme a las normativas técnicas peruanas y las regulaciones nacionales de construcción. Los datos recopilados fueron procesados y analizados, utilizando Microsoft Excel para la recopilación y descripción de datos, y el software SPSS para su comparación. Se empleó la prueba T de Student para evaluar las hipótesis planteadas en el análisis inferencial. La investigación se llevó a cabo con un enfoque experimental con niveles y diseño. En términos cuantitativos, los resultados mostraron que la madera de shihuahuaco tenía un contenido de humedad del 15.03%, una densidad básica de 0.75 g/cm^3 , una elasticidad de 151134 kg/cm^2 y una flexión estática de 980 kg/cm^2 . Por otro lado, la madera de quinilla presentó un contenido de humedad del 14.89%, una densidad básica de 0.72 g/cm^3 , una elasticidad de $172214.20 \text{ kg/cm}^2$ y una flexión de 998 kg/cm^2 . En conclusión, desde un punto de vista estadístico, los datos indicaron que la resistencia a la flexión de la madera de shihuahuaco es comparable a la de la madera de quinilla. Sin embargo, se destacó que la quinilla sobresale significativamente en términos de elasticidad, lo que sugiere su preferencia en aplicaciones relacionadas con vigas de madera de quinilla, mientras que el shihuahuaco podría ser una opción más adecuada para columnas de madera.

Por otro lado (12), Su objetivo fue llevar a cabo un examen anatómico de las características físicas y mecánicas de la especie Tachigali peruviana, comúnmente llamada "Palo Fierro", que tiene su origen en Chanchamayo. La metodología empleada involucró el análisis detallado de la anatomía de la especie, que se caracteriza por su estructura porosa difusa y su textura medicinal a nivel microscópico. Se examinaron las células extremadamente uniformes y homogéneas, así como la presencia de radios centrales basales unicelulares. Los resultados obtenidos incluyeron evaluaciones exhaustivas de varias variedades y propiedades físicas, revelando una densidad promedio de 0.60

g/cm³. Además, se determinaron propiedades mecánicas en diferentes direcciones, con valores de 133 kg/cm² en flexión estática, 144 kg/cm² en compresión paralela, 78 kg/cm² en compresión vertical, 150 kg/cm² en resistencia al corte, 750 kg/cm² en dureza y 3.5 kg/m² en resistencia. Estos resultados se destacaron por ser significativamente altos en comparación con la clasificación de Aroztegui (1982). Las conclusiones del estudio señalaron que la madera de Tachigali peruviiana presenta características similares a otras especies, con una distinción notable: una transición abrupta entre la albura y el duramen, un brillo moderado y un parénquima vasicéntrico fino. En términos de densidad y resistencia mecánica, esta madera se encuentra en un rango medio a alto. Las propiedades físicas, junto con su resistencia mecánica, indican que esta especie puede ser utilizada en diversas aplicaciones, como estructuras, carpintería de construcción, mangos de herramientas, muebles y parihuelas.

De igual forma con (13), se investigó el deterioro biológico de *Micrandra apruceana* (Baill) R.E.Schult, conocida como shiringa masha, causado por dos tipos de hongos xilófagos. Se siguieron los procedimientos metodológicos estandarizados ASTM D2017-05 y NTP 251.011, fabricando un total de 54 probetas. Los resultados revelaron diferencias significativas en el crecimiento entre los dos hongos evaluados. Se observó un mayor deterioro en el ápice de las probetas en comparación con los niveles base y medio para ambos hongos. En términos de pérdida de masa, *P. sanguineus* registró una mayor pérdida promedio (9,73%) en comparación con *T. versicolor* (7,22%). Ambos hongos mostraron un aumento en la pérdida de masa a lo largo del fuste. Respecto a la densidad básica promedio, *T. versicolor* exhibió un mayor deterioro (0,75 g/cm³) en comparación con *P. sanguineus* (0,73 g/cm³), y ambos hongos mostraron una disminución en la densidad básica a lo largo del fuste. Se concluyó que la tasa de crecimiento fue mayor en *P. sanguineus* (0,43 cm/día) que en *T. versicolor* (0,26 cm/día). La pérdida de masa de *M. spruceana* se clasificó como altamente resistente en los tres niveles del fuste para ambos hongos. Además, se observó una correlación negativa (-0,487) entre la densidad básica y la pérdida de masa, sugiriendo que la densidad básica no tiene una influencia directa en este proceso.

Por último, (14), se propuso examinar las características anatómicas y

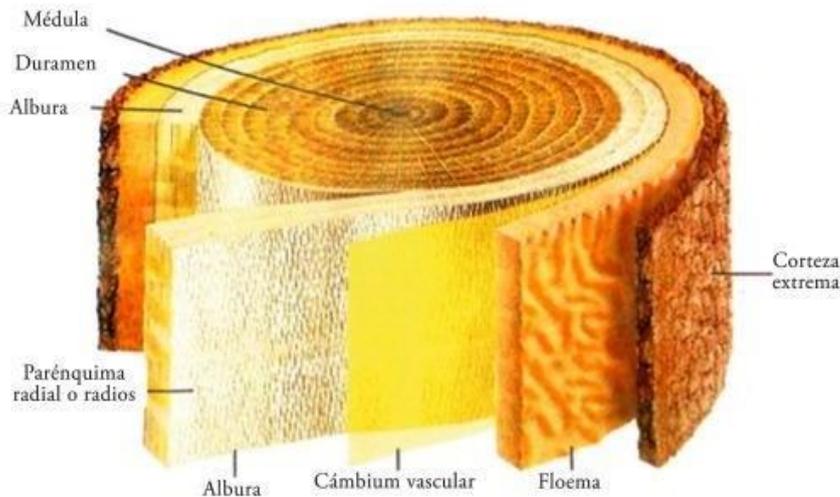
físicas de dos especies maderables nativas de San Gabán. Para ello, se seleccionaron *Erithrina ulei* y *Miconia amazonica* basándose en los criterios definidos en la norma NTP 251.008:1980, que establece requisitos como fustes mínimamente bifurcados. Se describieron las características anatómicas siguiendo las pautas de COPANT 30:1-191974 y la lista estándar de la IAWA de 1989. Los resultados de las evaluaciones físicas indicaron que el contenido de humedad fue del 106.04%, con una densidad de 0.29 gr/cm³. Se observó una reducción del 8.12% en volumen, una disminución del 6.06% en tamaño en dirección tangencial, y una disminución del 1.36% en tamaño en dirección radial. El estudio concluyó que tanto *Miconia amazonica* como *Erithrina ulei* presentan anillos de crecimiento indiferenciados, porosidad difusa, parénquima paratraqueal y fibras libriformes (cortas). Sin embargo, el parénquima estratificado solo se encuentra en *Erithrina ulei*. Se determinó que la densidad básica de *Miconia amazónica* es de 0.57 gr/cm³, mientras que *Erithrina ulei* tiene una densidad de 0.29 gr/cm³. Ambas especies fueron clasificadas como maderas muy estables, alcanzando el grado I en términos de estabilidad.

El marco **teórico** está conformado por conceptos y definiciones como:

La madera **Quinilla** es un árbol que crece en la parte más alta del dosel del bosque primario. Su tronco es cilíndrico, con ritidoma de tonalidad marrón-grisácea a oscura o rojiza, presentando grietas profundas que se organizan en placas alargadas regulares, las cuales no se desprenden. (15) *Manilkara bidentata*, conocida comúnmente como balatá, es una especie perteneciente a la familia Sapotaceae.

El tronco. – es la parte central más importante de un árbol maduro, ubicada entre las raíces y las ramas, es la región fundamental de su anatomía. El tronco está constituido principalmente por tejidos leñosos, que comprenden la madera y la corteza, y exhibe diversos componentes anatómicos. Grupo Andino (16)

Figura 2: Vista de Corte de un tronco de árbol



Nota. Estructura anatómica, (17)

Albura. - es la capa externa y dinámica de la porción lignificada del árbol, cuya función principal consiste en transportar agua y minerales iniciando de las raíces y terminando en las hojas. Su color es generalmente claro y su grosor puede variar dependiendo de la especie, como lo menciona el Grupo Andino (18).

Figura 3: Zona interior del cambium en la albura



Nota. La zona del interior del cambium en la albura, (19).

Corteza Exterior: Son la envoltura exterior que protege al árbol de las condiciones climáticas y está compuesta por tejidos conocidos como floema, que al morir se convierten en esta capa, según lo indicado por el Grupo Andino (16).

Figura 4: Muestra de corteza exterior y la corteza interior o floema



Nota. Sección transversal de un tronco, (19).

Corteza Interna: Se trata de la capa de tejido activo los nutrientes generados por las hojas hacia las ramas, raíces y tronco del árbol, compuestos por el tejido vivo del floema, también conocido como Liber, según la información proporcionada por el Grupo Andino (16).

Cambium: Hace referencia al tejido que se localiza en medio de la capa interna. El cambium produce células que se convierten en madera hasta el interior del tronco y en floema o liber hasta el exterior, tal como lo ha señalado el Grupo Andino (16).

Figura 5: Sección transversal del tronco



Nota. En la sección transversal del tronco (19).

Densidad Básica: La norma E.010 sobre madera, define como la relación entre el peso de una pieza de madera libre de humedad y su volumen en estado fresco. Esta medida se expresa en unidades de g/cm^3 , siguiendo las pautas establecidas. (20).

Tabla 1: Densidad básica

GRUPO	DENSIDAD BASICA G/CM3
A	≥0,71
B	0,56 a 0,70
C	0,40 a 0,55

Nota. Densidad básica, (20).

Densidad y Peso específico: La densidad se refiere a la relación entre la masa y el volumen de un objeto. En el sistema métrico, la masa se considera igual al peso del objeto. En el caso de la madera, su peso está compuesto por la suma del peso de su parte sólida y el peso del agua que contiene. El volumen de la madera permanece constante en su estado natural, disminuye cuando la humedad es menor que el peso específico de las fibras y luego vuelve a su constancia cuando alcanza el estado anhidro o seco en un horno. Por lo tanto, para una pieza de madera, se pueden distinguir cuatro densidades diferentes, según lo especificado por el Grupo Andino (16).

Fórmula 1:

$$Pe = P/V \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

La determinación de las densidades estuvo establecida en base a la norma NTP 251.010

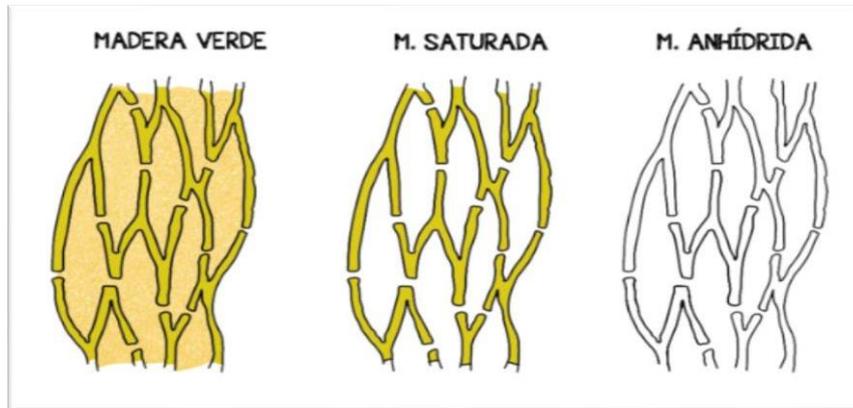
Contenido de humedad: La madera almacena agua en tres formas diferentes: la primera es el agua libre, la segunda es el agua higroscópica y la tercera es el agua de constitución. La primera se ubica en los espacios dentro de las células de madera, la segunda se encuentra atrapada en las paredes celulares, y la tercera esta intrínsecamente vinculada a la estructura molecular de la madera, según la información proporcionada por el Grupo Andino, (16).

Para una muestra dada, el CH se calculará de la siguiente manera:

Fórmula 2:

$$CH = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

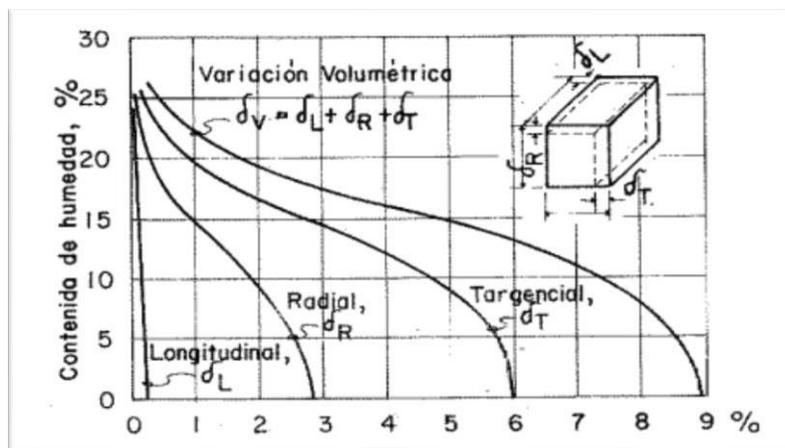
Figura 6: Contenido de humedad de la madera



Nota. Contenido de humedad, extraído de Toca madera, por (21).

Cambios Dimensionales: Las modificaciones en el CH ocasionan ajustes en las dimensiones de la madera, principalmente debido a la absorción o pérdida de agua higroscópica que se produce en las paredes celulares. Según Kollman, la relación entre CT y CR oscila entre 1,65 y 2,30. Para la madera de hojas anchas en la subregión, se establece que esta relación se encuentra en un rango de 1,4 a 1,9, de acuerdo con lo indicado por el Grupo Andino. (16).

Figura 7: Cambios dimensionales en la madera con el contenido de humedad

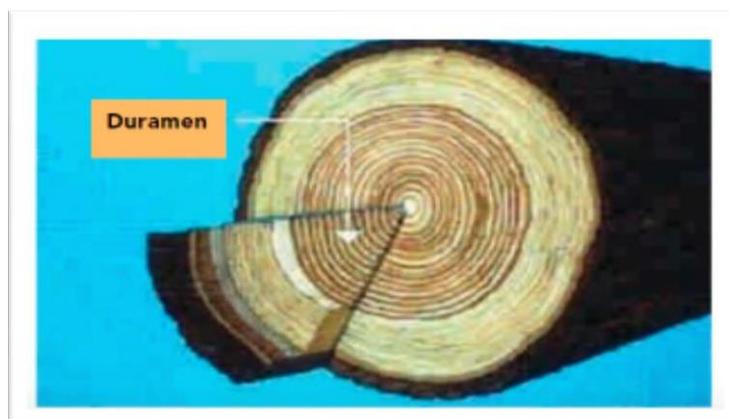


Nota. Cambios dimensionales, (16).

Duramen: Esta zona es inactiva y su función principal radica en proporcionar

resistencia para mantener erguido al árbol. Con el paso del tiempo, la albura libera gradualmente tanto el agua como los nutrientes almacenados, lo que posibilita la infiltración de diversas sustancias orgánicas, compuestos aromáticos y tintes. Esta última característica es especialmente distintiva en el duramen en comparación con la albura, de acuerdo con lo explicado por el Grupo Andino. (16).

Figura 8: Interior del duramen

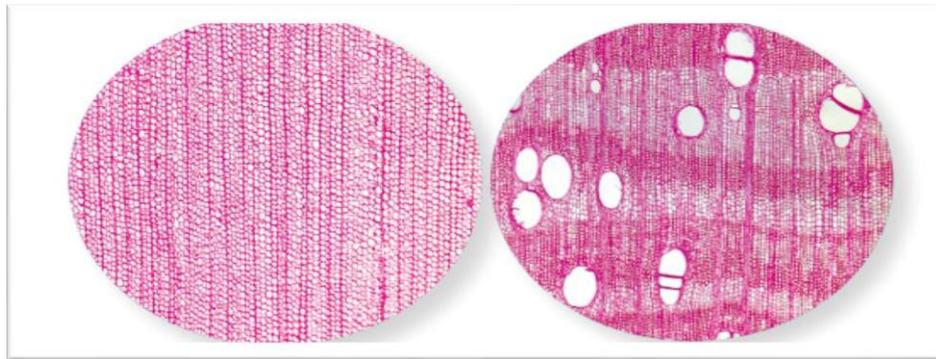


Nota. Al interior de la albura se encuentra el duramen, (19).

Durabilidad natural: Esta referida a la capacidad de la madera para enfrentar y resistir el deterioro provocado por hongos, el asedio de insectos y otros factores destructivos. Algunas variedades de madera se destacan por su notable resistencia biológica y se recomiendan en situaciones de mayor exposición a estos riesgos. Otras maderas presentan una durabilidad natural que puede calificarse como buena o moderada, mientras que algunas son más susceptibles a ser afectadas por estos agentes. La evaluación se realiza a través de la asignación de categorías o clases de durabilidad, que generalmente abarcan desde la clase I hasta la clase V. Esta clasificación se fundamenta en la capacidad de la madera para mantener su integridad en condiciones específicas de exposición ambiental, tal como se menciona en las directrices del Grupo Andino, (16).

Estructura Anatómica: Esta sección de la madera desempeña tres funciones fundamentales en el árbol: transportar agua, almacenar sustancias y proporcionar resistencia mecánica para estas tareas. La madera consta de tres tipos de tejidos distintos: el tejido vascular, que se encarga del transporte; el tejido parenquimático, responsable del almacenamiento; y el tejido fibroso, que brinda resistencia, (16).

Figura 9: Estructura anatómica de la madera



Nota. Estructura anatómica de la madera, (17).

Hongos: Los hongos que tienen una relación directa con la madera se dividen en tres categorías: los mohos, los hongos cromogénicos y los hongos descomponedores. Su ciclo de vida involucra diversas etapas, que incluyen la formación de esporas, la presencia de micelio y la aparición de estructuras de reproducción, que contienen las esporas de los hongos. Los hongos xilófagos, en particular, son responsables de lo que se conoce como pudrición de la madera. Dependiendo del tipo de hongo, este proceso de pudrición puede manifestarse de diversas maneras, como la pudrición suave o blanda, la pudrición blanca y la pudrición parda. (16).

Figura 10: Hongo de madera



Nota. Hongo de madera. (22)

Figura 11: Pudrición blanca



Nota. Pudrición blanca en madera, (6).

Figura 12: Pudrición blanda, cuando hay una pérdida significativa de resistencia



Nota. Pudrición blanda. Extraído: (6).

Figura 13: Pudrición Parda



Nota. Pudrición parda común, (6)

Propiedades mecánicas

En la madera, existen tres direcciones principales que son perpendiculares entre sí: longitudinal, tangencial y radial. Los factores como su posición en el tronco, su estructura en relación con el peso del árbol y la orientación de las fibras, que ha sido influenciada a lo largo del tiempo por la dirección del viento. Para evaluar estas propiedades clave, es crucial realizar pruebas para determinar valores de propiedades como la compresión en la dirección de las fibras, compresión perpendicular a las fibras, flexión, tracción y corte en la dirección de las fibras.

Los detalles de este procedimiento se encuentran en la fuente mencionada, (16).

Eje tangencial. – Hace referencia a las líneas que intersectan los anillos de crecimiento y se extienden en dirección perpendicular al eje longitudinal de la muestra, (23).

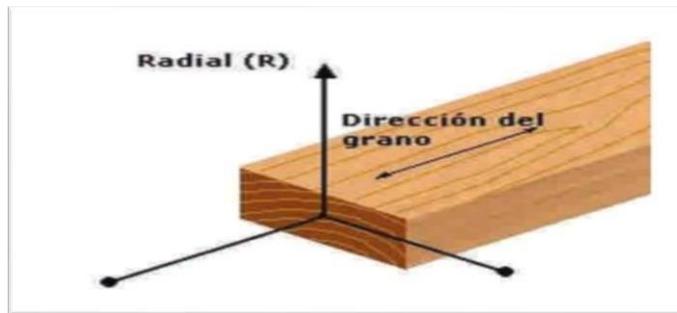
Figura 14: Eje tangencial



Nota. Eje tangencial, (19).

Eje radial. – Se trata de una dirección que crea un ángulo de 90 grados con los anillos de crecimiento y el eje longitudinal de la pieza. (19).

Figura 15: Eje radial



Nota. Eje radial, (19)

Eje longitudinal. Está orientado en la misma dirección que las fibras de la madera y, por lo tanto, sigue la misma dirección que el eje longitudinal del tronco, (19).

Figura 16: Eje longitudinal



Nota. Eje longitudinal, (19).

Resistencias a la Compresión paralela. Esta resistencia se debe a que las fibras están alineadas en una misma dirección. Los valores de resistencia a la compresión en paralelo a las fibras, obtenidos mediante pruebas de laboratorio, varían entre 100 y 900 kg/cm² en el caso de las maderas tropicales, como se detalla en la fuente mencionada. (16)

Fórmula 3: compresión paralela

Esfuerzo Máximo

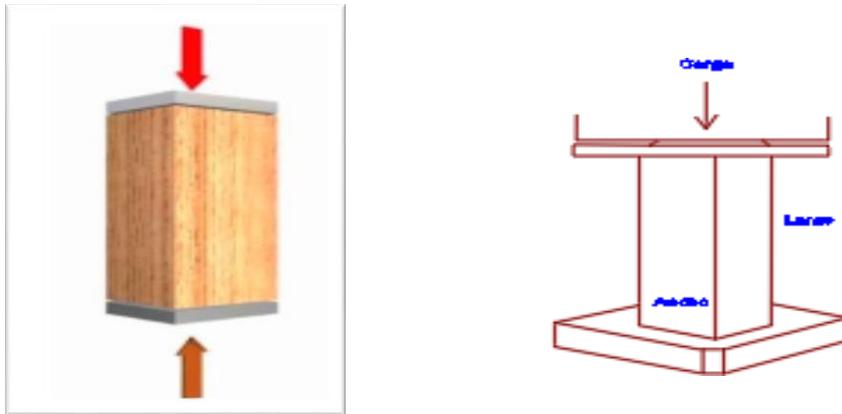
$$EM_{\frac{kg}{cm^2}} = \frac{Carga\ máxima}{(Ancho) \times (Espesor)}$$

Tabla 2: Clasificación según la norma E.010 madera (kg/cm2)

Grupo	Flexión	Tracción Paralela	Compresión paralela	Compresión perpendicular	Corte Paralelo
A	210	145	145	40	15
B	150	105	110	28	12
C	100	75	80	15	8
D	70	60	63	13	6

Nota. Clasificación según la norma E.010, (24)

Figura 17: Compresión paralela a las fibras



Nota. ensayo de compresión, (19).

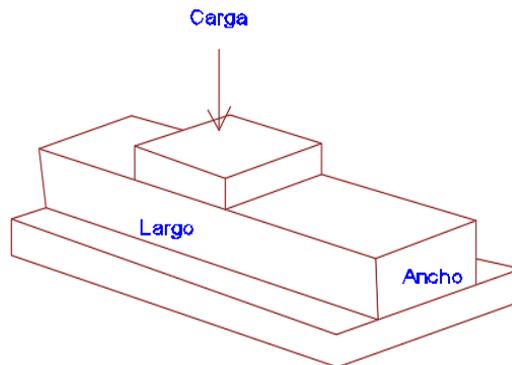
La resistencia a la compresión en dirección perpendicular. - se refiere a la capacidad de la madera para soportar una carga que se aplica en una dirección que es perpendicular a la orientación de sus fibras, tal como se explica en la fuente mencionada. (16).

