



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

RESISTENCIAS DE DISTINTOS TIPOS DE MADERA PARA LA
CONSTRUCCIÓN

AREVALO ZAMBRANO LUIS FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

RESISTENCIAS DE DISTINTOS TIPOS DE MADERA PARA LA
CONSTRUCCIÓN

AREVALO ZAMBRANO LUIS FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

RESISTENCIAS DE DISTINTOS TIPOS DE MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN

AREVALO ZAMBRANO LUIS FERNANDO
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
27 de febrero de 2023

LUIS FERNANDO AREVALO

por Luis Fernando Arevalo

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:47p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020566786

Nombre del archivo: LUIS_FERNANDO_AREVALO.docx (23.14K)

Total de palabras: 2171

Total de caracteres: 11182

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AREVALO ZAMBRANO LUIS FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado RESISTENCIAS DE DISTINTOS TIPOS DE MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de febrero de 2023



AREVALO ZAMBRANO LUIS FERNANDO
0706325248

LUIS FERNANDO AREVALO

por Luis Fernando Arevalo

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:47p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020566786

Nombre del archivo: LUIS_FERNANDO_AREVALO.docx (23.14K)

Total de palabras: 2171

Total de caracteres: 11182

LUIS FERNADO AREVALO

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.slideshare.net Fuente de Internet	2%
2	es.unionpedia.org Fuente de Internet	1%
3	www.diario21.com.mx Fuente de Internet	<1%
4	www.tesisenred.net Fuente de Internet	<1%
5	clicktarima.com Fuente de Internet	<1%
6	ebrevistas.eb.mil.br Fuente de Internet	<1%
7	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1%
8	123docz.net Fuente de Internet	<1%
9	www.ewtech-ing.com Fuente de Internet	<1%

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios que ha sido el que me ha brindado la fuerza necesaria para llegar hasta este punto y poder cumplir mi meta.

En segundo lugar, se lo dedico a mi familia, en especial a mi madre y mis tíos que han sido los que me han brindado apoyo en el transcurso de mi vida y me han guiado para que sea una persona de bien.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, a mis compañeros de curso con los cuales compartí muchas experiencias agradables y que siempre voy a recordar.

A mi perrito Oso Junior que al momento de redactar este informe ya no se encuentra en este mundo, pero también vale mucho la pena por todas esas madrugadas que estuvo acostado en mis pies y siempre me saludaba cuando llegaba a casa. A Billy que es actualmente al que tengo y que siempre me espera y me ladra cada vez que salgo de casa y se queda conmigo mientras hago tareas sin importar cuan tarde sea.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, que es mi guía en mi camino en donde he trazado todas mis metas y objetivos en los cuales él me ha apoyado y me ha dado la salud para cumplirlas.

A mi madre, que me dio la vida en el segundo día del mes en curso hace dos décadas y media, que tuvo que despertarse temprano para enviarme a la escuela y al colegio por más de una década, con el uniforme bien planchado y limpio y con las tareas encomendadas terminadas. Por todo el apoyo al momento de escoger la carrera en la que me encuentro y los consejos dados en todo momento.

A mi tío y a mis abuelitos que pese a ya no estar presentes en este planeta siempre me ayudaron en mi formación no solo como profesional sino como una persona siempre de bien. A mi tío por hacerse cargo de los gastos de mi secundaria ya que sin su apoyo no hubiera sido posible llegar hasta este lugar.

RESUMEN

El presente trabajo práctico de carácter complejo consiste en analizar los diferentes tipos de maderas que se utilizan para los encofrados, enfocándonos sobretodo en el pino, laurel, eucalipto y bambú que son los tipos de maderas que nos indica en el reglamento INEN. También se usaron otros 4 tipos de madera que fue recomendación de mi tutor que son: San Fernando, Pashaco y Palo de vaca.

Para ello se procedió a la búsqueda y al corte de cilindros y cuartones de los diferentes tipos de madera mencionados anteriormente haciendo el mayor esfuerzo de que sean en relación 1:1 y 1:2 con respecto a sus dimensiones. Una vez conseguidos los materiales, se procede a realizar en el laboratorio el ensayo de compresión con la finalidad de obtener la resistencia de los tipos de madera antes mencionados.

Los resultados fueron comparados con la Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones regida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú para todos los tipos de madera excepto el Bambú para lo cual se basó en un artículo de investigación sobre el mismo realizado en la ciudad de México.

