



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del
“Ishpinguillo” y su posible uso estructural según la norma E.010
“madera”**

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

AUTOR:

Tello Olano, Royner (orcid.org/0000-0002-7202-1025)

ASESOR:

Dr. Coronado Zuloeta, Omar (orcid.org/0000-0002-7757-4649)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2023

Dedicatoria

A DIOS:

Dedico esta tesis a Dios por derramar sus bendiciones, llenarme de logros y demostrarme su amor infinito.

A MI MADRE:

Por ser la persona muy responsable y ayudarme a obtener todos mis logros.

A MI HERMANO:

Por todo el apoyo que me dio con voluntad en todo momento.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Por enseñarme y darme buenos consejos para mi vida profesional.

Agradecimiento

De igual manera agradecer a Dios por bendecirme la vida, por ayudarme a realizar mi tesis, por ser mi camino en tiempos difíciles y darme fuerzas para salir adelante.

A mi madre: María Consuelo Olano Pérez, por ser el soporte y apoyarme en hacer realidad esta tesis.

A mi hermano: Luis Alberto Rojas Olano, por apoyarme siempre en lograr mis proyectos más importantes de mi vida.

A mi asesor: Dr. Omar Coronado Zuloeta, por ayudarme a resolver todas mis dudas y orientarme en realizar este trabajo de investigación.

Al Laboratorio LABSUC, por permitirme realizar en su laboratorio todos los ensayos de la madera.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de la investigación:.....	25
3.2. Variables y Operacionalización:	25
3.3. Población, Muestra y Muestreo:	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	30
3.5. Procedimientos:	31
3.6. Método de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos:.....	35
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	53

Índice de tablas

Tabla 1.	Propiedades mecánicas de la madera.....	18
Tabla 2.	Tipo de investigación según diversos criterios	25
Tabla 3.	Matriz de operacionalización de variables	27
Tabla 4.	Relación de probetas de madera Ishpinguillo a ensayar	29
Tabla 5.	Resultado de contenido de humedad - muestra 01	37
Tabla 6.	Contenido de humedad de la madera Ishpinguillo	37
Tabla 7.	Resultado de densidad básica - muestra 01.....	38
Tabla 8.	Resultado de densidad básica - muestra 02.....	39
Tabla 9.	Resultado de densidad básica - muestra 03.....	39
Tabla 10.	Resultado de densidad básica - muestra 04.....	40
Tabla 11.	Resultado de densidad básica - muestra 05.....	40
Tabla 12.	Densidad básica de la madera Ishpinguillo	41
Tabla 13.	Resultado de cizallamiento del Ishpinguillo	41
Tabla 14.	Resultado de compresión axial del Ishpinguillo.....	42
Tabla 15.	Resultado de compresión perpendicular de Ishpinguillo	43
Tabla 16.	Resultado de la flexión estática del Ishpinguillo	44
Tabla 17.	Resultados mecánicos y elasticidad del Ishpinguillo	46

Índice de figuras

Figura 1. Partes del tronco.....	13
Figura 2. Composición del árbol: raíces, tronco, copa.	14
Figura 3. Dimensiones de la probeta para densidad.....	18
Figura 4. Diseño de ensayo para determinar la flexión estática.....	20
Figura 5. Procedimiento para la ejecución del trabajo de investigación.....	33

Resumen

Esta investigación presenta como objetivo principal determinar propiedades físicas y mecánicas de la madera Ishpinguillo nombre científico “Ocotea Jelskii” para uso estructural según la normativa E.010 “Madera” en el distrito de Tabaconas - San Ignacio – Cajamarca, 2022, la investigación se realiza porque necesitamos ver su resistencia para emplearlo en la construcción de viviendas.

Se aplica un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, para desarrollar estos ensayos se tiene que extraer la madera Ishpinguillo un total de 88 probetas, las medidas se encuentran reglamentadas en las Normas Técnicas Peruanas, entonces las probetas fueron definidas por técnicos laboratoristas, así también normas y antecedentes relacionados a la investigación. Las guías y formatos para los ensayos fueron brindados por especialistas en estudios de madera.

Se realizaron 6 diferentes ensayos de madera acorde a la norma técnica E.010, el Ishpinguillo presenta como resultados, para propiedades físicas densidad de 0.48 gr/cm³ y contenido de humedad de 11.97 %, con densidad que esta entre 0.40 a 0.55 gr/cm³, demostrando ser madera con densidad media alta, así mismo el ensayo de compresión perpendicular 1.61 MPa, Compresión Paralela 7.93 MPa, Flexión Estática 10.68 MPa y Cizallamiento 1.73 MPa, del mismo modo para obtener y procesar los parámetros se utilizó el software Excel para poder llegar a los objetivos propuestos. Los resultados obtenidos se compararon con la respectiva norma para madera que demuestre su viabilidad estructural. Llegando a concluir que la madera Ishpinguillo tiene buenas propiedades físicas y mecánicas por lo que se clasifico al grupo C, entonces si se puede utilizar estructuralmente.

Palabras clave: Propiedades físicas, propiedades mecánicas, madera Ishpinguillo, norma E.010.

Abstract

This research has as its main objective to determine physical and mechanical properties of Ishpinguillo wood scientific name "Ocotea Jelskii" for structural use according to E regulations. 010 "Wood" in the district of Tabaconas - San Ignacio - Cajamarca, 2022, the research is carried out because we need to see its resistance to use it in the construction of houses.

A quantitative approach and non-experimental design are applied, to develop these tests a total of 88 specimens have to be extracted from Ishpinguillo wood, the measures are regulated in the Peruvian Technical Standards, then the specimens were defined by laboratory technicians, as well as standards and background related to research. The guidelines and formats for the trials were provided by specialists in wood studies.

6 different wood tests were carried out according to the technical standard E.010, the Ishpinguillo presents as results, for physical properties density of 0.48 gr / cm^3 and moisture content of 11.97%, with density that is between 0.40 to 0.55 gr / cm^3 , proving to be wood with medium high density, likewise the perpendicular compression test 1.61 M Pa , Parallel Compression 7.93 M Pa , Static Bending 10.68 MPa and Shear 1.73 MPa , in the same way to obtain and process the parameters the Excel software was used to reach the proposed objectives. The results obtained were compared with the respective standard for wood demonstrating its structural viability. Coming to conclude that Ishpinguillo wood has good physical and mechanical properties so it is classified or group C, then if it can be used structurally.

Keywords: Physical properties, mechanical properties, Ishpinguillo wood, E.010 standard.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú a nivel mundial es el noveno país con mayor superficie de bosques, ocupa el cuarto puesto en área de bosques tropicales y el segundo puesto en bosques amazónicos, los cuales están ubicados a los alrededores del río Amazonas siendo los bosques tropicales con más extensión del planeta (MINAM, 2022).

En el contexto nacional, casi el 60% del territorio peruano está lleno de bosques, siendo la Amazonía la región con mayor superficie forestal. Dichos bosques tienen una gran diversidad de especies forestales, que permiten desarrollar distintas actividades comerciales y el bienestar de los pobladores. El Perú tiene un poco más de 2500 variedades de árboles para aprovechamiento de madera, de ese número 237 han sido comercializadas en construcción y afines en general (MINAM, 2022). En relación a lo anteriormente manifestado, se puede afirmar que nuestro país es potencialmente forestal. El año 2020, la madera procesada, nuestro mayor producto maderable de venta, logro una ganancia de 38 millones de dólares, los 10 destinos son: China (30.5%), México (16%), Estados Unidos (10.6%), Francia (9.2%), República Dominicana (6.8%), Dinamarca (5.6%), Vietnam (3.8%), Bélgica (2.9%) Nueva Zelanda (2.4%) y Ecuador (1.6%). Dichos países cuentan con mejores normas, mejores regulaciones y consumidores más informados, lo cual fomenta la compra de madera legal y combate la tala ilegal de árboles (WWF, 2021).

De otro lado, el resultado del Censo Nacional 2017, llego a mostrar que las personas censadas del ámbito urbano del Perú fueron 23 311 893 habitantes, representando el 79,3% de la población nacional y en el ámbito rural fueron censadas 6 69 991 personas que representan el 20,7% del total de nuestra población. Dichas poblaciones de las áreas urbana y rural presentan diversas necesidades de vivienda, relacionadas principalmente a su realidad y contexto geográfico, ecológico y económico (INEI, 2017).

Asimismo, el censo nacional 2017 destaca que de todas las viviendas particulares que fueron censadas y estaban ocupadas son 7 698 900 viviendas, de dichas viviendas 4 298 274 tienen sus paredes exteriores a base de ladrillos o bloques de concreto, representando el 55.8%; además el 27.9 % de viviendas están hechas a base de adobe o tapial siendo un total de 2 148 494 de viviendas, también hay viviendas con paredes de otros materiales como madera (8,6 %), quincha (1,8 %),

piedra con barro (0.8 %), sillar con cal o cemento (0,5 %), otros materiales que incluyen; triplay, calamina, estera y otros (2,9 %) (INEI, 2018).

Comparado al Censo 2007, destacamos un aumento de viviendas con paredes exteriores de ladrillo o bloques de concreto lo que significa que hubo un crecimiento del 43,7%, es decir que durante el periodo intercensal se construyeron 1 306 647 de viviendas más con paredes de ladrillo o bloques de concreto. Así mismo se evidencia que las viviendas construidas con madera aumentaron en un 17,8% siendo 110 036 viviendas más.

En relación a los datos del censo nacional 2017, se puede inferir el bajo porcentaje de viviendas construidas con madera (aproximadamente 10%), muy inferior a los porcentajes de viviendas construidas con ladrillo y adobe, además del escaso crecimiento porcentual de viviendas de madera en el periodo intercensal.

Esta reducida utilización de madera para la construcción en nuestro país y Latinoamérica en general, contrasta con lo que sucede en Estados Unidos y varias regiones de Europa, en donde el porcentaje de viviendas de madera es predominante de manera abrumadora.

Asimismo, es necesario señalar que, a pesar del indiscutible potencial forestal de nuestro país, solamente 05 especies forestales presentan certificación internacional para ser exportadas y la norma técnica E.010 “Madera” del R.N.E solamente identifica 27 especies forestales con sus cualidades físicas y mecánicas adecuadas para uso estructural en el sector construcción de nuestro país.

En relación a lo anteriormente expuesto, resulta fundamental establecer propiedades físicas y propiedades mecánicas de los diversos arboles maderables presentes en nuestro territorio, con la finalidad de identificar su posible uso estructural en el sector construcción y realizar su respectivo agrupamiento (A, B, C, D); cumpliendo con los requisitos y procedimientos descritos en la NTP E.010 “Madera” y demás normas relacionadas o complementarias.

En ese sentido, a través de este trabajo investigativo, se busca determinar las propiedades físicas y propiedades mecánicas de una especie forestal exótica muy representativa de los “bosques de neblina”, presentes en la zona del nororiente peruano, específicamente en la provincia de Jaén y San Ignacio ambas pertenecientes a Cajamarca; como es el caso de la *Ocotea Jelskii* (Nombre Común:

“Ishpinguillo”). Para ello se tomará en consideración los procedimientos y requisitos descritos en la Norma E.010 “Madera” del RNE y demás normas complementarias. La presente investigación es de mucha importancia para la innovación tecnológica en el sector construcción de nuestro país, ya que determinará si la especie forestal “Ocotea Jelskii” (Ishpinguillo), presenta propiedades físicas y propiedades mecánicas que permitan su uso estructural en la construcción de viviendas.

En ese sentido, se pretende diversificar con sustento técnico la oferta maderera para uso estructural en nuestro país. Esta diversificación sostenible de la oferta maderera para uso estructural en nuestro país, promoverá la utilización de madera en edificaciones, que actualmente representa un poco más del 10% de viviendas presentes en nuestro país, lo cual resulta contradictorio en un país donde la disponibilidad de recursos forestales es abrumadora.

Esta masificación en edificaciones de madera presenta muchas ventajas: gran disponibilidad del recurso maderero en nuestro país, menor inversión económica, mayor rapidez de construcción por la simplicidad de sus procesos constructivos, rangos de seguridad aceptables frente a sismos de baja intensidad (resulta factible su implantación en las zonas sísmicas 1 y 2), menores costos y mayor rapidez en su reparación frente a posibles daños, el propietario puede construir su propia vivienda con una capacitación básica (se sugiere la difusión de kits de planos detallados con prototipos o módulos estandarizados de viviendas).

Asimismo, es necesario indicar que la identificación de nuevas especies forestales para uso estructural, diferentes a las tradicionalmente comercializadas, impide la extracción selectiva de estas últimas, reduciendo en gran medida su tala indiscriminada y posible extinción. Al respecto, se debe recalcar que la utilización de madera en el sector construcción de nuestro país; se debe sujetar a las políticas nacionales de aprovechamiento sostenible, racional y responsable de los recursos forestales y de la biodiversidad en general.

Para determinar las propiedades físicas y propiedades mecánicas de “Ocotea Jelskii” (Ishpinguillo), realizaremos diversos ensayos descritos en las NTP relativas a la madera. Dichos ensayos a realizar son: contenido de humedad, densidad, compresión axial, compresión perpendicular, flexión estática y cizallamiento.

Los resultados hallados en las propiedades físicas y propiedades mecánicas del “Ishpinguillo”, se contrastarán con los rangos y valores descritos en las Tablas de

la NTP E.010 del R.N.E, con la finalidad de identificar si la mencionada especie forestal puede tener uso estructural en el ámbito de la ingeniería civil, de cumplirse este último supuesto, se procederá a realizar su respectivo agrupamiento estructural en una de las clases estipuladas: (A, B, C, D).

Dichos resultados hallados para las propiedades físicas y propiedades mecánicas del “Ishpinguillo”, se contrastarán también con los resultados obtenidos en investigaciones relativas a otras especies forestales de interés, y con las especies validadas oficialmente en la NTP E.010 para uso estructural (27 tipos de madera). Esto permitirá arribar a importantes conclusiones en la investigación.

De manera específica, es necesario señalar que los ensayos de laboratorio aplicados a determinar las propiedades físicas y propiedades mecánicas del “Ishpinguillo”, se realizarán en base a los procedimientos detallados en las Normas NTP 251.104, NTP 251.107, NTP 251.011.

Asimismo, se debe indicar que la posible incorporación de la especie forestal “Ishpinguillo” a los grupos para uso estructural (A, B, C, D); se realizará siguiendo la metodología y procedimientos señalados por el R.N.E en la Norma E.010 “Madera”.

Por otro lado, debemos señalar que la presente investigación no considera el modelamiento, análisis y diseño de algún prototipo o módulo de vivienda de madera. En la eventualidad de confirmarse el uso estructural de la madera “Ishpinguillo”, dicho aspecto quedaría como un tema de interés para futuras investigaciones.

Frente al contexto antes detallado se plantea el siguiente problema general de investigación: ¿Las propiedades físicas y propiedades mecánicas de la madera “Ocotea Jelskii” (Ishpinguillo) cumplen con los requisitos establecidos en la Norma E.010 “Madera” que permita su uso estructural en el sector construcción?

Así mismo como problemas específicos tenemos: ¿Cuál es el contenido de humedad del Ishpinguillo? ¿Cuál es la densidad del Ishpinguillo? ¿Cuál es el esfuerzo admisible al cizallamiento del Ishpinguillo? ¿Cuál es el esfuerzo admisible a la compresión paralela del Ishpinguillo? ¿Cuál es el esfuerzo admisible a la compresión perpendicular del Ishpinguillo? ¿Cuál es el esfuerzo admisible a la flexión estática del Ishpinguillo?

La justificación de la presente investigación está basada de manera general en la problemática existente respecto al tema de estudio, es así que dicha investigación se justifica en el aspecto técnico, con los resultados de la investigación se obtendrá por lo menos una recomendación técnica científica del Ishpinguillo para usarlo estructuralmente. El estudio es de mucha importancia desarrollarlo, ya que el conocimiento que se obtendrá servirá para que los pobladores se consoliden mucho más con la finalidad de utilizarlo en estructuras, favoreciendo a las zonas donde esta especie crece e incluso podría utilizarse en la construcción viviendas sostenibles. De la misma manera sirve de apoyo para otras investigaciones con una economía más estable para el estudio y la incorporación de esta especie en la norma E.010. Por otro lado, ayudara como base a la investigación de muchas más especies similares, que no tengan conocimiento técnico científico, para uso estructural.

Referente al aspecto económico el presente estudio ayuda a encontrar el problema propuesto mediante la determinación de las propiedades físicas y propiedades mecánicas del Ishpinguillo para su propósito estructural, porque no ay estudio o registro alguno confiable para emplearlo en la construcción. Así mismo, la investigación propone esta nueva especie porque es muy económica lo cual va proyectada especialmente para personas cuyos recursos económicos son muy limitados en la zona con alta producción.