Fórmula 4:

Esfuerzo Máximo

$$EM_{\frac{kg}{cm^2}} = \frac{\text{Carga máxima}}{(\text{Ancho}) \times (\text{Espesor})}$$

Figura 18: compresión perpendicular



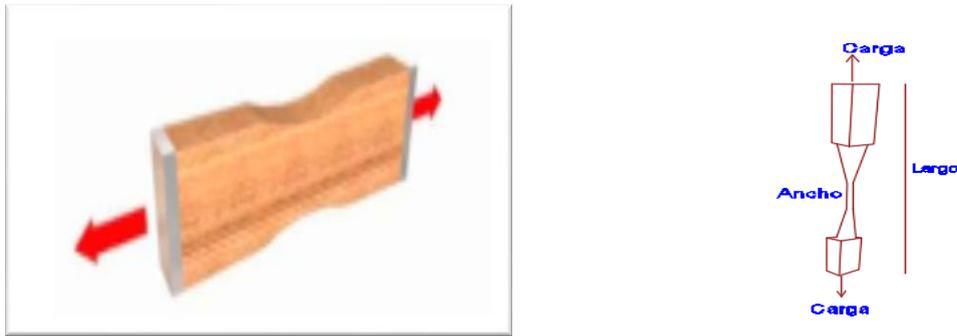
La resistencia a la tracción paralela. - se evalúa teniendo en cuenta la estructura fibrosa que opera en una dirección perpendicular a las fuerzas aplicadas, (16).

Fórmula 5:

Esfuerzo Máximo

$$EM_{\frac{kg}{cm^2}} = \frac{\text{Carga máxima}}{(\text{Ancho}) \times (\text{Espesor})}$$

Figura 19: Ensayo de tracción paralela a las fibras



Nota. ensayo de tracción, (19).

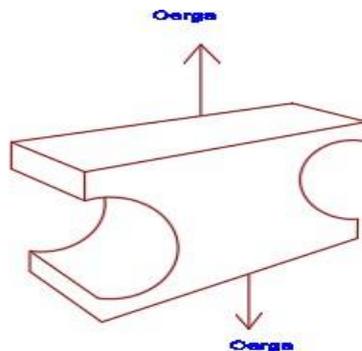
La resistencia a la tracción perpendicular. – es la resistencia que opone a la madera a una carga de tracción en la dirección normal a las fibras.

Fórmula 6:

Esfuerzo Máximo

$$EM_{\frac{kg}{cm^2}} = \frac{\text{Carga máxima}}{(\text{Ancho}) \times (\text{Espesor})}$$

Figura 20: Tracción perpendicular

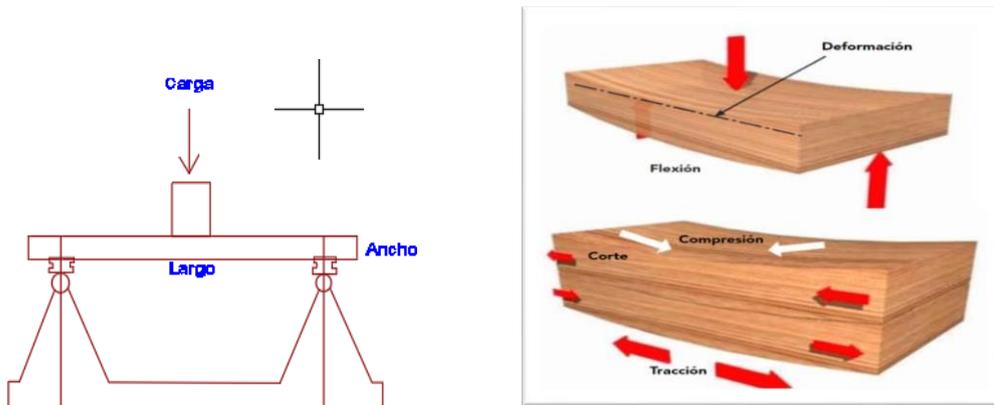


La resistencia a la flexión. -está estrechamente vinculada con la alineación de las fibras de la madera y los anillos en relación con la fuerza que se aplica, (16).

Fórmula 7:

$$ELPF = \frac{3'L}{2ae^2} kg/cm^2$$

Figura 21: Esquema de ensayo de la flexión



Nota. ensayo de la flexión estática, (19).

La resistencia al corte. - Esto se refiere a la capacidad de los elementos de construcción para resistir fuerzas de corte o cizallamiento que ocurren cuando las piezas se doblan. (16).

Fórmula 8:

Esfuerzo Máximo

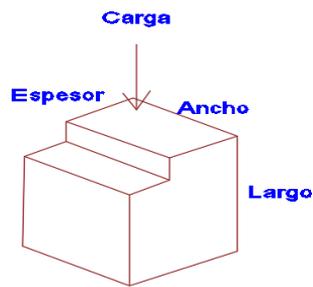
$$EM \frac{kg}{cm^2} = \frac{Carga\ máxima}{(Ancho) \times (Espesor)}$$

Tabla 3: Clasificación para corte paralelo a las fibras (kg/cm²)

CLASIFICACION	RANGO
muy bajo	<40
bajo	40 - 85
medio	86 - 120
alto	121 - 175
muy alto	>175

Nota. Clasificación para corte paralelo a las fibras, (6).

Figura 22: corte o cizallamiento



La madera estructural o madera utilizada en estructuras. - se refiere a la madera que satisface los criterios definidos en la Norma ITINTEC 251.104 y que exhibe propiedades mecánicas adecuadas para soportar las cargas aplicadas durante su uso en construcciones. Esto concuerda con las definiciones proporcionadas por la fuente mencionada. (20).

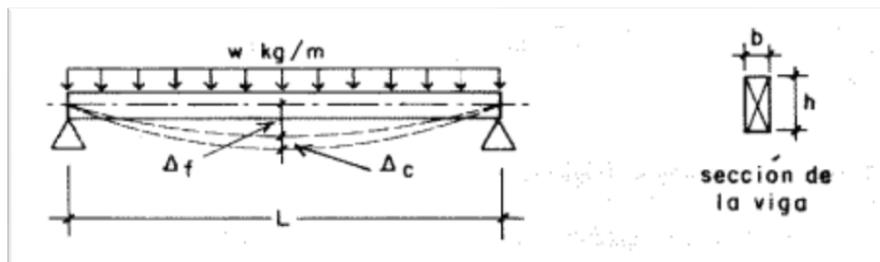
Figura 23: La madera como elemento estructural



Nota. La madera como elemento estructural, (25)

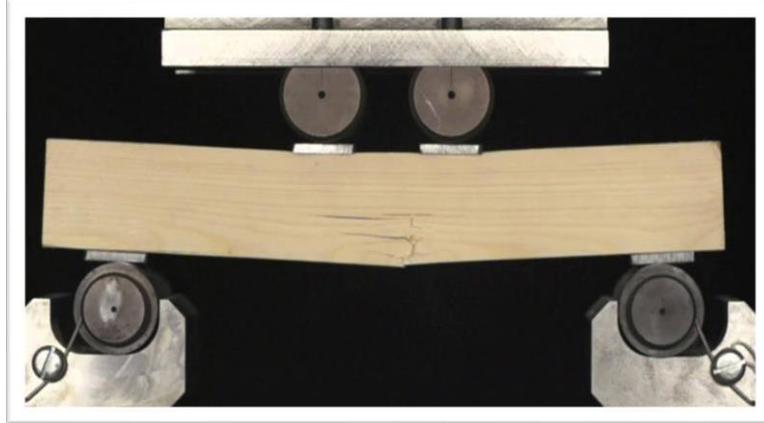
Elasticidad. - Hace referencia a la medida de la resistencia del material cuando se aplica una fuerza o carga en dirección perpendicular a las fibras de la madera. (16).

Figura 24: Elasticidad



en donde: I = momento de inercia de la sección
 A = área de la sección recta
 E = MOE
 G = módulo de corte

Figura 25: Elasticidad de la madera



Nota. Elasticidad de la Madera, (26).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de estudio: aplicado

La investigación de tipo aplicado representa un enfoque vital que va más allá de la mera confrontación entre teoría y realidad. Su propósito central radica en abordar problemas concretos dentro de circunstancias y contextos específicos, llevando el conocimiento teórico a una esfera de utilidad inmediata y práctica. A diferencia de otras formas de investigación que se centran en el desarrollo teórico, el enfoque aplicado se orienta hacia la acción directa y la resolución de desafíos reales. (27)

El tipo de investigación que se empleará para el estudio será aplicado dado que se fundamentará en la necesidad de abordar problemas concretos ya presentes en el entorno, priorizando la búsqueda y aplicación de soluciones prácticas y efectivas, no solo buscará comprender la realidad, sino también intervenir activamente en ella, utilizando el conocimiento existente para impactar positivamente en situaciones concretas, promoviendo así una investigación con un impacto directo y práctico en el entorno estudiado.

Enfoque de estudio: cuantitativo

La estrategia de estudio se enfoca en obtener medidas numéricas, implica observar el proceso a través de la recopilación de datos y su posterior análisis para responder preguntas específicas de investigación. Este método utiliza análisis estadísticos y comienza con la recolección de datos. Se enfoca en un problema de estudio específico con preguntas de investigación concretas. Luego de definir el problema, se lleva a cabo una revisión de la literatura para analizar investigaciones previas, siguiendo las pautas proporcionadas por la fuente mencionada. (28)

Este estudio se basa en un enfoque cuantitativo, lo que implica que se emplearán métodos estadísticos para realizar pruebas de hipótesis, y todos los parámetros analizados pueden medirse de forma cuantitativa.

Categoría de estudio: Básica

La investigación básica se caracteriza por su enfoque en el progreso del campo científico a través de la expansión del conocimiento teórico, sin enfocarse excesivamente en aplicaciones prácticas. Su principal objetivo es profundizar en la comprensión de la realidad y adquirir conocimientos, como se indica en la fuente mencionada, (29).

El estudio se centra en examinar cómo se emplea la madera en pilotes de viviendas ubicadas en áreas propensas a inundaciones en la región de Ucayali. De esta manera, se contribuye a una mayor comprensión sobre la utilización de la madera en este contexto.

Diseño de estudio: no experimental

La investigación no experimental se lleva a cabo sin la intención de manipular deliberadamente variables. En su lugar, se enfoca en observar cómo se desarrollan los fenómenos en su entorno natural para analizarlos posteriormente. Por esta razón, también se conoce como investigación "ex post facto" (hechos y variables que ya han ocurrido), ya que se centra en observar variables y relaciones entre ellas en su contexto correspondiente. (29)

En este escenario, el presente estudio se enfocará en el diseño no experimental que, si bien requiere realizar ensayos de las diferentes muestras de madera quinilla para determinar sus propiedades biofísicas y mecánicas, la cual está expuesta a agentes ambientales y cargas provenientes de las viviendas; de ninguna manera se pretende manipular las variables independientes.

Método de investigación: hipotético- deductivo

Este procedimiento busca abordar los diversos desafíos que enfrenta la ciencia al formular hipótesis que se consideran como hipotéticamente verdaderas, sin poseer una certeza absoluta sobre ellas. Estas hipótesis son conjeturas que anticipan posibles soluciones a dichos desafíos, y se organizan en estructuras jerárquicas donde algunas son fundamentales, otras se derivan de las primeras y otras cumplen un papel de apoyo. A partir de estos sistemas hipotéticos, se deducen lógicamente consecuencias que deben ser verificadas mediante evidencia

empírica. Por último, se realiza una fase de comprobaciones que posibilita la evaluación de las hipótesis con base en los resultados obtenidos **(30)**.

Por lo tanto, en esta investigación se sigue el enfoque del método hipotético-deductivo, que implica la formulación de hipótesis y objetivos que serán sometidos a pruebas y comprobaciones.

Nivel de investigación: explicativo

Indican que una investigación explicativa busca comprender las relaciones de causa y efecto entre las variables mediante análisis, interpretación, impresión y evaluación de lo que se busca. **(29)**

En concordancia con el marco, la presente investigación se clasifica con un nivel explicativo, lo cual permitirá no solo describir o correlacionar las variables sino entender por qué ocurren ciertos fenómenos sobre el uso de la madera en la fabricación de pilotes para viviendas. Además, nos permitirá afinar las interrogantes de investigación posteriores para incrementar las conclusiones de la investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Propiedades biofísicas

Definición conceptual

Las propiedades biofísicas de la madera abarcan las características biológicas y físicas que definen su naturaleza y su comportamiento, y estas cualidades revisten una gran importancia en su aplicación como material de construcción. Por otro lado, la durabilidad de la madera guarda una estrecha relación con sus características biológicas, que pueden manifestarse a través de la exposición a insectos destructores y la exposición a agentes químicos. **(31)**.

Definición operacional

La variable independiente queda definida en sus dimensiones durabilidad natural y su análisis mediante las pruebas de ensayo en el laboratorio.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas de la madera.

Definición conceptual

Se refieren a aquellas que influyen en su capacidad de resistir fuerzas y deformaciones cuando se somete a una carga. En otras palabras, estas propiedades están relacionadas con la capacidad de un material para transmitir y soportar fuerzas aplicadas sobre él. En el caso de la madera, las características mecánicas pueden ser evaluadas considerando las fibras en dirección paralela y perpendicular, y las principales propiedades mecánicas incluyen la resistencia a la compresión en dirección paralela, compresión en dirección perpendicular, la tracción, al corte y la flexión en dirección paralela al grano. **(16)**.

Definición operacional

La variable dependiente se encuentra determinada mediante sus aspectos medibles, que incluyen compresión, flexión, tracción y el corte en dirección paralela al grano.

Tabla 4: Matriz de operacionalización de variables

Variables	DIMENSIÓN	INDICADORES
V1: Propiedades biofísicas	D1: Durabilidad natural	- Bajo - Medio
	D2: Densidad	- Alto - g/cm ³
V2: Propiedades mecánicas	D3: Compresión	- kg/cm ²
	D4: Tracción	
	D5: Flexión	
	D6: Corte	

3.3. Población, muestra y muestreo

3.4. Población

Hace referencia al equipo completo de todos los elementos que se desean investigar y que comparten una o varias características comunes. La población puede categorizarse como finita o infinita dependiendo del número de elementos que la conforman. (32).

En este contexto de la investigación, la población la constituyen todas las muestras de madera seleccionada tipo Quinilla. La investigación se centra en la región Ucayali, provincia de coronel Portillo, distrito de Calleria, donde se ubica el Asentamiento Humano de la Hoyada.

Muestra

Es un grupo más reducido de elementos que se elige de manera representativa dentro de una población. La clasificación de la muestra se realiza según un plan de muestreo específico con el propósito de que demuestre de manera adecuada las características de la población. **(32)**

Las muestras para nuestro trabajo de investigación se cuantifican según parámetros de las Normas Técnicas y se analizan en detalle y nos proporcionan pautas para realizar pruebas en el laboratorio. Esta norma no especifica las propiedades o requisitos que debe tener una muestra, ni siquiera cuantitativamente, y los ajustes finales a esta clasificación se realizan obteniendo resultados de resistencia y rigidez, con base en la densidad promedio de la madera. Para el análisis biofísico se evaluará la durabilidad natural.

Para determinar las propiedades biofísicas se utilizarán un bloque de 6 pilotes y para propiedades mecánicas se utilizarán 12 listones de madera quinilla, según se comercializan en la ciudad de Pucallpa.

Tabla 5: Muestra

Ensayos	Medidas	Numero: Probetas
Durabilidadnatural	2 x 2 x 2 cm	6
Densidad	2 x 2 x 10cm	10
Compresión perpendicular	5 x 5 x 10cm	10
Compresión paralela	5 x 5 x 20cm	10
Tracción	6.5 x 5 x 5cm	10
Flexión	2.5 x 2.5 x 41cm	10
Corte	5 x 5 x 6.5cm	10

Muestreo: no probabilístico

Las muestras no probabilísticas, conocidas también como muestras dirigidas, implican un método informal de selección. (29).

En otras palabras, en este método de muestreo, los individuos de la muestra en nuestra investigación no son seleccionados al azar de toda la población. Se eligió un enfoque de muestreo no probabilístico específicamente para seleccionar los pilotes de las viviendas cercanas al río en este caso.

Unidad de análisis

Será los pilotes de madera, previamente seleccionada. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

El método de observación son herramientas utilizadas por el investigador para presenciar de manera directa el fenómeno que está siendo estudiado, sin intervenir en él, es decir, sin modificarlo ni realizar acciones que posibiliten su

manipulación, (33).

En la investigación se utilizará la técnica de observación, ya que se observará la textura, dimensiones, dureza y los diversos ensayos a los que se someterá las muestras en laboratorio. Además, se aplicará la medición directa de las fuerzas que se aplican a la madera o la densidad.

Instrumentos

Hacen referencia a los dispositivos o medios empleados para obtener los datos y la información requeridos con el propósito de analizarlos más adelante y alcanzar los objetivos planteados. Estos dispositivos pueden variar en su forma, dependiendo de las técnicas en las que se basen (34). Para la recopilación de datos significativos a partir de las técnicas previamente mencionadas, se emplearán los siguientes instrumentos, que consisten en formatos estandarizados de acuerdo con las normas ASTM.

Los equipos analíticos utilizados fueron: guantes protectores, equipos de extracción, incubadora.

3.5. Procedimientos

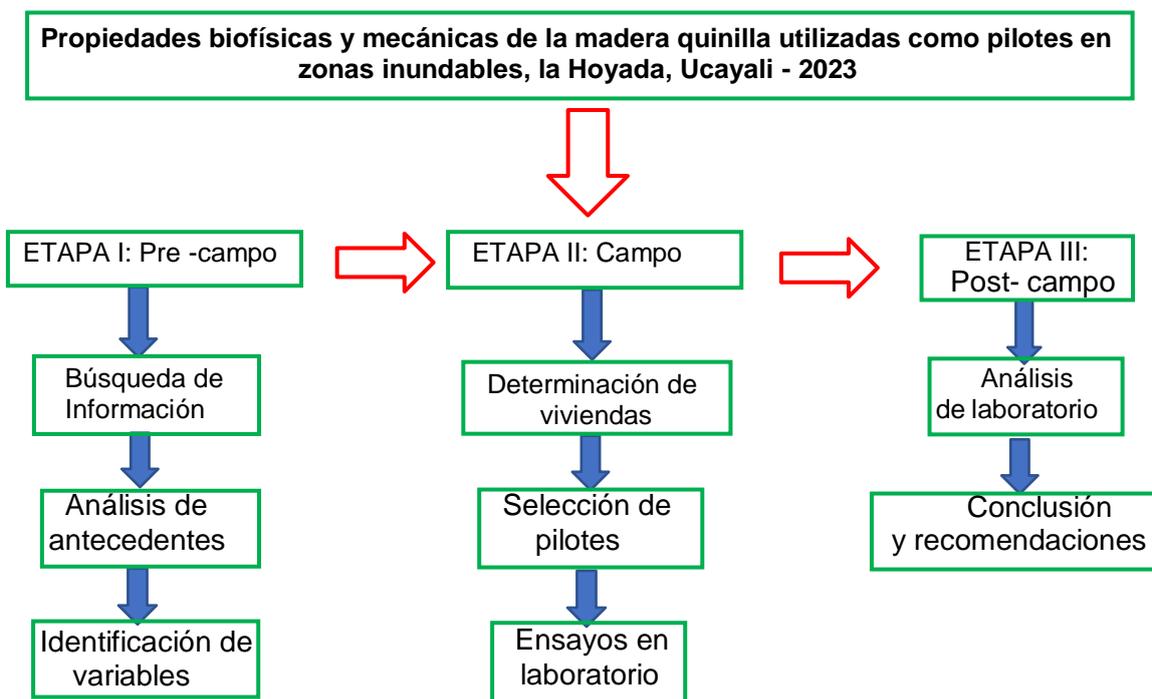
En la etapa I se plantea la problemática y se inicia la búsqueda de información previa en revistas y estudios relacionados que aborden problemas similares o idénticos a nuestro y identificar las variables, dimensiones e indicadores pertinentes.

En la etapa II, una vez identificados estos recursos se procede a determinar las viviendas, a seleccionar los pilotes de Quinilla y llevarlos al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.

En la Etapa III, se obtendrán datos obtenidos de las pruebas que se procesarán y analizarán para compararlos con el objetivo.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos para recomendar el uso de este concepto mixto o mejorarlo posteriormente.

Figura 26: Diagrama de flujo



3.6. Método de análisis de datos.

En transcurso del proceso del análisis estadístico, se llevarán a cabo pruebas utilizando el software SPSS con el fin de comprobar las hipótesis que se plantearon inicialmente.

3.7. Aspectos éticos.

La ética es fundamental para todo profesional, ya que es capaz de cumplir con los lineamientos requeridos para cualquier tipo de investigación. El presente estudio, tiene como finalidad respetar los lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo los cuales sirven de guía para la realización del trabajo de la investigación y de igual manera, buscando proteger los derechos de autoría utilizando las Normas ISO10, además de analizar la similitud de la investigación con el programa turnitin, acciones las cuales son requeridas para este estudio.

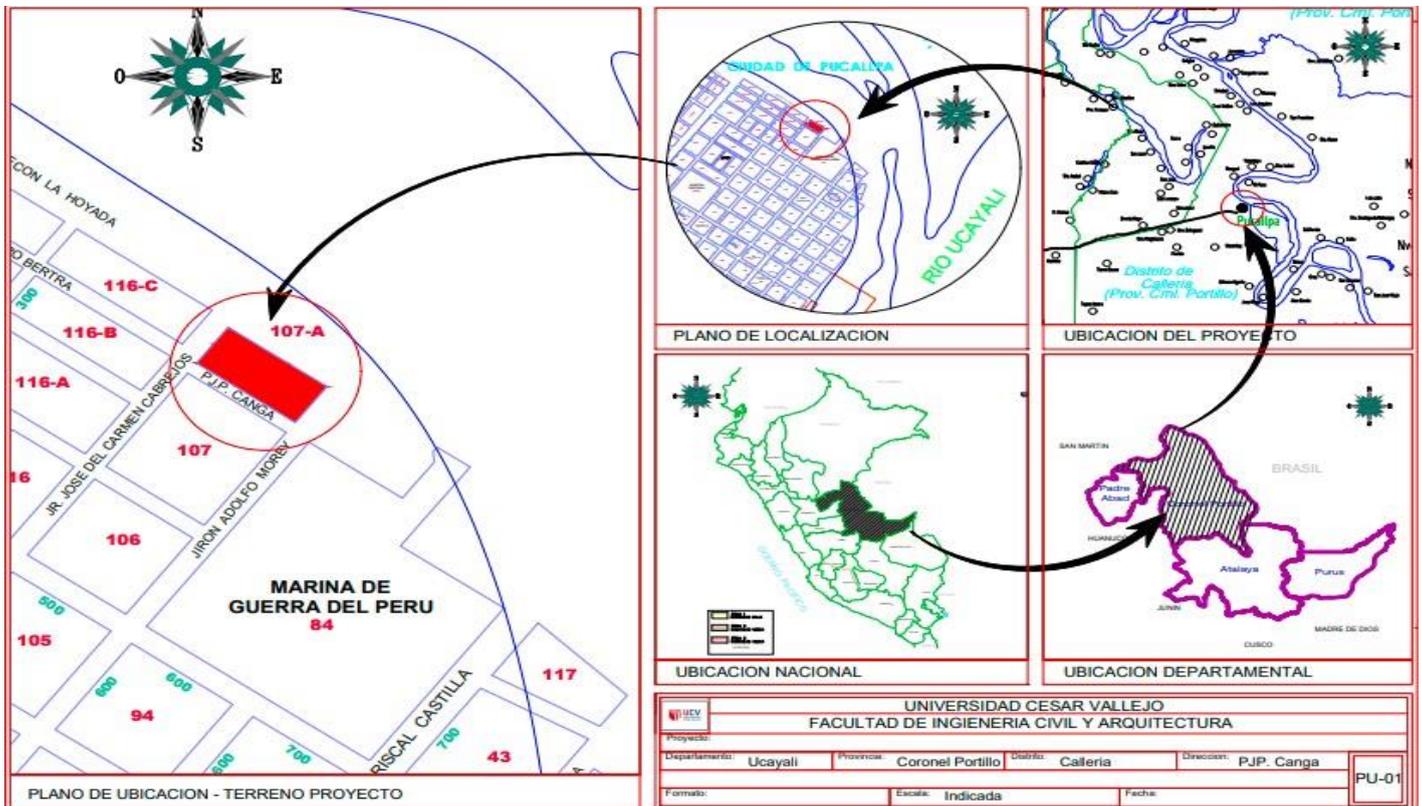
Asimismo, según lo dispuesto por la Universidad y en correspondencia con los principios referidos en el código de ética, aprobados por la Resolución del Consejo Universitario N°0470-2022/UCV, en la cual encontramos:

- Autonomía: Este principio permite al investigador a realizar su investigación de manera autónoma en la cual el sea capaz de elegir de qué manera realizar su estudio.
- Beneficencia: Este principio está ligado a favorecer y brindar bienestar a través de la investigación realizada, buscando unas nuevas alternativas a la problemática estudiada brindando beneficio a los colaboradores y/o participantes de la presente investigación.
- La búsqueda del bien: Este principio da origen a normas que exigen que los riesgos de la investigación sean razonables frente a los beneficios previstos, que la investigación esté bien concebida, y que los investigadores sean competentes para llevar cabo la investigación y para garantizar el bienestar de los que participan en ella.
- Justicia: El principio se basa el trato igualitario que se debe llevar a cabo de manera imparcial entre todos los colaboradores de la investigación.
- No maleficencia: Este principio procura no originar daños, ni impactos desfavorables a través de la investigación realizada.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio.