PALABRAS CLAVES:

Encofrados, dimensiones, ensayo, compresión

ABSTRACT

The present practical work of a complex character consists in analyzing the different types of woods that are used for the formwork, focusing above all on the pine, laurel, eucalyptus and bamboo that are the types of woods that we indicate in the INEN regulation. We also used 4 other types of wood that was recommended by my tutor: San Fernando, Pashaco and Palo de Vaca.

To do this, we proceeded to search and cut cylinders and quartets of the different types of wood mentioned above making the greatest effort to be in relation to 1:1 and 1:2 with respect to their dimensions. Once the materials have been obtained, the compression test is carried out in the laboratory in order to obtain the strength of the aforementioned types of wood.

The results were compared with the Technical Standard E.010 Madera of the National Building Regulations governed by the Ministry of Housing, Construction and Sanitation of Peru for all types of wood except Bamboo for which it was based on a research article on the same made in Mexico City.

KEYWORDS:

Formwork, dimensions, test, compression.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INDICE DE CONTENIDO	VII
INDICE DE ILUSTRACIONES	IX
INDICE DE TABLAS	IX
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Definición y contextualización del objeto de estudio	11
1.2. Objetivos:.....	11
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	11
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	11
1.3. Ubicación	12
2. DESARROLLO	13
2.1. Fundamentación teórica	13
2.1.1. Madera	13
2.1.2. Propiedades físicas y químicas de la madera.....	13
2.1.2.1. Resistencia a la tensión	13
2.1.2.2. Resistencia a la compresión	14
2.1.3. Encofrados	14
2.1.3.1. Tipos de encofrados	14
2.1.3.1.1. Encofrados de madera	14
2.1.3.1.2. Encofrados verticales	14
2.1.3.1.3. Encofrados horizontales	15
2.1.3.1.4. Encofrados especiales.....	15
2.1.3.1.5. Encofrados metálicos o de aluminio	16
2.1.3.1.6. Encofrados de plástico.....	16
2.2. Proceso metodológico.....	17
2.2.1. Ensayo de resistencia de la madera a compresión	17
2.2.1.1. Materiales e insumos.....	18
2.2.1.2. Procedimiento.....	19
2.2.2. Normativa	19
2.2.2.1. Carga última	20
2.2.2.2. Carga admisible.....	20

3. RESULTADOS	22
3.1. Resultado del tipo de madera: Pino	22
3.2. Resultado del tipo de madera: Laurel	22
3.3. Resultado del tipo de madera: Eucalipto	22
3.4. Resultado del tipo de madera: Fernán Sánchez	22
3.5. Resultado del tipo de madera: Palo de vaca.....	22
3.6. Resultado del tipo de madera: Pashaco.....	22
3.7. Resultado del tipo de madera: Bambú	23
4. CONCLUSIONES	24
5. RECOMENDACIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	29
Anexo 1: Toma de medidas y pesos de las muestras	29
Anexo 2: Realización del ensayo	29
Anexo 3: Toma de datos para el cálculo de la densidad mediante la probeta	30
Anexo 4: Resumen del ensayo de la madera Pino	31
Anexo 5: Resumen del ensayo de la madera Laurel	32
Anexo 6: Resumen del ensayo de la madera Eucalipto	33
Anexo 7: Resumen del ensayo de la madera Fernán Sánchez	34
Anexo 8: Resumen del ensayo de la madera Palo de vaca	35
Anexo 9: Resumen del ensayo de la madera Pashaco	36
Anexo 10: Resumen del ensayo de la madera Bambú	37

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1: Tipos de encofrados verticales [10].....	15
Ilustración 2.2: Ejemplos de encofrados horizontales [10]	15
Ilustración 2.3: Ejemplo de encofrados especiales [10]	16
Ilustración 2.4: Ejemplos de encofrados metálicos [10].....	16
Ilustración 2.5: Ejemplos de encofrados de plástico [10].....	16
Ilustración 2.6: Muestras recolectadas para el ensayo [Elaboración propia]	18
Ilustración 2.7: Lista de especies agrupadas [13]	19
Ilustración 2.8: Esfuerzos admisibles en MPA (kg/cm ²) [13]	20
Ilustración 1: Toma de peso de las muestras [Elaboración propia]	29
Ilustración 2: Realización del ensayo de compresión [Elaboración propia]	29
Ilustración 3: Toma de datos para el cálculo de la densidad mediante la probeta [Elaboración propia]	30