Así mismo en el aspecto social porque tiene validez metodológica que en todo lo detallado en la tesis están respaldados por autores reconocidos, NTP, etc. De la misma forma los parámetros obtenidos del Ishpinguillo se obtendrán mediante los instrumentos de recolección de datos para los ensayos físicos y ensayos mecánicos, validados por expertos del laboratorio Labsuc, también se pueden emplear en otras investigaciones para su estandarización. Utilizando la técnica de la observación que es recomendable para este tipo de investigaciones. Así mismo, también debemos resaltar que esta investigación se conforma por un muestreo no probabilístico de tipo intencional, para ello se realizarán 88 probetas para sus respectivos ensayos bajo criterio del investigador de este proyecto, asesorados por técnicos en el tema, limitados por la poca economía y equipos en la casa de estudio.

La presente investigación tiene como objetivo general: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E.010 "madera". Así mismo se plantea como objetivos específicos los siguientes: Determinar el contenido de humedad del Ishpinguillo. Determinar la densidad básica del Ishpinguillo. Determinar el esfuerzo admisible al cizallamiento paralelo al grano del Ishpinguillo. Determinar el esfuerzo admisible a la compresión paralela del Ishpinguillo. Determinar el esfuerzo admisible a la compresión perpendicular del Ishpinguillo. Determinar el esfuerzo admisible a la flexión estática del Ishpinguillo.

Como hipótesis se plantea si los valores determinados para las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo", permiten su incorporación en alguno de los agrupamientos para uso estructural (A, B, C, D) estipulados en la norma E.010 "madera", recomendándose su empleo en la construcción de viviendas.

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación toma en consideración para su planificación y ejecución importantes estudios previos relacionados a la temática de interés, de esta manera se tiene los antecedentes y bases teóricas que se detallan a continuación.

Como antecedentes internacionales se tiene los siguientes:

Cendales y Moreno (2019), elaboraron su tesis donde determinaron las propiedades físicas y propiedades mecánicas de la Guadua, especie originaria de Armenia Quindío, de la Universidad Católica de Colombia, facultad de Ingeniería. Para ello elaboraron probetas con dimensiones de 5, 10 y 15 cm las mismas que fueron clasificadas y rotuladas para luego ser sometidas a ensayos de laboratorio de acuerdo a normas técnicas reglamentarias, llegando a tener como resultado un contenido de humedad de 14.41 %, para densidad $607,651 \text{ kg/m}^3$, resistencia de compresión 31.23 Mpa, resistencia de corte 5.6 Mpa, resistencia de flexión 7.48 Mpa, resistencia a la tracción 5.45 Mpa, concluyendo que la Guadua es una madera con importantes propiedades para la construcción de edificaciones por su gran capacidad de resistencia a la compresión y al corte, también con optimas propiedades para la construcción de puentes peatonales por su buena capacidad de resistencia de flexión y tracción.

Morejón (2018), determinó propiedades físicas y propiedades mecánicas de 03 maderas: Piptocoma Discolor (Kunth.) Pruski (Pigue), Pouteria Glomerata (Intachi) y Iriartea deltoidea Ruiz & Pav. (Chonta), teniendo como resultados que respecto a las propiedades físicas en estado verde el contenido de humedad fue 29,68 %, 60,16% y 71,89% para la especie chonta, Pigue y Intachi respectivamente; la densidad fue $1,24 \text{ gr/cm}^3$ (Chonta), $0,70 \text{ gr/cm}^3$ (Pigue) y 1.05 gr/cm^3 (Intachi); en el estado seco el contenido de humedad fue 12.28%, 15.26% y 13.0 % para chonta, Pigue y Intachi respectivamente, la densidad fue 1.09 gr/cm^3 (chonta), 0.69 gr/cm^3 (Pigue) y $0,97 \text{ gr/cm}^3$ (Intachi); de la misma manera en estado seco al horno el contenido de humedad para la chonta, Pigue y Intachi fue 10.74%, 12.77% y 11.70% respectivamente, la densidad fue 1.04 gr/cm^3 (chonta), $0,52 \text{ gr/cm}^3$ (Pigue) y $0,68 \text{ gr/cm}^3$ (Intachi); por otro lado, respecto a las propiedades mecánicas se tuvo que la especie con mejores resultado fue la chonta la cual tuvo una flexión estática

de 1278.64 kg/cm², 1473.29 kg/cm² y 2091.38 kg/cm² en estado verde, seco al aire y seco al horno respectivamente; la resistencia al corte fue 1115.60 kg/cm² (verde), 1575.20 kg/cm² (seco al aire) y 1611.74 kg/cm² (seco al horno); la resistencia a la compresión paralela fue 1437.37 kg/cm², 1561.61 kg/cm² y 1797.30 kg/cm² en estado verde, seco al aire y seco al horno respectivamente, la resistencia a la compresión perpendicular en estado verde, seco al aire y seco al horno fue 136.73 kg/cm², 151.03 kg/cm² y 259.55 kg/cm² respectivamente; la resistencia a la tracción fue : 1047.57 kg/cm² (verde), 1232.12 Kg/cm² (seco al aire) y 1518.58 Kg/cm² (seco al horno) y la dureza de Brinell fue 785.90 Kg/cm², 785.90 Kg/cm² y 796.19 Kg/cm² en estado verde, seco al aire y seco al horno respectivamente.

Guerra (2019), en su tesis determino propiedades mecánicas de la madera Pino Oocarpa en la zona de Chiquimula y su aplicación en vigas ensambladas tipo I, dicha investigación se realizó en la sede universitaria San Carlos de Guatemala facultad de ingeniería, para dicho estudio se elaboraron especímenes para ensayos de compresión axial, tensión paralela, corte perpendicular y flexión estática todo con el objetivo de conocer las propiedades mecánicas de la madera en estudio, los resultados que se obtuvieron fueron para compresión paralela 307.10 kg/cm² , tensión paralela 1015.04 kg/cm² , corte perpendicular 61.93 kg/cm² , flexión estática 494.02 kg/cm² y módulo de elasticidad 87435.91 kg/cm² , llegando a una conclusión que la madera de Pino Oocarpa si se puede utilizar en estructuras, también se puede utilizar en vigas tipo I con longitud de 6 metros libres y con carga distribuida de 250.00 kg/m según los resultados y estudios aplicados a esta investigación.

Chicaiza (2022), en su tesis compararon propiedades físicas y propiedades mecánicas de tres maderas en Ecuador (Pino Patula, Pino Caribe, y Platuquero), la finalidad fue conocer a estas especies si son utilizables como elementos estructurales. Elaboraron cuadros comparativos, para comparar propiedades de peso y densidad específica de 8 ensayos que realizaron. Obteniendo los resultados se llegó a mostrar que el Platuquero tiene mayor peso y densidad comparándolo al Pino Patula y Pino Caribe. Dichos parámetros reportados de contracción fueron muy similares para el Pino Patula y Pino Caribe. Para compresión axial, el Pino caribe demuestra un mejor comportamiento en cuanto al módulo de elasticidad y resistencia, comparado a las otras maderas. Llegando a una conclusión que estas

especies si se pueden utilizar en construcción en edificaciones y obras civiles. Además, la investigación considera que debemos realizar otros ensayos para las tres especies con el fin de determinar a mayor profundidad sus diferentes características provenientes de otras zonas.

Alvis (2017), determinó propiedades físicas y propiedades mecánicas de la madera *Ocotea Brevipetiolata* (Uraco), dicha investigación se realizó en Colombia. Para ello se hicieron ensayos de densidad, contracción, flexión, cizallamiento, compresión paralela y perpendicular teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas, los resultados obtenidos indicaron que la especie uraco tuvo una densidad básica $0,54 \text{ g/cm}^3$ lo que la ubica dentro del grupo estructural C, así mismo las propiedades mecánicas de acuerdo a la clasificación de las normas ASTM indicaron que madera de uraco es capaz de soportar cargas moderadas.

Como antecedentes nacionales se tiene los siguientes:

Barrientos y Luza (2018), en su tesis determinaron las propiedades físicas y propiedades mecánicas de la especie Zapote, natural de Puerto Maldonado, departamento Madre de Dios, con el fin de evaluar la posibilidad de usarla estructuralmente según la NTP E.010 del R.N.E, para ello se seleccionó y acondicionó las muestras de madera según las normas NTP 251.008 y NTP 251.009, se realizó los ensayos físicos y ensayos mecánicos tomando en consideración las especificaciones de las NTP correspondientes. Los resultados obtenidos fueron analizados e interpretados teniendo en cuenta la NTP E.010 llegando a la conclusión que la madera de zapote puede ser utilizada con fines estructurales.

López (2019), realizó una investigación donde determinó las propiedades físicas y propiedades mecánicas de la especie: Quinilla, en estado verde, para uso estructural; para ello se aplicó un método no experimental – transeccional descriptivo, las probetas de madera fueron obtenidas, acondicionadas y ensayadas conforme a las NTP correspondientes, de esta manera los resultados conseguidos en el caso de las propiedades físicas fueron una densidad y contenido de humedad de 0.68 gr/cm^3 y 13.79% respectivamente, lo que indica que es una madera con

densidad alta por lo que según la Norma E.010 se ubica dentro del Grupo B, de la misma manera las propiedades mecánicas de contracción de tangencial, contracción radial, contracción volumétrica obtuvieron valores de 5.55%, 5.00% y 10.85 % respectivamente. Analizando los valores promedios de las propiedades mecánicas, todos ellos se clasificaron con rango muy alto, por lo tanto, se recomienda su uso estructural.

Ordóñez y Lugo (2016), evaluaron cómo se comporta un sistema estructural de madera, para ello se desarrolló dos etapas: siendo en la primera etapa donde realizaron ensayos mecánicos a probetas de la especie de Pino Radiata y en la segunda etapa se evaluó la resistencia sísmica de un prototipo en escala real de una edificación de 3 niveles. Según los análisis respectivos de los datos provenientes de los ensayos los investigadores concluyeron que es posible el uso estructural de la especie de Pino Radiata ya que los parámetros de las propiedades evaluadas se ubican establecidos dentro de los parámetros permitidos normados, además se demostró que el entramado de la madera presenta una excelente capacidad para soportar la carga horizontal (corte) generada por el sismo, por lo tanto, la especie de Pino Radiata debe ser utilizada con fines estructurales.

Córdova y Maico (2019), determinaron las propiedades físicas y propiedades mecánicas de la especie Roble Corriente para usarla estructuralmente según la norma E.010 “madera” en Chanchamayo (Junín), para ello desarrollaron un diseño no experimental en la cual se evaluaron un total de 42 especímenes de madera de roble corriente teniendo en cuenta las normas correspondientes, los ensayos realizados a las probetas de madera fueron los indicados por la norma E.010. Luego de obtener los resultados se analizaron y compararon con la normativa peruana correspondiente para maderas concluyendo que la madera de roble corriente se encuentra dentro del grupo estructural B debido a sus buenas propiedades por lo que es posible usarla estructuralmente en las edificaciones a base de madera.

García (2018), realizó esta investigación para evaluar, analizar y comparar propiedades físicas y propiedades mecánicas de las especies Copaiba, Miza y Zapote conforme a la norma E.010 “madera” en el Cusco, la investigación de estas especies se realizó en la universidad Andina de dicha ciudad por ser las más

usadas y comerciales, el objetivo principal fue conocer si tanto las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las especies en estudio cumplen lo establecido en la norma E.010 “madera” del R.N.E, elaborándose probetas para ensayos de humedad, densidad, compresión axial, compresión perpendicular, corte paralelo, flexión, módulo de elasticidad, llegando a una conclusión final que las tres especies si pueden ser utilizadas estructuralmente y en cualquier obra civil.

Como antecedentes locales se tiene los siguientes:

Cabanillas (2019), esta investigación la realizaron para comparar las propiedades físicas y propiedades mecánicas del Eucalyptus Globulos ubicadas en Huambocancha y El Triunfo, el estudio fue realizado en la UPN ciudad de Cajamarca, para ello fabricaron 300 probetas, 150 para cada una y 30 para cada ensayo seleccionando las probetas de 5 árboles diferentes de cada lugar, se realizó teniendo en cuenta la norma E.010 “madera”. Todos los ensayos que se realizaron utilizaron las NTP actuales: humedad (251.010.2014), densidad básica (251.011.2014), compresión axial (251.014.2014), compresión perpendicular (251.016.2015), y flexión estática (251.017.2014), realizando las comparaciones de cada propiedad se llegó a concluir que la madera ubicada en Huambocancha tiene mejores propiedades, mientras las propiedades mecánicas aumentan su resistencia con relación a las físicas, por lo tanto a mayor densidad y menor humedad, mayor es la resistencia.

López (2018), en su tesis denominada, determinación de valores admisibles para el diseño estructural con madera de las especies Cachimbo Colorado y Capirona, realizada en Lima en la UNI tuvo por principal objetivo verificar el comportamiento estructural de compresión y flexión, dicho estudio fue realizado en especímenes de Cachimbo Colorado y Capirona en estado seco según las NTP vigentes. Llegando a la conclusión se obtiene como resultados de las maderas en estudio una humedad ajustada al 12% ya que es un poco mayor a lo indicado en la norma E.010 para agruparlo al grupo B, por otro lado, para los esfuerzos a compresión axial y flexión son también alineados al 22% de la humedad se puede ver que la madera Capirona resulta tener parámetros mayores al grupo A. Al finalizar el estudio del tijeral se determina una economización en material y costo, cuando diseñamos con

madera seca con 12% de contenido de humedad, también podemos notar que los valores de porcentaje de volumen alcanzan hasta 81 y 67% con referencia al volumen pueden diseñar con madera húmeda.

Eldredge (2018), en su tesis de titulada, vivienda multifamiliar de madera en la ciudad Arequipa ventajas y desempeño, que se realizó en la universidad Católica Santa María propusieron como objetivo corroborar y ver si la especie de Pino Radiata empleada en la edificación de una vivienda multifamiliar cumple con los parámetros establecidos en las normas de diseño y todas las condiciones de análisis empleadas en el Perú. Al finalizar concluyen que la especie en estudio tiene mayor desempeño estructural y sísmico que los sistemas duales y los de albañilería confinada solamente con una sola deficiencia de ser un sistema un poco más flexible incrementando deformaciones de los sistemas estructurales.

Chávez y Salazar (2018), en su tesis de titulación, estudio comparativo de material noble y madera Capirona para optimizar el diseño del módulo de vivienda del programa techo propio en Chiclayo-Perú, investigación realizada en la USMP de Lima tuvo como objetivo general comparar el material noble con la madera Capirona para saber cuál es el diseño más apropiado en la edificación de viviendas, se empleó una metodología comparativa, así mismo utilizaron tablas comparando los valores del diseño de material noble y el diseño de madera, también se comparó la evaluación técnica y económica para seleccionar el diseño más adecuado para la edificación de viviendas sociales. Se llegó a una conclusión que la madera Capirona es excelente para el uso en construcción de viviendas, porque reduce costos y tiempos de ejecución.

Espinoza y Macavilca (2018), en su tesis titulada, prototipo con tijerales usando madera Chontaquiro aplicando la norma E.010 "madera" en la selva central, la tesis fue del tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, tiene por objetivo estudiar a la especie Chontaquiro para aumentar y conocer más sobre sus características y propiedades, para incentivar a la población con el uso adecuado de la madera y no a la deforestación ilegal, para este propósito se debe agrupar estructuralmente según la norma E.010 mediante ensayos físicos, mecánicos y un prototipo de tijeral a realizar ya que este tipo de estructuras son bastante construidas en la selva

central, la madera extraída para estos ensayos fue de Villa Rica, Pasco, se elaboraron tres ensayos contenido de humedad, densidad, flexión para obtener los esfuerzos y la elasticidad. Con los resultados se procedió a realizar el diseño de tijeral de madera con la finalidad de demostrar si la madera Chontaquiro es viable para las edificaciones en la selva central, cumpliendo con los requisitos estructurales y agrupándose dentro del grupo A del R.N.E.

Estructura y características anatómicas

Las maderas están compuestas por material natural, orgánico, flexible, resistente, formado por tejido leñoso perteneciente a la división de fanerógamas, se subdivide en angiospermas y gimnospermas. Material durable utilizado en estructuras, mueblería y carpintería, la madera también se compone de material higroscópico que absorbe y entrega agua según condiciones de temperatura y humedad según el ambiente que lo rodea (FERREIRA MARTINS & SONS, 2008).

Los árboles producen la madera, por lo que es necesario tener en cuenta para conocer su naturaleza. Las maderas están compuestas por una amplia estructura natural, extraída y luego clasificada en estructuras o cualesquiera otras necesidades que las personas vean por conveniente su uso.