Figura 27: Ubicación de la investigación



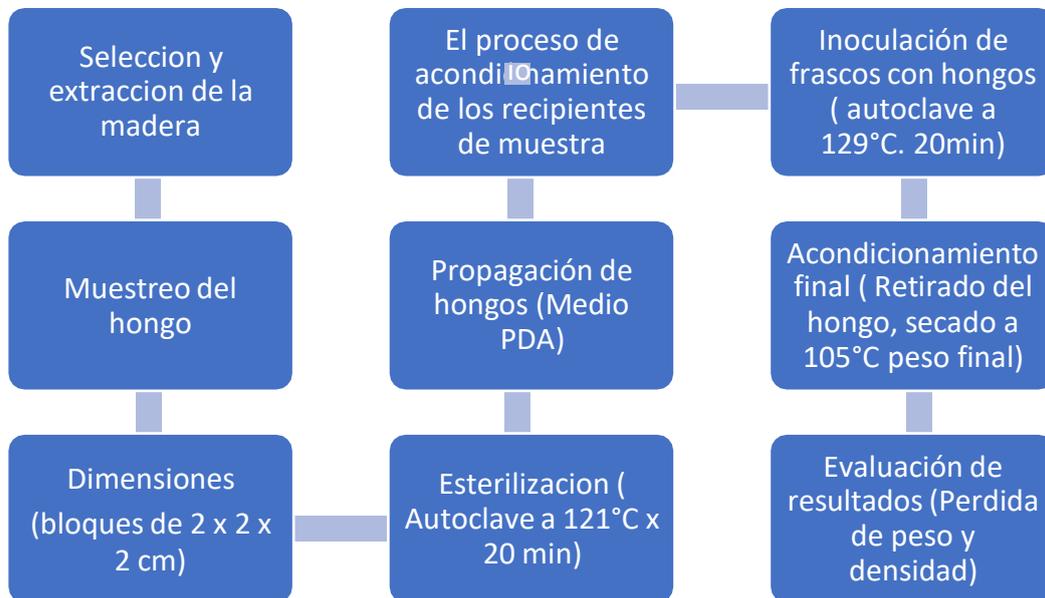
Ubicación

La investigación tuvo lugar en el Asentamiento Humano La Hoyada, que se encuentra en el distrito de Calleria, perteneciente a la provincia de coronel Portillo, en el departamento de Ucayali.

Este AA.HH., está situado al nordeste de la ciudad de Pucallpa. en las coordenadas $8^{\circ}22'19''$ S – $74^{\circ}31'41''$ W. Esta abarca una extensión de 36 815, 86 km², tiene una población de 496,459 personas y se destaca por la presencia prominente del río Ucayali. La característica del área de estudio (AA. HH la Hoyada), es que está ubicada en un terreno propenso a inundaciones durante precipitaciones pluviales y las crecidas del río Ucayali y que su temperatura oscila entre 24° y 32° grados centígrados. **(35)**.

4.2. Trabajos previos.

Figura 28: Diagrama de flujo



4.2.1. Preparación de las cámaras de descomposición

Para preparar las cámaras de descomposición, se comenzó añadiendo 15 ml de una solución previamente elaborada a cada uno de los frascos de 200 ml. Después de que el agar se solidificó de manera vertical, el conjunto se sometió a un proceso de esterilización. Posteriormente, se aplicó el inóculo del hongo xilófago, el cual se había cultivado previamente en placas Petri, sobre la tira de madera. El conjunto se incubó en un entorno controlado, con las tapas ligeramente entreabiertas, durante un período de 10 días.

Figura 29: Hongo en la cámara de descomposición



4.2.2. Preparación de probetas de madera

Para la preparación de probetas de madera, primero se prepararon sondas de dimensiones 2 x 2 x 2 cm, dispuestas de manera adecuada, utilizando un total de 24 sondas de la especie. se aseguró que, estas estuvieran completamente limpias, para la posterior inoculación del hongo.

Asimismo para realizar el ensayo de propiedades mecánicas se utilizaron probetas de madera nueva (sin hongo) y madera con defectos (con hongos).

Figura 30: Muestra de probetas



4.2.3. Acondicionamiento y agrupación de las probetas de madera

Tras un lapso de 10 días, durante el cual el hongo se desarrolló, se colocaron los hongos en probetas de madera esterilizadas previamente durante 30 días, dando inicio al proceso de descomposición. Posteriormente, los resultados de la replicación de los hongos se muestran en la tabla 7. Para calcular la pérdida de peso, las probetas se clasificaron de la siguiente manera:

- Grupo A y B: Serán consideradas como muestras de la hoyada sometida al hongo *pycnopurus sanguíneo* en el laboratorio
- Grupo C y D: Serán consideradas como muestras de la hoyada sumergida en agua sin hongo en el laboratorio
- Testigo T: Serán consideradas como muestras de la madera nueva sumergida en agua sin hongo en laboratorio.

4.2.4. Cálculo de la pérdida de peso

Después de la etapa de exposición, las muestras fueron extraídas de la cámara de descomposición. Se procedió a eliminar la vegetación fúngica de la superficie y luego se sometieron a un proceso de secado en un horno a una temperatura de 105 °C (con un margen de ±1 °C) durante un período de 24 horas hasta que alcanzaron un peso constante, y estos valores fueron registrados como el peso seco final (PSF), como resultado de la actividad destructiva del hongo. El porcentaje de pérdida de peso (%PP) se calculó utilizando la siguiente fórmula.

Fórmula 9: cálculo de pérdida de peso

$$\%PP = \frac{PSI-PSF}{PSI} \times 100 \dots\dots (1)$$

Dónde:

PSI: peso seco inicial (g)

PSF: peso seco final (g)

%PP: pérdida de peso (%)

100: Factor de conversión de porcentaje

Los valores de %PP se interpretaron según la NORMA ASTM D2017-71.

Tabla 6: Clasificación de la madera según su durabilidad natural por acción de hongos

Clase	Pérdida de masa (%)	Grado de resistencia al hongo xilófago
A	0 a 10	Altamente resistente
B	11 a 24	Resistente
C	25 a 44	Moderadamente resistente
D	> 45	No resistente

Nota: (36)

4.3. Resultados de pruebas de laboratorio

4.3.1. Durabilidad natural de la madera Quinilla

Los resultados obtenidos por las pruebas de laboratorio que examinan la resistencia natural de la madera Quinilla a la descomposición, con un enfoque particular en su durabilidad frente a la pudrición en condiciones de laboratorio.

Promedio de pérdida de peso en (%) en muestra de la madera Quinilla

Las muestras de madera Quinilla, conforme a la clasificación establecida en el ítem 4.2.3, exhibieron cambios o reducciones de peso expresados en porcentajes. A continuación, se detallan estas variaciones o pérdidas en las tablas 7, 8 y 9.

Tabla 7: Resultados de la pérdida de peso en (%) del grupo A y B (según norma ASTM D-2017).

Código	Peso inicial(g)	Peso final (g)	Perdida peso (%)
A-1	8.2	7.3	10.97
A-2	7.9	7.0	11.39
A-3	7.8	6.8	12.82
A-4	8.3	7.4	10.84
A-5	8.1	7.2	11.11
A-6	7.9	5.8	26.58
B-1	8.7	7.7	11.49
B-2	7.8	6.8	12.82
B-3	8.4	7.5	10.71
B-4	8.7	7.7	11.49
B-5	7.9	5.8	26.58
B-6	8.6	7.7	10.46

Tabla 8: Resultados de la pérdida de peso en (%) del grupo C y D (según la norma ASTM D-2017)

Código	Peso inicial(g)	Peso final (g)	Perdida peso (%)
C-1	8	7.3	8.75
C-2	7.9	7.2	8.86
C-3	8.1	7.3	9.87
C-4	8	7.3	8.75
C-5	7.9	7.2	8.86
C-6	8.5	7.7	9.41
D-1	7.9	7.2	8.86
D-2	8	7.3	8.75
D-3	8.1	7.3	9.87
D-4	7.9	7.2	8.86
D-5	8.5	7.7	9.41
D-6	8	7.3	8.75

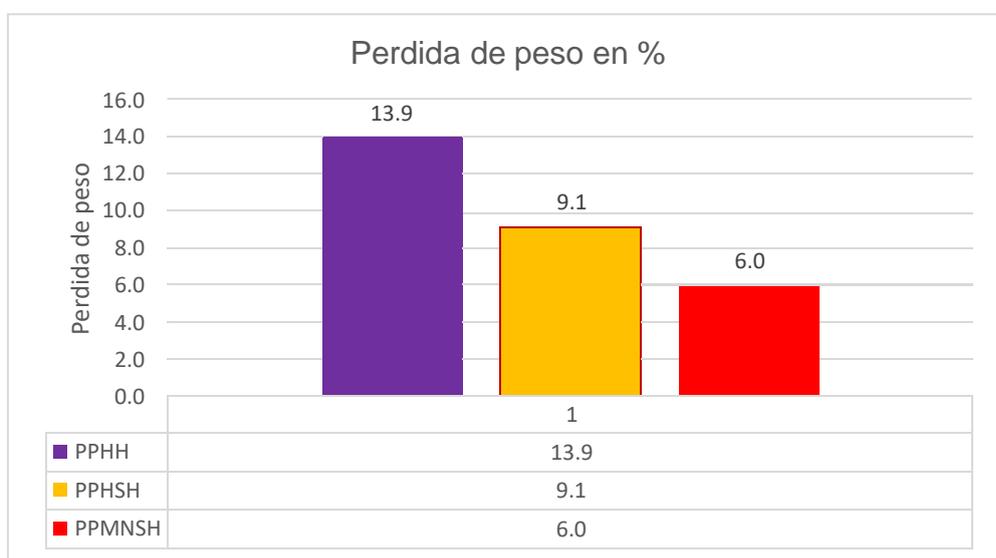
Tabla 9: Resultados de la pérdida de peso en (%) del grupo T (según la norma ASTM D-2017)

Código	Peso inicial(g)	Peso final (g)	Perdida peso (%)
T-1	8	7.3	8.75
T-2	7.9	7.2	8.86
T-3	8.1	7.3	9.87
T-4	7.9	7.7	2.53
T-5	8.1	7.7	4.93
T-6	8.0	7.5	1.07

En la figura 31 se presentan los porcentajes de pérdida de peso de la muestra de la madera quinilla de la hoyada sometida a hongo en laboratorio (grupo A y B), como resultado de la inoculación con el hongo *Pycnoporus sanguineus*, de acuerdo

con la norma ASTM D-2017-71, clasificándola en clase B como resistente. Del mismo modo, se exhiben los valores de la pérdida de peso en muestras de la madera quinilla de la Hoyada sumergida en agua sin hongos en laboratorio (grupo C y D), de acuerdo con la norma ASTM D-2017-71, clasificándola en clase A como altamente resistente, finalmente se exhiben los valores de la pérdida de peso en muestras de la madera quinilla nueva sumergida en agua sin hongos en laboratorio (grupo T), de acuerdo con la norma ASTM D-2017-71, clasificándola en clase A como altamente resistente, Estos datos permiten comparar las pérdidas de peso de la madera Quinilla (%) entre las muestras testigo.

Figura 31: pérdida de peso en la madera por acción de hongos poner solo



4.4. Ensayos de densidad en la Madera

La densidad de la madera Quinilla fue determinada utilizando muestras siguiendo las directrices de la norma NTP 251.011-2014. Este proceso tuvo lugar en el laboratorio de tecnología de la madera de la Facultad de Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali, con la supervisión de técnicos especializados en laboratorio. Los resultados obtenidos se presentan detalladamente en las tablas 10 y 11.

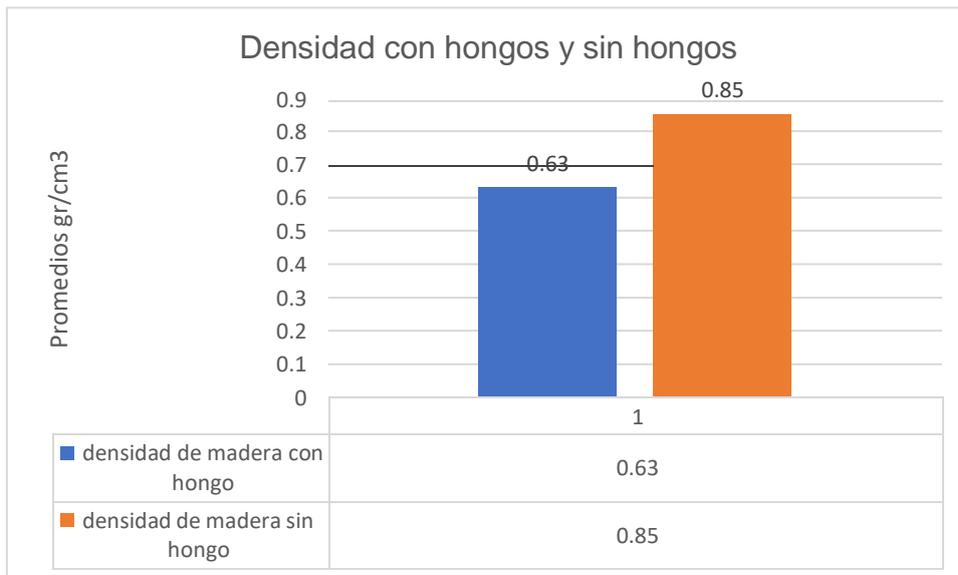
Tabla 10: Ensayo de densidad

Tipo De Secado	Especie	N° Probetas	Dimensiones			Vol. (cm3)	P (gr)	CH (%)	Dcsa (g/cm3)	Do (g/cm3)
	Quinilla	10	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)					
Promedio seco al aire libre			10.130	2.516	2.509	63.949	40.561	1.144	063	086
Promedio seco al horno			10.084	1.937	3.810	74.165	35.867			
SD (1)	5.42	003	027							
CV (%)	(2)	533	3,175							
47.37										

Tabla 11: Clasificación de la madera Quinilla en función de su densidad

N° Probetas	Propiedades	Valor Promedio	Clasificación
10	Vol. (cm3)	63.94	Normal
	Ch (%)	11.44	Seca
	Dcsa (g/cm3)	0.63	Grupo B
	Do (g/cm3)	0.85	Grupo A

Figura 32: Promedios de densidad



4.5. Determinación de la resistencia a la compresión paralela

En cumplimiento con las indicaciones establecidas en la norma NTP 251-014:2014, se elaboraron muestras específicas para llevar a cabo la prueba de compresión paralela. Para garantizar la conformidad con los requisitos, se ajustó la velocidad de carga de la prensa a 0.304 mm/minuto. Posteriormente, se introdujo la muestra afectada por hongos y se procedió con la evaluación para determinar su resistencia máxima, obteniendo un promedio de 162.6 kg/cm², tal como se especifica en la tabla 12.

Tabla 12: Resultados de la resistencia máxima de compresión paralela a la fibra con hongos

Numero	Ancho (cm ²)	Espesor (cm ²)	Área (cm ²)	C Max(kg)	Res.Max (kg/cm ²)
10 probetas	50	50	250	40638.83	1625.55
Promedio	5	5	25	4063.88	162.56
desviación estándar				130.95	5.24
CV %				0.0322218	0.03222409

Para realizar la prueba de acuerdo con la normativa, se fijó una velocidad de 0.304 mm/minuto en la prensa. Posteriormente, se procedió a colocar la muestra sin la presencia de hongos y se dio inicio al ensayo para evaluar la resistencia máxima, logrando un promedio de 504.7 kg/cm², según se detalla en la tabla 14.

Tabla 13: Resultados de la resistencia máxima de compresión paralela a la fibra sin hongos

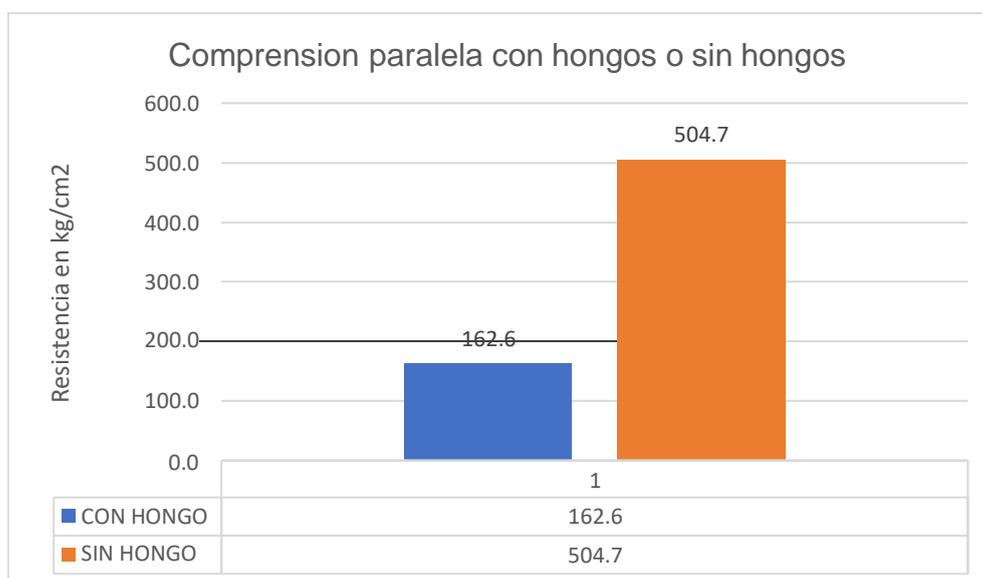
Numero	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C Max (kg)	Res.Max (kg/cm ²)
10 probetas	50	50	250	126178	5047.12
Promedio	5	5	25	12617.8	504.7
Desviación estándar				1735.40324	69.4161295
CV%				0.13753612	0.13753612

Los datos de resistencia máxima de la madera Quinilla en kg/cm² se presentan en la tabla 14 y la figura 33, tanto para las muestras con hongos como para las muestras sin hongos. De acuerdo con la norma E.010 Madera, se clasifican en el grupo A, con valores promedio de 162.56 kg/cm² y 504.71 kg/cm², respectivamente.

Tabla 14: Resultados de la resistencia máxima de compresión paralela

Compresión paralela	Unidad	Con hongos		Sin hongos	
		Clasificación	Clasificación	Clasificación	Clasificación
Resistencia Max	kg/cm ²	162.5	Grupo A	504.7	Grupo A

Figura 33: Comparación de resultados en compresión paralela



4.6. Determinación de la ELPF a la compresión perpendicular

Siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 251-016:2015, se elaboraron muestras específicas. Para realizar la prueba de carga de esfuerzo unitario en el límite proporcional de la fibra (ELPF), se ajustó la velocidad de la prensa a 0.304 mm/minuto. Posteriormente, se introdujo la muestra afectada por hongos y se procedió con el ensayo de resistencia máxima, obteniendo un promedio de 119.37 kg/cm², como se describe en la tabla 15.

Tabla 15: Resultados de ELPF del ensayo de compresión perpendicular

Número	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C MAX (Kg)	ELPF kg/cm ²
10 probetas	50	50	250	29843.5	1193.7
Promedio	5	5	25	2984.3	119.3
Desviación estándar				89.4464613	3.57785845
CV%				0.02997184	0.02997184

Para llevar a cabo la prueba de carga, se ajustó la prensa a una velocidad de 0.304 mm/minuto, y luego se colocó la muestra sin hongos. Se inició así el ensayo de esfuerzo unitario en el límite proporcional de la fibra (ELPF), obteniendo un promedio de 265.0 kg/cm², como se especifica en la tabla 16.

Tabla 16: Resultado de ELPF del ensayo de compresión perpendicular a la fibra

Número	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C MAX (Kg)	ELPF kg/cm ²
10 probetas	50	50	250	66262.25	2650.4
Promedio	5	5	25	6626.22	265.0
Desviación estándar				265.925362	10.6370145
CV%				0.04013226	0.04013226

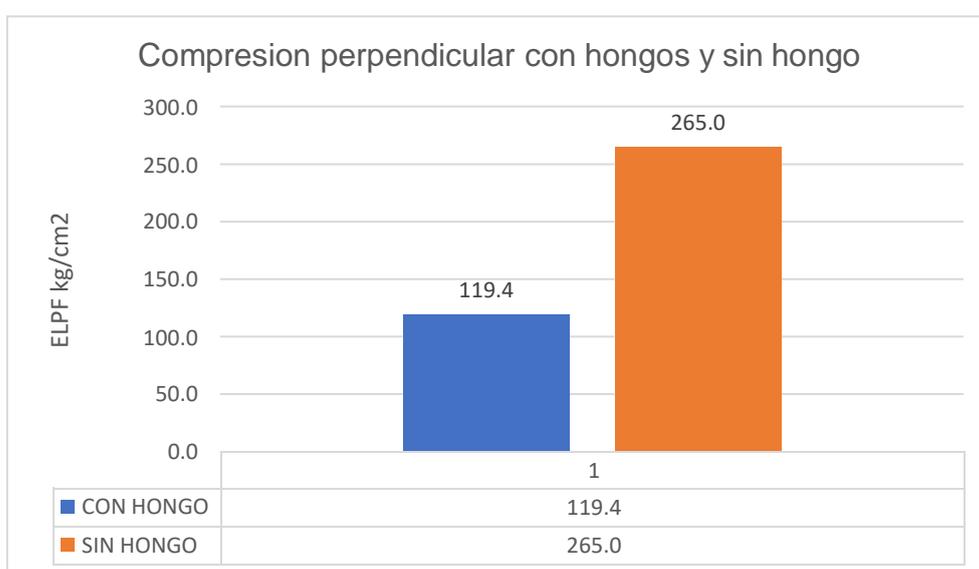
En la tabla 17 y la figura 33 se muestran los valores de esfuerzo unitario en el límite proporcional a la fibra (ELPF) de la madera Quinilla en kg/cm², tanto para las muestras con hongos como para las muestras sin hongos. Según la

normativa E.010 Madera, estos se clasifican en el grupo A, con promedios de 119.37 kg/cm² y 265.049 kg/cm², respectivamente.