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Depósitos de madera visitados para la obtención de las muestras [Elaboración propia].....	12
Tabla 2.1: Muestras recolectadas detalladas [Elaboración propia]	17
Tabla 2.2: Valores recomendados para el Factor de Seguridad para capacidad portante [Fuente: NEC-SE-GC].....	21
Tabla 3.1: Resultados del ensayo para la madera Pino [Elaboración propia]	22
Tabla 3.2: Resultados del ensayo para la madera Laurel [Elaboración propia]	22
Tabla 3.3: Resultados del ensayo para la madera Eucalipto [Elaboración propia]	22
Tabla 3.4: Resultados del ensayo para la madera Fernán Sánchez [Elaboración propia]	22
Tabla 3.5: Resultados del ensayo para la madera Palo de vaca [Elaboración propia] ...	22
Tabla 3.6: Resultados del ensayo para la madera Pashaco [Elaboración propia].....	22
Tabla 3.7: Resultados del ensayo para la madera Bambú [Elaboración propia]	23

1. INTRODUCCIÓN

Los árboles son considerados un producto renovable extraídos de la naturaleza, que a través de procesos de transformación dentro de la industria se convierten en materia prima para la construcción de viviendas (madera aserrada, tableros, encofrados, puertas, etc.). Cuando cierto producto o una estructura fabricada de madera cumple su vida útil es bastante posible reciclarlo para la fabricación de otros productos o para su uso como material combustible. [1]

Desde los comienzos de la historia, la madera ha sido el material más usado por el ser humano para construcción de edificaciones. La madera es el único material renovable y reciclable que se utiliza en el mundo de la construcción. El uso de la madera genera menos cantidad de desechos y ayuda a acelerar el tiempo de construcción, además es 400 veces mejor que el acero y 15 veces mejor que el hormigón si la usamos como aislante.

El encofrado no es más que una técnica para moldear a la mezcla del hormigón en una gran variedad de formas. La madera es uno de los principales materiales para elaborar encofrados debido a su gran flexibilidad y a ciertas características como la alta resistencia a las cargas que evitan que se rompa por la presión del hormigón y también que no es adherente y facilita al momento de la extracción de molde una vez se haya secado por completo el hormigón.

Desde un inicio, la utilización de la madera para la elaboración de encofrados, se generalizó el empleo de la madera como la materia prima esencial y principal en la fabricación de estos. En Ecuador y en la región latinoamericana, la madera sigue siendo un material importante para encofrar muros, columnas, vigas y losas. [2]

1.1. Definición y contextualización del objeto de estudio

Al momento de verter el hormigón en el encofrado ya sea para una columna, viga o losa, el hormigón ejerce su máxima presión sobre las paredes laterales del encofrado y sobre el fondo que soporta su peso, es aquí en donde el encofrado debe soportar toda la presión del hormigón. Esta presión va paulatinamente disminuyendo hasta el punto de anularse. En ciertas ocasiones ocurren accidentes en obras civiles que terminan siendo lamentables y en ciertos casos incorregibles en el aspecto estructural o estético.

El presente proyecto tiene como finalidad analizar la capacidad de la resistencia de 7 diferentes tipos de madera que fueron conseguidas en los distintos depósitos de madera que se asientan en la ciudad de Machala, calcular su densidad seca y la densidad superficialmente seca que se la calcula realizando el ensayo con la probeta y comparar la resistencia que soporto cada muestra con los estándares de calidad de acuerdo a la normativa correspondiente.

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivo general

Analizar las diferentes muestras de 7 tipos de madera de los diferentes depósitos de la ciudad de Machala aplicando la norma INEN para la recolección de las muestras y la Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones regida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú para conocer la resistencia de los mismos y compararlas con las muestras.

1.2.2. Objetivos específicos

- Recolectar 5 muestras de cada tipo de madera seleccionadas previamente.
- Realizar el ensayo de compresión en el laboratorio bajo los lineamientos de las normas INEN para obtener los datos necesarios y correctos.
- Comparar los resultados con las especificaciones para madera de la Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones regida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú

1.3. Ubicación

Para la realización de este proyecto, se encontró las muestras en 2 depósitos de madera y 1 carpintería que se encuentran ubicados en distintos puntos de la ciudad de Machala. En la Tabla 1.1 se muestran más detalles de estos.