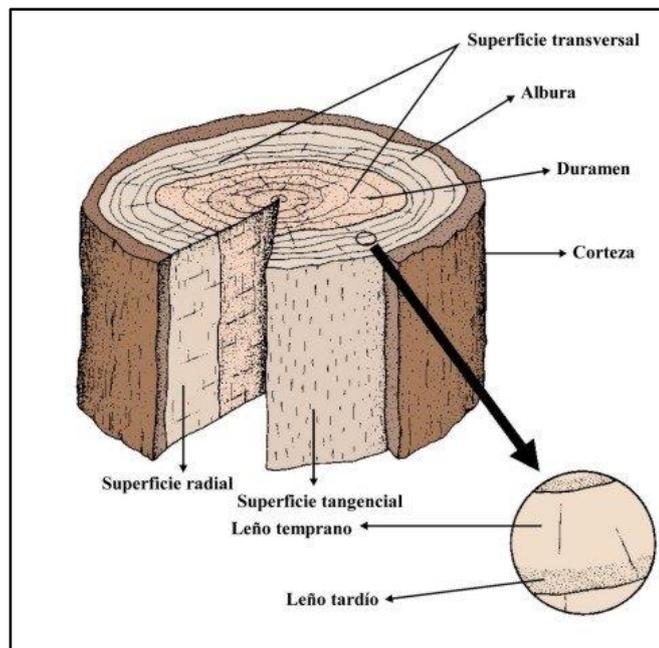


Figura 1. Partes del tronco.

Estructura de la madera.

Los árboles se forman por raíces, tronco, copa, el material que sirve para la producción de madera se obtiene del tronco, vigas, barrotes, material contraplacados mientras de la copa se obtiene tableros o hebras orientadas (CORFO-FONTEC, 2003).

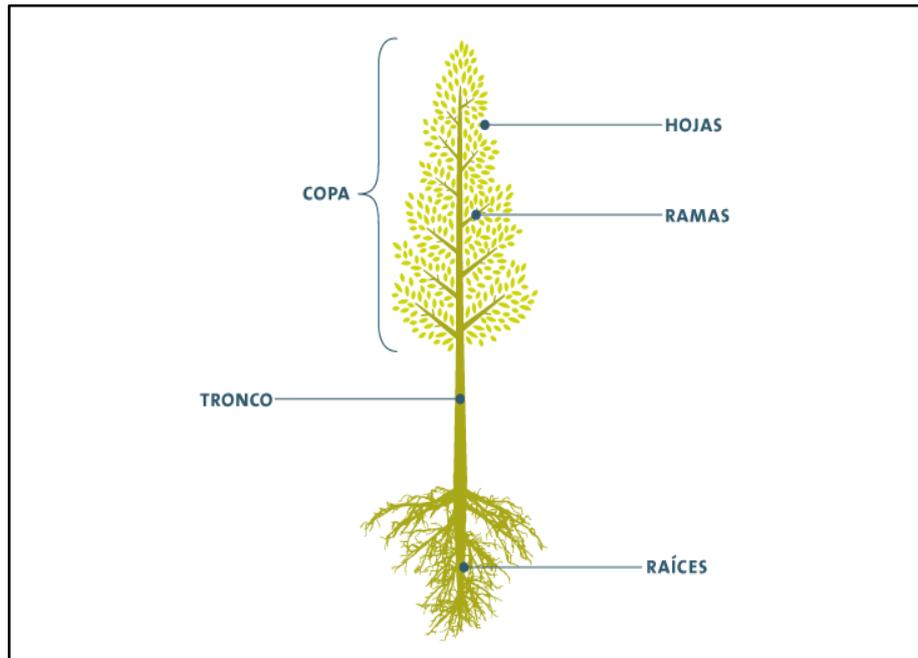


Figura 2. Composición del árbol: raíces, tronco, copa.

Naturaleza y descripción del Ishpinguillo "Ocotea Jelskii".

En la región Cajamarca está ubicada la provincia de San Ignacio dentro de ella se encuentra el distrito de Tabaconas, este distrito tiene un clima tropical y cuenta con una alta zona forestal que producen madera.

Características de la especie forestal Ishpinguillo:

Nombre científico: *Ocotea Jelskii*

Género: *Ocotea*

Familia: Lauraceae

Nombre común: Ishpinguillo

Distribución y hábitat: Estas especies forestales se distribuyen mayormente en las zonas de San Ignacio, Cajamarca, Amazonas, San Martín.

Descripción del árbol: Estos árboles alcanzan un tamaño mediano entre 3 a 10 metros de altura, con una sección circular de 0.25 a 0.50 metros de diámetro a más, la corteza, las ramas, las hojas cuentan con un olor característico natural.

De otro lado, dicha especie presenta una ligera resistencia al ataque de insectos, hongos u otras plagas, mayormente lo utilizan los campesinos y pobladores de la cuenca Urumba a esta especie son para carpintería, puertas, mueblería y encofrados.

Las Normas Técnicas Peruanas a utilizarse en la investigación son las siguientes:

NTP 251.001: Terminología.

NTP 251.004: Preservación de maderas.

NTP 251.008: Selección y colección de muestras.

NTP 251.009: Maderas destinadas a ensayos físicos y ensayos mecánicos.

NTP 251.010: Determinación del contenido de humedad.

NTP 251.011: Determinación de la densidad.

NTP 251.013: Determinación del cizallamiento.

NTP 251.014: Determinación de la compresión axial.

NTP 251.016: Determinación de la compresión perpendicular.

NTP 251.017: Determinación de la flexión estática.

NTP E.010: Reglamento Nacional de Edificaciones 2021.

Como bases teóricas de dicha investigación se toma en cuenta las propiedades físicas, propiedades mecánicas de la madera y otros términos básicos necesarios los cuales se describen a continuación:

Las propiedades de carácter físico mecánico de la madera son indicadores fundamentales de su calidad y permiten evaluar los posibles usos que se le puede dar a este material, es por ello que la norma E.010 "Madera", señala que es de mucha importancia investigar todas las variedades de madera es por eso que no todas las calidades de madera tienen las mismas características. Es por ese entonces que para determinar la clasificación estructural de las maderas es importante obtener de las propiedades físicas la densidad y la humedad conforme lo establece la norma E.010 "Madera", el primer valor nos servirá para clasificarla en el grupo correspondiente, el segundo valor guarda relación contraria a las demás propiedades. Según Winandy (1994, p. 3) "Las características físicas son cuantitativas y reflejan el comportamiento del material ante influencias externas".

Las propiedades físicas se detallan a continuación:

Contenido de humedad: Conforme a la NTP 251.010 (2014), establece que la humedad "es el agua que la madera contiene, expresada en porcentaje de la masa de madera seca en el horno" (p. 8). El contenido de humedad en la madera se muestra de varias formas: el agua libre es la que lo ubicamos en las cavidades del lumen celular, el agua de impregnación es la que se ubica dentro de las paredes celulares, el agua de constitución es la que se encuentra dentro la estructura molecular.

De otro lado, el agua que se encuentra dentro de la madera se presenta en tres estados: estado anhidro conforme al RNE (2019), señala que "es la madera que a expulsado toda la humedad adquirida" (p. 294). En ese entonces, entendemos que es cuando elimino toda el agua libre, estado verde según lo estipulado en el RNE (2019), define como "aquella madera que no ha sido secada bajo ningún método y cuyo contenido de humedad es superficial al 30 %" (p. 294). Finalmente, estado seco que se da una vez que la madera ya ha retirado toda el agua libre.

Para la realización de este ensayo calculamos aplicando el método “A”, ya que brinda resultados con mayor precisión por lo que está diseñado para ser usado en investigaciones donde se requiere una mayor precisión, en primer lugar, pesamos las muestras para luego proceder a su secado bajo una temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, posteriormente pesamos las muestras para adquirir el porcentaje de humedad con la fórmula que se muestra a continuación:

$$\text{CH} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Siendo:

CH: contenido de humedad (%).

M1: peso original del espécimen, en gramos.

M2: peso anhidro del espécimen, en gramos.

Densidad: este ensayo se realiza conforme lo establecido en la NTP 251.011 – (2014), la misma que nos especifica que la densidad es la división entre el peso sobre el volumen de la madera bajo una humedad, primeramente, procedemos a secar las muestras en la estufa con una temperatura de $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ hasta llegar a un peso requerido, para después empezar a enfriar y pesar las probetas. Con relación al volumen determinaremos conforme a medidas estandarizadas, finalmente calcularemos la densidad aplicando la fórmula siguiente:

$$D_B = \frac{P}{V}$$

Siendo:

D_B: es la densidad (gr/cm³).

P: es el peso de la probeta anhidra, en gramos.

V: es el volumen en estado saturado de la probeta, en cm³.

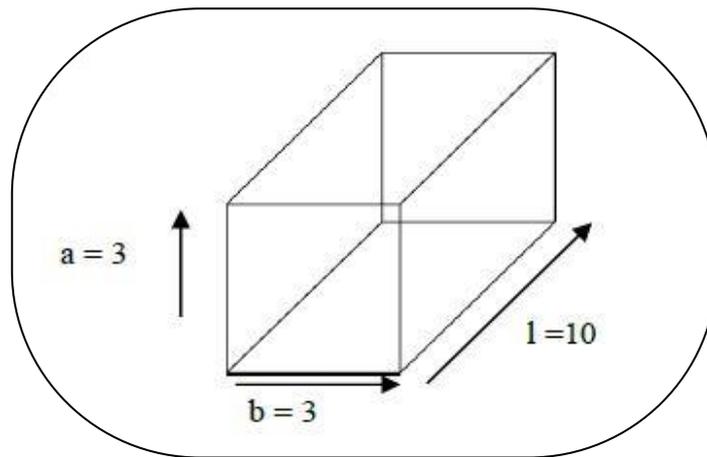


Figura 3. Dimensiones de la probeta para densidad.

Las maderas tienen muchas propiedades entre ellas se encuentran las mecánicas, conforme lo establecido en la norma E.010 “Madera” son los esfuerzos y elasticidad determinados mediante los siguientes ensayos.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de la madera

Ensayo de Laboratorio	Norma Técnica Peruana Aplicable
Cizallamiento.	251.013
Compresión axial.	251.014
Compresión perpendicular.	251.016
Flexión Estática.	251.017
	251.107

Fuente: Elaboración propia.

Así se tiene a las siguientes propiedades mecánicas:

Cizallamiento: Para la realización de este ensayo se aplica la NTP 251.013- (2015), la misma que nos indica que la probeta se tiene que ubicar en el dispositivo de cizalla para que la superficie longitudinal quede ubicada paralela a la pieza móvil y

la superficie B reciba la presión de la cizalla. Para desarrollar el cálculo utilizaremos la fórmula que se muestra a continuación:

$$\text{MOR} = \frac{P}{A}$$

donde:

MOR: módulo de rotura, (Kg/cm²).

P: máxima carga que soporta la probeta, en kilogramos.

A: área del plano que se produce el cizallamiento, (cm²).

Compresión axial: El ensayo para esta propiedad según la NTP 251.014- (2014), consiste en la aplicación de la carga sobre las bases del prisma, las probetas deben estar previamente preparadas, esta fuerza es aplicada constantemente a todo lo largo del ensayo, los valores para la elaboración de la curva de fuerza vs deformación se tomarán luego de la rotura de la probeta. Luego procederemos al cálculo con la fórmula que está a continuación:

$$\text{MOR} = \frac{P}{A}$$

donde:

MOR: módulo de rotura por compresión axial, (Kg/cm²).

P: es la carga máxima que soporta la probeta, en kilogramos.

A: es el área de la sección transversal de la probeta antes del ensayo, (cm²).

Compresión perpendicular al grano: Esta propiedad se determina según lo indicado por la NTP. 251.016, aplicando una fuerza encima de la cara tangencial o radial de las probetas de madera previamente habilitadas, las cargas son aplicadas de manera progresiva, por lo tanto, se deberá registrar las cargas aplicadas durante todo el ensayo y sus respectivas deformaciones, ya que estos datos posteriormente servirán para la elaboración de la gráfica de carga vs deformación que se hará para

cada probeta a ensayar, finalmente los resultados se calculan con la fórmula que está a continuación:

$$MLP = \frac{P}{S}$$

donde:

MLP: módulo al límite proporcional en kilogramos fuerza, (cm²).

P: carga al límite proporcional en, kilogramos fuerza.

S: superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión, (cm²).

Flexión estática: Para realizar este ensayo seguimos la NTP. 251.017, la misma que precisa que se debe buscar el plano neutral para llevar a cabo la determinación de las deformaciones a partir de este plano mediante el uso del método que se crea conveniente. La carga se aplicará en la mitad de la muestra (con distancia entre los soportes de 35 cm). Lo colocaremos intermedio de los soportes y la probeta, las placas de acero con rodillos, la misma que se muestra en la siguiente figura:

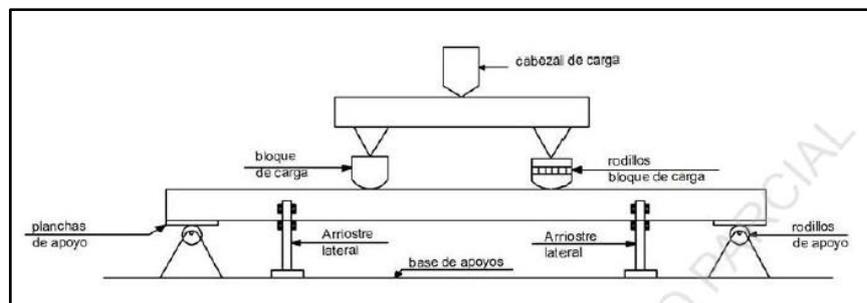


Figura 4. Diseño de ensayo para determinar la flexión estática.

a) Formula para hallar el esfuerzo de la fibra al límite proporcional (ELP):

$$ELP = \frac{3P_1L}{2ae^2}$$

donde:

P₁: carga al límite proporcional, (kgf).

L: distancia entre los soportes, (cm²).

- a: ancho del espécimen, (cm).
- e: espesor del espécimen, (cm).

b) Fórmula para el módulo de rotura (MOR):

$$ELP = \frac{3PL}{2ae^2}$$

donde:

- P: carga máxima (kgf)
- L: distancia entre los soportes (cm²).
- a: ancho del espécimen (cm).
- e: espesor del espécimen (cm).

c) Formula para módulo de elasticidad (ME):

$$ME = \frac{P_1 L^3}{2ae^3 Y}$$

donde:

- P₁: carga al límite proporcional, (kgf).
- L: distancia entre los soportes, luz de la probeta, (cm³).
- a: ancho del espécimen, (cm).
- e: espesor del espécimen, (cm).
- Y: deformación en el centro de la luz al límite proporcional, (cm³).

Con respecto a los términos básicos se tiene las siguientes definiciones:

Bosque: Según la norma NTP 251.001 – 2015, son aquellas áreas cuya extensión es mayor 0,5 ha con presencia de árboles con alturas mayores a 5m con una capa de dosel mayor al 10%.

Árbol: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es el vegetal leñoso que tiene tallo simple con un determinado grosor, forma su copa a cierta altura mediante la ramificación, además deben tener una altura mínima de cinco metros.

Forestación: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la instalación de plantaciones y/o siembra deliberada de especies arbóreas, con fines ecosistémicos u otros.

Conífero: Según la norma NTP 251.001 – 2015, son los árboles de las gimnospermas de hojas aciculares perennes y frutos en forma de cono.

Latifoliadas: Según la norma NTP 251.001 - 2015, son los árboles de las angiospermas, de hojas anchas y caducas, con frutos de diversas formas.

Durmiente de madera: Según la norma NTP 251.001 – 2015, la pieza de madera con forma paralelepípedo destinada a soportar y mantener constante la separación entre los rieles en una vía férrea.

Madera aserrada: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la pieza de madera que ha sido cortada de forma longitudinal ya sea con el uso de sierras manuales o mecánicas y cuya forma es de un paralelepípedo regular.

Características organolépticas de la madera: Según la norma NTP 251.001 – 2015, menciona que ciertas características de la madera que es posible percibir las a través de los órganos sensoriales.

Brillo: Según la norma NTP 251.001 – 2015, característica de la madera que permite reflejar la luz, debe ser observada en sección radial con iluminación natural. De este modo, las maderas son lustrosas u opacas.

Color: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la característica originada por componentes fenólicos y/o pigmentos infiltrados en el lumen y/o paredes de las células xilemáticas. El color de la madera puede variar si se trata de albura o duramen, así como por el proceso de secado.

Grano: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la guía que siguen los elementos xilemáticos conforme al centro del tronco, originado por la propia distribución de dichos elementos durante el crecimiento del árbol, así como por la orientación durante el aserrío de las piezas de madera. En el árbol, las especies pueden presentar diferentes tipos de grano.

Olor: Según la norma NTP 251.001 – 2015, son las sustancias químicas fijadas interiormente en las células de la madera. Esta característica es más pronunciada en madera fresca, la cual se va perdiendo a medida que se seca la madera.

Sabor: Según la norma NTP 251.001 – 2015, son las sustancias químicas fijadas en la estructura de la madera. Algunas especies contienen elementos que pueden causar reacciones alérgicas graves.

Textura: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la característica dada por las dimensiones, distribución y abundancia relativa de los elementos celulares que componen la madera, observada en su sección transversal y longitudinal. La textura puede ser fina, media y gruesa.