Tabla 17: Promedio de ELPF de compresión perpendicular

Compresión perpendicular	Unidad	Con hongos	Clasificación	Sin hongos	Clasificación
Resistencia Max	kg/cm ²	119.463	Grupo A	265.0	Grupo A

Figura 34: Comparación de los resultados en compresión perpendicular



4.7. Determinación al ELPF de flexión estática

Siguiendo las pautas establecidas en la norma NTP 251.017-2014 para la flexión estática, se fabricaron las muestras correspondientes. Durante el ensayo de carga, se configuró la prensa para una velocidad de 1.25 mm/minuto, luego se introdujo la muestra con hongos y se inició el ensayo de esfuerzo unitario en el límite proporcional a la fibra (ELPF), obteniendo un promedio de 53.8 kg/cm², como se especifica en la tabla 18.

Tabla 18: Resultados de ELPF del ensayo de flexión estática

Número	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C _{max} (kg)	ELPF (kg/cm ²)
10 probetas	26.51	26.2	69.39	2320	538.2
promedio	2.651	2.62	6.939	232	53.8
desviación estándar				17.29	2.77
CV %				0.07454668	0.05138256

Para llevar a cabo la prueba de carga, se ajustó la prensa a una velocidad de 1.25 mm/minuto, y luego se colocó la muestra sin hongos. Se inició así el ensayo de esfuerzo unitario en el límite proporcional a la fibra (ELPF), obteniendo un promedio de 209.1 kg/cm², como se detalla posteriormente en la tabla 29.

Tabla 19: Resultado de ELPF del ensayo de flexión estática

Número	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C _{max} (kg)	ELPF (kg/cm ²)
10 probetas	26.51	26.2	69.39	14312.1	2091.3
promedio	2.651	2.62	6.939	1431.21	209.1
desviación estándar				133.97729	13.3699572
CV %				0.0936112	0.0639304

En la tabla 20 y la figura 35 se exhiben los valores de ELPF (esfuerzo unitario en el límite proporcional a la fibra) de la madera Quinilla en kg/cm², tanto para las muestras con hongos como para las muestras sin hongos. De acuerdo con la normativa E.010 Madera, se categorizan en el grupo A, con promedios de 53.8 kg/cm² y 209.1 kg/cm², respectivamente.

Tabla 20: Resultados de ELPF de la madera Quinilla con hongos y sin hongos

Flexión estática	Unidad	Clasificación	
		Con hongos	Sin hongos
ELPF	kg/cm ²	53.8	209.1
		media	alta

Figura 35: Comparación de los resultados en flexión



4.8. Determinación de la resistencia al corte

Siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 251.013-2015, se han fabricado muestras para su análisis. Durante la prueba de carga, se configuró la máquina para aplicar una tasa de deformación de 0.6 mm por minuto. Luego, se colocó la muestra con hongos y se inició el ensayo de resistencia máxima, obteniendo un promedio de 58.0 kg/cm², como se registra en la tabla 21.

Tabla 21: Resultados de Res. Max del ensayo de cizallamiento

Numero	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C Max Kg	Res.Max Kg/cm ²
10 probetas	49.48	49.31	243.61	14138.94	580.3
Promedio	4.948	4.931	24.361	1413.89	58.0
Desviación estándar				89.85	3.53
CV%				0.06354711	0.06088453

Para efectuar la prueba de carga, se configuró la prensa con una velocidad de 0.6 mm/minuto, y luego se introdujo la muestra sin hongos. Se inició así el ensayo de resistencia máxima, obteniendo un promedio de 132.5 kg/cm², tal como se detalla en la tabla 22.

Tabla 22: Resultados de Res. Max del ensayo de cizallamiento

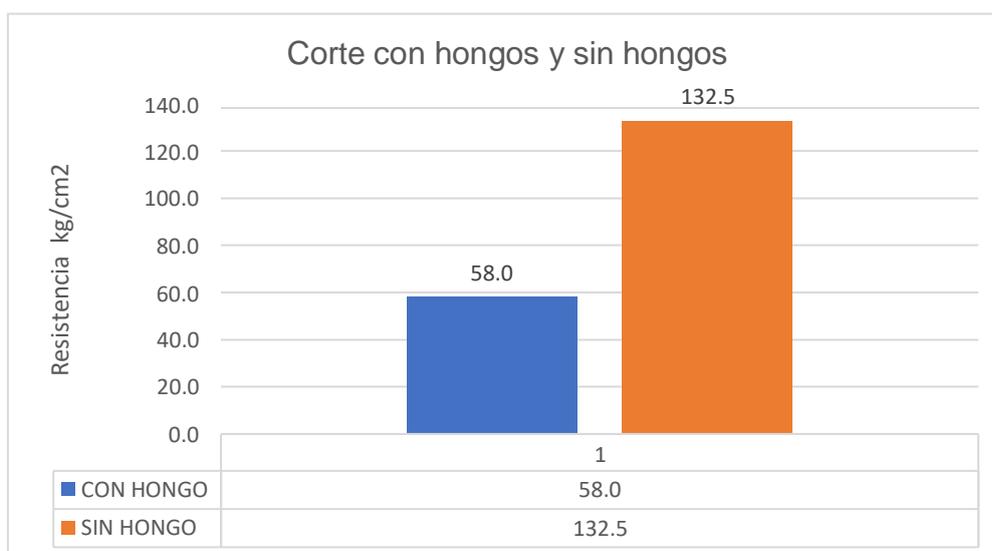
Número	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C Max Kg	Res.Max Kg/cm ²
10 probetas	49.48	49.31	243.61	32677.3	1325.4
Promedio	4.948	4.931	24.361	3267.73	132.5
Desviación standar				153.65872	6.4550466
CV%				0.04702308	0.04870043

En la tabla 23 y la figura 36 se muestran los valores de resistencia máxima de la madera Quinilla en kg/cm², tanto para las muestras con hongos como para las muestras sin hongos. De acuerdo con la normativa E.010 Madera, se clasifican como baja con un promedio de 58.04 kg/cm² y alta con un promedio de 132.5 kg/cm², respectivamente.

Tabla 23: Resultados de los valores de Res. Max en corte o cizallamiento

Corte o cizallamiento	Unidad	Con hongos	Clasificación	Sin hongos	Clasificación
Resistencia Max	kg/cm ²	58.0	Baja	132.5	Muy alta

Figura 36: Comparación de los resultados en corte



4.9. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular

Para llevar a cabo la prueba de tracción perpendicular, se siguieron las directrices establecidas en la norma ASTM D-412, lo que implicó la elaboración de las correspondientes probetas. Durante el ensayo de carga, se ajustó la prensa a una velocidad de 2.5 mm/minuto, y luego se colocó la muestra con hongos. Así, se inició el ensayo de resistencia máxima, obteniendo un promedio de 241.6 kg/cm², tal como se especifica en la tabla 24.

Tabla 24: Resultados de Res. Max del ensayo de tracción perpendicular

Número	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C MAX (kg)	Res.Max(kg/cm ²)
10 probetas	51	24.3	123.74	29843.5	2416
Promedio	5.1	2.43	12.374	2984.3	241.6
Desviación estándar				89.4464613	14.8338951
CV%				0.02997184	0.06139857

Para llevar a cabo el ensayo, se configuró la prensa con una velocidad de 2.5 mm/minuto, y luego se introdujo la muestra sin hongos. Se procedió así al ensayo de resistencia máxima (Res.Max), obteniendo un promedio de 580.9 kg/cm², como se describe en detalle en la tabla 25.

Tabla 25: Resultados del ensayo de tracción perpendicular de madera Quinilla sin hongos

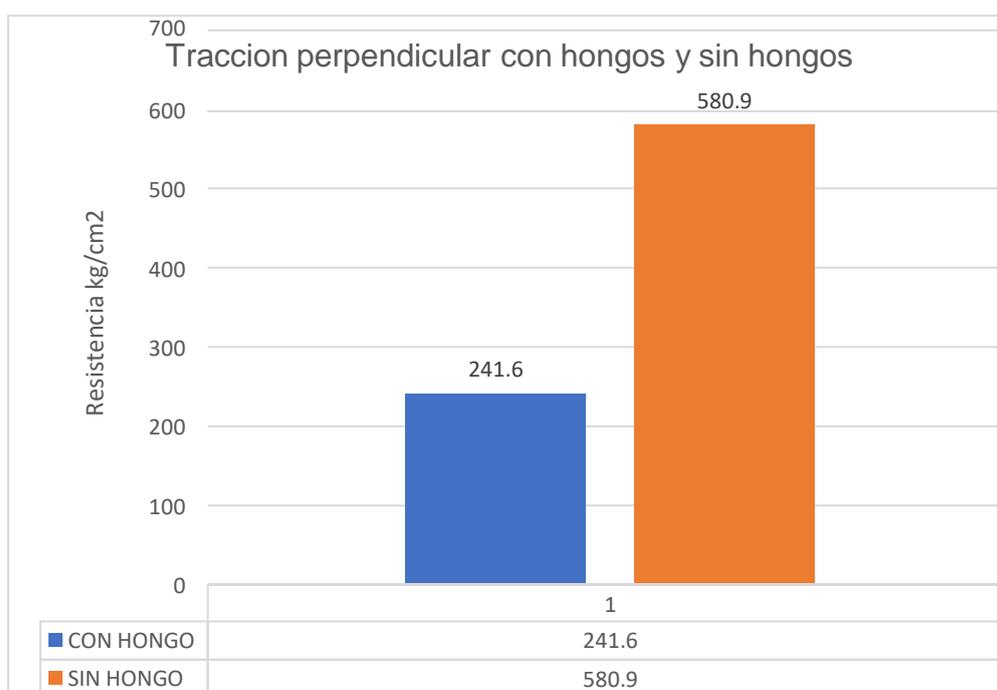
Número	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	C MAX (kg)	Res. Max(kg/cm ²)
10 probetas	51	24.3	123.74	77149.1	5809
Promedio	5.1	2.43	12.374	7714.9	580.9
Desviación estándar				7.11460938	78.363044
CV%				0.00092219	0.13489937

En la tabla 26 y la figura 37 se muestran los valores de resistencia máxima (Res. Max) de la madera Quinilla en kg/cm², tanto para las muestras con hongos como para las muestras sin hongos. Según la normativa E.010 Madera, se indica que con un promedio de 241.6 kg/cm² se clasifica como muy alta y con un promedio de 580.9 kg/cm² se clasifica también como muy alta, respectivamente.

Tabla 26: Valores en promedio de Resistencia máxima de la madera Quinilla con hongos y sin hongos

Tracción perpendicular	Unidad	Con hongos	Clasificación	Sin hongos	Clasificación
Res. Max	kg/cm ²	241.6	Muy alta	580.9	Muy alta

Figura 37: Comparación de los resultados en tracción perpendicular



4.10. Determinación a la resistencia de la tracción paralela

Para llevar a cabo la prueba de tracción paralela, se siguieron las pautas establecidas en la norma ASTM D-412, lo cual implicó la elaboración de las probetas correspondientes. Durante el ensayo de carga, se ajustó la velocidad de la prensa a 2.5 mm/minuto, y luego se introdujo la muestra con hongos. De esta manera, se procedió al ensayo de resistencia máxima, obteniendo un promedio de 191.32 kg/cm², como se detalla en la tabla 27.

Tabla 27: Resultados de Res. Max del ensayo de tracción paralela

Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Espesor(cm)	Área (cm ²)	Carga(kg)	Res.max (kg/cm ²)
10 probetas						
Total	65	4.8	9.8	4.704	384	816.32
Promedio	6.5	0.48	0.98	0.4704	38.4	191.326531
Desviación stándar					1.0749677	128.726631
CV%					0.02799395	0.02799395

Para llevar a cabo la prueba, se procedió a colocar la muestra sin hongos en la prensa, y se inició así el ensayo de resistencia máxima. Como resultado, se obtuvo un promedio de 204.08 kg/cm², como se detalla en la tabla 28.

Tabla 28: Resultados de Res. Max del ensayo de tracción paralela

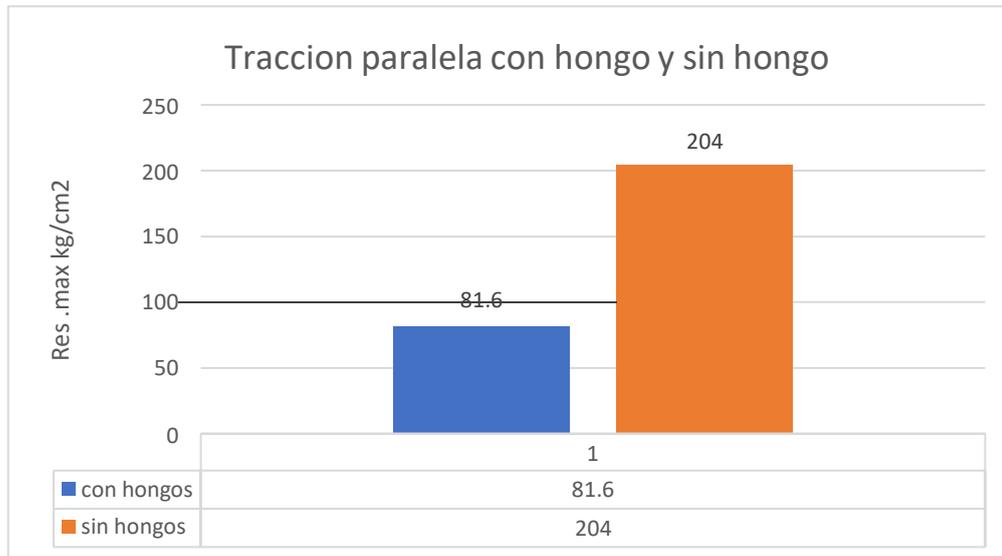
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Espesor(cm)	Área (cm ²)	Carga(kg)	Res.max (kg/cm ²)
10 probetas						
Total	65	4.5	9.8	4.410	900	2040.81633
Promedio	6.5	0.45	0.98	0.441	90	204.081633
Desviación stándar					2.7080128	137.308406
CV%					0.03008903	0.03008903

En la tabla 29 y la figura 38 se presentan los valores de resistencia máxima (Res.Max) de la madera Quinilla en kg/cm², tanto para las muestras con hongos como para las muestras sin hongos. Conforme a la normativa E.010 Madera, estos valores se clasifican en el grupo A, con un promedio de 81.6 kg/cm² y 204. kg/cm², respectivamente.

Tabla 29: Resultados de Res. Max de tracción paralela

Tracción paralela	Unidad	Con hongos		Sin hongos	
		Clasificación	Clasificación	Clasificación	Clasificación
Res. Max	kg/cm ²	81.6	Grupo A	204	Grupo A

Figura 38: Comparación de los resultados en tracción paralela



4.11. Contrastación de hipótesis

En este trabajo de investigación, se aplicaron análisis estadístico a los muestreados para que puedan ser confiables y demostraremos si la hipótesis es invalida o valida.

Hipótesis 1

Las propiedades mecánicas varían con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada Ucayali 2023.

Plantear hipótesis

Ho: la degradación de la madera por efectos de hongos genera la disminución de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Ha: la degradación de la madera por efectos de hongos **no** genera la disminución de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 30: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo A con hongos y testigos sin hongos.

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
0.190008333	1	0.190008333	0.005486878	0.942413	4.964602744
346.2958833	10	34.62958833			
346.4858917	11				

Considerando los hallazgos que respaldan la hipótesis nula, un p-valor superior a 0.05 sugiere que no podemos concluir la presencia de una diferencia o relación significativa entre las variables. Por lo tanto, se requieren más investigaciones o análisis adicionales, posiblemente extendidos en el tiempo, para confirmar estos resultados.

Tabla 31: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo B con hongos y testigos sin hongos.

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
5.427075	1	5.427075	1.723846854	0.218528772	4.964602744
31.48235	10	3.148235			
36.909425	11				

Considerando los hallazgos que respaldan la hipótesis nula, un p-valor superior a 0.05 sugiere que no podemos concluir la presencia de una diferencia o relación significativa entre las variables. Por lo tanto, se requieren más investigaciones o análisis adicionales, posiblemente extendidos en el tiempo, para confirmar estos resultados.

Tabla 32: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo C con hongos y testigos sin hongos.

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
15.23253333	1	15.23253333	2.556418991	0.140931	4.964602744
59.58543333	10	5.958543333			
74.81796667	11				

Considerando los hallazgos que respaldan la hipótesis nula, un p-valor superior a 0.05 sugiere que no podemos concluir la presencia de una diferencia o relación significativa entre las variables. Por lo tanto, se requieren más investigaciones o análisis adicionales, posiblemente extendidos en el tiempo, para confirmar estos resultados.

Tabla 33: Resultados de variables de la pérdida de peso del Grupo D con hongos y testigos sin hongos.

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
5.427075	1	5.427075	1.723846854	0.218529	4.964602744
31.48235	10	3.148235			
36.909425	11				

Considerando los hallazgos que respaldan la hipótesis nula, un p-valor superior a 0.05 sugiere que no podemos concluir la presencia de una diferencia o relación significativa entre las variables. Por lo tanto, se requieren más investigaciones o análisis adicionales, posiblemente extendidos en el tiempo, para confirmar estos resultados.

Hipótesis 2

La resistencia a la compresión varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023

H₀: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de la compresión **no** genera la disminución de la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

H_a: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de la compresión **si** genera la disminución de la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 34: Resultados de variables de resistencia máxima en compresión paralela

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
551299.2946	1	551299.2946	195.4189	4.16664E-11	4.413873419
50780.0926	18	2821.116256			
602079.3872	19				

Como se demuestra en los datos y resultados obtenidos por medio del contraste de hipótesis, en consecuencia, según los resultados del ensayo de compresión paralela y el análisis estadístico efectuado, podemos afirmar que la degradación de la madera por la acción de hongos conlleva una reducción significativa en la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Esta conclusión se sustenta en la sólida evidencia proporcionada por el p-valor obtenido en el análisis.

Tabla 35: Resultados de variables de resistencia máxima en compresión perpendicular

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
108844.6842	1	108844.6842	1979.094513	7.31E-20	4.413873419
989.94985	18	54.99721389			
109834.6341	19				

Como se demuestra en los datos y resultados obtenidos por medio del contraste de hipótesis, en consecuencia, según los resultados del ensayo de compresión perpendicular y el análisis estadístico efectuado, podemos afirmar que la degradación de la madera por la acción de hongos conlleva una reducción significativa en el esfuerzo unitario al límite proporcional a la fibra de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Esta conclusión se sustenta en la sólida evidencia proporcionada por el p-valor obtenido en el análisis.

Hipótesis 3

La resistencia a la tracción varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023

Ho: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de la tracción **no** genera la disminución de la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Ha: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de la compresión **si** genera la disminución de la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 36: Resultados de variables de resistencia máxima en tracción paralela

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
813.4631501	1	813.4631501	0.045927046	0.832717	4.413873419
318817.2944	18	17712.07191			
319630.7576	19				

Dado que el valor p es 0.83, lo cual es mayor que el nivel de significancia usualmente establecido de 0.05, no podemos rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de tracción paralela genera una disminución significativa en la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 37: Resultados de variables de resistencia máxima en tracción perpendicular

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
575622.45	1	575622.45	180.9902668	7.85E-11	4.413873419
57247.3	18	3180.405556			
632869.75	19				

Como se demuestra en los datos y resultados obtenidos por medio del contraste de hipótesis, en consecuencia, según los resultados del ensayo de tracción perpendicular y el análisis estadístico efectuado, podemos afirmar que la degradación de la madera por la acción de hongos conlleva una reducción significativa en la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Esta conclusión se sustenta en la sólida evidencia proporcionada por el p-valor obtenido en el análisis.

Hipótesis 4

La resistencia a la flexión varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023.

Ho: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de flexión **no** genera la disminución del esfuerzo al límite proporcional a la fibra de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Ha: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de flexión **si** genera la disminución del esfuerzo al límite proporcional a la fibra de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 38: Resultados de variables de esfuerzo al límite proporcional de flexión

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
27758.7005	1	27758.7005	1025.1913	2.53E-17	4.413873419
487.37888	18	27.07660444	44		
28246.07938	19				

Como se demuestra en los datos y resultados obtenidos por medio del contraste de hipótesis, en consecuencia, según los resultados del ensayo de flexión y el análisis estadístico efectuado, podemos afirmar que la degradación de la madera por la acción de hongos conlleva una reducción significativa en el esfuerzo unitario al límite proporcional a la fibra de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Esta conclusión se sustenta en la sólida evidencia proporcionada por el p-valor obtenido en el análisis.

Hipótesis 5

La resistencia a la corte varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023.

H₀: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de corte **no** genera la disminución de la resistencia máxima esfuerzo de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

H_a: la degradación de la madera por efectos de hongos al realizar el ensayo de corte **si** genera la disminución de la resistencia máxima esfuerzo de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

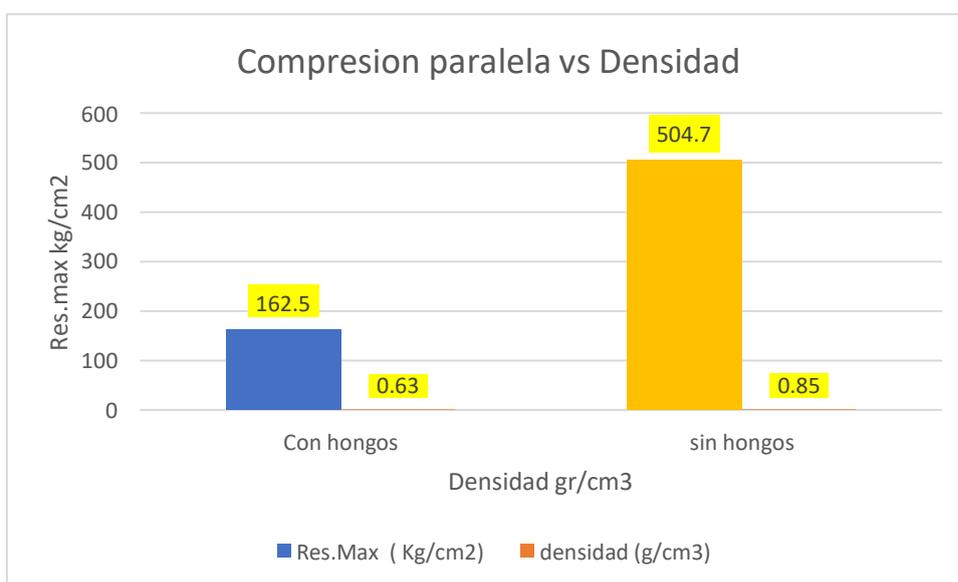
Tabla 39: Resultados de variables de resistencia máxima al corte.

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
27758.7005	1	27758.7005	1025.191344	2.53E-17	4.413873419
487.37888	18	27.07660444			
28246.07938	19				

Como se demuestra en los datos y resultados obtenidos por medio del contraste de hipótesis, en consecuencia, según los resultados del ensayo al corte y el análisis estadístico efectuado, podemos afirmar que la degradación de la madera por la acción de hongos con lleva una reducción significativa en la resistencia máxima de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Esta conclusión se sustenta en la sólida evidencia proporcionada por el p-valor obtenido en el análisis.