Tabla 1.1: Depósitos de madera visitados para la obtención de las muestras [Elaboración propia]

UBICACIONES DE LOS DEPOSITOS DE MADERA VISITADOS		
Depósito	Ubicación de depósito	Tipos de madera
El Samán 1	Central Urdeza y Av. Reino Unido – Barrio Ursesa 2 Sector 3	Pino, Laurel, Eucalipto, San Fernando
Verónica	Av. Edgar Córdova y Colón	Palo de Vaca, Pashaco
Ferretería “MAFESA”	Av. Circunvalación Norte entre Av. 1era Sur y Av. 1ra Nte – Ingreso al Balneario “El Coco”	Bambú

2. DESARROLLO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Madera

La madera es un material de construcción proveniente comúnmente de los tallos y en menor escala a las ramas de los árboles. Se la utiliza en una gran parte del ámbito de la construcción y decoración de una edificación.

Debido a los enormes prejuicios, la madera pasa de ser un material de muy buena aplicabilidad estructural a un material considerado muy malo para el medio ambiente. Sin embargo, con el uso de la madera de reforestación, la madera viene rompiendo este paradigma y se presenta como un excelente material estructural. [3]

2.1.2. Propiedades físicas y químicas de la madera

La madera por su origen orgánico posee características propias que logran una diferencia notable con otros materiales en el ámbito de la construcción como el acero y el hormigón.

Las propiedades físicas, mecánicas, químicas y generales tienen una gran variabilidad incluso dentro de la misma especie debido a diversos factores como el clima, la calidad de suelo, las condiciones de crecimiento, etc.

Para conservar la madera en óptimas condiciones se han utilizado por miles años diversos tipos de conservantes que conllevan a generar problemas ambientales y de salud. Estos productos pueden mejorar las propiedades de la madera y protegerla contra plagas u hongos.

Los productos químicos utilizados no contienen elementos de metales pesados y pueden reaccionar con los polímeros de la pared celular de la madera o condensarse en las microestructuras de la madera. [4]

2.1.2.1. Resistencia a la tensión

“La madera es un material muy indicado para trabajar a tracción (en la dirección de las fibras), viéndose limitado su uso únicamente por la dificultad de transmitir estos esfuerzos a las piezas”. [5]

Esto quiere decir que en las muestras sometidas a tensión los problemas aparecerán en las uniones, es decir sería una falla frágil.

2.1.2.2. Resistencia a la compresión

“La madera resiste menos a la compresión que a la tensión. La alta resistencia a la compresión es necesario para cimientos y soportes en construcción”. [6]

2.1.3. Encofrados

El hormigón es uno de los materiales más versátiles usados en el mundo de la construcción. Actualmente, se usa extensivamente en la industria, ya que puede ser moldeado de diversas formas casi arbitrarias a través de moldes rígidos que se denominan encofrados. [7]

Un encofrado no es más que un sistema para darle forma al hormigón mientras fragua. Los encofrados usualmente suelen ser temporales y se los retiran una vez el hormigón se haya endurecido, pero también existen los encofrados permanentes que son parte de la estructura o simplemente de la arquitecta de la edificación.

Centrándonos específicamente en los tipos de carga que tienen que soportar los encofrados, en el primer lugar se encuentra el peso del hormigón hasta que alcance el estado en donde se pueda soportar por sí mismo, también soporta otras cargas como los materiales, los trabajadores, etc. [8]

2.1.3.1. Tipos de encofrados

Según [8] y [9] existen diferentes tipos de encofrados como:

2.1.3.1.1. Encofrados de madera

Este tipo de encofrados son los más utilizados ya que combinan ligereza y resistencia. Sin importar el tipo de madera, estos encofrados deben ser resistentes a las diferentes cargas, no deformables a la presión que ejerce el hormigón sobre éste y aislado para evitar cualquier tipo de pérdida de morteros o lechadas.

Comúnmente son fabricados de manera sencilla y pueden repararse con mucha facilidad. Se usan en las construcciones de proyectos pequeños o medianos y el costo del mismo son menores con relación a encofrados elaborados con otros materiales.

2.1.3.1.2. Encofrados verticales

Son aquellos que son usados en la construcción de muros, columnas o pilares en cualquiera obra civil.

Estos tipos de encofrados deben ser muy resistentes ya que la presión del hormigón predomina sobre las paredes del encofrado.

Generalmente son de madera, pero también son fabricados de otros materiales como el acero, fibra de vidrio, etc. tal y como se muestra en la Ilustración 2.1.



Ilustración 2.1: Tipos de encofrados verticales [10]

2.1.3.1.3. Encofrados horizontales

Como se muestra en la Ilustración 2.2, son usados en la construcción de vigas, losas, cimentaciones. Este tipo de encofrados aparte de soportar el propio peso del hormigón, también debe soportar cargas como el de los trabajadores, materiales, etc.