Madera: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es el tejido más importante de sostén y conducción de agua de los tallos y raíces, caracterizada por tener elementos traqueales.

Madera de coníferas: Según la norma NTP 251.001 – 2015, madera proveniente del grupo de las gimnoespermas y que se caracteriza por estar constituida principalmente de traqueidas, y por la ausencia de poros o vasos.

Madera de latifoliadas: Según la norma NTP 251.001 – 2015, la madera proveniente del grupo de las angiospermas y que se caracteriza por estar constituida principalmente de vasos, parénquima y fibras.

Anisotropía: Según la norma NTP 251.001 – 2015, la característica de la madera que le permite tener distintas propiedades físico-mecánicas en magnitudes diferentes según la dirección o eje que se considere.

Contenido de humedad: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es toda el agua almacenada en la madera; comúnmente es expresada como porcentaje de su masa anhidra.

Contenido de humedad en equilibrio Según la norma NTP 251.001 – 2015, es el punto húmedo donde la madera se encuentra en equilibrio con el medio ambiente circundante.

Carga: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es toda fuerza externa que provoca esfuerzos en el interior del material con la consiguiente deformación del mismo. En ingeniería se consideran dos tipos de carga: las concentradas y las distribuidas.

Deformación: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la variación de las dimensiones de un cuerpo por acción de las cargas.

Dureza: Según la norma N.T.P 251.001 – 2015, es el comportamiento que tiene la madera ante el uso y perforación de herramientas dentro de ella.

Esfuerzo: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es lo que resiste el cuerpo cuando es sometido a una carga. Esta fuerza se mide por unidad de área aplicada a una superficie.

Flexión dinámica: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es aquella producida por la aplicación de una carga de impacto en flexión.

Propiedad dinámica: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es aquella propiedad de la madera determinada bajo condiciones dinámicas tales como vibración o ciclos de esfuerzo.

Resistencia mecánica: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la aptitud de la madera para resistir cargas o rupturas.

Tenacidad: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es la aptitud que tiene la madera para resistir impactos repetidos de baja duración, según la cantidad de energía que pueda absorber hasta su deformación o ruptura por flexión dinámica.

Trabajabilidad: Según la norma NTP 251.001 – 2015, es el comportamiento de la madera al corte o labrado realizado con mayor o menor facilidad mediante medios manuales o mecánicos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación:

3.1.1. Tipo de investigación:

Este trabajo investigativo es del tipo aplicada, “porque busca satisfacer una necesidad identificada y específica, mediante la (ciencia, los medios, metodologías, protocolos y tecnologías) produciendo cambios en la realidad” (Carrasco, 2017, p. 43).

3.1.2. Diseño de la investigación:

Este estudio planteado corresponde a un diseño no experimental, con las siguientes particularidades según diversos criterios:

Tabla 2. Tipo de investigación según diversos criterios

Criterio	Investigación
Estrategia o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa
Objetivos	Descriptiva
Fuente de datos	Mixtos
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde se realizará	Gabinete y laboratorio de ensayo de materiales.
Intervención Disciplinaria	Multidisciplinaria

Fuente: Según Vieytes (2004), Estrada (1994); Ruíz-Rosado (2006)

Esta investigación presenta una intervención multidisciplinaria, ya que confluyen en el estudio de disciplinas como la Ingeniería Estructural, Ingeniería Forestal y la Botánica.

3.2. Variables y Operacionalización:

3.2.1. Variables:

Variable I: Propiedades físicas y mecánicas de la especie forestal “Ocotea Jelskii” (Ishpinguillo).

Variable II: Verificación de la norma E.010 para uso de “Ocotea Jelskii” (Ishpinguillo).

Variables intervinientes: Norma Peruana E.010 del R.N.E “Madera”. Normas NTP: 251.010, 251.011, 251.013, 251.014, 251.016, 251.017.

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera Ishpinguillo	Las propiedades de carácter físico mecánicas de la madera son indicadores fundamentales de su calidad y permiten evaluar los posibles usos que se le puede dar a este material, Winandy (1994).	Las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Ishpinguillo, serán determinadas mediante ensayos en laboratorio tomando en cuenta lo establecido en la correspondiente norma técnica.	Contenido de humedad	Porcentaje de humedad (%)	Razón
			Densidad de la madera	Densidad básica (g/cm ³)	
			Cizallamiento paralelo al grano	Esfuerzo al cizallamiento (MPa)	
			Compresión axial al grano	Esfuerzo a la compresión axial (MPa)	
			Compresión perpendicular al grano	Esfuerzo a la compresión perpendicular (MPa)	
			Flexión estática	Esfuerzo a la flexión (MPa)	
V.II. Verificación de la norma E.010	La norma E.010 deberá ser cumplida en cuanto al uso estructural de la madera se refiere, para ello se deberá cumplir dentro de otros aspectos el material, siendo la madera maciza y sus propiedades físicas y mecánicas las más importantes.	La norma E.010, establece los parámetros e intervalos de las propiedades físicas y mecánicas que deben cumplir las maderas para ser consideradas en la construcción de estructuras.	Contenido de humedad	0 - 22%	Intervalo
			Densidad de la madera	0.36 - 0.71 gr/cm ³	
			Cizallamiento paralelo al grano	0.6 – 1.5 MPa	
			Compresión axial al grano	6.2– 14.2 MPa	
			Compresión perpendicular al grano	1.3 - 3.9 MPa	
			Flexión estática	6.8– 20.6 MPa	
			Módulo de elasticidad	4414-9316 MPa	

3.3. Población, Muestra y Muestreo:

3.3.1. Población:

La población de la presente tesis de investigación se encuentra conformada por los árboles de la especie forestal: “Ocotea Jelskii” (Nombre Común: Ishpinguillo), presentes en la zona denominada: “Cuenca Urumba”, la cual se ubica en Tabaconas perteneciente a la ciudad de San Ignacio, departamento Cajamarca.

La “Cuenca Urumba”, cuenta con una superficie de 9,789 has y se encuentra dentro de la zona ecológica denominada: “Bosques de Neblina del Nor Oriente Peruano”. El “Ishpinguillo”, es una especie forestal muy diseminada en dicha zona, y es empleada habitualmente por los pobladores en labores de carpintería, cerchas y vigas estructurales en sus construcciones de adobe.

La “Cuenca Urumba”, a su vez se encuentra dentro de la zona ecológica denominada: “Bosques de Neblina del Nor Oriente Peruano”, que comprende las zonas de San Ignacio y Jaén, en donde predominan especies de Eucalipto, Latero, Balsa, etc.

3.3.2. Muestra:

Las muestras empleadas en este trabajo investigativo, se hallan previamente cuantificadas y detalladas en las respectivas NTP, que rigen la realización de los respectivos ensayos de laboratorio.

Dichas normas especifican los requisitos de las muestras, tanto de manera cualitativa y cuantitativa.

Además, es necesario indicar que el agrupamiento provisional de la especie se realiza en base al valor obtenido para su densidad básica promedio, realizándose el reajuste final en dicha clasificación mediante la determinación de los resultados de la rigidez y resistencia, utilizando vigas a escala natural cumpliendo con los requisitos de la NTP 251.104, cuyo ensayo se hace conforme a la NTP 251.107. Una vez realizada la determinación y el posible agrupamiento estructural (clase “A”, “B”, “C” o D) del “Ishpinguillo”, el resto de esfuerzos admisibles (compresión perpendicular, compresión paralela, corte paralelo), se asumen directamente de la tabla descrita en la Norma E.010 “Madera” (artículo 5.2.3).

Tabla 4. Relación de probetas de madera Ishpinguillo a ensayar

Ensayos	Medidas	Probetas
Contenido de humedad	3 x 3 x 10cm	8
Densidad básica	3 x 3 x 10cm	60
Compresión axial	5 x 5 x 20cm	5
Compresión perpendicular	5 x 5 x 15cm	5
Flexión estática	5 x 5 x 76cm	5
Cizallamiento paralelo	5 x 5 x 6.5cm	5
Total		88

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Muestreo:

Como se detalló en párrafos anteriores las muestras y características físicas de las probetas, que se emplearan en los ensayos ya se encuentran determinadas en las respectivas normas técnicas citadas.

En relación al procedimiento de selección de los árboles, cuya madera se empleará en la ejecución de los ensayos de laboratorio, se debe indicar que se empleará un muestreo no aleatorio o no probabilístico, en su tipología: por conveniencia o intencional.

Ello debido a que por tratarse de una sola especie forestal en estudio (“Ishpinguillo”), con alto grado de dispersión en una zona ecológica relativamente pequeña y delimitada (Cuenca “Urumba”), la elección de los árboles que conformaron la muestra representativa se hizo de manera voluntaria por parte del investigador siendo representativa de la población de referencia. En cuanto a las probetas, se elaboraron 12 probetas por árbol para densidad, una para propiedades mecánicas, y de estas se muestrearon dos al azar para determinar el contenido de humedad post ensayo.

3.3.4. Unidad de análisis:

La unidad de análisis de este trabajo investigativo es el árbol de madera “Ishpinguillo”, cuya madera se aserró con la finalidad de obtener las respectivas vigas a escala natural y posteriormente las probetas, que se emplearan en la

ejecución de los ensayos con la finalidad de hallar los resultados tanto para propiedades físicas como mecánicas de dicha especie forestal.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnicas de recolección:

En todo el proceso de este trabajo investigativo, se emplearon las siguientes técnicas de investigación:

-Análisis documental: Con la finalidad de identificar la descripción anatómica y física del árbol “Ishpinguillo” y la corteza de su madera aserrada; así como para conocer los procedimientos descritos en las NTP 251.011 y 251.107 (Ensayos de densidad básica natural y flexión) y la delimitación geográfica de la Cuenca “Urumba”.

-Consulta a expertos: Principalmente se consultó a técnicos de laboratorios de ensayos de materiales e ingenieros forestales experimentados, con la finalidad de conocer a mayor detalle los requerimientos y procedimientos específicos que requiere la elaboración de los ensayos de densidad básica y flexión del “Ishpinguillo”; así como su aserrado, cubicación y estimación de pies tablares en base al diámetro y altura de los árboles.

-Entrevista a pobladores de la Cuenca “Urumba”: Con el fin de ver las áreas de dicha cuenca en donde existe la mayor probabilidad de encontrar árboles de la especie en estudio, verificando además el grado de reconocimiento físico de dichos pobladores en relación a los árboles de “Ishpinguillo” y los usos convencionales y cotidianos que le brindan a su madera.

-Ensayos de resistencia de materiales: Corresponden a los ensayos de densidad natural y flexión a los que serán sometidas las probetas de material correspondiente a la madera de “Ishpinguillo”. Dichos ensayos se encuentran normalizados en las NTP 251.011 y 251.107 respectivamente y permitirán al investigador definir las propiedades de dicha madera y eventualmente clasificarla dentro de cualquiera de los grupos que se encuentran en la norma E.010 “Madera” del R.N.E.

-Observación: Esta técnica permitió realizar las respectivas anotaciones con los valores que registran los equipos e instrumentos empleados en la realización de las pruebas de densidad natural y flexión.

3.4.2. Instrumentos de recolección:

Para poder recolectar los datos significativos a partir de las técnicas descritas anteriormente se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Fichas bibliográficas.
- Fichas resumen.
- Cuestionario.
- Guía de entrevista.
- Guía de observación de laboratorio.
- Lista de cotejo.
- Wincha.
- Cámara fotográfica.

3.5. Procedimientos:

El procedimiento para la realización del ensayo de densidad básica natural se encuentra descrito en la NTP 251.011 y el ensayo de flexión en la NTP 251.107. Su publicación no es permitida, pues ello implicaría violación a los derechos de autor del INACAL (Instituto Nacional de la Calidad).

Para realizar la respectiva consulta de dichas normas, se procedió a su respectiva compra electrónica (vía online).

El resto de propiedades mecánicas (compresión paralela, compresión perpendicular, corte paralelo), fueron determinadas también en laboratorio de acuerdo a las respectivas normas técnicas; de igual manera también pueden ser inferidas o tomadas directamente a partir de la tabla presente en el artículo 5.2.3 de la Norma E.010 "Madera" R.N.E, tomando como referencia los valores provenientes de los ensayos de densidad básica natural y flexión. una vez obtenido los valores de estas propiedades en laboratorio, se corroboró que coincidían con las establecidas en la mencionada tabla.

En relación al procedimiento a seguir para la posible incorporación de la especie forestal "Ishpinguillo" a las Grupos: A, B, C, D para estructuras, la norma E.010 "Madera" R.N.E señala lo siguiente:

- Se hace la descripción botánica de la especie y así como también se describe anatómicamente las muestras de madera, se obtiene una descripción dendrológica de la especie.

- Se calcula la densidad promedio conforme a la NTP 251.011, se hace la comparación con los parámetros determinados en la tabla 2 del anexo 2 de la norma E.010 "Madera", agrupándolas provisionalmente.
- Se establecen los parámetros de elasticidad y de la resistencia, usando probetas estándar de acuerdo a la norma, siendo aclimatadas y acondicionadas, para luego ser ensayadas conforme a la NTP 251.107.
- Se realiza una comparación de los módulos de elasticidad y los esfuerzos de flexión obtenidos conforme a la NTP 251.107 con los parámetros determinados en la tabla 3 y la tabla 5 de la Norma E.010 "Madera".
- En caso de obtenerse parámetros mayores a los parámetros del grupo obtenido según la densidad, la especie será clasificada en ese grupo, si los parámetros logran otro grupo, respecto a los cuatro grupos que hay se lo ubicara en el grupo superior, si los parámetros son menores a los del grupo anterior se lo ubicara en el grupo inferior.
- Cuando la especie ya este agrupada, se podrán utilizar de acuerdo a los esfuerzos indicados en la tabla 2 de la norma E.010 "Madera".

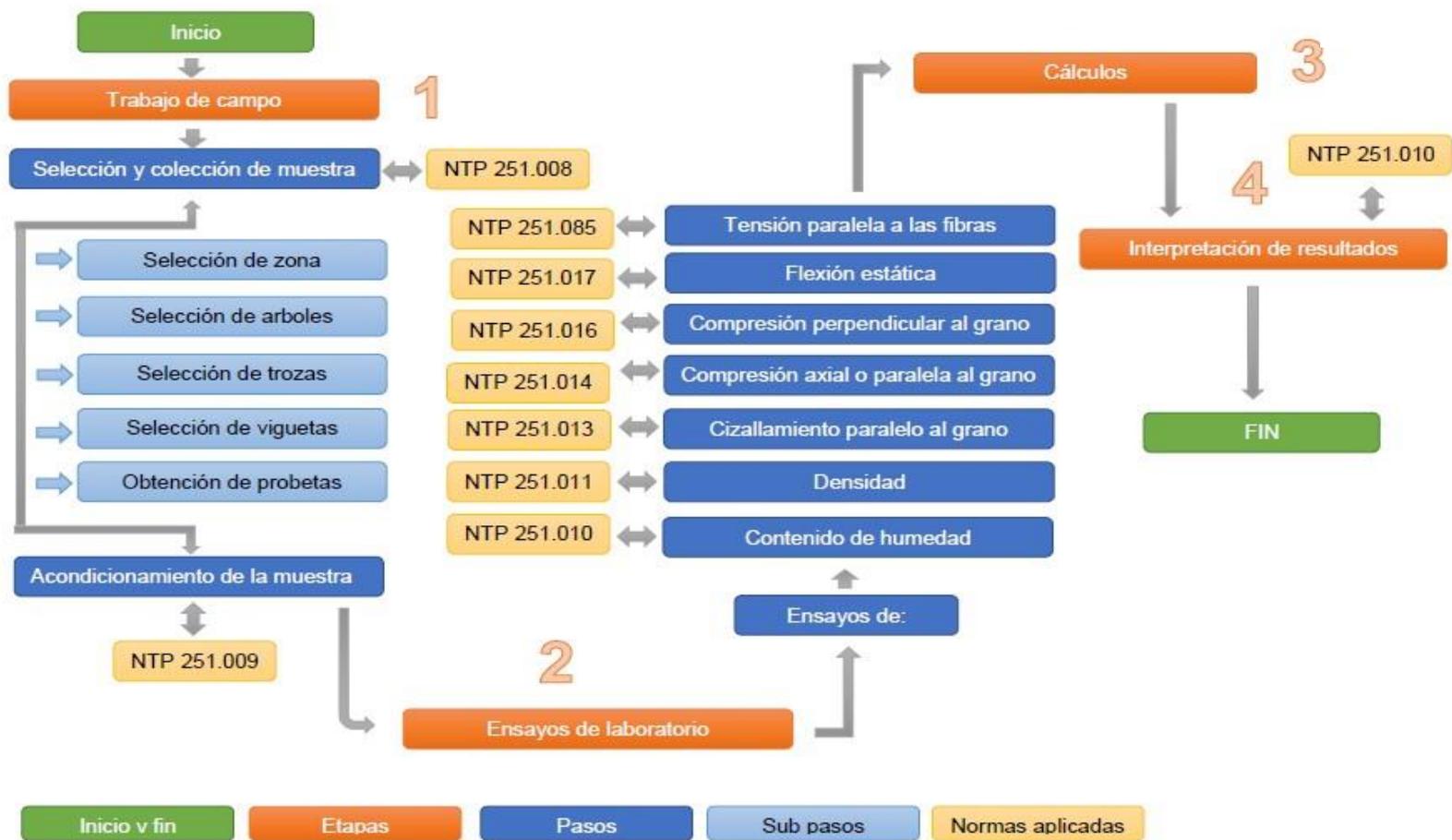


Figura 5. Procedimiento para la ejecución del trabajo de investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizo los siguientes métodos que permitirán el procesado y análisis de datos:

-Histórico lógico: Se determinará el estado del arte en relación a la integración de nuevas especies forestales de nuestro país a los grupos para uso estructural: A, B, C, D; según los requerimientos y procedimientos detallados en la norma E.010 “Madera” R.N.E.