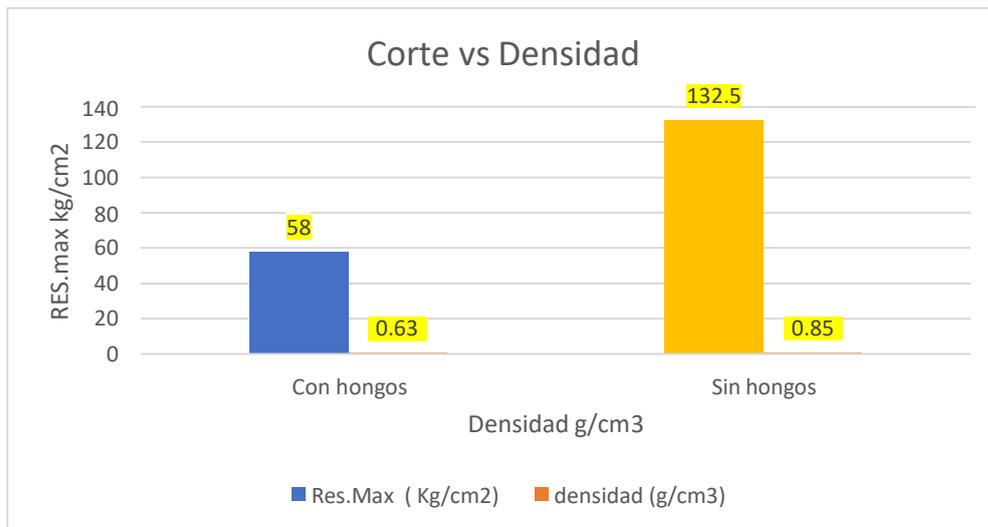
ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS VS LA DENSIDAD

Figura 39: Compresión paralela vs la densidad



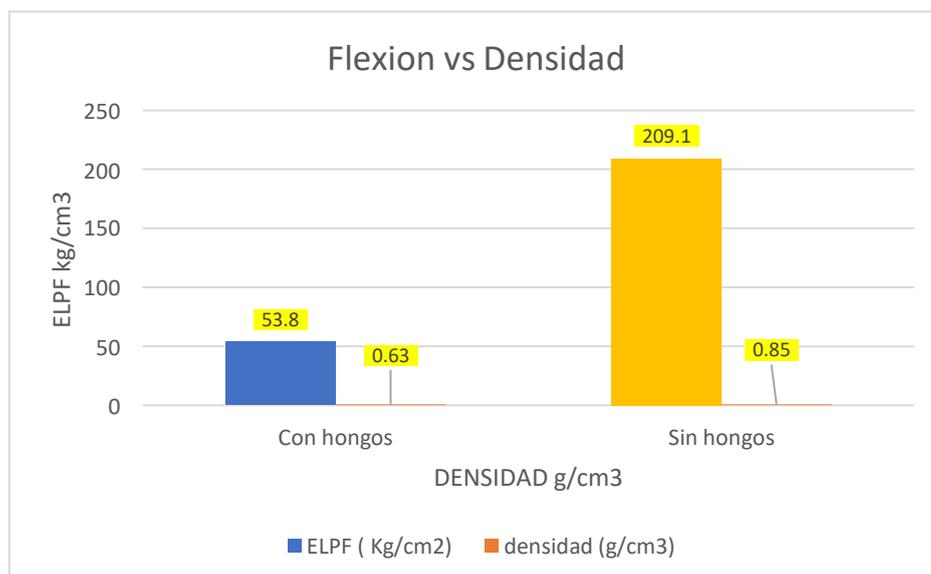
En la figura 39 se puede observar los valores de resistencia máxima a la compresión paralela de la madera de la quinilla con presencia de hongo y sin hongo, en donde en promedio se tiene 162.5 kg/cm² con una densidad de 0.63 g/cm³ para la madera afectada por el hongo a comparación de la madera sin hongo tiene en promedio una resistencia máxima a la compresión paralela de 504.7 kg/cm² con una densidad de 0.85 g/cm³, claramente se puede ver la diferencia de valores entre ambos resultados de la resistencia a la compresión paralela y esto debido a que con el tiempo de instalación de estos pilotes se vio afectado por los agentes biológicos, físicos y las influencias de las condiciones ambientales donde se instaló estos pilotes.

Figura 40: Corte paralelo vs la densidad



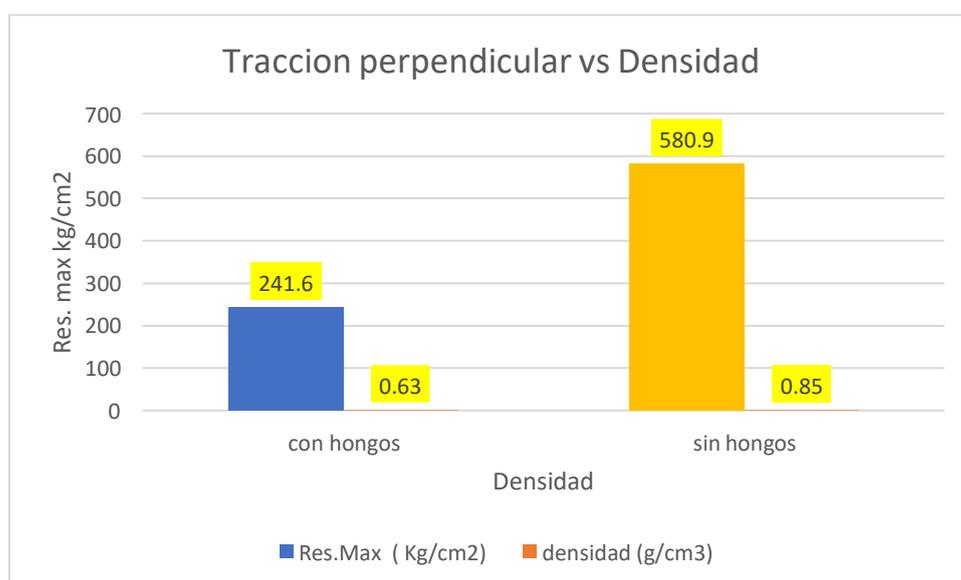
En la figura 40 se puede observar los valores de resistencia máxima al corte paralelo de la madera de la quinilla con presencia de hongo y sin hongo, en donde en promedio se tiene 58.0 kg/cm² con una densidad de 0.63 g/cm³ para la madera afectada por el hongo a comparación de la madera sin hongo tiene en promedio una resistencia máxima a la compresión paralela de 132.5 kg/cm² con una densidad de 0.85 g/cm³, claramente se puede ver la diferencia de valores entre ambos resultados de la resistencia al corte y esto debido a que con el tiempo de instalación de estos pilotes se vio afectado por los agentes biológicos, físicos y las influencias de las condiciones ambientales donde se instaló estos pilotes en su densidad como en su resistencia al cizallamiento.

Figura 41: ELPF a la flexión estática vs la densidad



En la figura 41 se puede observar los valores de ELPF en flexión estática de la madera de la quinilla con presencia de hongo y sin hongo, en donde en promedio se tiene 53.8 kg/cm² con una densidad de 0.63 g/cm³ para la madera afectada por el hongo a comparación de la madera sin hongo tiene en promedio ELPF a la flexión estática de 209.1 kg/cm² con una densidad de 0.85 g/cm³, claramente se puede ver la diferencia de valores entre ambos resultados ELPF y esto debido a que con el tiempo de instalación de estos pilotes se vio afectado por las cargas vivas a que fue sometido los pilotes y además a los agentes biológicos, físicos y las influencias de las condiciones ambientales donde se instaló estos pilotes en su densidad como al ELPF.

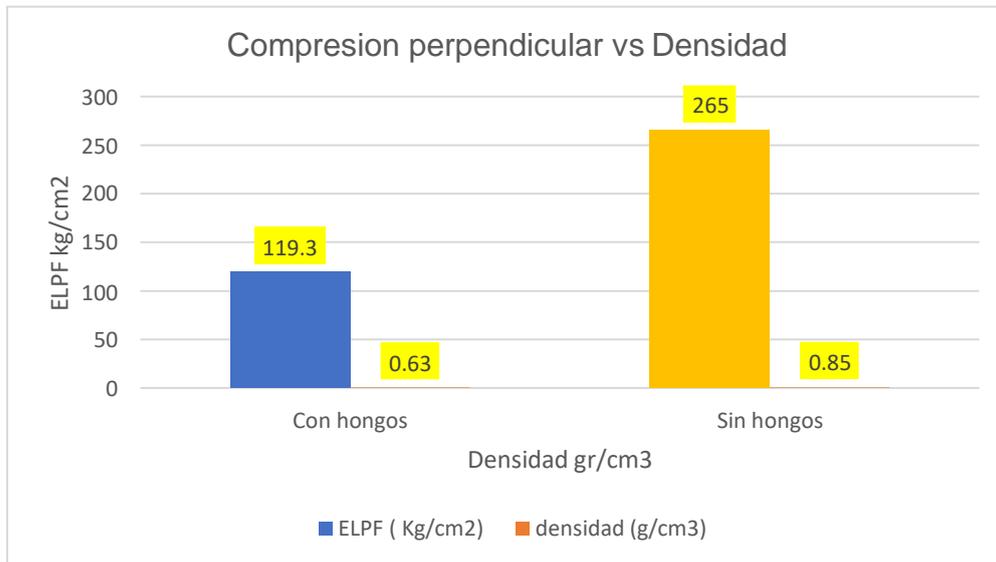
Figura 42: Resistencia máxima tracción perpendicular vs la densidad



En la figura 42 se puede observar los valores de Resistencia máxima a la tracción perpendicular de la madera de la quinilla con presencia de hongo y sin hongo, en donde en promedio se tiene 241.6 kg/cm² con una densidad de 0.63 g/cm³ para la madera afectada por el hongo a comparación de la madera sin hongo tiene en promedio una resistencia máxima a la tracción perpendicular de 580.9 kg/cm² con una densidad de 0.85 g/cm³, claramente se puede ver la diferencia de valores entre ambos resultados de la Resistencia máxima a la tracción perpendicular y esto debido a que con el tiempo de instalación de estos pilotes se vio afectado por las cargas vivas y sometido a cargas directas afectando la parte de la uniones metálicas, y además de agentes biológicos, físicos y las influencias de las condiciones ambientales donde se instaló estos pilotes en su densidad como

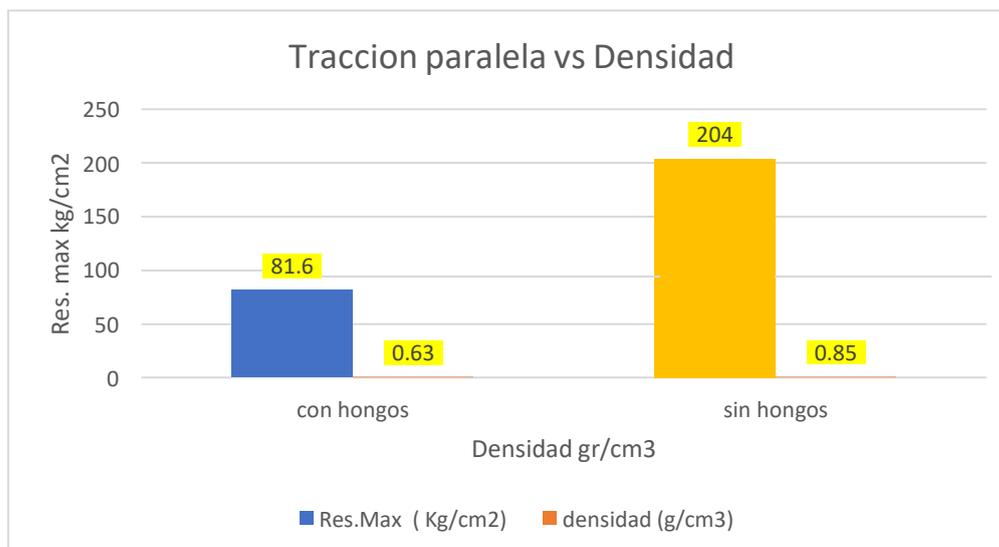
en su resistencia a la tracción perpendicular.

Figura 43: ELPF a la compresión perpendicular vs la densidad



En la figura 43 se puede observar los valores de Resistencia máxima a la compresión perpendicular de la madera de la quinilla con presencia de hongo y sin hongo, en donde en promedio se tiene 119.3 kg/cm² con una densidad de 0.63 g/cm³ para la madera afectada por el hongo a comparación de la madera sin hongo tiene en promedio una resistencia máxima a la compresión perpendicular de 265.0 kg/cm² con una densidad de 0.85 g/cm³, claramente se puede ver la diferencia de valores entre ambos resultados de la Resistencia máxima a la compresión perpendicular y esto debido a que con el tiempo de instalación de estos pilotes se vio afectado por las cargas vivas y sometido a cargas directas afectando al nivel de inclinación de los pilotes que sostenían la parte del piso superior de la vivienda, y además de agentes biológicos, físicos y las influencias de las condiciones ambientales donde se instaló estos pilotes en su densidad como a su ELPF.

Figura 44: Resistencia máxima a la tracción paralela vs la densidad



En la figura 44 se puede observar los valores de Resistencia máxima a la tracción paralela de la madera de la quinilla con presencia de hongo y sin hongo, en donde en promedio se tiene 81.6kg/cm² con una densidad de 0.63 g/cm³ para la madera afectada por el hongo a comparación de la madera sin hongo tiene en promedio una resistencia máxima a la tracción perpendicular de 204 kg/cm² con una densidad de 0.85 g/cm³, claramente se puede ver la diferencia de valores entre ambos resultados de la Resistencia máxima a la tracción paralela y esto debido a que con el tiempo de instalación de estos pilotes se vio afectado por las cargas vivas y sometido a cargas directas afectando la parte de la uniones metálicas, y además de agentes biológicos, físicos y las influencias de las condiciones ambientales donde se instaló estos pilotes en su densidad como en su resistencia a la tracción paralela.

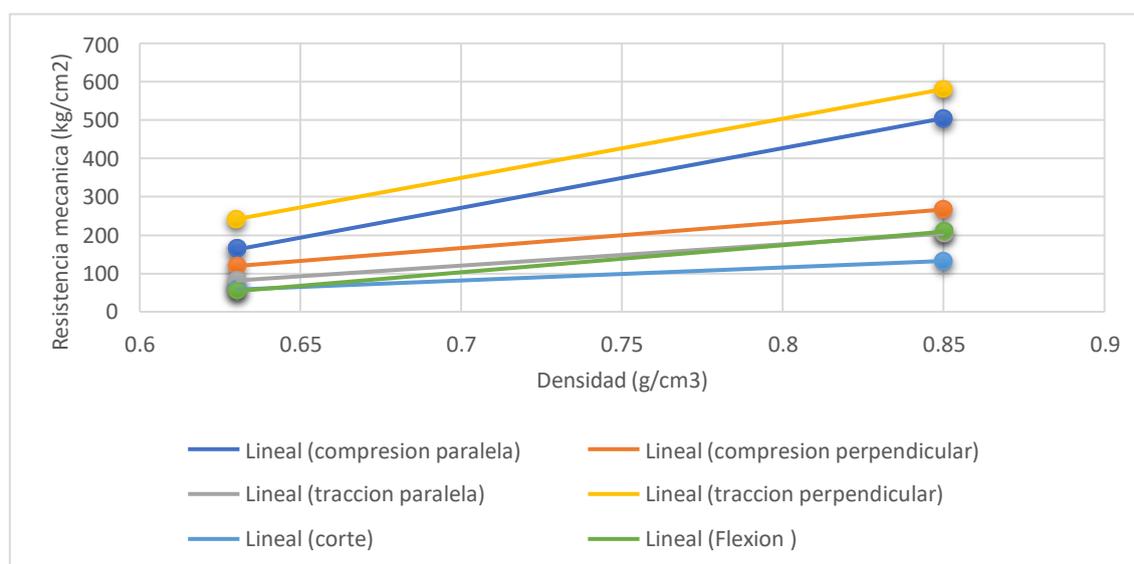
RESISTENCIA MECÁNICA VS DENSIDAD

Análisis de los valores promedios de resistencia máxima vs la densidad de la madera con hongos y sin hongos de la especie quinilla.

Tabla 40: Valores en promedio de la resistencia mecánica y de la densidad de la madera de quinilla.

Tratamiento	Densidad (g/cm ³)	Promedios de Resistencia (Kg/cm ²)	Tipo de Ensayo
Sin hongo	0.85	504.7	Compresión paralela
Con hongo	0.63	162.5	
Sin hongo	0.85	265.0	Compresión perpendicular
Con hongo	0.63	119.3	
Sin hongo	0.85	204.0	Tracción paralela
Con hongo	0.63	81.6	
Sin hongo	0.85	580.9	Tracción perpendicular
Con hongo	0.63	241.6	
Sin hongo	0.85	132.5	Corte
Con hongo	0.63	58.0	
Sin hongo	0.85	209.1	Flexión
Con hongo	0.63	53.8	

Figura 45: Resistencia mecánica vs la densidad de la madera de quinilla



En la tabla 40 figura 45, se puede apreciar los valores en promedio de la resistencia mecánica de la madera afectada con dos tratamientos una con hongos y otra sin hongos, además de las densidades básicas que corresponde a cada una, por lo cual se tiene madera afectada con hongos tiene una densidad de 0.63 g/cm³ y la sin hongos tiene una densidad de 0.85 g/cm³, además se hizo 06 ensayos de las propiedades mecánicas como son Compresión Paralela, Compresión Perpendicular, Tracción Paralela, Tracción Perpendicular, Corte, Flexión estática, de esta manera se puede ver cómo se comportan estos valores según la densidad correspondiente, así como se puede observar en la figura 1, la tracción perpendicular es la que mayor valor de 580.9 kg/cm², con una densidad de 0.85

g/cm³ esto sin hongo, y la con hongo tiene valores de 241.6 kg/cm² y 0.63 g/cm³, claramente se ve la diferencia de sus valores afectando a las uniones de estructuras y esto debido a los factores naturales, de estructura y físicos a que fueron sometidos los pilotes de madera destinada para viviendas. Seguida por la compresión paralela con valores de 504.7 kg/cm³ y 0.85 g/cm³, 162.5 g/cm² y 0.63 gr/cm³ claramente se ve la diferencia de sus valores tanto en la resistencia como en la densidad, afectando el nivel original de la altura de la vivienda y esto debido a los factores naturales, de estructura y físicos a que fueron sometidos los pilotes de madera. En el caso de la compresión perpendicular con los valores de 265.0 kg/cm² y 0.85 gr/cm³, 119.3 kr/cm² y 0.63 gr/cm³, también es el mismo comportamiento en madera con hongos y sin hongos así a menor densidad el valor de resistencia también disminuye y viceversa, afectando indirectamente también al nivel original de altura de la vivienda y esto debido a los factores naturales, de estructura y físicos a que fueron sometidos los pilotes a este tipo de esfuerzo. En el caso de flexión estática con los valores de 209.1 kg/cm² y 0.85 gr/cm³, 53.8 kg/cm² y 0.63 gr/cm³, también se ve afectada en su resistencia y a su densidad debido a la presencia del hongo y eso se puede ver en la tabla 1, y esto debido también a las constantes cargas vivas y muertas que fueron sometidos los pilotes, además por supuesto a los factores naturales, de estructura y físicos a que fueron sometidos los pilotes de madera destinada para viviendas rurales. En el caso de tracción paralela con los valores de 204.0 kg/cm² y 0.85 gr/cm³, 81.6 kg/cm² y 0.63 gr/cm³, también se vio afecta por los hongos tanto en su resistencia y por ende la densidad de manera significativa, afectando directamente a las uniones metálicas con las otras estructuras, y esto también debido a los factores naturales, de estructura y físicos a que fueron sometidos los pilotes de madera, por ultimo tenemos la resistencia al corte con los valores de 132.5 kg/cm² y 0.85 gr/cm³, 58.0 kg/cm² y 0.63 gr/cm³, donde se vio afectada por el hongo en mayor proporción en sus valores de resistencia y densidad, por lo que se puede deducir que afecto a las uniones de entramados con las demás estructuras de la vivienda y esto debido a los factores naturales, de estructura y físicos a que fueron sometidos los pilotes de madera. Todos estos valores que se muestran en la tabla para la quinilla con hongos se clasifican según la JUNAC en el grupo B y según la norma E010 Se clasifica en el grupo C. en referencia a la madera de quinilla sin ningún tipo de defectos está clasificada en el grupo A de la JUNAC y A de la E010.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1

Según los resultados presentados en las tablas 7 y 8, las muestras A y B de madera de la especie Quinilla, que fueron expuestas al hongo *Pycnoporus sanguineus* (L.: Fr) Murrill durante 30 días, se consideran resistentes al ataque del hongo. Además, las muestras B y C se consideran altamente resistentes, ya que no fueron expuestas al hongo, solo a agua, mientras que las muestras T también se consideran altamente resistentes al ser de madera quinilla nueva y sometida solo a agua. Esto se evidencia por la pérdida de peso registrada, que varía entre el 0% y el 10% en las muestras altamente resistentes, y entre el 11% y el 24% en las muestras resistentes, en comparación con su peso original. Estos resultados coinciden con la clasificación propuesta por (13), en la tabla 4, donde se establece que las especies de madera que experimentan una pérdida de peso en el rango de 0% a 10% debido a la acción de un hongo xilófago son consideradas altamente resistentes. Esta evaluación se llevó a cabo en un lapso de tres meses en el laboratorio.

Los resultados de este estudio indicaron que la madera de la especie Quinilla es considerada resistente frente al ataque del hongo *Pycnoporus sanguineus*, ya que mostró una pérdida de peso que varía entre el 11% y el 24% de su peso original. Sin embargo, al comparar estos resultados con los obtenidos por Chuquizuta, se nota que ambos no caen dentro de los mismos rangos establecidos por la norma ASTM D-2017-71, que abarca desde el 0% al 10% y del 11% al 24%.

Para calcular las densidades promedio de la madera Quinilla, se obtuvieron los siguientes resultados iniciales: un volumen promedio de 63.94 cm³, un contenido de humedad del 11.44%, una densidad seca al aire de 0.63 g/cm³ y una densidad básica de 0.85 g/cm³. En contraste, Salinas (2021), en su investigación sobre especies de madera ecuatoriana, reportó los siguientes resultados promedio de densidad para diferentes especies: Yumbingue 1.003 gr/cm³, Eucalipto 0.822 gr/cm³, Abío 0.751 gr/cm³, Intachi 0.750 gr/cm³, Colorado 0.653 gr/cm³, Moral Fino 0.650 gr/cm³, siendo estas densidades mayores. En tanto, las especies Seique, Ciprés y Pino presentaron densidades menores, con valores de 0.589 gr/cm³, 0.500 gr/cm³ y 0.455 gr/cm³, respectivamente.

Al comparar los resultados de nuestra investigación, especialmente el valor de la densidad seca al aire de 0.63 g/cm^3 , con los de Salinas, se observa que es un 5% menor en promedio que las densidades de las especies Yumbingue, Eucalipto, Abío, Intachi, Colorado y Moral Fino, y significativamente mayor en un 22% en comparación con las densidades de las especies Seique, Ciprés y Pino.

Discusión 2

De las muestras de madera de la especie Quinilla, se presentan los siguientes valores, tanto afectados por hongo y sin hongo: en compresión paralela, 162.5 kg/cm^2 y 504.7 kg/cm^2 respectivamente; en compresión perpendicular, 119.3 kg/cm^2 y 265.0 kg/cm^2 .

Por otro lado, (11), en su investigación sobre especies de madera de la selva, determinó valores distintos, como la resistencia a la compresión paralela que varió entre 679.30 kg/cm^2 shihuahuaco y 589.90 kg/cm^2 quinilla.

Comparando los resultados de nuestra investigación de la resistencia máxima en compresión paralela 504.712 kg/cm^2 , con los de (11), resulta mayor en promedio (13%) con la especie shihuahuaco y mucho menor en promedio (11%) con la especie Quinilla.