Ilustración 2.2: Ejemplos de encofrados horizontales [10]

2.1.3.1.4. Encofrados especiales

Estos encofrados, como se muestra en la Ilustración 2.3 son aquellos que son usados en la construcción de elementos de hormigón menos habituales que en los que se utilizan los encofrados verticales y horizontales.



Ilustración 2.3: Ejemplo de encofrados especiales [10]

2.1.3.1.5. Encofrados metálicos o de aluminio

Este tipo de encofrados son elaborados por empresas especializadas y se consiguen fácilmente en el mercado. La gran ventaja de éstos frente a los de madera es la velocidad con la que se colocan y la reducción de costo en los usos en proyectos medianos a grandes.



Ilustración 2.4: Ejemplos de encofrados metálicos [10]

2.1.3.1.6. Encofrados de plástico

Este tipo de encofrados no se decolora como los otros tipos. Posee la ventaja de evitar la absorción, son mucho más flexibles que los encofrados de metal y madera lo cual facilita la compactación y la eliminación del aire atrapado reduciendo de esta manera las burbujas en la superficie del elemento. En la Ilustración 2.5 se puede observar algunos ejemplos de este tipo de encofrados.



Ilustración 2.5: Ejemplos de encofrados de plástico [10]

2.2. Proceso metodológico

2.2.1. Ensayo de resistencia de la madera a compresión

Para este ensayo se dispuso de 34 muestras de 7 tipos de diferentes maderas tal y como se muestra en la Ilustración 2.6 y de una manera más detallada en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Muestras recolectadas detalladas [Elaboración propia]

Tipo de madera	Forma	Relación	Dirección de las fibras
PINO	Cuadrada	1:1	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Paralela
	Cilíndrica	1:1	Perpendicular
	Cilíndrica	1:2	Perpendicular
LAUREL	Cuadrada	1:1	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Paralela
	Cilíndrica	1:1	Perpendicular
	Cilíndrica	1:2	Perpendicular
EUCALIPTO	Cuadrada	1:1	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Paralela
	Cilíndrica	1:1	Perpendicular
	Cilíndrica	1:2	Perpendicular
FERNÁN SANCHEZ	Cuadrada	1:1	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Paralela
	Cilíndrica	1:1	Perpendicular
	Cilíndrica	1:2	Perpendicular
PALO DE VACA	Cuadrada	1:1	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Paralela
	Cilíndrica	1:1	Perpendicular
	Cilíndrica	1:2	Perpendicular
PASHACO	Cuadrada	1:1	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Perpendicular
	Rectangular	1:2	Paralela
	Cilíndrica	1:1	Perpendicular
	Cilíndrica	1:2	Perpendicular
BAMBU	Con nudos	1:1	Perpendicular
	Con nudos	1:2	Perpendicular
	Sin nudos	1:1	Perpendicular
	Sin nudos	1:2	Perpendicular



Ilustración 2.6: Muestras recolectadas para el ensayo [Elaboración propia]

Para determinar las propiedades elásticas y mecánicas en las direcciones principales de la madera, usualmente se realizan ensayos de compresión en pequeñas probetas orientadas en las direcciones radial, tangencial y longitudinal, y libres de particularidades de crecimiento, tales como nudos y/o desviación de la fibra. Estos experimentos están establecidos en normas, como la American Society for Testing and Materials International (ASTM) D143-09 y la International Organization for Standardization (ISO) 3129:2012, entre otras. [11]

2.2.1.1. Materiales e insumos

En este ensayo se usaron los siguientes equipos y materiales.

- 5 muestras de cada tipo de madera, en relación 1:1 y 1:2 y 4 muestras para el bambú, de las cuales 2 muestras eran nudos y 2 muestras sin nudos en relación 1:1 y 1:2.
- Máquina de compresión
- Calibrador vernier
- Balanza digital
- Probeta

2.2.1.2. Procedimiento

1. Tener el cilindro y/o cubo de madera con las especificaciones dadas.
2. Conocer el parámetro de las probetas (madera) es decir área, longitud, peso.
3. Colocar el cilindro o el cubo de madera en la máquina de comprensión y nivelarla a nivel correcto para que la carga sea uniformemente.
4. Sometemos a carga, anotamos lo que nos da la máquina y procedemos a calcular la resistencia.
5. Así mismo para los cubos en dirección perpendicular y paralelo a las fibras.