En ese sentido se desarrollará el análisis histórico de dicha temática, determinándose conceptos clave, delimitándose los alcances de la investigación a implementarse, así como identificándose la normativa técnica referida al tema de estudio.

-Ensayos de materiales de construcción: La planificación y ejecución de ensayos de laboratorio referidos fundamentalmente a la densidad natural básica, elasticidad y esfuerzos a flexión del “Ishpinguillo”, fue indispensable para validar la hipótesis planteada y formular las respectivas conclusiones del presente trabajo de investigación.

-Análisis–Síntesis: Este método permite descomponer el tema general de investigación en sus variables de estudio, indicadores e ítems, lo cual se plasma en la respectiva matriz de operacionalización de variables, estableciéndose relaciones pertinentes entre las variables de investigación, con el fin de obtener una visión integral y generalizada del tema de investigación, obteniéndose mejores resultados y conclusiones en su desarrollo.

Además, se debe mencionar los procesos mentales de análisis y síntesis que se realizarán con la finalidad de realizar los posibles agrupamientos preliminar y final para uso estructural de la madera “Ishpinguillo”, en base al procedimiento y tablas descritos en la norma E.010 “Madera”. Esto permitió finalmente determinar el cumplimiento de la hipótesis planteada, en relación a lo estipulado en las NTP de referencia, permitiendo al investigador elaborar conclusiones sólidas y confiables.

- Estadístico – Matemático: Se aplicarán procedimientos estadísticos, para la selección de la muestra en estudio. En la presente investigación se empleará una metodología estadística no probabilística (muestreo intencional o de conveniencia), con la finalidad de seleccionar los 5 árboles de “Ishpinguillo” de la cuenca “Urumba”, requeridos para la preparación de las probetas, muestras que fueron sometidas a los ensayos de densidad natural básica y flexión, en base a los cuales se

determinaron e infirieron las demás propiedades mecánicas del Ishpinguillo en cuestión.

Además, la determinación numérica de los valores de las propiedades del “Ishpinguillo” como: densidad natural básica, módulo de elasticidad mínimo, módulo de elasticidad promedio, esfuerzo permisible a flexión; se fundamentan en algoritmos matemáticos, descritos en las NTP 251.011 y 251.107, en relación a los cuales es necesario identificar las variables involucradas para luego proceder a su cálculo.

El control de los parámetros de las variables utilizadas en los algoritmos matemáticos referidos a los ensayos de las propiedades del Ishpinguillo antes descritas, así como su posterior cálculo, se realizarán mediante procedimientos de tabulación y programación utilizando el software Ms. Excel. Dichos procedimientos se aplicarán para cada una de las probetas que formarán parte de los ensayos a realizarse.

Posteriormente se diseñarán gráficos estadísticos en el mismo software con la finalidad de medir el grado de dispersión y/o correlación del conjunto de resultados obtenidos para los ensayos realizados, procedimiento fundamental para asegurar al investigador un porcentaje aceptable en la validez y confiabilidad de los valores logrados.

3.7. Aspectos éticos:

El presente estudio pretende servir como importante marco de referencia para posteriores estudios de investigación, que promuevan la incorporación de especies forestales para uso estructural en el rubro de la construcción en la región Cajamarca, según los requerimientos y procedimientos de la Norma E.010 “Madera” R.N.E.

En ese sentido se buscará obtener la mayor precisión y verificación en los parámetros de la investigación, para lo cual es fundamental obtener una buena calidad y preparación de las muestras a emplear en los ensayos, así como realizar dichos ensayos en un laboratorio de ensayo de materiales con equipamiento tecnológico moderno, que cumpla con estándares de calidad adecuados, además de poseer personal técnico con reconocida trayectoria y experiencia en el ámbito regional y/o nacional.

Además, resulta pertinente señalar que la incorporación oficial de nuevas especies forestales para uso estructural en el sector construcción, diversifica la oferta maderera en nuestro país para dicho fin, permitiendo al usuario elegir entre un mayor número de especies forestales, las cuales pueden tener propiedades similares o superiores a las especies que son conocidas y comercializadas en la actualidad, evitándose de esta forma el aprovechamiento selectivo la posible extinción de las más conocidas.

Finalmente es necesario señalar que se tuvo el debido cuidado en la selección de los árboles de “Ishpinguillo”, a partir de cuya madera se prepararán las muestras a emplearse en los respectivos ensayos, para ello se tomará en consideración criterios técnicos referidos a la sostenibilidad y conservación ecológica de los bosques de la Cuenca “Urumba”; talándose solamente la cantidad de árboles requeridos para los ensayos (05), los cuales contarán con la edad adecuada para su tala, así como el diámetro y altura convenientes para optimizar la disponibilidad del número de muestras a emplearse en los ensayos, tratándose en lo posible de reducir al máximo la madera desechable.

IV. RESULTADOS

4.1. Ensayos de propiedades físicas:

Las probetas para realizar los ensayos físicos de densidad natural y humedad del Ishpinguillo se llevaron a cabo en los ambientes de laboratorio para ensayos de madera, concreto y suelos LABSUC con el control de técnicos laboratoristas.

4.1.1. Determinación de la humedad:

Para realizar el ensayo se verifico la NTP 251.010, primeramente, fabricamos probetas de 3.0 cm x 3.0 cm de ancho por 10.0 cm de largo. En seguida pesamos las muestras húmedas para después ingresarlo a la estufa por 24 horas bajo temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Posterior a ello procedemos nuevamente a pesar las muestras en estado seco, para finalmente con los valores registrados aplicar la formula y tener los resultados:

Tabla 5. Resultado de contenido de humedad - muestra 01

Nº	Código	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
1	M1-1	626.96	563.28	11.31
2	M1-2	309.03	275.08	12.34
3	M2-1	240.72	214.70	12.12
4	M2-2	254.42	227.45	11.86
5	M3-1	179.90	160.50	12.09
6	M3-2	172.53	154.89	11.39
7	M4-1	72.04	63.97	12.62
8	M4-2	75.24	67.14	12.06
PROMEDIO				11.97

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Contenido de humedad de la madera Ishpinguillo

Nº	Propiedad física	Ítem	Valor	Norma de referencia
1	Contenido de humedad	\dot{X} (%)	11.97	NTP 251.010:2014

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, una vez obtenido el valor de 11.97 % comparamos con la norma E.010 “madera” cumpliendo con dicho requisito porque las maderas no tienen que ser mayores al 22% para ser tomadas en cuenta en estructuras.

4.1.2. Determinación de la densidad básica:

Este ensayo se llevó a cabo según lo estipulado en la NTP 251.011. En primer lugar, elaboramos probetas de 3.0cm x 3.0cm de ancho con 10.0cm de largo, para luego pesarlas en estado húmedo en una balanza con precisión para después colocarlas en la estufa por 24 horas, teniendo los valores aplicamos las formulas y obtenemos los resultados que se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 7. Resultado de densidad básica - muestra 01

Nº	Código	Peso seco (g)	Volumen húmedo (cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
1	M1-1	51.03	88.72	0.58
2	M1-2	39.32	88.06	0.45
3	M1-3	38.25	91.77	0.42
4	M1-4	38.21	91.51	0.42
5	M1-5	38.43	87.43	0.44
6	M1-6	42.63	86.71	0.49
7	M1-7	39.86	88.63	0.45
8	M1-8	43.91	89.22	0.49
9	M1-9	48.58	86.08	0.56
10	M1-10	39.51	89.15	0.44
11	M1-11	40.02	88.46	0.45
12	M1-12	43.43	87.13	0.5
PROMEDIO				0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Resultado de densidad básica - muestra 02

Nº	Código	Peso seco (g)	Volumen húmedo (cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
13	M2-1	45.58	87.03	0.52
14	M2-2	41.77	89.28	0.47
15	M2-3	41.79	90.06	0.46
16	M2-4	43.90	83.96	0.52
17	M2-5	43.68	87.27	0.5
18	M2-6	41.85	87.29	0.48
19	M2-7	35.36	87.75	0.4
20	M2-8	36.98	87.55	0.42
21	M2-9	42.14	87.48	0.48
22	M2-10	43.86	85.11	0.52
23	M2-11	42.71	87.90	0.49
24	M2-12	37.75	86.12	0.44
PROMEDIO				0.48

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Resultado de densidad básica - muestra 03

Nº	Código	Peso seco (g)	Volumen húmedo (cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
25	M3-1	43.44	87.69	0.5
26	M3-2	49.44	91.09	0.54
27	M3-3	43.04	89.38	0.48
28	M3-4	47.61	89.33	0.53
29	M3-5	41.65	88.50	0.47
30	M3-6	50.13	90.31	0.56
31	M3-7	44.16	89.06	0.5
32	M3-8	54.52	91.23	0.6
33	M3-9	42.37	87.37	0.48
34	M3-10	45.00	88.65	0.51
35	M3-11	44.58	90.39	0.49
36	M3-12	43.81	89.08	0.49
PROMEDIO				0.51

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Resultado de densidad básica - muestra 04

Nº	Código	Peso seco (g)	Volumen húmedo (cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
37	M4-1	39.08	89.40	0.44
38	M4-2	35.31	88.58	0.4
39	M4-3	36.75	87.70	0.42
40	M4-4	34.01	89.20	0.38
41	M4-5	33.33	88.44	0.38
42	M4-6	39.87	88.73	0.45
43	M4-7	38.33	88.13	0.43
44	M4-8	35.05	87.47	0.4
45	M4-9	37.79	86.46	0.44
46	M4-10	36.76	87.67	0.42
47	M4-11	37.32	87.58	0.43
48	M4-12	37.69	87.72	0.43
PROMEDIO				0.42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Resultado de densidad básica - muestra 05

Nº	Código	Peso seco (g)	Volumen húmedo (cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
49	M5-1	48.35	92.50	0.52
50	M5-2	45.71	89.70	0.51
51	M5-3	50.47	93.99	0.54
52	M5-4	46.42	95.28	0.49
53	M5-5	46.24	89.87	0.51
54	M5-6	46.62	90.69	0.51
55	M5-7	46.15	88.78	0.52
56	M5-8	46.65	90.66	0.51
57	M5-9	50.36	92.62	0.54
58	M5-10	50.34	93.75	0.54
59	M5-11	46.06	90.61	0.51
60	M5-12	45.42	91.04	0.5
PROMEDIO				0.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Densidad básica de la madera Ishpinguillo

Nº	Propiedad física	Ítem	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	\bar{X} (g.cm ⁻³)	0.48	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la densidad del Ishpinguillo es 0.48 gr/cm³, esta dentro de la norma E.010 “madera” la misma que indica que las maderas deben tener un resultado mayor a 0.36 gr/cm³ para tenerlos en cuenta como estructurales.

4.2. Ensayo de propiedades mecánicas:

Los resultados de ensayos mecánicos de compresión axial, perpendicular, cizallamiento, flexión se obtuvieron en el laboratorio de ensayos para madera LABSUC bajo dirección de técnicos laboratoristas.

4.2.1. Determinación del cizallamiento paralelo:

Estos ensayos se realizaron bajo a la NTP 251.013 de cizallamiento, en este caso se realizaron probetas 5cm X 5cm de ancho por 6.5 cm de largo. En seguida preparamos la maquina para ensayos universales, para después colocar la probeta conforme lo estipula la norma. Por último, registramos los datos y utilizando la formula tenemos los resultados que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13. Resultado de cizallamiento del Ishpinguillo

Identificación de muestra	Carga (q) (kg)	Ancho (falla) (cm)	Alto (falla) (cm)	Esfuerzo máximo corte (fv) (MPa)
Árbol M-1	3080	5.00	5.00	12.32
Árbol M-2	3005	5.00	5.00	12.02
Árbol M-3	2660	5.00	5.00	10.64
Árbol M-4	3170	5.00	5.00	12.68
Árbol M-5	2990	5.00	5.00	11.96
PROMEDIO				11.924
D.S.				8.92
C.V. (%)				7.48
ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE (fadm, v)				1.73

Fuente: Elaboración propia.

Entonces como la resistencia por cizallamiento es de 1.73 MPa, esta dentro de lo que estipula la norma E.010 “madera” misma que indica que todas las maderas deben tener un valor mínimo de 0.6 MPa para ser tomadas en cuenta en estructuras.

4.2.2. Determinación de la compresión axial o paralela:

El presente ensayo lo realizamos conforme a la NTP 251.014 de compresión axial, para ello fabricamos probetas con dimensiones de 5.0 cm por 5.0 cm de ancho por 20.0 cm de largo. La cantidad de probetas ensayadas estuvo establecida por la precisión que se deseó alcanzar en el ensayo conforme la NTP 251.008. Posteriormente tenemos como resultados la siguiente tabla:

Tabla 14. Resultado de compresión axial del Ishpinguillo

Identificación de muestra	Carga (q) (kg)	Carga (p) (kg)	Luz (l) (cm)	Ancho (a) (cm)	Espesor (e) (cm)	Deformación (d) (cm)	Esfuerzo máximo a compresión paralela (fc) (Mpa)	Módulo de elasticidad (ec) (Mpa)
Árbol M-1	11720	10620	15.00	5.00	5.00	0.10	46.88	6372.00
Árbol M-2	12290	11235	15.00	5.00	5.00	0.20	49.16	3370.50
Árbol M-3	11055	11745	15.00	5.00	5.00	0.15	44.22	4698.00
Árbol M-4	13090	11652	15.00	5.00	5.00	0.21	52.36	3329.14
Árbol M-5	11415	10697	15.00	5.00	5.00	0.15	45.66	4278.80
PROMEDIO							47.66	4409.69
D.S.							3.19	1244.83
C.V. (%)							6.70	28.23
ESFUERZO BÁSICO A COMPRESIÓN PARALELA (fbásico, c)							44.22	
ESFUERZO ADMISIBLE A COMPRESIÓN PARALELA (fadm, c)							7.93	
MÓDULO DE ELASTICIDAD MÍNIMO COMPRESIÓN PA. (Emin)								3370.5
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO COMPRESIÓN PA. (Eprom)								4409.69

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de compresión axial del Ishpinguillo es 7.93 MPa, por lo tanto, si cumple con los valores de la norma E.010 “madera” las misma que indica que las maderas deben tener un esfuerzo mínimo a la compresión axial de 6.2 MPa para considerarse estructuralmente.

4.2.3. Determinación de la compresión perpendicular al grano:

Esta prueba fue llevada a cabo según las especificaciones plasmadas en la NTP 251.016 denominada determinación de la compresión normal a la fibra, en este caso se realizaron probetas normalizadas de forma paralelepípeda con aristas de 5.0 cm por 5.0 cm de sección transversal por 15.0 cm de largo. Por último, procedemos a registrar los datos aplicar las formulas correspondientes y tener los resultados que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 15. Resultado de compresión perpendicular de Ishpinguillo

Identificación de la muestra	Carga (q) (kg)	Carga (p) (kg)	Superficie contacto (a) (cm ²)	Esfuerzo máximo compresión perpendicular (fc) (MPa)
Árbol M-1	3729	2466	25	9.86
Árbol M-2	3717	2648	25	10.59
Árbol M-3	3767	2998	25	11.99
Árbol M-4	3931	2494	25	9.98
Árbol M-5	4523	2760	25	11.04
PROMEDIO				10.69
D.S.				0.87
C.V. (%)				8.13
ESFUERZO BÁSICO A COMPRESIÓN PERP. ($f_{básico, c}$)				9.86
ESFUERZO ADMISIBLE A COMPRESIÓN PERP. ($f_{adm, c}$)				1.61

Fuente: Elaboración propia.

El esfuerzo a la compresión perpendicular del Ishpinguillo es 1.61 Mpa, resultado que está dentro de lo estipulado en la norma E.010 “madera” la misma que pide que toda madera debe contar con 1.3 MPa como mínimo para ser tomadas en cuenta como estructurales.