Discusión 3

De las muestras de madera de la especie Quinilla, se presentan los siguientes valores, tanto afectados por hongo como sin hongo: en tracción perpendicular, 241.6 kg/cm^2 y 580.9 kg/cm^2 y tracción paralela 191.3 kg/cm^2 y 204.0 kg/cm^2 .

Asimismo, (37), en su investigación sobre las especies de la madera ecuatoriana, cuyos resultados son los siguientes: Pino platuquero tiene una resistencia a la tracción 204.96 kg/cm^2 y el Pino Caribe mostró una resistencia en tracción, 100.50 kg/cm^2 .

Comparando los resultados de tracción paralela 204.08 kg/cm^2 con los de **Chicaiza**, resulta mucho menor en promedio (0.43%) con la especie Pino platuquero y mucho mayor en promedio (103.07%) con la especie Pino caribe.

Discusión 4

De las muestras de madera de la especie Quinilla, se presentan los siguientes valores, tanto afectados por hongo como sin hongo: en flexión estática, 53.8kg/cm² y 209.1 kg/cm².

Asimismo, (10) en su investigación sobre la madera de la especie ishpinguillo del grupo C, empleada en aplicaciones estructurales, se establece una comparación con dicho autor dado que no existen otras fuentes relevantes. La elección de esta madera se basó en su similitud con la madera quinilla. Según los resultados obtenidos, de la ELPF de flexión 108.90kg/cm².

Comparando los resultados en flexión 209.133kg/cm² con el autor (10), resulta mucho mayor en promedio (19%) con la especie ishpinguillo.

Discusión 5

De las muestras de madera de la especie quinilla, se presentan los siguientes valores, tanto afectados por hongo como sin hongo: en corte, 58.0 kg/cm² y 132.5 kg/cm².

Al analizar la investigación realizada por (10) sobre la madera de la especie ishpinguillo del grupo C, empleada en aplicaciones estructurales, se establece una comparación con dicho autor dado que no existen otras fuentes relevantes. La elección de esta madera se basó en su similitud con la madera quinilla. Según los resultados obtenidos, la resistencia en corte es de 17.641 kg/cm².

Comparando los resultados en corte o cizallamiento 132.546kg/cm² con el autor Tello, resulta mayor en promedio (751%) con la especie Ishpinguillo.

Limitaciones

Según los resultados obtenidos y la discusión de resultados realizada encontramos limitaciones sobre las propiedades biofísicas y mecánicas de la madera quinilla utilizada como pilotes en zonas inundables, las cuales expresaremos:

- La madera quinilla puede exhibir variabilidad natural en sus propiedades biofísicas y mecánicas debido a factores como la especie, el lugar de crecimiento, la edad del árbol y las condiciones ambientales locales. Esta

variabilidad puede dificultar la generalización de los resultados del estudio.

- La madera quinilla puede presentar heterogeneidades en su estructura y composición, lo que puede influir en sus propiedades mecánicas y biofísicas. Esto puede requerir una evaluación detallada de las muestras para comprender completamente su comportamiento en diferentes condiciones.
- En zonas inundables, las condiciones ambientales pueden variar significativamente a lo largo del tiempo, lo que puede afectar la durabilidad y estabilidad de los pilotes de madera quinilla. Estas variaciones pueden incluir cambios en la humedad, la temperatura, la presión del agua y la exposición a organismos biodegradadores.
- La madera quinilla está sujeta a la degradación por agentes bióticos como hongos, insectos y bacterias, así como por agentes abióticos como la radiación ultravioleta y la acción del agua. Estos procesos pueden afectar sus propiedades mecánicas y biofísicas, lo que puede comprometer la integridad de los pilotes utilizados en zonas inundables.
- La evaluación de las propiedades de la madera quinilla a menudo requiere técnicas destructivas o invasivas, lo que puede limitar la capacidad de realizar un monitoreo continuo y detallado de los pilotes en servicio. Esto puede dificultar la detección temprana de problemas de deterioro y la implementación de medidas de mantenimiento adecuadas.
- La falta de normativas y estándares específicos para la utilización de la madera quinilla como pilotes en zonas inundables puede dificultar la evaluación de su desempeño y la implementación de prácticas de diseño y construcción adecuadas.

Concluyendo que, aunque la madera quinilla puede ser una opción atractiva para pilotes en zonas inundables debido a sus propiedades naturales, su uso está sujeto a diversas limitaciones que deben ser consideradas en la planificación, diseño y mantenimiento de estructuras construidas con este material.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1

En este estudio se confirmó cómo las propiedades mecánicas de la madera quinilla, utilizada como pilotes en áreas propensas a inundaciones, varían significativamente debido al ataque de hongos, específicamente *Pycnoporus sanguineus*, y cómo esto se relaciona con sus propiedades biofísicas. Estos cambios se evidenciaron mediante la pérdida de peso y la disminución de la durabilidad natural, conforme a los estándares establecidos por la norma ASTM D-2017. Además, se observó una correlación entre estas modificaciones y la densidad de la madera, lo que la clasifica dentro del grupo estructural A según la normativa NTP, que clasifica las maderas en función de su densidad.

Conclusión 2

En este estudio se confirmó de manera positiva la relación entre la resistencia a la compresión y la durabilidad natural de la madera quinilla utilizada como pilotes en áreas propensas a inundaciones. Se examinó la resistencia máxima a la compresión paralela de los pilotes de madera quinilla, tanto en ejemplares libres de hongos como en aquellos afectados por hongos. Los resultados obtenidos fueron de 504.7 kg/cm² y 162.5 kg/cm² respectivamente, lo que resulta en una clasificación dentro del grupo A. Además, se observó una variación en los valores de la compresión perpendicular (ELPF) para ambos casos, sin hongos y con hongos, registrándose cifras de 265.0 kg/cm² y 119.3 kg/cm² respectivamente, lo que también implica una clasificación en el grupo A. Estos resultados indican que la madera quinilla cumple con los estándares requeridos por la normativa aplicable.

Conclusión 3

En este estudio se confirmó de manera positiva la relación entre la resistencia a la tracción y la durabilidad natural de la madera quinilla utilizada como pilotes en áreas propensas a inundaciones. Se evaluó la resistencia máxima a la tracción paralela de los pilotes de madera quinilla, tanto en

ejemplares sin presencia de hongos como en aquellos afectados por hongos. Los resultados obtenidos fueron de 204.0 kg/cm² y 191.3 kg/cm² respectivamente, lo que indica una clasificación elevada. Además, se observó una variación en los valores de la tracción perpendicular en resistencia máxima para ambos casos, sin hongos y con hongos, registrándose cifras de 580.9 kg/cm² y 241.6 kg/cm² respectivamente, lo que también sugiere una clasificación alta. Estos hallazgos sugieren que la madera quinilla cumple con los estándares requeridos por la normativa aplicable.

Conclusión 4

En este estudio se estableció de manera positiva la variación entre la resistencia a la flexión y la durabilidad natural de la madera quinilla utilizada como pilotes en áreas propensas a inundaciones. Se detectó una discrepancia en los valores del módulo de ruptura a la flexión estática (ELPF) de los pilotes de madera quinilla, tanto en ejemplares sin presencia de hongos como en aquellos afectados por hongos. Los valores promedio registrados fueron de 209.1 kg/cm² y 53.8 kg/cm² respectivamente. Estos resultados sugieren una clasificación alta para los pilotes sin hongos y una clasificación intermedia para aquellos afectados por hongos, lo que los sitúa dentro de los grupos estructurales definidos.

Conclusión 5

Por último, se confirmó de manera positiva la relación entre la resistencia al corte y la durabilidad natural de la madera quinilla utilizada como pilotes en áreas propensas a inundaciones, tanto en especímenes sin presencia de hongos como en aquellos afectados por hongos. Los resultados obtenidos fueron de 132.5 kg/cm² y 58.0 kg/cm² respectivamente, lo que sugiere una clasificación de resistencia muy alta. Esto implica que la madera Quinilla puede ser empleada estructuralmente de acuerdo con las disposiciones establecidas por la normativa para maderas.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que la madera Quinilla es una opción altamente favorable debido a su dureza, resistencia a los agentes externos y hongos, así como su buena resistencia general. Estos hallazgos sugieren que la madera Quinilla podría ser una excelente elección para una variedad de aplicaciones en la construcción y la fabricación de muebles, entre otros usos. Sin embargo, es importante destacar que este estudio es solo el primer paso hacia la comprensión completa de las características de la madera Quinilla. Aunque se han identificado propiedades biofísicas y mecánicas prometedoras, es esencial continuar investigando para comprender completamente su potencial y sus posibles aplicaciones. Por lo tanto, se recomienda fomentar y apoyar la investigación adicional sobre la madera Quinilla, con el fin de ampliar nuestro conocimiento y aprovechar al máximo los beneficios que esta especie puede ofrecer.

Recomendación 2

Basándonos en los resultados obtenidos de las pruebas de compresión paralela y perpendicular realizadas en esta investigación, se confirma que la madera Quinilla es una opción adecuada para ser utilizada en diversas estructuras. Su idoneidad se debe a su cumplimiento con los estándares establecidos por la norma E.010 y a sus excelentes propiedades mecánicas demostradas. Por consiguiente, se recomienda encarecidamente considerar la utilización de madera que sea resistente a la carga y a la presión del agua, con el objetivo de mejorar su durabilidad y resistencia en entornos húmedos y propensos a inundaciones. Esto no solo garantizará la seguridad y estabilidad de las estructuras, sino que también contribuirá a la mitigación de los riesgos asociados con las condiciones climáticas adversas.

Recomendación 3

Después de realizar pruebas exhaustivas de tracción paralela y perpendicular, este estudio ha confirmado que la madera Quinilla es altamente

adecuada para su aplicación en estructuras como tijerales. Esto se debe a su cumplimiento con los estándares normativos vigentes y a sus excepcionales propiedades mecánicas. Por consiguiente, se recomienda encarecidamente considerar la utilización de la madera Quinilla en comunidades que residen en áreas propensas a inundaciones. Tanto la resistencia a la tracción y durabilidad la convierten en una opción confiable para enfrentar las condiciones desafiantes que estas áreas pueden experimentar.

Recomendación 4

Basándome en los resultados obtenidos en este estudio, donde se realizaron pruebas de flexión estática, se puede afirmar que la madera Quinilla demuestra ser adecuada para su aplicación en una variedad de estructuras, incluyendo vigas y muebles, entre otros usos. Estos resultados son respaldados por el hecho de que la madera Quinilla cumple con los estándares establecidos por la norma E.010 y exhibe excelentes propiedades mecánicas. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente considerar su uso en comunidades que residen en áreas propensas a inundaciones, dado su rendimiento y fiabilidad en tales condiciones.

Recomendación 5

Basándonos en los hallazgos de este estudio, donde se realizaron pruebas de corte, se concluye que la madera Quinilla es una opción idónea para su implementación en diversas estructuras. Esto se respalda en su cumplimiento con los estándares normativos vigentes y en sus destacadas propiedades mecánicas. En vista de esto, se recomienda encarecidamente considerar la utilización de la madera Quinilla en comunidades ubicadas en áreas propensas a inundaciones, debido a su desempeño y fiabilidad en tales condiciones.

REFERENCIAS

- **AA.VV.** *manual de clasificacion de la madera* . s.l. : AITIM, 2003.
- **ACOSTA, SALOMON.** *Material de enseñanzas.* Repositorio academico UPC. Lima : s.n., 2014.
- **ACUERDO DE CARTAJENA, JUNTA.** *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino.* Lima : s.n., 1984.
- **ALVA, V.** *Estudio de las propiedades mecánicas de las maderas, guayacán trébol, quiebra filo, chanunl, pino patula. sande, y su relación con la densidad básica.* 2014.
- **ALVES FERREIRA, CASSIANA y INGA GUILLEN, JANET GABY.** *Guía de anatomía e identificación de 50 especies maderables comerciales en Selva Central, Perú.* Huancayo : niversidad Continental: Fondo Editorial., 2022. ISBN 978-612-4443-42-8.
- *Anatomía y propiedades físicas de la madera de dos especies del departamento de Puno.* **ALISON D, A.** num. 2, PUNO : Arnaldoa, 2019, Arnaldoa, Vol. vol.26.
- **ANDINO, GRUPO.** *Manual de diseño para maderas del grupo andino.* 2020.
- **AREATECNOLOGIA.** PARTES DEL TRONCO DE UN ARBOL. [En línea] AREATECNOLOGIA, 2022. [Citado el: 23 de Julio de 2023.] <https://www.areatecnologia.com/materiales/partes-del-tronco-de-un-arbol.html>.
- **ARIAS GONZALES, JOSE LUIS y COVINOS GALLARDO, MITSUO.** *Diseño y metodología de la investigación.* Arequipa-Perú : s.n., 2021. ISBN: 978-612-48444-2-3.
- **ARIAS.** *El Proyecto de investigación. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.* Perú : s.n., Julio - Diciembre de 2006. Vol. 1, 25, págs. 277-297.
- **ASTM, D-2017.** *Métodos de ensayo estándar para pequeñas probetas de madera.* s.l. : ASTM, 1985.
- **BARATTO, ROMULLO.** *Casas Brasileñas de madera: ejemplos en planta y seccion.* Brasil : s.n., 2018.
- **BARRERA PEÑAFIEL, LUIS, LLERENA ENCALADA, ANA y PROAÑO**
- **BENJAMIN JAYNE, JOZSEF BODING.** *Mecánica de la madera y compuestos de la madera.*
- **BERGER, (TERESA MARIA SUIREZS Y GILSON.** 2009.
- **BERMEJO, F.** *Tableros y Molduras.* [En línea] 2021. <https://tmolduras-fbermejo.es/content/44-dureza>.
- *Caracterización preliminar de la anatomía, y propiedades físico- mecánicas de la madera de Tachigali peruviana.* **COMUN C., MARIA.** Num. 2, peru : Derechos de autor 2022 Revista Forestal del Perú, 2022, Revista Forestal del Peru, Vol. vol. 37.
- **CARMONA M, M.** *Durabilidad de la madera de cuatro especies forestales, en Tetela de Ocampo, Puebla [tesis de licenciatura].* Universidad Autonoma De Puebla, Mexico : 2021.
- **CASSIANA A. FERREYRA, INGA G.** *Guia de anatomia e identificacion de 50 especies maderables comerciales en selva central, Peru.* [trad.] español. Huancayo : Universidad Continental, 2022, pág. 164.
- **CASTRO, J, GOMEZ, L y CAMARGO, E.** *La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad*

- del siglo XXI. s.l. : Tecnura, 2023. Vol. 27, 75, págs. 140-174.
- **CHICAGO, TRIBUNE.** *Una comunidad peruana vive medio año sobre el agua.* Belen - Peru : Associated Press Spanish, 2015.
 - **CHICAYZA A., MARIA REBECA.** *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas entre las especies arbóreas estudiadas: platuquero, pino caribe y pino patula.* Ecuador : s.n., 2022.
 - **CHUQUIZUTA T, ELIFAZ.** *BIODETERIORO DE Micrandra spruceana (Baill.) R.E. Schult. (SHIRINGA MASHA) causado por dos hongos xilofagos.* Huanuco. Tingo maria : s.n., 2023.
 - *Compendio de informacion tecnica de informacion tecnica de 32 especies forestales.* **LANFRANCO O, LUIS.** Tomo II, 2008, Confederacion Peruana de la Madera
 - *Construccion de Madera.* **CAPORALE, ALESSANDRA.** 21 de Octubre de 2021, Construccion de Madera.
 - **CRISTIAN ANTONIO PEDRAZA YEPES, OSCAR FABIAN HIGUERA COBOS, CARLOS MAURICIO MORENO TELLEZ.,** *Caracterización mecánica de un material compuesto cedro rojo - polietileno de baja densidad.* colombia : s.n., 2022.
 - **DANIEL, BEHAR.** *Metodología de la Investigación.* 2008.
 - *Definiciones abc.* 2023.
 - **DELGADO BARDALES, JOSE MANUEL.** *La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores.* 2021.
 - **DIAZ RUIZ, ELMER ROMAN.** *Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Físicas de elementos de Madera.* 2020.
 - *efecto del tratamiento termico sobre las propiedades físicas, mecanicas y quimicas de la madera de angelim.* **MARCELLA HERMIDA DE PAULA, JOAQUIM CARLOS, RUBEN A. ANANIAS, GERARD JaNIN.** concepcion : maderas, cienc.tecnol., 2022, Vol. vol.25.
 - *Effects of Compression Ratio and Phenolic Resin Concentration on the Properties of Laminated Compreg Inner Oil Palm and Sesenduk Wood Composites.* Wan Nabilah hamad, Sabiha Salim, Seng Hua Lee, Muhammad Aizat Abdul Ghani, Rabiatal Adawiah Mohd Ali, Paridah Md Tahir, Widya Fatriasari, Petar Antov, Muhammad Adly Rahandi Lubis. Selargon, Malaysia : s.n., 2023.
 - **EMILIO E. VERGARA-SANHUEZA, VICTOR M. ROSALES-GARCES, RODRIGO VALLEJOS, URREA, MARCELA A. VIDAL-VEGA, CLAUDIO A. MONTERO-NAHUELCURA.,** *Propiedades físicas y mecánicas de tableros de partículas de Pinus radiata D. Don y residuos de maíz.* chile : Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente, 29(1), 117–129., 2022.
 - **ENEMDU.** *Instituto Nacional de Estadística y Censos, "Encuesta Nacional de Empleo,.* 2021.
 - **ESCANDON, DIEGO.** *La Madera en Arquitectura.* Ecuador : s.n., 2022. ISSN 1668-0227.
 - **ESCUDERO SANCHEZ, CARLOS LEONEL y CORTEZ SUAREZ, LILIANA ALEXANDRA.** *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica.* Machala - Ecuador : s.n., 2021. ISBN: 978-9942-24-092-7.
 - **FERNANDEZ , C; BAPTISTA, M; MENDEZ, S; MENDOZA , C; HERNANDEZ,**

- R. *Metodología de la investigación*. [ed.] INTERAMERICANA EDITORES,S.A. Sexta. Mexico D.F. : McGRAW-HILL, 2014,. pág. 634. 978-1-4562-2396-0.
- GIANELLA, ALICIA E. *El Metodo Hipotetico Deductivo 2*. ARGENTINA : Universidad Nacional de la Plata, 1995. págs. 39-128.
 - GOMEZ SOSA, SERGIO ALEJANDRO y ROMERO LIZARAZO, ANGELICA YINETH. *Construcción de la estructura placa pilote a escala 1:30 para un suelo limo arenoso ubicado en la sabana de Bogotá*. Universidad de La Salle. Bogotá : s.n., 2020.
 - GONZALES, M. *La Construcción de Viviendas en Madera*. 2019.
 - GONZALES, MANUEL. *la construccion de viviendas de madera*. 2020.
 - HERNANDEZ S. R, FERNANDEZ COLLADO CARLOS, BAPTISTA LUCIO PILAR. *Metodología de la investigación (Metodos)*. [ed.] 6. España : McGraw Hill España, 2014.
 - HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C y BATISTA, M. *Metodología de la investigación*. Mexico : McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
 - HERNANDEZ, R; FERNANDEZ, C; BATISTA, M. *Metodología de la investigación*. Mexico : McGraw-Hill, 2014,. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
 - HOUSSAY BERNARDO, FEDERICO LELOIR LUIS. *La sociedad Argentina de biofísica*. Argentina : s.n., 1972.
 - INEN. *Madera. Acondicionamiento para ensayos tenológicos*. 2019.
 - *Influence of growth rings on the mechanical properties of Pinus wood*. Raynord Mayard, Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho,Lorenzo Lube dos Santos,Fabricio Gomes Gonçalves,João Gabriel Missia da Silva. Num . 3, Brasil : madera bosques, 2022, Maderas y bosques, Vol. vol 28.
 - JEFFERSON ALEXANDER RODRIGUEZ-SOTELOL, CARLOS ABANTO-RODRIGUEZ , MARIA ANGELICA FLOREZ- ROMAYNAL, KEVIN ISSAC RODRIGUEZ-VASQUEZIII , DENNIS DEL CASTILLO-TORRESIV ,WILSSON FRANCISCO GUERRA, AREVALOII , DIEGO GONZALES GARCIA-SORIAII , HECTOR GUERRA- AREVALO. *Propiedades físicas y mecánicas de Guadua lynnclarkiae,guada weberbaueri y guadua superba en ucayali,Peru*. ucayali : s.n., 2023.
 - JIMENO, IRENE. *contenido de agua en la madera*. s.l. : AITIM.
 - JOSE DAVID SANCHEZ-MACHADO, FREDDY MUÑOZ-ACOSTA,ROGER MOYA,CAROLINA TENORIO. *Propiedades físico-mecánicas de madera contralaminada CLT fabricados con Tectona grandis y Gmelina arborea, procedente de plantaciones forestales en Costa Rica*. costa rica : s.n., 2022.
 - JUNTA, ACUERDO DE CARTAJENA. *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino*. Lima : s.n., 1984.
 - *La observacion, un metodo para el estudio de la realidad*. CAMPOS G, COVARRUBIAS, LULE M. NALLELY E. 13, Mexico : s.n., Enero - Junio de 2012, Revista Xihmai, Vol. vol . VII, págs. 45 -60.
 - LOPEZ VARAS, BRUCE JERSON. *Propiedades físicas y mecánicas de la madera "quinilla" manilkara bidentata como material de construcción en estado verde, Iquitos*. s.l. : IQUITOS – PERÚ, 2019.
 - MADERAME. *Elasticidad de la madera: Valores y Comparativa de Especies*. [En línea] <https://maderame.com/elasticidad-madera/>.
 - MANSILLA G, KATHERIN. *Análisis comparativo de las propiedades físico-*

- mecánicas de la madera Eucalyptus globulos procedentes de la localidad de Ollantaytambo, en estado seco tratada con aceite de linaza por inmersión prolongada para uso estructural.* Cusco : s.n., 2020.
- *Manual de construcción en madera.* **GONZALES.** Peru : s.n., Mayo de 2011, pág. 50.
 - **MAPCARTA.** [En línea] <https://mapcarta.com/es/N2918200833>.
 - **MAPS, GOOGLE.** Google maps. [En línea] <https://www.google.com/maps/place/Ucayali/@-9.7438209,-74.1609888,7z/data=!4m6!3m5!1s0x919f7aff513e1433:0x1e802c725fba4891!8m2!3d-9.8251183!4d-73.087749!16zL20vMDM1N2gw?entry=ttu>.
 - *Mechanical Properties of Wood: A Review.* FRANCISCO ARRIAGA, XIPING WANG, GUILLERMO IÑIGUEZ-GONZALEZ, DANIEL F. LLANA, MIGUEL ESTEBAN PETER NIEMZ. Madrid, España : s.n., 2023.
 - **MIHA HUMAR, ANGELA BALZANO, DAVOR KRZISNIK, AND BOSTJAN LESAR.** *Assessment of Wooden Foundation Piles after 125 Years.* Ljubljana : Magdalena Broda, 2021.
 - **Mohamed, Hadi, y otros.** *Metodología de la investigación.* s.l. : Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2023. ISBN: 978-612-5069-63-4 (PDF).
 - **Núñez Juárez, Segundo, Medina Allicca Lucio.** Riesgos geológicos en la Región Ucayali. INGEMMET 2008. Lima : Área geográfica, 2008, Vol. 37.
 - **Ñaupas P, et al.** *Metodología de la investigación.* 5 ta. Colombia : ediciones de la U, 2018.
 - **Otero, O, Alfredo.** *Métodos para el diseño del proyecto de Investigación.* Colombia : s.n., 2018.
 - **Otiniano Zelada, Andrea Camila.** *Criterios de biofilia en relación al entorno natural aplicado al diseño de espacios palafíticos para la creación de un ecolodge en nuevo Chimbote.* Trujillo - Perú : s.n., 2020.
 - **PALELLA, S; MARTINS, F.** *Metodología de la investigación cuantitativa.* 2da. Edición . Caracas : FEDUP, 2006,. ISBN/980-273-445-4.
 - **Paredes Altamirano, Luisa Onelia y Bocanegra Lopez, Carol Martina.** *Influencia de la forma y tipos de maderas sobre la humedad, densidad, compresión y flexión aplicadas a la construcción de viviendas,* Trujillo 2018. Trujillo – Perú : s.n., 2018.
 - **Peru, Plataforma nacional de datos georreferenciados geo.**
 - **Philip B. Van Niekerk.** *Mapping the biotic degradation hazard of wood in Europe – biophysical background, engineering applications, and climate change-induced prospects.* Alemania : s.n., 2021.
 - **Ponce de León Rodríguez, Heberto.** *La madera, sus propiedades mecánicas y usos en elementos estructurales.* 2021.
 - **Poquioma Mamani, Edwin Alfredo y Quevedo Pizango , Ronad.** *Evaluación*