2.2.2. Normativa

“La finalidad de una norma técnica es proveer niveles adecuados de seguridad a las edificaciones íntegramente de madera y/o en combinación con otros materiales, a fin de salvaguardar la integridad de las personas y la durabilidad de la estructura”. [12]

Para realizar una comparación de los datos obtenidos y llegar a una conclusión, se ha utilizado la NORMA TÉCNICA E.010 MADERA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES regida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del vecino país de Perú en donde en la parte de anexos se muestra la clasificación de distintos tipos de madera tal y como se muestra en la Ilustración 2.7.

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

CONIFERAS		
NOMBRE GENERAL	NOMBRES CIENTÍFICOS DE ESPECIES INCLUIDAS	GRUPO
01	SOUTHERN YELLOW PINE (SYP)	Selecta Estructural N° 01
		N° 02
02	DOUGLAS FIR / LARCH	Selecta Estructural N° 01 & mejor N° 01
		N° 02
03	ABETO HEM FIR	Selecta Estructural N° 01 & mejor N° 01
		N° 02

Ilustración 2.7: Lista de especies agrupadas [13]

Grupo	Flexión f_m	Tracción Paralela f_t	Compresión Paralela $f_{c//}$	Compresión Perpendicular $f_{c\perp}$	Corte Paralelo f_v
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)
D	6,8 (70)	5,8 (60)	6,2 (63)	1,3 (13)	0,6 (6)

Especies	Clasificación	Flexión f_m	Tracción Paralela f_t	Compresión Paralela $f_{c//}$	Compresión Perpendicular $f_{c\perp}$	Corte Paralelo f_v
SOUTHERN YELLOW PINE (SYP)	Selecta Estructural	14,9 (151.7)	10,2 (104.3)	13,3 (135.9)	2,3 (23.5)	1,2 (12.2)
	N° 01	9,4 (95.7)	6,1 (62)	11,7 (119)		
	N° 02	7,0 (71.3)	4,1 (41.7)	10,8 (110)		
DOUGLAS FIR / LARCH	Selecta Estructural	13,7 (139.3)	9,2 (94.2)	12,7 (129.8)	2,6 (26.5)	1,2 (12.2)
	N° 01 & mejor	10,8 (109.7)	7,3 (74.8)	12,1 (122.9)		
	N° 01	9,3 (94.7)	6,2 (63.1)	10,9 (111.6)		
	N°02	8,2 (83.5)	5,4 (54.9)	9,8 (100.3)		
ABETO HEM FIR	Selecta Estructural	13,0 (132.5)	8,4 (85.4)	11,3 (114.8)	1,7(17.3)	1 (10.2)
	N° 01 & mejor	9,7 (99)	6,6 (67)	10,7 (109.5)		
	N° 01	8,9 (90.8)	5,6 (56.8)	10,0 (101.9)		
	N°02	7,9 (80.6)	4,7 (48.1)	9,5 (96.6)		

Ilustración 2.8: Esfuerzos admisibles en MPA (kg/cm²) [13]

Para el caso del Bambú, según [14] “para la especie de B. blumeana su resistencia varía de 25,3 MPa a 28,9 MPa de la parte inferior a la superior”, entonces se ha tomado como resistencia 28.9 MPa.

Según [13], los valores que nos ofrece de guía son esfuerzos admisibles y no esfuerzos últimos, pero antes de entrarnos más al tema, vamos a definir cada uno de éstos:

2.2.2.1. Carga última

Dentro de lo que es la construcción, la capacidad de carga ultima es el esfuerzo que se aplica al suelo, mediante la cimentación, cuya finalidad es la de producir una falla por resistencia al esfuerzo cortante.

En el ámbito de un ensayo, la carga ultima no es más que el valor de resistencia que soporta nuestras muestras.

2.2.2.2. Carga admisible

Según la capacidad de carga admisible se lo calcula con la siguiente fórmula:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S.}$$

El factor de seguridad, se lo obtiene de la Tabla 2.2 obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-GC).

CONDICIÓN	F.S.I.M. ADMISIBLE
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático	1.5

Tabla 2.2: Valores recomendados para el Factor de Seguridad para capacidad portante [Fuente: NEC-SE-GC]

En nuestro ensayo usamos el valor de 3 para el F.S. a la cual se divide la carga ultima para éste y de ahí comprobar con los valores de la Ilustración 2.8.