4.2.4. Determinación de la flexión estática

El presente ensayo se llevó a cabo conforme a la NTP 251.017, para ello elaboramos probetas de 76.0 cm de largo por 5.0 cm por 5.0 cm de ancho. En primer lugar, preparamos la máquina para ensayos universales, posteriormente colocamos la muestra en la máquina, una vez realizado el ensayo conforme a la norma procedemos a obtener los resultados siguientes:

Tabla 16. Resultado de la flexión estática del Ishpinguillo

Identificación de muestra	Carga (q) fu (kg)	Carga (p) af (kg)	Distancia (a) (mm)	Ancho viga (mm)	Espesor viga (mm)	Módulo de sección (z)	Momento inercia (i)	Deformación (mm) aw	Esfuerzo máximo a la flexión (fm, u) (Mpa)	Módulo de elasticidad (em) (Mpa)
Árbol M-4	16800	16050	325	50.00	50.00	125000	6250000	4.00	65.52	10562.91
Árbol M-1	19050	18150	325	50.00	50.00	125000	6250000	4.20	74.30	11376.16
Árbol M-2	19650	18750	325	50.00	50.00	125000	6250000	5.10	76.64	9678.31
Árbol M-5	20595	19545	325	50.00	50.00	125000	6250000	4.50	80.32	11433.83
Árbol M-3	22050	21450	325	50.00	50.00	125000	6250000	5.00	86.00	11293.43
PROMEDIO									76.55	10868.93
D.S.									7.59	752.96
C.V. (%)									9.91	6.93
ESFUERZO BÁSICO A FLEXIÓN (fbásico, m)									65.52	
ESFUERZO ADMISIBLE A FLEXIÓN (fadm, m)									10.68	
MÓDULO DE ELASTICIDAD MÍNIMO (Emin)										9678.31
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO (Eprom)										10869

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la flexión del Ishpinguillo es 10.68 MPa cumpliendo con lo establecido en la norma E.010 “madera” por lo que, si se considera madera estructural, la norma establece un valor mínimo de 9.8 MPa.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación determinó los valores de densidad y las propiedades tanto físicas como mecánicas de las muestras del Ishpinguillo que son necesarios para ser utilizadas en construcción de estructuras según lo establece la norma E.010 en Tabaconas-San Ignacio-Cajamarca la cual presenta los siguientes resultados: densidad natural básica de 0.48 gr/cm³, contenido de humedad de 11.97 %, compresión axial de 7.6 MPa, compresión perpendicular de 1.5 MPa, esfuerzo a la flexión estática de 10.7 MPa y cizallamiento de 1.7 MPa, comparando con autores internacionales como Moreno y Cendales que realizaron una investigación a la Guadua una especie de Colombia resultó tener una densidad de 0.61 gr/cm³ un tanto más alta que el Ishpinguillo, para flexión 7.48 MPa y para compresión un valor de 31.23 MPa mayor que el Ishpinguillo, por lo que esta especie Guadua es muy utilizada en columnas y estructuras sometidas a compresión paralela, por otro lado la madera Chonta del autor Morejón obtuvo humedad de 12.28%, densidad 1.09 gr/cm³ y un valor de cizallamiento de 111.56 MPa resultados ligeramente mayores al Ishpinguillo, esta especie Chonta por su excelente resultado de cizallamiento es utilizado para uniones y machiembrados en vigas. Con autores nacionales se comparó con la tesis de los autores Córdova y Maico del año 2019 investigación que la realizaron en Junín. Los resultados físicos muestran una densidad de 0.55 gr/cm³ bajo una humedad de 16.12%, para los ensayos mecánicos una compresión axial 14.4 MPa, un esfuerzo a la flexión estática de 15.1 MPa, conforme a la densidad el Roble Corriente se ubica dentro del grupo estructural B de acuerdo a la norma E.010 “madera” del RNE, valores mayores a la madera Ishpinguillo, por lo que la madera Roble Corriente se utiliza para vigas por su excelente valor de flexión.

La investigación que realizó el autor López a la madera Quinilla en la ciudad de Iquitos obtuvo humedad de 20.83%, densidad 0.68 gr/cm³, flexión 49.23 MPa y compresión perpendicular 19.27 MPa, valores mayores a la del Ishpinguillo, ya que de acuerdo a la densidad la Quinilla se clasifica en el grupo estructural B del RNE y es muy utilizada en proyectos estructurales en la selva del Perú por ser madera dura.

Realizando la comparación con antecedentes locales tenemos a la madera Chontaquiرو de los autores Espinoza y Macavilca que obtuvieron como resultado humedad de 12.34%, densidad 0.85 gr/cm³ y flexión de 21.6 MPa, valores mayores al Ishpinguillo y por su densidad básica está clasificada en el grupo “A”.

Desarrollando los ensayos físicos del Ishpinguillo se tuvo como resultado un valor de densidad natural básica de 0.48 gr/cm³, con una humedad de 11.97 %. Así mismo la norma E.010 “madera” del RNE cuenta con 4 grupos para clasificar estructuralmente las maderas, para el grupo c se cuenta con valores para densidad de 0.40 hasta 0.55 gr/cm³, para humedad valores que están por debajo del 22%. Además, la Moena Rosada (especie que también produce Tabaconas-San Ignacio), resulta tener una densidad de 0.518 gr/cm³ ubicándose dentro del agrupamiento estructural “C”.

Los datos que se obtuvieron como resultados a partir de los análisis de laboratorio para características mecánicas de madera Ishpinguillo se muestran a continuación:

Tabla 17. Resultados mecánicos y elasticidad del Ishpinguillo

Módulo Elástico	Esfuerzos Admisibles (MPa)			
	Flexión fm	Compresión paralela fc//	Compresión Perpendicular fc	Cizallamiento fv
E. min (MPa)				
9,678	10.68	7.93	1.61	1.73

Fuente: Elaboración propia.

La norma E.010 del reglamento establece 4 agrupaciones de acuerdo a los parámetros obtenidos de las propiedades descritas en la tabla 20, teniendo en consideración los resultados indicados en dicha tabla el Ishpinguillo se encontraría dentro de la clasificación “C”, y si puede ser utilizada como madera estructural.

La investigación que se realizó no tuvo limitaciones de importancia que le impidieran alcanzar los resultados esperados, una de las principales dificultades fue la adquisición del material de investigación en campo, pues la especie solo se extrae de algunos lugares de donde se hizo la inspección y la recolección de datos para realizar todo el estudio, que, debido a la situación circunstancial de la

pandemia, se han paralizado; finalmente, las muestras se pudieron obtener de la Cuenca Urumba en Tabaconas. Con los valores obtenidos como resultados podemos describir que es una especie forestal que cumple con los requerimientos estandarizados en la norma E.010 “Madera”, para ser utilizada como estructural en la categoría “C”. Puede generalizarse por lo tanto que la especie Ishpinguillo si puede ser utilizada como madera estructural, ya que se encuentra dentro del mismo grupo que la especie Moena Rosada, que es una de las más utilizadas localmente, y que distintamente, tiene un valor económico mucho más alto en el mercado.

Los parámetros obtenidos sobre las propiedades tanto físicas como mecánicas del Ishpinguillo, en la presente investigación, enriquecen el conocimiento sobre especies potenciales para utilizarlas estructuralmente en la edificación de viviendas y otras estructuras pequeñas. De esta manera se aporta de manera Exploratoria conocimientos que van a permitir a otros autores, investigadores ahondar más en el muestreo y obtener resultados que permitan a la institución encargada de la normalización como es el INACAL, incluir esta especie dentro de los grupos de la lista de especies recomendadas para uso estructural.

Los parámetros obtenidos están alineados con parámetros obtenidos por otros autores o investigadores, que han elaborado estudios parecidos; y que fuera analizado en los resultados y discusiones del presente informe, estos resultados refrendados permiten sustentar sólidamente la recomendación de uso de la madera de la especie Ishpinguillo como estructural. Luego de las validaciones estadísticas y la comparación de parámetros con antecedentes consultados, se recomienda utilizar la madera de la especie Ishpinguillo como estructural, porque cumple con los requerimientos de la norma E-010 “madera” del RNE, dentro de la categoría “C”, garantizando calidad y durabilidad, así como resistencia mecánica a las estructuras construidas.

VI. CONCLUSIONES

1. En conclusión, la madera Ishpinguillo presenta un buen contenido de humedad, con un porcentaje que está dentro del valor requerido que exige la norma técnica peruana.
2. La densidad básica obtenida al Ishpinguillo lo ubica dentro del grupo estructural "C" que establece la NTP, porque todas las maderas se agrupan de acuerdo a la densidad.
3. El ensayo de cizallamiento dio un valor que está dentro los parámetros que requiere la normativa correspondiente, por su excelente valor obtenido los laboratoristas concluyen que es una excelente madera para estructuras.
4. El ensayo de compresión paralela también dio un valor que está dentro de lo requerido por la normativa.
5. Del ensayo de compresión perpendicular se obtuvo un resultado que está ligeramente más bajo que las tesis de los autores con las que se comparó.
6. Por último, el ensayo de flexión estática dio como resultado un valor que está dentro de los grupos estructurales, posteriormente con este resultado se determinó el parámetro de módulo de elasticidad. En conclusión, el Ishpinguillo si se puede utilizar estructuralmente según lo que establece la normativa para maderas latifoliadas.

VII. RECOMENDACIONES

- La recomendación es seguir con todo el proceso estandarizado en la norma E.010 “madera” del RNE para la formalización y la industrialización del Ishpinguillo.
- En esta tesis elaborada a nivel exploratorio, llegamos a demostrar que el Ishpinguillo puede utilizarse en estructuras según la normativa correspondiente.
- Además, la norma E.010 madera debe proponer elaborar más ensayos a las especies maderables para contar con más conocimiento e información en nuestro país. Porque el Ishpinguillo aparte de tener muy buenos resultados en propiedades tanto físicas como mecánicas faltaría conocer más características.
- Recomendamos utilizar el Ishpinguillo en pórticos, uniones, y en elementos estructurales por tener un excelente resultado de Cizallamiento, dicho resultado está por encima de los valores que agrupa la norma E.010 “madera”.
- También se recomienda utilizarlo porque ofrece mucha más dureza y rigidez a comparación con otras maderas que están clasificadas como estructurales aun estando dentro de los grupos de la norma. Finalmente, también es recomendable utilizar el Ishpinguillo por su buena calidad siendo también mucho más económica comparando con otras especies.

REFERENCIAS

Arias, Fidas. 2012. Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica [en línea]. 6 ed. Venezuela: Episteme, 2012. ISBN: 9800785299. <https://n9.cl/malc>

Aching Tauma, Oscar. 2011. Durabilidad de la madera del fuste de 20 especies forestales del arboretum “El Huayo” puerto almendra, en función a la estructura anatómica de la rama del árbol. Tesis (Titulación en Ingeniería Forestal). Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Forestal, 2011. 85 pp

Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera (AITIM). 2014. Comportamiento al fuego de las estructuras de madera [en línea]. Madrid, 2014. Disponible en <https://n9.cl/qab0>

(NTP), N. T. (2014). *Metodo de determinacion del contenido de humedad*. INACAL, Lima. Obtenido de <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-251-010.html>

ALVIS Gordo, J. F., CABAS Giraldo, D. P., & VALENCIA Ramos, D. P. (2017). *Propiedades físico-mecánicas de la madera de uraco (Ocotea brevipedunculata Ban Der Werff), Municipio de Sibundoy, Putumayo*. Sibundoy. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612017000100008&script=sci_abstract&lng=es

BARRIENTOS Choque, L. R., & LUZA Sequeiros, R. G. (2018). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de la madera zapote procedente de Puerto Maldonado para la identificación de sus posibles usos estructurales según la norma técnica peruana E. 010*. Universidad Andina del Cusco , Facultad de Ingeniería y Arquitectura . Cusco: Repositorio Digital UAC. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2501>

CABANILLAS Santa Cruz, E. C. (2019). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del Eucalyptus Globulus extraído de Huambocancha y el triunfo*

– *Cajamarca, 2018*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Cajamarca.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/23083>

CENDALES Puentes, M., & MORENO Molina, J. R. (2019). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la guadua angustifolia Kunth*. Bogotá.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/23924>

CHAVEZ Alvitez, I. E., & SALAZAR Campos, E. J. (2018). *Estudio comparativo de material noble y madera capirona para optimizar el diseño del Módulo de Vivienda del Programa Techo Propio Chiclayo - Perú*. Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4594>

CHICAIZA Aucancela, M. R. (05 de Abril de 2022). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas entre las especies arbóreas estudiadas: Platuquero, Pino Caribe y Pino Patula*. Riobamba: Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8879>

CORDOVA Leon, V., & MAICO Figueroa, D. (2019). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera roble corriente para su uso estructural según la normativa E-010 en Chanchamayo, 2019*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura . Lima: Repositorio Institucional UNC. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44896>

ELDREDGE Arenas, G. P. (2018). *Vivienda Multifamiliar de Madera en Arequipa Ventajas y Desempeño*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8379>

ESPINOZA Urquiza, L. E., & MACAVILCA Chuquizana, K. K. (2018). *Prototipo de tijerales usando madera Chontaquiro (Diplotropis sp) aplicando la norma técnica peruana E.010 en la selva central*. Universidad San Martín de Porres, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4099>

- GARCIA Parra, R. (2018). *Evaluación, análisis y comparación de las propiedades mecánicas y físicas de la madera Copaiba, Miza y Zapote según la norma E.010 en la ciudad de Cusco*. Cusco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/1604>
- GUERRA Flores, G. d. (2019). *Determinación de las propiedades mecánicas de la madera de la especie Pino Oocarpa producida en la región suroeste de Chiquimula y su aplicación en vigas ensambladas tipo I*. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12359>.
- INEI. (2017). *INEI difunde Base de Datos de los Censos Nacionales 2017 y el Perfil Sociodemográfico del Perú*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de INEI: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/inei-difunde-base-de-datos-de-los-censos-nacionales-2017-y-el-perfil-sociodemografico-del-peru-10935/#:~:text=Los%20resultados%20de%20los%20Censos%20Nacionales%202017%2C%20mostraron%20que%20la,representan%20el%2020%2C>
- INEI. (2018). *En el país existen más de siete millones de viviendas particulares censadas*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de INEI: <http://censo2017.inei.gob.pe/en-el-pais-existen-mas-de-diez-millones-de-viviendas-particulares-censadas/>
- LOPEZ Armillon, D. A. (2018). *Determinación de valores admisibles para el diseño estructural con madera seca de especies Cachimbo Colorado y Capirona*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14799>
- LOPEZ Varas , B. J. (2021). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera "Quinilla" Manilkara videntata como material de construcción en estado verde, Iquitos 2019*. Universidad Científica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Iquitos, Perú: Repositorio Institucional UPC. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1269/BRUCE%20JERSON%20L%c3%93PEZ%20VARAS%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MINAM. (2022). *Perú, país de bosques*. Ministerio del ambiente. Obtenido de Portal de Transparencia del MINAM: <https://www.minam.gob.pe/programa-bosques/peru-pais-de-bosques/>
- MOREJON Moreta, C. E. (2018). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de tres especies forestales: Piptocoma discolor (Kunth.) Pruski (Pigue), Iriartea deltoidea Ruiz & Pav. (Chonta) y Pouteria glomerata (intachi)*. Tesis de pregrado, Escuela Superios Politecnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8502/1/33T0182.pdf>
- ORDOÑEZ Garcia, P. K., & LUGO Chavez, Y. K. (2016). *Estructuras de madera aplicadas al sector de la construcción en el Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería . Lima: Repositorio Institucional PUCP. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/147211?show=full>
- WWF. (2021). *Madera y acabados para la sostenibilidad en la construcción*. World Wildlife Fund. Obtenido de WWF: <https://www.wwf.org.pe/?370991/Madera-peruana-un-recurso-para-construir-un-pais-sostenible>

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies agrupadas

	LATIFOLIADAS		GRUPO
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
1	AZUCAR HUAYO	Hymenaea oblongifolia	A
2	ESTORAQUE	Miroxylon peruiferum	
3	HUACAPU	Minquartia guianensis	
4	PUMAQUIRO	Aspidosperma macrocarpon	
5	QUINILLA COLORADA	Manilkara bidentata	
6	SHIHUAHUACO MARRON	Dipteryx odorata	
7	AGUANO MASHA	Machaerium inundatum	B
8	ANA CASPI	Apuleia leiocarpa	
9	CACHIMBO COLORADO	Cariniana domestica	
10	CAPIRONA	Calycophyllum spruceanum	
11	HUAYRURO	Ormosia coccinea	
12	MANCHINGA	Brosimum uleanum	
13	BOLAINA BLANCA	Guazuma crinita	C
14	CATAHUA AMARILLA	Hura crepitans	
15	COPAIBA	Copaifera officinalis	
16	DIABLO FUERTE	Podocarpus rospigliosii	
17	LAGARTO CASPI	Calophyllum brasiliense	
18	MASHONASTE	Clarisia racemosa	
19	MOENA AMARILLA	Aniba amazónica	
20	MOENA ROSADA	Ocotea bofo	
21	PANGUANA	Brosimum utile	
22	PAUJILRURO BLANCO	Pterygota amazónica	
23	TORNILLO	Cedrelinga cateniformis	
24	UTUCURO	Septotheca tessmannii	
25	YACUSHAPANA	Terminalia oblonga	
26	PASHACO	Albizia Spruceau	D
27	OJE RENACO	Ficus Schultesi	

Fuente: Norma E.010 RNE 2021

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del “Ishpinguillo” y su posible uso estructural según la norma E. 010 “Madera”.