- de las propiedades físico-mecánicas de la madera plástica en función a la dosificación plástico reciclado y fibra vegetal en comparación con la madera convencional en la ciudad de Pucallpa.* Pucallpa : s.n., 2021.
- *Propiedades de la madera de Cariniana legalis (Mart.) Kuntze, de 38 años, basadas en el espaciamiento de plantaciones.* **DE LIMA, ET AL.** Num 2, Colombia : s.n., 2022, Colombia Forestal, Vol. vol.25.
 - **QUISPE R, SAILOR.** *Análisis comparativo de la resistencia a la flexión en vigas de la madera Shihuahuaco y Quinilla comercializada en el Distrito de Irazola - Provincia de Padre Abad – Departamento de Ucayali – 2021 [tesis de licenciatura, universidad Nacional Hermilio V].* Repositorio Institucional, HUANUCO : 2022.
 - **REBECA, CHICAYSA MARIA.** *Comparacion de las propiedades físicas y mecánicas entre las especies arbóreas estudiadas: Platuquero ,Pino Caribe Y Pino Patula [tesis de licenciatura, universidad nacional de Chimborazo].* Repositorio institucional, Riobamba, Ecuador : 2022.
 - **ROJAS S, PERLITA MARINA.** *Análisis de cimentaciones con pilotes de madera para viviendas en zonas inundables Asentamiento Humano Moronillo,Punchana,Ioreto[tesis de Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo].* Repositorio Institucional, Lima : 2019.
 - **Romero Urréa, Holguer, y otros.** *Metodología de la investigación científica*. 2021. ISBN Digital: 978-9942-40-104-5.
 - **RTVE.** *¿Por qué no se hunden los edificios de Venecia si el terreno es fangoso? Metropolis grandes ciudades.* 2021.
 - **RUIZ C, JONATHAN PABLO.** *PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y TRABAJABILIDAD DE Fresno(Fraxinus americana L.) PROVENIENTE DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “LA FAVORITA” [tesis de Licenciatura, Universidad Técnica del Norte].* Repositorio digital Universidad Técnica del Norte, IBARRA-ECUADOR : 2020.
 - **SABERMAS.** *Revista saber más. SABERMAS.* [En línea] 2020. [Citado el: 23 de Julio de 2023.] <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/232-numero-26/415-albura-y-duramen.html>.
 - **SALINAS, CYNTHIA ESTEFANIA CRUZ.** *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de madera estructural ecuatoriana y su aplicación en el diseño de vivienda social [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato].* Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador, Ecuador : 2022.

- **Sane, Sabine.** Al kaid medio ambiente. [En línea] 7 de julio de 2013.
<https://alkaidedicionesmambiente.blogspot.com/2013/07/un-hongo-de-la-madera-que-produce.html>.
- **SANEAMIENTO, MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION DE.** *Norma E.010 Madera.* s.l. : Normas legales, 2006.
- **Spavento, E y Keil, G.** *Propiedades mecánicas de la madera.* 2004.
- **Tafur Puente, Rosa .** *MARCO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LAS TESIS DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN.* 2021. ISBN: 978-612-48934-6-9.
- **TELLO O, ROYNER.** *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ishpinguillo y su posible uso estructural segun la norma E.10 madera [tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo).* Repositorio institucional, Trujillo : 2023.
- **Urban, Pascual.** *Cosntruccion de estructura de madera.* 2012.
- **Valera , A.** *Estudio histórico-constructivo del artesonado mudéjar. intervención para su construcción.* 2015.
- **VARGAZ, Z;.** *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* San Pedro - Costa Rica : s.n., 2009,. págs. 155-165. Vol. 33. 0379-7082.
- **Vásquez Martínez, Rodolfo y Rojas Gonzáles, Rocío Del Pilar.** *Catálogo de las especies forestales maderables de la Amazonía y la Yunga Peruana.* Peru : s.n., 2022. Vol. XXXVII .
- **VÁSQUEZ RAMÍREZ, ABBON ALEX , GUANUCHI ORELLANA, LUCY MARISOL y CAHUANA TAPIA, ROGELIO DOMINGO .** *Métodos de investigación científica.* 2023. ISBN: 978-612-5069-84-9.
- **Villalba , Hervás.** *Materiales de uso técnico. La Madera.* 2020.
- **vivienda, Ministerio de.** *Norma E.010 Madera.* 2021.
- **VV.AA.** *guía de la madera.* s.l. : AITIM, 2010.

Tabla 41: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL				
¿Cómo varían las propiedades mecánicas con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?	Determinar la variación de las propiedades mecánicas con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	Las propiedades mecánicas varían con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	V.1. Propiedades Biofísicas	D.1. Durabilidad natural D-2. Densidad	- Bajo - Medio - Alto - g/cm3	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Experimental
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO				
¿Cómo varía la resistencia a la compresión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?	Determinar la variación de la resistencia a la compresión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	La resistencia a la compresión varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023		D.1. Compresión	Kg/cm2	Enfoque: Cuantitativo. Población: 20 pilotes
¿Cómo varía la resistencia a la tracción con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?	Determinar la variación de la resistencia a la tracción con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	La resistencia a la tracción varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	V.2. Propiedades mecánicas	D.2. Tracción	Kg/cm2	Muestra: Muestreo: No probabilístico Observación directa
¿Cómo varía la resistencia a la flexión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?	Determinar la variación de la resistencia a la flexión con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	La resistencia a la flexión varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023		D.3. Flexión	Kg/cm2	Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos
¿Cómo varía la resistencia al corte con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023?	Determinar la variación de la resistencia al corte con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023	La resistencia al corte varía con la durabilidad natural de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023		D.4. Corte	Kg/cm2	- Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS v26)

Tabla 42: Instrumento de recolección de datos

PROPIEDADES BIOFÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA QUINILLA UTILIZADAS COMO PILOTES EN ZONAS INUNDABLES, LA HOYADA, UCAYALI - 2023

ENCUESTA DE LA VARIABLE PROPIEDADES BIOFÍSICAS

Objetivo: Determinar la variación de las propiedades mecánicas con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023.

Instrucciones: En las siguientes preguntas, sírvase responder marcando, con un aspa, un numeral entre el 1 y el 5, siendo equivalente a:

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

DIMENSIÓN: Durabilidad natural

N°	Ítems	Valoración	
		Si	No
1	La quinilla al ser conocida por su durabilidad natural, la hace adecuada para aplicaciones en ambientes húmedos y zonas inundables.	X	
2	Considera que la durabilidad natural de la madera de quinilla se atribuye a su alta densidad y contenido de extractivos resinosos que protegen contra la degradación por hongos e insectos.	X	
3	Los pilotes de quinilla pueden resistir la exposición prolongada al agua sin experimentar una degradación significativa, lo que la hace el tipo de madera ideal para su uso en zonas inundables.	X	
4	La durabilidad natural de la madera de quinilla reduce la necesidad de tratamientos químicos protectores, lo que beneficia tanto al medio ambiente como a la sostenibilidad de las estructuras construidas con esta madera.	X	
5	La quinilla es una opción preferida para pilotes en zonas inundables debido a su capacidad para resistir la acción del agua salada, lo que la hace especialmente adecuada para aplicaciones costeras.	X	
6	La durabilidad natural de la quinilla puede variar según el lugar de crecimiento de los árboles y las condiciones específicas del entorno, pero en general, esta madera presenta una resistencia superior a la humedad y la putrefacción.	X	
7	La durabilidad natural de la madera de quinilla puede prolongar la vida útil de las estructuras construidas con estos pilotes, reduciendo así los costos de mantenimiento a largo plazo.	X	
8	Se eligió la quinilla debido a que es una opción popular para pilotes en zonas inundables debido a su resistencia natural al deterioro biológico, lo que la convierte en una inversión duradera y confiable.	X	

9	La durabilidad natural de la madera de quinilla puede mejorar aún más con prácticas de manejo forestal sostenible que promuevan un crecimiento saludable de los árboles y la conservación de los bosques naturales.	X	
DIMENSIÓN: Densidad			
N°	Ítems	Valoración	
		Si	No
10	La quinilla exhibe una alta densidad que la hace adecuada para ser utilizada como pilotes en zonas inundables, proporcionando una excelente resistencia estructural.	X	
11	La alta densidad de la madera de quinilla contribuye a su capacidad para soportar cargas pesadas y resistir fuerzas externas, lo que la convierte en una opción robusta y confiable para aplicaciones marítimas.	X	
12	La densidad uniforme de la quinilla asegura una distribución equitativa de las cargas a lo largo del pilote, lo que minimiza el riesgo de deformaciones o fallos bajo condiciones de carga.	X	
13	La densidad de la quinilla contribuye a su estabilidad dimensional, lo que significa que experimenta mínima contracción o expansión cuando está expuesta a cambios en la humedad, lo que es crucial en ambientes inundables.	X	
14	La densidad de la madera de quinilla proporciona una mayor resistencia a la compresión, lo que la hace capaz de soportar el peso de las estructuras construidas sobre ella sin colapsar.	X	
15	La densidad de la quinilla también influye en su capacidad para resistir la penetración de agua y agentes de deterioro biológico, lo que contribuye a su durabilidad en ambientes húmedos como zonas inundables.	X	
16	La densidad de la madera de quinilla puede variar según la edad del árbol, las condiciones de crecimiento y la ubicación geográfica, pero en general, se considera una madera densa y resistente.	X	
17	La densidad de la quinilla se puede medir con precisión mediante métodos de prueba estándar, lo que permite a los ingenieros y diseñadores evaluar su idoneidad para aplicaciones específicas, como pilotes en zonas inundables.	X	
18	La densidad de la madera de quinilla influye en su capacidad para resistir la abrasión y el desgaste causado por el movimiento del agua y los sedimentos en ambientes fluviales o costeros, lo que la hace una opción robusta para proyectos de infraestructura en estas áreas.	X	

PROPIEDADES BIOFÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA QUINILLA UTILIZADAS COMO PILOTES EN ZONAS INUNDABLES, LA HOYADA, UCAYALI - 2023

ENCUESTA DE LA VARIABLE PROPIEDADES MECÁNICAS

Objetivo: Determinar la variación de las propiedades mecánicas con las propiedades biofísicas de la madera quinilla utilizadas como pilotes en zonas inundables, La Hoyada, Ucayali 2023.

Instrucciones: En las siguientes preguntas, sírvase responder marcando, con un aspa, un numeral entre el 1 y el 5, siendo equivalente a:

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

Dimensión: Compresión

N°	Ítems	Valoración	
		Si	No
19	La resistencia a la compresión de la madera de quinilla asegura que los pilotes puedan soportar el peso de las estructuras construidas sobre ellos sin sufrir deformaciones excesivas o fallos catastróficos.	X	
20	La resistencia a la compresión de la quinilla puede variar según factores como la densidad de la madera y las condiciones de crecimiento del árbol, pero en general, es una madera que exhibe una buena capacidad para resistir fuerzas de compresión.	X	
21	La madera de quinilla es capaz de soportar cargas de compresión tanto estáticas como dinámicas, lo que la hace adecuada para aplicaciones en zonas inundables donde pueden ocurrir movimientos del suelo y fuerzas impulsoras del agua.	X	
22	La resistencia a la compresión de la quinilla puede ser evaluada mediante pruebas estándar de laboratorio, lo que permite a los ingenieros y diseñadores determinar la idoneidad de esta madera para su uso como pilotes en diferentes condiciones de carga.	X	
23	La resistencia a la compresión de la madera de quinilla puede ser mejorada mediante técnicas de tratamiento, como la compresión mecánica o el uso de adhesivos estructurales, lo que permite adaptar sus propiedades mecánicas a requisitos específicos de diseño.	X	
24	La resistencia a la compresión de la quinilla la hace una opción confiable y resistente para pilotes en zonas inundables, proporcionando una base sólida para la construcción de infraestructuras en áreas sujetas a inundaciones periódicas.	X	

Dimensión: Tracción

N°	Ítems	Valoración	
		1	2

25	La resistencia a la tracción de la madera de quinilla puede variar según factores como la dirección del grano, la densidad y la humedad, lo que requiere una consideración cuidadosa al diseñar pilotes para aplicaciones específicas en zonas inundables.	X	
26	Aunque la resistencia a la tracción de la quinilla es menor en comparación con su resistencia a la compresión, sigue siendo capaz de soportar fuerzas de tracción moderadas dentro de su rango de aplicación.	X	
27	A pesar de su menor resistencia a la tracción en comparación con otros materiales como el acero, la madera de quinilla puede proporcionar una capacidad de carga adecuada para pilotes en zonas inundables cuando se diseña correctamente.	X	
28	La resistencia a la tracción de la quinilla puede ser mejorada mediante técnicas de refuerzo, como el uso de pernos metálicos o la aplicación de resinas estructurales, lo que permite aumentar su capacidad para soportar fuerzas de tracción.	X	

Dimensión: Flexión

N°	Ítems	Valoración	
		1	2
29	La madera de quinilla exhibe una capacidad moderada para resistir la flexión, lo que la hace adecuada para su uso como pilotes en zonas inundables donde se pueden presentar cargas laterales y momentos de flexión.	X	
30	La madera de quinilla puede ser más susceptible a la flexión que otros materiales como el acero, por lo que es importante considerar cuidadosamente su resistencia y rigidez al diseñar estructuras en zonas inundables.	X	
31	La flexión de los pilotes de quinilla en zonas inundables puede ser influenciada por factores ambientales como la velocidad y dirección del flujo de agua, así como por la presencia de sedimentos y otros materiales arrastrados por el agua.	X	
32	La resistencia a la flexión de la quinilla es un aspecto importante a considerar durante la instalación de pilotes en zonas inundables, ya que garantiza la estabilidad y seguridad de las estructuras construidas sobre ellos.	X	

Dimensión: Corte

N°	Ítems	Valoración	
		1	2
33	La madera de quinilla posee una capacidad moderada para resistir fuerzas de corte, lo que la hace adecuada para su uso como pilotes en zonas inundables donde pueden presentarse cargas laterales y fuerzas de corte.	X	

34	La resistencia al corte de la quinilla es un aspecto importante a considerar durante la instalación de pilotes en zonas inundables, ya que garantiza la estabilidad y seguridad de las estructuras construidas sobre ellos.	X	
35	A pesar de sus limitaciones en cuanto a la resistencia al corte, la quinilla sigue siendo una opción viable para pilotes en zonas inundables debido a su disponibilidad, costo relativamente bajo y resistencia a otros tipos de cargas.	X	
36	La resistencia al corte de la quinilla puede ser afectada por la presencia de defectos naturales como grietas, lo que destaca la importancia de inspecciones regulares y mantenimiento adecuado para garantizar la integridad de los pilotes a lo largo del tiempo.	X	

Tabla 43: Panel Fotográfico

Vivienda en zonas inundables	
	
Vivienda ubicada en zona inundable en invierno	Viviendas ubicadas en zonas inundables en invierno
	
Vivienda ubicada en zona inundable en verano	Vivienda ubicada en zonas inundables en invierno
Muestra de Madera Recolectada	
	

Pilotes de madera sacadas de viviendas	Pilotes frescos
Muestras de pilotes utilizados en las viviendas de madera en la Hoyada	
	
Pilotes en laboratorio de carpintería	Pilotes en laboratorio para su estudio

Hongo xilófago <i>Pycnoporus Sanguineus</i>	
	
Hongo <i>Pycnoporus Sanguineus</i>	Replicas de hongo <i>Pycnoporus Sanguineus</i>
Colocación de hongos en recipiente de vidrio	



Replica de hongo en envase de petri

Día 1 de replica en envase petri

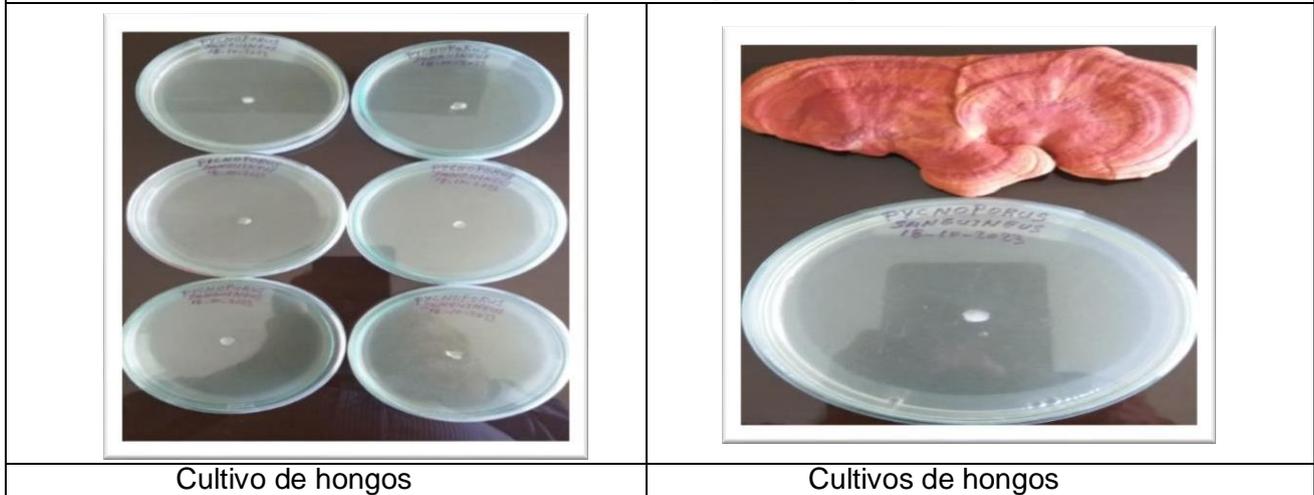
Muestra del 3er día en recipiente del hongo xilófago



Cultivo de réplica de hongos

Cultivo de réplica de hongos

Muestra al 5to día de los hongos xilófagos, replicas



Cultivo de hongos

Cultivos de hongos

Verificación de todos los materiales en la máquina de aislamiento



Visita al laboratorio



Visita al laboratorio

Hongo colocado en las probetas con el PDA aislado en la incubadora



Replica de hongo en frasco con el PDA



Replicas de hongos en incubadora

Replica de hongo listo para colocar probetas



Hongo listo para colocación de probetas

Cultivos de hongos listo para probetas

Maquina Auto clave vertical, con probetas de madera



Maquina autoclave vertical

Probetas en Maquina autoclave para secado

Verificando cada peso de probetas

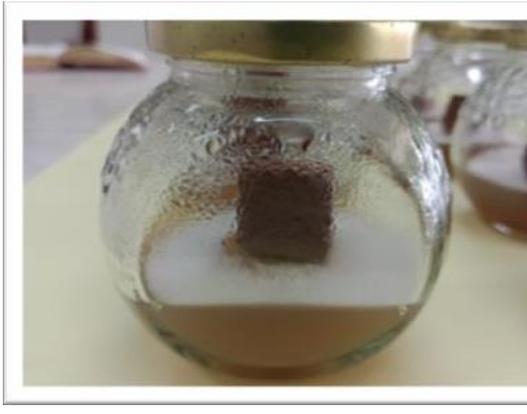


Pesando cada probeta

Probeta pesado en una balanza

Muestras de Probetas con hongo en cada frasco



Colocación de probetas junto con el hongo	Muestra de probetas inoculado por el hongo
Muestra de probetas con hongos vivienda 1	
	
A	B
Muestra A	Muestra B
Muestra de probetas con hongos vivienda 2	
	
C	D
Muestra C	Muestra D
Muestras de probetas cubiertas por el hongo	
	
Probeta cubierta por el hongo	Probeta cubierta por el hongo
Muestra de probetas para ensayos mecanicos	



Muestra de probeta para flexión



Muestra de probeta para compresión perpendicular

Muestra de probetas para ensayos mecanicos



Muestra de probeta para tracción perpendicular



Muestra de probetas para corte o cizallamiento

Muestras de probetas para ensayos mecánicos



Muestras de probeta para tracción paralela

Muestra de probetas para compresión paralela

Muestra de probetas para ensayo de densidad



Muestra de probeta para densidad

Verificando medidas a las probetas

Realizando ensayos mecánicos



Ensayo de corte

Ensayo de tracción perpendicular

Realizando ensayos mecánicos



Ensayo de compresión paralela



Ensayo de compresión perpendicular

Realizando ensayos mecánicos



Ensayo de flexión



Ensayo de tracción paralela

Realizando ensayo de densidad



Secado al horno las probetas



Pesado de probeta en balanza

Visita al laboratorio para los ensayos que se realizaron



Laboratorio para realizar ensayos de las propiedades biofísicas



Laboratorio para realizar ensayos de las propiedades mecánicas

ANEXO 02: Resultados de Ensayo de Flexión Estática sin Defectos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



FLEXION ESTATICA

Lot Number: 002 Test Setting: Madera sin defectos
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 04/12/2023

ITEM	Sample Id	Sample No.	Ancho Cm	Espesor Cm	Área Cm ²	MOR Kg/Cm ²	MOE Kg/Cm ²	CLP Kg	CMAx Kg	DLP cm	ELP Kg/cm ²
1	Quinilla	Q1T1	2.63	2.52	6.63	1009.00	542155.00	867.00	1284.00	0.22	193.74
2	Quinilla	Q1T2	2.55	2.67	6.80	1108.00	522045.00	798.50	1476.00	0.53	217.19
3	Quinilla	Q1T3	2.67	2.68	7.14	1050.00	502275.00	883.60	1582.70	0.49	221.60
4	Quinilla	Q1T4	2.63	2.52	6.63	1009.00	542155.00	867.00	1284.00	0.22	193.74
5	Quinilla	Q1T5	2.55	2.67	6.80	1108.00	522045.00	798.50	1476.00	0.53	217.19
6	Quinilla	Q1T6	2.67	2.68	7.14	1050.00	502275.00	883.60	1582.70	0.49	221.60
7	Quinilla	Q1T7	2.63	2.52	6.63	1009.00	542155.00	867.00	1284.00	0.22	193.74
8	Quinilla	Q1T8	2.55	2.67	6.80	1108.00	522045.00	798.50	1476.00	0.53	217.19
9	Quinilla	Q1T9	2.67	2.68	7.14	1050.00	502275.00	883.60	1582.70	0.49	221.60
10	Quinilla	Q1T10	2.55	2.67	6.80	1108.00	522045.00	798.50	1284.00	0.22	193.74
Total						10609	5221470	8445.8	14312.1	3.94	2091.33
Average						1060.9	522147	844.58	1431.21	0.394	209.133
Stándar Desviation						43.8569645	16281.1785	40.2341977	133.97729	0.15064307	13.3699572
CV %						0.0413394	0.03118122	0.04763811	0.0936112	0.38234281	0.0639304