3. RESULTADOS

3.1. Resultado del tipo de madera: Pino

Tabla 3.1: Resultados del ensayo para la madera Pino [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DIRECCION DE	RESISTENCIA				COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3		LAS FIBRAS	KN	Kg/cm2	Mpa	Admisible MPa	
PINO	SOUTHERN YELLOW PINE (SYP)	Cuadrada	42.85	25	125	0.3400	Perpendicular	48.7	198.638	19.480	6.493	APRUEBA
		Rectangular	110.45	50	250	0.4400	Perpendicular	72	146.837	14.400	4.800	APRUEBA
		Rectangular	111.44	50	250	0.4500	Paralela	70.2	143.166	14.040	4.680	REPRUEBA
		Cilindrica	42.93	19.63	98.15	0.4400	Perpendicular	52.2	271.159	26.592	8.864	APRUEBA
		Cilindrica	86.46	19.63	196.3	0.4400	Perpendicular	29.4	152.720	14.977	4.992	APRUEBA

3.2. Resultado del tipo de madera: Laurel

Tabla 3.2: Resultados del ensayo para la madera Laurel [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DIRECCION DE	RESISTENCIA				COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3		LAS FIBRAS	KN	Kg/cm2	Mpa	Admisible MPa	
LAUREL	D	Cuadrada	41.7	25	125	0.3300	Perpendicular	49.8	203.124	19.920	6.640	APRUEBA
		Rectangular	83.81	50	250	0.3400	Perpendicular	63	128.482	12.600	4.200	APRUEBA
		Rectangular	82.37	50	250	0.3300	Paralela	54.5	111.147	10.900	3.633	REPRUEBA
		Cilindrica	39.97	19.63	98.15	0.4100	Perpendicular	48.7	252.977	24.809	8.270	APRUEBA
		Cilindrica	74.42	19.63	196.3	0.3800	Perpendicular	46.6	242.067	23.739	7.913	APRUEBA

3.3. Resultado del tipo de madera: Eucalipto

Tabla 3.3: Resultados del ensayo para la madera Eucalipto [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DIRECCION DE	RESISTENCIA				COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3		LAS FIBRAS	KN	Kg/cm2	Mpa	Admisible MPa	
EUCALIPTO	B	Cuadrada	72.73	25	125	0.5800	Perpendicular	95.5	389.525	38.200	12.733	APRUEBA
		Rectangular	139.75	50	250	0.5600	Perpendicular	98.5	200.881	19.700	6.567	APRUEBA
		Rectangular	139.16	50	250	0.5600	Paralela	105.7	215.565	21.140	7.047	APRUEBA
		Cilindrica	55.77	19.63	98.15	0.5700	Perpendicular	82.9	430.630	42.231	14.077	APRUEBA
		Cilindrica	109.73	19.63	196.3	0.5600	Perpendicular	75.7	393.227	38.563	12.854	APRUEBA

3.4. Resultado del tipo de madera: Fernán Sánchez

Tabla 3.4: Resultados del ensayo para la madera Fernán Sánchez [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DIRECCION DE	RESISTENCIA				COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3		LAS FIBRAS	KN	Kg/cm2	Mpa	Admisible MPa	
FERNÁN SÁNCHEZ	B	Cuadrada	83.18	25	125	0.6700	Perpendicular	125	509.850	50.000	16.667	APRUEBA
		Rectangular	156.4	50	250	0.6300	Perpendicular	75.5	153.975	15.100	5.033	APRUEBA
		Rectangular	157.05	50	250	0.6300	Paralela	117.4	239.426	23.480	7.827	APRUEBA
		Cilindrica	62.3	19.63	98.15	0.6300	Perpendicular	82.2	426.999	41.875	13.958	APRUEBA
		Cilindrica	127.64	19.63	196.3	0.6500	Perpendicular	86.2	447.771	43.912	14.637	APRUEBA

3.5. Resultado del tipo de madera: Palo de vaca

Tabla 3.5: Resultados del ensayo para la madera Palo de vaca [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DIRECCION DE	RESISTENCIA				COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3		LAS FIBRAS	KN	Kg/cm2	Mpa	Admisible MPa	
PALO DE VACA	A	Cuadrada	124.81	25	125	1.0000	Perpendicular	175.4	715.422	70.160	23.387	APRUEBA
		Rectangular	247.03	50	250	0.9900	Perpendicular	148.3	302.443	29.660	9.887	APRUEBA
		Rectangular	247.72	50	250	0.9900	Paralela	191.8	391.157	38.360	12.787	APRUEBA
		Cilindrica	117.3	19.63	98.15	1.2000	Perpendicular	186.2	967.236	94.855	31.618	APRUEBA
		Cilindrica	224.7	19.63	196.3	1.1400	Perpendicular	180.7	938.664	92.053	30.684	APRUEBA