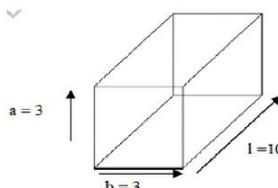
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores			Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable I	Dimensiones	Indicadores	Tipo de estudio: Aplicada
¿Las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Ocotea Jelskii” (Ishpinguillo) cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana E.010 “Madera” que permita su uso estructural en el sector construcción?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del “Ishpinguillo” y su posible uso estructural según la Norma E.010 “Madera”	Los valores determinados para las propiedades físicas y mecánicas del “Ishpinguillo”, permiten su incorporación en alguno de los agrupamientos para uso estructural (A, B, C, D) estipulados en la norma E.010 “Madera”, recomendándose su empleo en la construcción de viviendas.	Propiedades Físicas y Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> Contenido de humedad Densidad de la madera Compresión axial al grano Compresión perpendicular al grano Flexión estática Cizallamiento paralelo al grano 	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de humedad (%) Densidad básica (g/cm³) Esfuerzo a la compresión axial (Mpa) Esfuerzo a la compresión perpendicular (Mpa) Esfuerzo a la flexión (Mpa) Esfuerzo al cizallamiento (Mpa) 	
	Objetivos Específicos					Variable II
Determinar el contenido de humedad de la madera Ishpinguillo.	Determinar la densidad de la madera Ishpinguillo.	Determinar el esfuerzo admisible al cizallamiento de la madera Ishpinguillo.	Determinar el esfuerzo admisible a la compresión paralela de la madera Ishpinguillo.	Determinar el esfuerzo admisible a la compresión perpendicular de la madera Ishpinguillo.	Determinar el esfuerzo admisible a la flexión estática de la madera Ishpinguillo.	

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos con información de laboratorio

LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MADERA	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA NTP 251.011:2014 (revisada el 2019)	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO 2022
		PAGINA	1 de 10
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"	REGISTRO N°	LSPM22 - DB - 001
UBICACIÓN:	Jaén, Cajamarca	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	Bachiller Royner Tello Oiano	ENSAYADO POR:	J.H.B.; V.B.M.
Lugar de Muestreo:	Cuenca Urumba, Tabaconas, San Ignacio	FECHA DE ENSAYO:	Julio 2022

DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA							
NTP 251.011:2014 (revisada el 2019)							
Identificación de muestra	Estadístico	Dimensión radial húmedo (mm)	Dimensión tangencial húmedo (mm)	Dimensión longitudinal húmedo (mm)	Volumen húmedo (cm ³)	Peso seco (g)	Densidad Básica (g/cm ³)
Árbol M-1 (12 probetas)	Promedio	29,96	30,15	98,06	88,57	41,93	0,47
	Coefficiente Variación	1,95	0,98	0,44	1,95	10,01	11,02
Árbol M-2 (12 probetas)	Promedio	29,89	29,76	98,08	87,23	41,45	0,48
	Coefficiente Variación	1,46	0,73	0,68	1,88	7,52	8,17
Árbol M-3 (12 probetas)	Promedio	30,43	29,97	97,96	89,34	45,81	0,51
	Coefficiente Variación	0,71	0,83	0,57	1,38	8,38	7,27
Árbol M-4 (12 probetas)	Promedio	30,09	29,84	98,14	88,09	36,77	0,42
	Coefficiente Variación	1,49	1,74	0,45	0,94	5,45	5,56
Árbol M-5 (12 probetas)	Promedio	30,52	30,61	98,06	91,62	47,40	0,52
	Coefficiente Variación	1,03	1,63	0,57	2,16	4,09	3,15
Promedio total muestras	Promedio	30,18	30,06	98,06	88,97	42,67	0,48
	Coefficiente Variación	1,33	1,18	0,54	1,66	7,09	7,03

DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA DE ISHPINGUILLO	0,48 g/cm ³
----------------------------------------------	------------------------



NTP 251.011:2014 (revisada el 2019)

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y acondicionadas/aclimatadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con el requerimiento de densidad para maderas para el grupo "C" según RNE E-010 "Madera"
- * El número de muestras, esta acorde con el muestreo exploratorio según RNE E-010 "Madera"



LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MADERA	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA	INDECOP	00116277
	NTP 251.011:2014 (revisada el 2019), DATOS OBTENIDOS DE LAS PROBETAS	FECHA	JULIO 2022
		PAGINA	2 de 10

DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpingullo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"		REGISTRO N°
UBICACIÓN:	Jaén, Cajamarca		LSPM22 - DB - 001
SOLICITANTE:	Bachiller Royster Tello Ojano		MUESTREADO POR:
Lugar de Muestreo:	Cuenca Urumba, Tabacozas - San Ignacio		SOLICITANTE
			ENSAYADO POR:
			J.H.B.; V.B.M.
			FECHA DE ENSAYO:
			Julio 2022

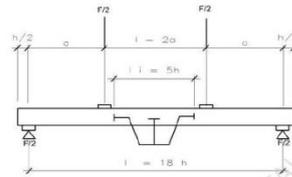
DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA NTP 251.011:2014 (revisada el 2019)										
Código	Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)	Dimensión longitudinal húmeda (mm)	Dimensión longitudinal seca (mm)	Dimensión tangencial húmeda (mm)	Dimensión tangencial seca (mm)	Dimensión radial húmeda (mm)	Dimensión radial seca (mm)	Volumen húmedo (cm ³)	Volumen seco (cm ³)
M1-1	81.44	51.03	98.24	98.03	30.42	28.00	29.69	28.74	88.72	78.88
M1-2	61.50	39.32	98.17	98.02	29.54	27.86	30.36	29.15	88.06	78.62
M1-3	56.84	38.25	97.69	97.54	30.17	28.27	31.14	30.04	91.77	82.84
M1-4	56.76	38.21	98.10	97.97	30.61	28.00	30.48	29.50	91.51	80.92
M1-5	61.97	38.43	98.47	98.32	30.16	28.09	29.45	28.52	87.43	78.77
M1-6	64.72	42.63	98.21	98.08	30.20	28.14	29.24	28.36	86.71	78.27
M1-7	64.93	39.86	98.45	98.26	30.09	27.84	29.92	28.88	88.63	79.01
M1-8	71.00	43.91	98.26	98.11	30.15	28.21	30.12	29.06	89.22	80.43
M1-9	76.58	48.58	97.21	97.07	30.25	28.03	29.27	28.32	86.08	77.08
M1-10	58.70	39.51	98.40	98.21	29.64	27.71	30.57	29.65	89.15	80.69
M1-11	64.30	40.02	98.22	98.07	30.23	28.22	29.79	28.65	88.46	78.29
M1-12	66.38	43.43	97.39	97.10	30.31	28.24	29.54	28.51	87.13	78.18
PROMEDIO	65.84	41.89	98.06	97.90	30.15	28.05	29.96	29.95	88.57	79.59
C.V. (%)	11.88	10.01	0.44	0.44	0.98	0.63	1.95	1.89	1.95	1.98
M2-1	69.12	45.58	97.72	97.59	30.19	28.05	29.50	28.58	87.03	78.26
M2-2	60.57	41.77	98.29	98.14	29.72	27.87	30.57	29.65	89.28	81.03
M2-3	59.84	41.79	98.70	98.53	29.78	27.80	30.64	29.74	90.06	81.45
M2-4	59.71	43.90	97.52	97.39	29.41	27.56	29.28	28.51	83.96	76.53
M2-5	56.73	43.69	97.57	97.43	29.64	27.81	30.18	29.32	87.27	78.43
M2-6	60.88	41.85	97.85	97.69	29.60	27.89	30.14	29.36	87.29	78.41
M2-7	65.23	35.36	99.43	99.23	29.76	27.71	29.66	29.96	87.75	78.65
M2-8	59.38	36.98	98.46	98.30	29.79	27.81	29.85	29.01	87.55	79.28
M2-9	66.55	42.14	98.39	98.23	30.14	27.63	29.50	28.61	87.48	77.63
M2-10	66.72	43.86	97.03	96.87	29.66	27.73	29.57	28.69	85.11	77.07
M2-11	63.05	42.71	98.53	98.38	29.61	27.58	30.13	29.14	87.90	79.06
M2-12	59.47	37.75	97.42	97.21	29.81	27.76	29.66	28.84	86.12	77.82
PROMEDIO	61.44	41.45	98.08	97.92	29.76	27.75	29.89	29.09	87.23	78.88
C.V. (%)	6.78	7.52	0.68	0.68	0.73	0.49	1.46	1.41	1.88	1.89
M3-1	66.13	43.44	97.59	97.44	30.01	28.35	29.94	28.72	87.69	79.48
M3-2	71.20	49.44	98.38	98.19	30.23	28.02	30.63	29.72	91.09	81.78
M3-3	62.17	43.04	98.29	98.12	29.83	27.85	30.49	29.49	89.38	80.61
M3-4	68.38	47.61	97.23	97.05	30.11	27.99	30.52	29.58	89.33	80.35
M3-5	60.26	41.85	96.68	96.52	29.80	27.80	30.72	29.71	86.50	78.70
M3-6	71.77	50.13	98.48	98.30	30.20	28.02	30.37	29.30	90.31	80.71
M3-7	63.76	44.16	98.43	98.21	29.80	27.63	30.37	29.45	89.06	80.56
M3-8	77.59	54.52	98.09	97.85	30.40	27.84	30.60	29.69	91.23	80.89
M3-9	62.75	42.37	97.97	97.76	29.61	27.90	30.12	29.08	87.37	79.33
M3-10	65.27	45.00	97.74	97.55	29.74	27.76	30.50	29.48	88.65	79.84
M3-11	64.95	44.58	98.21	98.01	30.18	28.05	30.50	29.38	90.39	80.79
M3-12	63.28	43.81	98.45	98.29	29.75	27.57	30.42	29.41	89.08	79.69
PROMEDIO	66.46	45.81	97.96	97.77	29.97	27.92	30.48	29.42	89.34	80.89
C.V. (%)	7.85	8.38	0.57	0.56	0.83	0.69	0.71	0.93	1.38	0.88
M4-1	61.89	39.08	98.54	98.37	30.50	28.92	29.75	28.73	89.40	81.73
M4-2	54.78	35.31	98.01	97.86	29.52	27.62	30.62	29.49	88.58	78.71
M4-3	61.08	36.75	97.70	97.58	30.35	28.68	29.57	28.42	87.70	79.54
M4-4	51.57	34.01	98.23	98.09	29.70	28.00	30.58	29.57	89.20	81.20
M4-5	51.63	33.33	98.98	98.85	29.49	27.53	30.29	29.38	88.44	79.94
M4-6	58.16	39.87	97.72	97.57	30.67	28.98	29.60	28.71	88.73	81.16
M4-7	61.81	38.33	99.29	99.17	29.10	27.44	30.81	29.78	89.13	80.20
M4-8	58.98	35.05	98.46	98.33	29.30	27.44	30.32	29.39	87.47	79.30
M4-9	60.30	37.79	97.86	97.49	29.46	27.82	30.05	29.05	86.46	78.79
M4-10	56.86	36.76	97.48	97.33	30.26	28.17	29.72	28.79	87.67	78.94
M4-11	58.45	37.32	98.37	98.24	30.13	28.07	29.55	28.51	87.58	78.62
M4-12	62.43	37.69	98.27	98.13	29.53	27.86	30.23	29.17	87.72	79.76
PROMEDIO	58.16	36.77	98.14	98.00	29.84	28.04	30.09	29.08	88.09	79.91
C.V. (%)	6.53	5.45	0.45	0.45	1.74	1.96	1.49	1.51	0.84	1.26
M5-1	73.22	48.35	98.47	98.28	31.14	29.24	30.17	29.25	92.50	84.04
M5-2	71.01	45.71	97.54	97.39	30.64	29.08	30.01	28.92	89.70	81.90
M5-3	88.49	50.47	98.36	98.21	31.04	28.98	30.78	29.65	93.99	84.40
M5-4	88.55	46.42	98.44	98.23	31.29	28.99	30.94	29.74	95.28	84.70
M5-5	72.35	46.24	98.25	98.10	30.06	28.38	30.43	29.43	89.87	81.92
M5-6	73.08	46.62	97.88	97.76	30.61	28.79	30.27	29.20	90.69	82.20
M5-7	71.40	46.15	98.19	98.03	29.99	28.16	30.15	29.16	89.78	80.40
M5-8	71.88	46.65	97.14	96.97	30.29	28.35	30.81	29.62	90.66	81.44
M5-9	82.53	50.36	98.53	98.37	30.75	28.80	30.57	29.60	92.62	83.92
M5-10	86.02	50.34	97.71	97.54	31.21	29.18	30.74	29.69	93.75	84.51
M5-11	79.23	46.06	97.26	97.09	30.48	28.59	30.57	29.49	90.61	81.86
M5-12	79.34	45.42	98.98	98.81	29.82	27.73	30.85	29.79	91.04	81.61
PROMEDIO	78.09	47.40	98.06	97.90	30.61	28.69	30.52	29.46	91.62	82.75
C.V. (%)	8.79	4.09	0.51	0.56	1.63	1.60	1.03	0.93	2.16	1.76

LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MADERA	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DE LA FLEXIÓN DE LA MADERA NTP 251.107:1988 (revisada el 2017); NTP 251.017:2014	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO 2022
		PAGINA	3 de 10
DATOS DEL MUESTREO			
PROYECTO:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "shpinguito" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"		REGISTRO N°
UBICACIÓN:	Jaén, Cajamarca		LSPM22 - FE - 001
SOLICITANTE:	Bachiller Royner Tello Olanó		MUESTREADO POR:
Lugar de Muestreo:	Cuenca Urumba, Tabaconas, San Ignacio		SOLICITANTE
			ENSAYADO POR:
			J.H.B. - V.B.M.
			FECHA DE ENSAYO:
			Julio 2022
Flexión Estática de la madera: Vigas, probetas estándar			
NTP 251.107:1988 (revisada el 2017); NTP 251.017:2014			

Identificación de muestra	CARGA (Q) Fu (Kg)	CARGA (P) Af (Kg)	DISTANCIA (a) (mm)	ANCHO VIGA (mm)	ESPESOR VIGA (mm)	MÓDULO DE SECCIÓN (Z)	MOMENTO INERCIA (I)	DEFORMACIÓN (mm) Aw	ESFUERZO MÁXIMO A LA FLEXIÓN (f _{m,u}) (Mpa)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (E _m) (Mpa)
Árbol M-4	16800	16050	325	50	50,00	125000	6250000	4,00	65,52	10562,91
Árbol M-1	19050	18150	325	50	50,00	125000	6250000	4,20	74,30	11376,16
Árbol M-2	19650	18750	325	50	50,00	125000	6250000	5,10	76,64	9678,31
Árbol M-5	20595	19545	325	50	50,00	125000	6250000	4,50	80,32	11433,83
Árbol M-3	22050	21450	325	50	50,00	125000	6250000	5,00	86,00	11293,43
PROMEDIO									76,55	10868,93
D.S.									7,59	752,96
C.V. (%)									9,91	6,93
ESFUERZO BÁSICO A FLEXIÓN (f _{básico} ,m)									65,52	
ESFUERZO ADMISIBLE A FLEXIÓN (f _{adm} ,m)									10,68	
MÓDULO DE ELASTICIDAD MÍNIMO (E _{min})										9678,31
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO (E _{prom})										10869

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POST ENSAYO

MUESTRA	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M1-1	626,96	563,28	11,31
M1-2	309,03	275,08	12,34
PROMEDIO			11,82



NTP 251.107:1988 (revisada el 2017)

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y acondicionadas/aclimatadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con el requerimiento de densidad para maderas para el grupo "C" según RNE E-010 "Madera"
- * El número de muestras, esta acorde con el muestreo exploratorio según RNE E-010 "Madera"

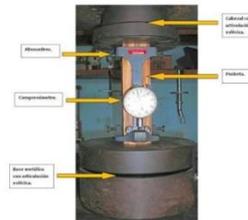


LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MADERA	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DE LA COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO NTP 251.014:2015	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO 2022
DATOS DEL MUESTREO		PÁGINA	4 de 10
PROYECTO:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpingullo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"	REGISTRO N°	LSPM22 - CPa - 001
UBICACIÓN:	Jaén, Cajamarca	MUESTREO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	Bachiller Roynier Tello Olano	ENSAYADO POR:	J.H.B.; V.B.M.
Lugar de Muestreo:	Cuenca Urumba, Taboconas, San Ignacio	FECHA DE ENSAYO:	Julio 2022
Compresión paralela al grano de la madera			
NTP 251.014:2015			