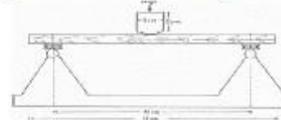
**Condición de ensayo: CH= 21 % ** Medida de probetas: 2.5cm x 2.5cm x 41 cm **Norma utilizada 251- 017:20014
 **N° de probetas: 10



Según la clasificación para el valor de MOE, MOR, ELPF se califican de GRADO (V) DE CALIDAD MUY ALTA y MUY RIGIDA, para la madera *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)



* CLP : Carga al límite proporcional
 ** DLP : Deflexión al límite proporcional
 *** ELPF: Esfuerzo al límite proporcional de la fibra
 **** MOR: Modulo de ruptura
 ***** MOE: Modulo de elasticidad



04 de diciembre de 2023, 3:33:07 PM SN: 303894-R0 V7.02.10

Ing., Née Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU

ANEXO 03: Resultados de Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra con Defectos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



COMPRESION PARALELA A LA FIBRA

Lot Number: 003 Test Setting: Madera con defectos
Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 01/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Area cm ²	C MAX Kg	CLP Kg	RES MAX (Kg/cm ²)	DLP (cm)	ELPF (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)
1	Quinilla	C1 S1 C1	5.00	5.00	25.00	4089.33	1363.11	163.57	0.0050	54.52	163573.33	163.57
2	Quinilla	C2 S1 C1	5.00	5.00	25.00	4125.60	2062.80	165.02	0.0055	82.51	225032.73	165.02
3	Quinilla	C3 S1 C1	5.00	5.00	25.00	4023.60	1609.44	160.94	0.0030	64.38	321888.00	160.94
4	Quinilla	C4 S1 C1	5.00	5.00	25.00	3998.00	1999.00	159.92	0.0048	79.96	249875.00	159.92
5	Quinilla	C5 S1 C1	5.00	5.00	25.00	4158.60	2079.30	166.34	0.0080	83.17	155947.50	166.34
6	Quinilla	C6 S1 C2	5.00	5.00	25.00	4365.70	2182.85	174.63	0.0070	87.31	187101.43	174.63
7	Quinilla	C7 S1 C2	5.00	5.00	25.00	3965.70	1586.28	158.63	0.0090	63.45	105752.00	158.63
8	Quinilla	C8 S1 C2	5.00	5.00	25.00	4002.90	1601.16	160.12	0.0040	64.05	240174.00	160.12
9	Quinilla	C9 S1 C2	5.00	5.00	25.00	3897.10	1948.55	155.88	0.0070	77.94	167018.57	155.88
10	Quinilla	C10 S1 C2	5.00	5.00	25.00	4012.30	1604.92	160.49	0.0030	64.20	320984.00	160.49
TOTAL						40638.83	18037.41	1625.55	0.06	721.50	2137346.56	1625.55
AVERAGE						4063.88	1803.74	162.56	0.01	72.15	213734.66	162.56
STÁNDAR DESVIATION						130.95	280.01	5.24	0.00	11.20	71289.60	5.24
CV %						0.0322218	0.15523027	0.03222400	0.30651248	0.15522386	0.33354255	0.03222400

* R.MAX: Resistencia maxima (kg/cm²)
(1) : Promedio
(2) : Desviación Estándar
(3) : Coeficiente De Variación



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA estan dentro de un rango DE CALIDAD ALTA DE GRADO (IV) encontrada para la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

01 de diciembre de 2023, 5:33:07 PM SN: 303894-R0 V7.02.10


Ing. Noé Cristian Fachin Vargas
Laboratorio de Tecnología de la Madera
FCyA-UNU

ANEXO 04: Resultados de Ensayo de Compresión Paralela a la Fibra sin Defectos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



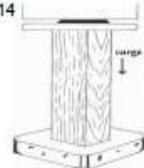
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA

Lot Number: 004 Test Setting: Madera sin defectos
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 02/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C MAX Kg	CLP Kg	RES MAX (Kg/cm ²)	DLP (cm)	ELPF (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)
1	Quinilla	Q1T1	5.00	5.00	25.00	12868.00	9823.00	514.72	0.0048	392.92	245360.00	490.72
2	Quinilla	Q1T2	5.00	5.00	25.00	10342.00	7842.00	413.68	0.0052	313.68	292542.55	495.07
3	Quinilla	Q1T3	5.00	5.00	25.00	14560.00	13051.00	582.40	0.0060	522.04	386265.60	603.54
4	Quinilla	Q1T4	5.00	5.00	25.00	12868.00	9823.00	514.72	0.0048	392.92	245360.00	490.72
5	Quinilla	Q1T5	5.00	5.00	25.00	10342.00	7842.00	413.68	0.0052	313.68	292542.55	495.07
6	Quinilla	Q1T6	5.00	5.00	25.00	14560.00	13051.00	582.40	0.0060	522.04	386265.60	603.54
7	Quinilla	Q1T7	5.00	5.00	25.00	12868.00	9823.00	514.72	0.0048	392.92	245360.00	490.72
8	Quinilla	Q1T8	5.00	5.00	25.00	10342.00	7842.00	413.68	0.0052	313.68	292542.55	495.07
9	Quinilla	Q1T9	5.00	5.00	25.00	14560.00	13051.00	582.40	0.0060	522.04	386265.60	603.54
10	Quinilla	Q1T10	5.00	5.00	25.00	12868.00	9823.00	514.72	0.0048	392.92	245360.00	490.72
TOTAL						126178	101971	5047.12	0.0528	4078.84	3017864.45	5258.71
Average						12617.8	10197.1	504.712	0.00528	407.884	301786.445	525.871
Stándar Desviation						1735.40324	2150.80158	69.4161295	0.00052662	86.0320632	61826.1959	53.6303155
Cv %						0.13753612	0.21092287	0.13753612	0.09973948	0.21092287	0.20486737	0.10198379

**Condición de ensayo: CH= 21% ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 20cm **Norma a utilizada NTP 250-014:2014
 **N° de probetas: 10

* R.MAX: Resistencia maxima (kg/cm2)
 (1) : Promedio
 (2) : Desviación Estándar
 (3) : Coeficiente De Variación



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA estan dentro de un rango DE CALIDAD ALTA , DE GRADO (IV) encontrada para la madera sin defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

02 de diciembre de 2023, 6:33:07 PM SN: 303894-RD V7.02.10


 Ing., Nené Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU

ANEXO 05: Resultados de Ensayo de Corte o Cizallamiento con defectos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA

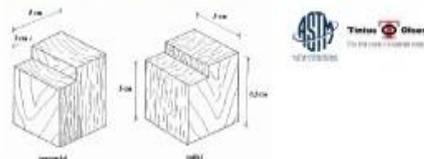


CIZALLAMIENTO

Lot Number: 005 Test Setting: Madera con defectos
Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 04/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C Max Kg	Res Max Kg/cm ²
1	Quinilla	C1 S1 C1	5.02	4.94	24.77	1554.5	62.75
2	Quinilla	C2 S1 C1	5.01	4.94	24.72	1425.3	57.65
3	Quinilla	C3 S1 C1	4.94	4.95	24.43	1258.6	51.52
4	Quinilla	C4 S1 C1	4.89	4.94	24.13	1487.3	61.63
5	Quinilla	C5 S1 C1	4.99	4.89	24.35	1398.5	57.43
6	Quinilla	C6 S1 C2	4.99	4.89	24.35	1298.6	53.33
7	Quinilla	C7 S1 C2	4.95	4.91	24.28	1423.56	58.69
8	Quinilla	C8 S1 C2	4.96	4.93	24.43	1501.08	61.45
9	Quinilla	C9 S1 C2	4.85	4.89	23.67	1369.6	57.87
10	Quinilla	C10 S1 C2	4.88	5.03	24.5	1421.9	58.04
Total						14138.94	580.36
Average						1413.89	58.04
Stándar Desviation						89.85	3.53
CV %						0.06354711	0.06088453

**Condición de ensayo: CH= 14 % ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 6.30cm **Norma a utilizada NTP 250-014:2014
**N° Probetas: 10



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA están dentro de un rango DE CALIDAD MEDIA, DE GRADO (IV) encontrada para la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

04 de diciembre de 2023, 4:33:07 PM SN: 303894-R0 V7.02.10


Ing., Noé Cristian Fachin Vargas
Laboratorio de Tecnología de la Madera
FCFyA-UNU

ANEXO 06: Resultados de Ensayo de Corte o Cizallamiento sin Defectos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA

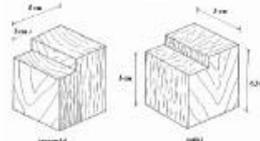


CIZALLAMIENTO

Lot Number: 008 Test Setting: Madera sin defectos
Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 05/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C Max Kg	Res Max Kg/cm ²
1	Quinilla	Q1T1	5.02	4.94	24.77	3109.00	125.49
2	Quinilla	Q1T2	5.01	4.94	24.72	3459.70	139.93
3	Quinilla	Q1T3	4.94	4.95	24.43	3287.40	134.57
4	Quinilla	Q1T4	5.02	4.94	24.77	3109.00	125.49
5	Quinilla	Q1T5	5.01	4.94	24.72	3459.70	139.93
6	Quinilla	Q1T6	4.94	4.95	24.43	3287.40	134.57
7	Quinilla	Q1T7	5.02	4.94	24.77	3109.00	125.49
8	Quinilla	Q1T8	5.01	4.94	24.72	3459.70	139.93
9	Quinilla	Q1T9	4.94	4.95	24.43	3287.40	134.57
10	Quinilla	Q1T10	5.02	4.94	24.77	3109.00	125.49
Total						32677.3	1325.46
Average						3267.73	132.546
Stándar Desviation						153.65872	6.4550466
Cv %						0.04702308	0.04870043

**Condición de ensayo: CH= 16 % ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 6.30cm **Norma a utilizada NTP 250-014:2014
**N° Probetas: 10



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA, están dentro de un rango DE CALIDAD MEDIA, DE GRADO (IV) encontrada para la madera con defectos de Manikara bidental (Quinilla colorada)

05 de diciembre de 2023, 07:13:07 AM SN: 303894-R0 V7.02.10


Ing., Nro Cristian Fachin Vargas
Laboratorio de Tecnología de la Madera
FCFyA-UNU

ANEXO 07: Resultados de Ensayo de Compresión Perpendicular a la Fibra con Defecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA

Lot Number: 007 Test Setting: Madera con defectos
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 06/12/2023

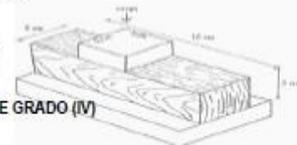
Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Area cm ²	C MAX Kg	CLP(Kg)	ELP
1	Quinilla	C1 S1 C1	5.00	5.00	25.00	3110.00	1244.00	124.40
2	Quinilla	C2 S1 C1	5.00	5.00	25.00	3085.00	1186.54	123.40
3	Quinilla	C3 S1 C1	5.00	5.00	25.00	3055.00	1328.26	122.20
4	Quinilla	C4 S1 C1	5.00	5.00	25.00	3032.50	1123.15	121.30
5	Quinilla	C5 S1 C1	5.00	5.00	25.00	3008.50	1203.40	120.34
6	Quinilla	C6 S1 C2	5.00	5.00	25.00	2977.50	1240.63	119.10
7	Quinilla	C7 S1 C2	5.00	5.00	25.00	2942.50	1131.73	117.70
8	Quinilla	C8 S1 C2	5.00	5.00	25.00	2910.00	1077.78	116.40
9	Quinilla	C9 S1 C2	5.00	5.00	25.00	2878.00	1151.20	115.12
10	Quinilla	C10 S1 C2	5.00	5.00	25.00	2844.50	1185.21	113.78
Total						29843.5	11871.9	1193.74
Average						2984.35	1187.19	119.374
Stándar Desviation						89.4464613	72.0291785	3.57785845
Cv %						0.02997184	0.06067199	0.02997184

**Condición de ensayo: CH= 14 % ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 15 **Norma a utilizada NTP 250-016:2015

* Esfuerzo al límite proporcional de la madera de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

- * CLP : Carga al límite proporcional
- ** ELP : Esfuerzo al límite proporcional
- (1) : Promedio
- (2) : Desviación Estándar
- (3) : Coeficiente De Variación

Según la clasificación para estos valores de ELP, están dentro de un rango DE CALIDAD ALTA a MEDIA , DE GRADO (IV) encontrada para la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)



06 de diciembre de 2023,08:00:07 AM SN: 303894-RO V7.02.10

Ing. Noé Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU

ANEXO 08: Resultados de Ensayo de Compresión Perpendicular a la Fibra sin Defecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA

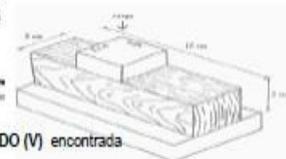
Lot Number: 008 Test Setting: Madera sin defectos
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 08/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C MAX Kg	CLP(Kg)	ELP
1	Quinilla	Q1T1	5.00	5.00	25.00	6320.00	2877.00	252.80
2	Quinilla	Q1T2	5.00	5.00	25.00	6787.00	3686.54	271.48
3	Quinilla	Q1T3	5.00	5.00	25.00	6873.75	3528.26	274.95
4	Quinilla	Q1T4	5.00	5.00	25.00	6320.00	2877.00	252.80
5	Quinilla	Q1T5	5.00	5.00	25.00	6787.00	3686.54	271.48
6	Quinilla	Q1T6	5.00	5.00	25.00	6873.75	3528.26	274.95
7	Quinilla	Q1T7	5.00	5.00	25.00	6320.00	2877.00	252.80
8	Quinilla	Q1T8	5.00	5.00	25.00	6787.00	3686.54	271.48
9	Quinilla	Q1T9	5.00	5.00	25.00	6873.75	3528.26	274.95
10	Quinilla	Q1T10	5.00	5.00	25.00	6320.00	2877.00	252.80
Total						66262.25	33152.4	2650.49
Average						6626.225	3315.24	265.049
Stándar Deviation						265.925362	382.672012	10.6370145
Cv %						0.04013226	0.11542815	0.04013226

**Condición de ensayo: CH= 16 % ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 15 **Norma a utilizada NTP 250-018:2015
 Esfuerzo al límite proporcional de la madera de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

- * CLP : Carga al límite proporcional
- ** ELP : Esfuerzo al límite proporcional
- (1) : Promedio
- (2) : Desviación Estándar
- (3) : Coeficiente De Variación

Según la clasificación para estos valores de ELP, están dentro de un rango DE CALIDAD MUY ALTA , DE GRADO (V) encontrada para la madera sin defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)



06 de diciembre de 2023, 10:20:07 AM SN: 303894-R0 V7.02.10

Ing., Nené Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU

ANEXO 09: Resultados de Ensayo de tracción perpendicular a la Fibra con defecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



TRACCION PERPENDICULAR A LA FIBRA

Lot Number: 009 Test Setting: Madera con defectos
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 06/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C MAX Kg	Res. Max(kg/cm2)
1	Quinilla	C1 S1 C1	4.99	2.39	11.90	3110.00	261
2	Quinilla	C2 S1 C1	5.10	2.40	12.23	3085.00	252
3	Quinilla	C3 S1 C1	5.06	2.39	12.06	3055.00	253
4	Quinilla	C4 S1 C1	5.23	2.39	12.49	3032.50	243
5	Quinilla	C5 S1 C1	5.20	2.26	11.75	3008.50	256
6	Quinilla	C6 S1 C2	5.13	2.41	12.35	2977.50	241
7	Quinilla	C7 S1 C2	5.12	2.67	13.66	2942.50	215
8	Quinilla	C8 S1 C2	5.09	2.40	12.19	2910.00	239
9	Quinilla	C9 S1 C2	5.07	2.56	12.94	2878.00	222
10	Quinilla	C10 S1 C2	5.01	2.43	12.17	2844.50	234
Total						29843.5	2416
Average						2984.35	241.6
Stándar Desviation						89.4464613	14.8338951
Cv %						0.02997184	0.06139857

**Condición de ensayo: CH= 14 % ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 0.30 cm **Norma a utilizada ASTM 143-04 Resistencia máxima a la tracción perpendicular de la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA, están dentro de un rango DE CALIDAD MEDIA, DE GRADO (IV) encontrada para la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

06 de diciembre de 2023, 9:10:07 AM SN: 303894-R0 V7.02.10


 Ing. Né Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU

ANEXO 10: Resultados de Ensayo de Tracción Perpendicular a la Fibra sin Defecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



TRACCION PERPENDICULAR A LA FIBRA

Lot Number: 010 Test Setting: Madera sin defectos
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 08/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C MAX Kg	Res. Max(kg/cm ²)
1	Quinilla	Q1T1	5.04	2.39	12.02	7725.00	647
2	Quinilla	Q1T2	5.08	2.40	12.12	7712.50	636
3	Quinilla	Q1T3	5.22	2.39	12.48	7709.15	490
4	Quinilla	Q1T4	5.04	2.39	12.02	7725.00	647
5	Quinilla	Q1T5	5.08	2.40	12.12	7712.50	636
6	Quinilla	Q1T6	5.22	2.39	12.48	7709.15	490
7	Quinilla	Q1T7	5.04	2.39	12.02	7725.00	647
8	Quinilla	Q1T8	5.08	2.40	12.12	7712.50	636
9	Quinilla	Q1T9	5.22	2.39	12.48	7709.15	490
10	Quinilla	Q1T10	5.22	2.39	12.48	7709.15	490
Total						77149.1	5809
Average						7714.91	580.9
Stándar Desviation						7.11460938	78.363044
Cv %						0.00092219	0.13489937

**Condición de ensayo: CH= 16 % ** Medida de probetas: 5cm x 5cm x 8.30 cm **Norma a utilizada ASTM 143-94 Resistencia máxima a la tracción perpendicular de la madera sin defectos de *Manikara bidentata* (Quinilla colorada)



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA están dentro de un rango DE CALIDAD ALTA, DE GRADO (V) encontrada para la madera sin defectos de *Manikara bidentata* (Quinilla colorada)

06 de diciembre de 2023, 9:02:07 PM SN: 303894-R0 V7.02.10


 Ing., Noé Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU

ANEXO 11: Resultados de Ensayo de Tracción Paralelo a la Fibra con Defecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



TRACCION PARALELO A LA FIBRA

Lot Number: 010 Test Setting: Madera con defectos
Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 06/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C MAX Kg	Res. Max(kg/cm ²)
1	Quinilla	Q1T1	0.48	0.98	0.4704	40	8503401361
2	Quinilla	Q1T2	0.48	0.98	0.4704	38	80.78231293
3	Quinilla	Q1T3	0.48	0.98	0.4704	38	80.78231293
4	Quinilla	Q1T4	0.48	0.98	0.4704	39	82.90816327
5	Quinilla	Q1T5	0.48	0.98	0.4704	37	78.65646259
6	Quinilla	Q1T6	0.48	0.98	0.4704	38	80.78231293
7	Quinilla	Q1T7	0.48	0.98	0.4704	37	78.65646259
8	Quinilla	Q1T8	0.48	0.98	0.4704	39	82.90816327
9	Quinilla	Q1T9	0.48	0.98	0.4704	40	85.03401361
10	Quinilla	Q1T10	0.48	0.98	0.4704	38	80.78231293
Total						384	816.3265306
Average						38.4	81.63265306
Stándar Desviation						1.0749677	2.28522045
Cv %						0.02799395	0.02799395

**Condición de ensayo: CH= 16 % ** Medida de probetas: 0.48cm x 0.98cm x 6.50 cm **Norma a utilizada ASTM 143-04 Resistencia máxima a la tracción paralela de la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA están dentro de un rango DE CALIDAD ALTA, DE GRADO (V) encontrada para la madera con defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

06 de diciembre de 2023, 94:02:07 PM SN: 303894-R0 V7.02.10


Ing. Noé Cristian Fachin Vargas
Laboratorio de Tecnología de la Madera
FCFyA-UNU

ANEXO 12: Resultados de Ensayo de Tracción Paralelo a la Fibra sin Defecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA



TRACCION PARALELO A LA FIBRA

Lot Number: 010 Test Setting: Madera sin defectos
Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 08/12/2023

Item	Sample	Sample No.	Ancho cm	Espesor cm	Área cm ²	C MAX Kg	Res. Max(kg/cm ²)
1	Quinilla	Q1T1	0.45	0.98	0.441	88	199.5464853
2	Quinilla	Q1T2	0.45	0.98	0.441	90	204.0816327
3	Quinilla	Q1T3	0.45	0.98	0.441	86	195.0113379
4	Quinilla	Q1T4	0.45	0.98	0.441	90	204.0816327
5	Quinilla	Q1T5	0.45	0.98	0.441	91	206.3492063
6	Quinilla	Q1T6	0.45	0.98	0.441	95	215.4195011
7	Quinilla	Q1T7	0.45	0.98	0.441	89	201.814059
8	Quinilla	Q1T8	0.45	0.98	0.441	87	197.2789116
9	Quinilla	Q1T9	0.45	0.98	0.441	91	206.3492063
10	Quinilla	Q1T10	0.45	0.98	0.441	93	210.8843537
Total						900	2040.81633
Average						90	204.081633
Stándar Desviation						2.7080128	6.1406186
Cv %						0.03008905	0.03008903

**Condición de ensayo: CH= 16 % ** Medida de probetas: 0.46cm x 0.98cm x 6.50 cm **Norma a utilizada ASTM 143-04 Resistencia máxima a la tracción paralela de la madera sin defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)



Según la clasificación para estos valores de RESISTENCIA MAXIMA estan dentro de un rango DE CALIDAD ALTA , DE GRADO (V) encontrada para la madera sin defectos de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada)

06 de diciembre de 2023, 94:02:07 PM SN: 303894-R0 V7.02.10


Ing., Noé Cristian Fachin Vargas
Laboratorio de Tecnología de la Madera
FCFyA-UNU

ANEXO 13: Resultados de Ensayo de Densidad y Contenido Húmedo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA

PROPIEDADES FISCAS



Ensayo de Densidad y Contenido de Humedad

Lot Number: 001 Test Setting: CH (%) - D (g/cm³)
 Operator: Ing. Cristian Fachin Vargas Test Date: 08/12/2023

Tipo De Secado	Especie	N° Probetas	Dimensiones			Vol. (cm ³)	P (gr)	CH (%)	Dcsa (g/cm ³)	Do (g/cm ³)
			l (cm)	a(cm)	e(cm)					
Promedio seca al aire libre	Quinilla	10	10.130	2.516	2.509	63.949	40.561	11.44	0.63	0.86
Promedio seca al horno	Quinilla		10.084	1.937	3.810	74.165	35.867			
								*SD ⁽¹⁾ 5.42	0.03	0.27
								**CV (%) ⁽²⁾ 47.37	5.33	31.75

*CH= Contenido de humedad (%)

** Dcsa= densidad seca al aire (g/cm³)

***Do= densidad de ensayo (g/cm³)

****Condición de ensayo: CH= 11.44% ** Medida de probetas: 2.5cm x 2.5cm x 10 cm **Norma a utilizada 251- 009 y

0011

*****N° de probetas: 10

*****Norma Técnica peruana 251.011metodo Para Determinar Densidad

*****Norma Técnica peruana 251.009 Método Para Contenido De Humedad




 Ing., Noé Cristian Fachin Vargas
 Laboratorio de Tecnología de la Madera
 FCFyA-UNU