Identificación de muestra	CARGA (Q) (Kg)	CARGA (P) (Kg)	LUZ (L) (cm)	ANCHO (a) (cm)	ESPESOR (e) (cm)	DEFORMACIÓN (d) (cm)	ESFUERZO MÁXIMO A COMPRESIÓN PARALELA (fc) (Mpa)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec) (Mpa)
Árbol M-1	11720	10620	15,00	5,00	5,00	0,10	46,88	6372,00
Árbol M-2	12290	11235	15,00	5,00	5,00	0,20	49,16	3370,50
Árbol M-3	11055	11745	15,00	5,00	5,00	0,15	44,22	4698,00
Árbol M-4	13090	11652	15,00	5,00	5,00	0,21	52,36	3329,14
Árbol M-5	11415	10697	15,00	5,00	5,00	0,15	45,66	4278,80
PROMEDIO							47,66	4409,69
D.S.							3,19	1244,83
C.V. (%)							6,70	28,23
ESFUERZO BÁSICO A COMPRESIÓN PARALELA (fbásico,c)							44,22	
ESFUERZO ADMISIBLE A COMPRESIÓN PARALELA (fadm,c)							7,93	
MÓDULO DE ELASTICIDAD MÍNIMO COMPRESIÓN PA. (Emin)								3329,14
MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO COMPRESIÓN PA. (Eprom)								4409,69

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POST ENSAYO

MUESTRA	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M2-1	240,72	214,7	12,12
M2-2	254,42	227,45	11,86
PROMEDIO			11,99



NTP 251.014:2015

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y acondicionadas/aclimatadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con el requerimiento de densidad para maderas para el grupo "C" según RNE E-010 "Madera"
- * El número de muestras, esta acorde con el muestreo exploratorio según RNE E-010 "Madera"

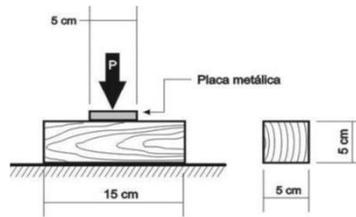


LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MADERA	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DE LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016:2015	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO 2022
DATOS DEL MUESTREO		PAGINA	5 de 10
PROYECTO:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"	REGISTRO N°	LSPM22 - CPe - 001
UBICACIÓN:	Jaén, Cajamarca	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	Bachiller Roynier Tello Olano	ENSAYADO POR:	J.H.B.: V.B.M.
Lugar de Muestreo:	Cuenca Urumba, Taboconas, San Ignacio	FECHA DE ENSAYO:	Julio 2022
Compresión perpendicular al grano de la madera			
NTP 251.016:2015			

Identificación de muestra	CARGA (Q) (Kg)	CARGA (P) (Kg)	SUPERFICIE CONTACTO (A) (Kg)	ESFUERZO MÁXIMO COMPRESIÓN PERP. (fc) (Mpa)
Árbol M-1	3729	2466	25	9,86
Árbol M-2	3717	2648	25	10,59
Árbol M-3	3767	2998	25	11,99
Árbol M-4	3931	2494	25	9,98
Árbol M-5	4523	2760	25	11,04
PROMEDIO				10,69
D.S.				0,87
C.V. (%)				8,13
ESFUERZO BÁSICO A COMPRESIÓN PERP. ($f_{básico,c}$)				9,86
ESFUERZO ADMISIBLE A COMPRESIÓN PERP. ($f_{adm,c}$)				1,61

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POST ENSAYO

MUESTRA	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M3-1	179,9	160,5	12,09
M3-2	172,53	154,89	11,39
PROMEDIO			11,74



NTP 251.016:2015

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y acondicionadas/aclimatadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con el requerimiento de densidad para maderas para el grupo "C" según RNE E-010 "Madera"
- * El número de muestras, esta acorde con el muestreo exploratorio según RNE E-010 "Madera"



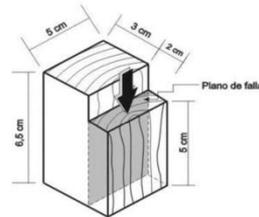
[Firma]
REG. CIP. Nº 75458

LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MADERA	RUC	20604546231
	DETERMINACIÓN DEL CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO NTP 251.0136:2015	INDECOPI	00116277
		FECHA	JULIO 2022
DATOS DEL MUESTREO		PAGINA	6 de 10
PROYECTO:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"	REGISTRO N°	LSPM22 - Cz - 001
UBICACIÓN:	Jaén, Cajamarca	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	Bachiller Roynier Tello Olano	ENSAYADO POR:	J.H.B.: V.B.M.
Lugar de Muestreo:	Cuenca Urumba, Tabaconas, San Ignacio	FECHA DE ENSAYO:	Julio 2022
Cizallamiento paralelo al grano de la madera			
NTP 251.013:2015			

Identificación de muestra	CARGA (Q) (Kg)	ANCHO (falla) (cm)	ALTO (falla) (cm)	ESFUERZO MÁXIMO CORTE (fv) (Mpa)
Árbol M-1	3080	5,00	5,00	12,32
Árbol M-2	3005	5,00	5,00	12,02
Árbol M-3	2660	5,00	5,00	10,64
Árbol M-4	3170	5,00	5,00	12,68
Árbol M-5	2990	5,00	5,00	11,96
PROMEDIO				11,924
D.S.				0,89
C.V. (%)				7,48
ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE (fadm,v)				1,73

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POST ENSAYO

MUESTRA	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M4-1	72,04	63,97	12,62
M4-2	75,24	67,14	12,06
PROMEDIO			12,34



NTP 251.013:2015

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y acondicionadas/aclimatadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con el requerimiento de densidad para maderas para el grupo "C" según RNE E-010 "Madera"
- * El número de muestras, esta acorde con el muestreo exploratorio según RNE E-010 "Madera"



(Firma)
REC. CIP. N° 15654

Anexo 4: Validez y confiabilidad de los instrumentos

Anexo 4.1. Matriz de validación de expertos de los instrumentos utilizados

Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E. 010 "Madera"			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:	M.Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo. Especialista en Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Cajamarca.			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Propiedades Físicas y Mecánicas			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	NO		Aplica
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<p>Sugerencias: se recomienda tomar en cuenta las especificaciones de cada norma técnica peruana utilizada.</p>				
<p>Firma del experto:</p> 				
<p>Msc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo Ingeniero Forestal - Civil Cip: 75658</p>				

Anexo 4.2. Certificado de calibración de equipos del laboratorio empleado para confiabilidad de los resultados



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0125 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

- 1. Expediente** 04564-2022
- 2. Solicitante** LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
- 3. Dirección** CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
- 4. Equipo** **PRENSA DE CONCRETO**
- Capacidad** 100000 kgf
- Marca** PERUTEST
- Modelo** NO INDICA
- Número de Serie** 010
- Procedencia** PERÚ
- Identificación** NO INDICA
- Indicación** DIGITAL
- Marca** NO INDICA
- Modelo** NO INDICA
- Número de Serie** NO INDICA
- Resolución** 10 kgf
- Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
- 5. Fecha de Calibración** 2022-05-16

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
📱 CALIBRATEC SAC

Area de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0125 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 042-22 (B)
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0125 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	F_i (kgf)	Patrón de Referencia			
		F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	10050	10040	10050	10046
20	20000	20061	20046	20056	20039
30	30000	30049	30074	30079	30041
40	40000	40073	40083	40053	40055
50	50000	50069	50069	50069	50064
60	60000	60066	60061	60056	60059
70	70000	70105	70095	70100	70091
80	80000	80131	80131	80120	80105
90	90000	90182	90187	90182	90139
100	100000	100245	100240	100250	100167
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	-0.46	0.10	-0.05	0.10	0.35
20000	-0.20	0.07	0.26	0.05	0.37
30000	-0.13	0.10	0.37	0.03	0.39
40000	-0.14	0.07	0.18	0.03	0.35
50000	-0.13	0.00	0.04	0.02	0.34
60000	-0.10	0.02	0.01	0.02	0.34
70000	-0.13	0.01	0.04	0.01	0.34
80000	-0.13	0.01	0.11	0.01	0.34
90000	-0.15	0.01	0.20	0.01	0.35
100000	-0.17	0.01	0.31	0.01	0.37

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
-----------------------------------------	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0192 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	04564-2022
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN JAEN - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	ByM
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0192
5. Fecha de Calibración	2022-05-16

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 ° C	26.1 ° C
Humedad Relativa	65%	65%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PESAS DE 1-2-2-5 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0726-2021
METROIL	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CEROS	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.2	0.3	
2	15,000	0.6	-0.1	30,001	0.8	0.7	
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1	
4	15,001	0.9	0.6	30,000	0.6	-0.1	
5	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
6	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.6	-0.1	
7	15,000	0.5	0.0	30,000	0.2	0.3	
8	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1	
9	15,000	0.4	0.1	30,001	0.9	0.6	
10	15,001	0.8	0.7	30,000	0.7	-0.2	
Diferencia Máxima			0.8	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 3.0	Error Máximo Permissible			± 3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0.4	0.1		10,000	0.4	-0.1	0.0
2		10	0.9	-0.4		10,000	0.4	0.1	0.5
3	10 g	9	0.1	-0.6	10,000	10,000	0.6	-0.1	0.5
4		10	0.3	0.2		9,999	0.2	-0.7	-0.9
5		10	0.5	0.0		10,001	0.7	0.8	0.8
Error máximo permisible								± 3.0	

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0192 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.4	0.1						
20	20	0.4	0.1	0.0	20	0.5	0.0	-0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	-0.2	100	0.6	-0.1	-0.2	1.0
500	500	0.2	0.3	0.2	500	0.5	0.0	-0.1	2.0
1,000	1,000	0.8	-0.3	-0.4	1,000	0.6	-0.1	-0.2	2.0
5,000	5,000	0.5	0.0	-0.1	5,000	0.9	-0.4	-0.5	3.0
10,000	10,000	0.6	-0.1	-0.2	10,000	0.5	0.0	-0.1	3.0
15,000	15,000	0.9	-0.4	-0.5	15,000	0.2	0.3	0.2	3.0
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.2	20,000	0.6	-0.1	-0.2	3.0
25,000	25,000	0.7	-0.2	-0.3	25,000	0.5	0.0	-0.1	3.0
30,000	30,001	0.8	0.7	0.6	30,001	0.8	0.7	0.6	3.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3101667 \text{ g}^2 + 0.00000000087 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000085 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	04564-2022
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	200 °C
Marca	ARSOU GROUP
Modelo	HR701
Número de Serie	202042
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MUESTRAS

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 200 °C	30 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-05-16

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.7 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	19.1
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	11.3
Estabilidad Medida (±)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	11.3

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo 5. Evidencias fotográficas del proceso de investigación

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1. Aserrado de la madera Ishpinguillo conforme a las medidas establecidas en las N.T.P.



Foto 2. Muestra de las probetas para la realización de los ensayos físicos y mecánicos según las N.T.P.



Foto 3. Probetas saturadas durante 48 horas, medidas 3cm x 3cm x 10cm, para ensayo de contenido de humedad N.T.P 251.010.



Foto 4. Peso saturado de las probetas 3cm x 3cm x 10cm, para ensayo de contenido de humedad N.T.P 251.010.



Foto 5. Registro de los pesos húmedos de las probetas para el cálculo del contenido de humedad.



Foto 6. Colocación en la estufa donde se aplica un calentamiento gradual hasta alcanzar los $103^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$.



Foto 7. Retirando las muestras de la estufa, se dejan enfriar en desecador y se pesan. Se repite el tratamiento hasta peso constante.



Foto 8. Se realiza la medición directa del largo (mm) de la probeta geométrica con la precisión requerida con un vernier.

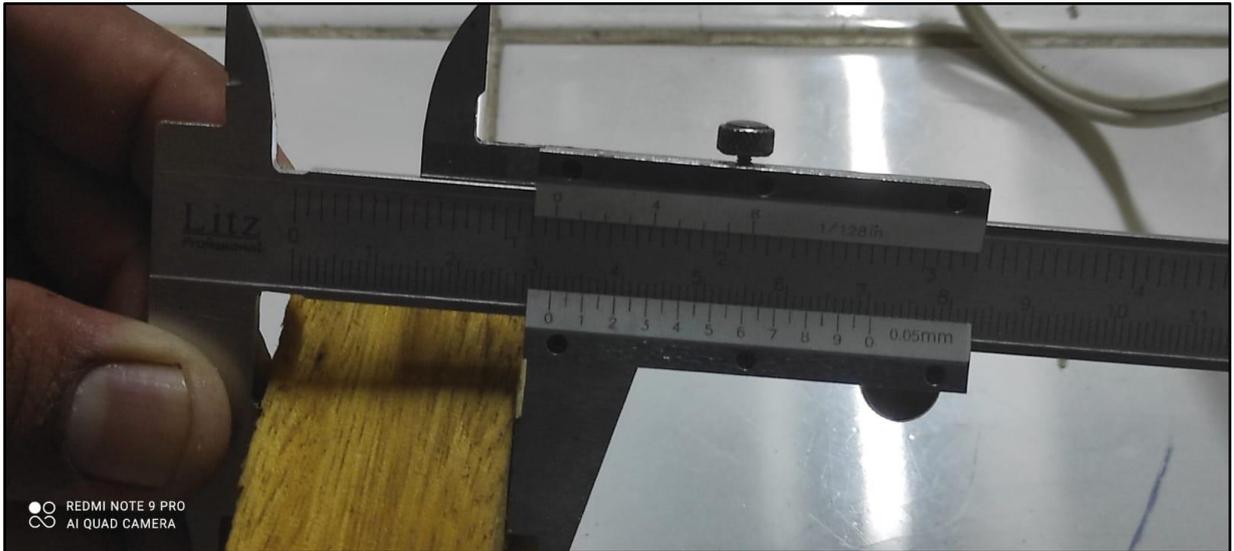


Foto 9. Se realiza la medición directa del ancho (mm) de la probeta geométrica con la precisión requerida con un vernier.



Foto 10. Probetas para el ensayo de compresión perpendicular 5cm x 5cm x 15 cm según N.T.P 251.016.



Foto 11. Probetas para el ensayo de compresión paralela 5cm x 5cm x 20 cm según N.T.P 251.014.



Foto 12. Probetas para el ensayo de cizallamiento 5cm x 5cm x 6.5 cm según N.T.P 251.013.



Foto 13. Probetas para el ensayo de flexión estática 5cm x 5cm x 75 cm según N.T.P 251.017.



Foto 14. Etiquetado de las probetas para los diferentes ensayos, tipo de ensayo y número de muestra.



Foto 15. Ensayo de compresión paralela con probetas de 5cm x 5cm x 20 cm según N.T.P 251.01.



Foto 16. Carga perpendicular registrada por el equipo de compresión (Kg) en el laboratorio.



Foto 17. Falla registrada, al esfuerzo de carga axial.



Foto 18. Ensayo de compresión perpendicular 5cm x 5cm x 15 cm según N.T.P 251.016.



Foto 19. Ensayo de flexión estática 5cm x 5cm x 75 cm según N.T.P 251.017.



Foto 20. Carga registrada para el ensayo a flexión estática por el equipo de compresión (KN) en el laboratorio.



Foto 21. Ensayo de cizallamiento 5cm x 5cm x 6.5 cm según N.T.P 251.013.

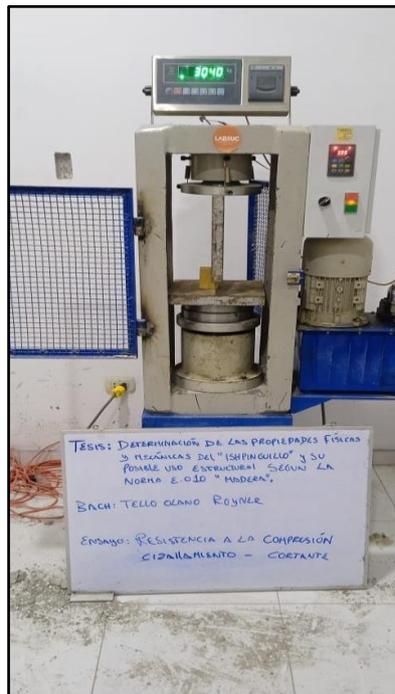


Foto 22. Carga registrada para el ensayo de cizallamiento por el equipo de compresión (Kg) en el laboratorio.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CORONADO ZULOETA OMAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del "Ishpinguillo" y su posible uso estructural según la norma E.010 "madera", cuyo autor es TELLO OLANO ROYNER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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.

TRUJILLO, 06 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CORONADO ZULOETA OMAR DNI: 16802184 ORCID: 0000-0002-7757-4649	Firmado electrónicamente por: OMARCORONADO el 06-02-2023 20:43:35

Código documento Trilce: TRI - 0531591