3.6. Resultado del tipo de madera: Pashaco

Tabla 3.6: Resultados del ensayo para la madera Pashaco [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DIRECCION DE	RESISTENCIA				COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3		LAS FIBRAS	KN	Kg/cm2	Mpa	Admisible MPa	
PASHACO	C	Cuadrada	66.04	25	125	0.5300	Perpendicular	91.9	374.842	36.760	12.253	APRUEBA
		Rectangular	125.3	50	250	0.5000	Perpendicular	90.9	185.381	18.180	6.060	APRUEBA
		Rectangular	124.92	50	250	0.5000	Paralela	118.7	242.077	23.740	7.913	APRUEBA
		Cilindrica	58.51	19.63	98.15	0.6000	Perpendicular	84.2	437.390	42.894	14.298	APRUEBA
		Cilindrica	114.89	19.63	196.3	0.5900	Perpendicular	83.2	432.190	42.384	14.128	APRUEBA

3.7.Resultado del tipo de madera: Bambú

Tabla 3.7: Resultados del ensayo para la madera Bambú [Elaboración propia]

ELEMENTOS			PESO	AREA	VOLUMEN	DENSIDAD	DENSIDAD PROBETA	DIRECCION DE LAS FIBRAS	RESISTENCIA			COMPROBACION
Tipo de madera	GRUPO	Forma	gr	cm2	cm3				KN	Kg/cm2	Mpa	
BAMBU	[13]	Cilindrica	396.7	34.600	414.508	0.9600	0.9833	Paralela	130	383.122	37.572	APRUEBA
		Cilindrica	745.7	38.259	920.129	0.8100	0.9904	Paralela	120.3	320.634	31.444	APRUEBA
		Cilindrica	321.6	34.840	419.125	0.7700	0.9131	Paralela	124.4	364.094	35.706	APRUEBA
		Cilindrica	526.6	37.771	915.191	0.5800	0.9887	Paralela	105.1	283.742	27.826	REPRUEBA

4. CONCLUSIONES

- En los resultados de la resistencia a la compresión del pino, se puede apreciar que las 4 muestras cumplieron con lo que nos dice la normativa guía de una resistencia de 13.3 para aquellas muestras en las que se realizó el ensayo con las fibras perpendiculares y 2.3 MPa para las muestras cuyas fibras sean paralelas, la cual esta última no cumplió. La muestra que resistió más a la compresión es el cilindro de relación 1:1.
- Con respecto al laurel, nos podemos dar cuenta que la muestra rectangular de relación 1:2 cuya fibra son paralelas no cumplió con el valor de 6.2 MPA que nos indica la normativa, las demás muestras cuyas fibras son perpendiculares si cumplieron con el valor de resistencia de 1.3 MPA. La muestra que resistió más a la compresión es el cilindro de relación 1:1.
- En lo que respecta al Eucalipto, nos podemos dar cuenta que las 5 muestras cumplieron con lo que nos dice la normativa guía de una resistencia de 10.8 MPa para las muestras cuyas fibras sean paralelas y de 2.7 para aquellas muestras en las que se realizó el ensayo con las fibras perpendiculares. La muestra que resistió más a la compresión es el cilindro de relación 1:1.
- Los resultados del ensayo realizado a la madera Fernán Sánchez, se puede concluir que todas las muestras cumplieron con los valores de resistencia de 10.8 MPa para las muestras cuyas fibras sean paralelas y de 2.7 para aquellas muestras en las que se realizó el ensayo con las fibras perpendiculares que nos indica la normativa guía que estamos utilizando en este ensayo. La muestra que resistió más a la compresión es el cubo de relación 1:1.
- En lo que respecta al tipo de madera Palo de vaca, se puede decir que es la madera que más resistió en este ensayo, cumpliendo muy por encima los valores de resistencia de 14.2 MPa para las muestras cuyas fibras sean paralelas y de 3.9 para aquellas muestras en las que se realizó el ensayo con las fibras perpendiculares que nos indica la normativa guía que estamos utilizando en este ensayo. La muestra que resistió más a la compresión es el cilindro de relación 1:1.
- Con respecto al tipo de madera Pashaco, nos podemos dar cuenta que todas las muestras cumplen con los parámetros que nos indica la normativa guía que es de 7.8 MPa para las muestras cuyas fibras sean paralelas y de 1.5 para aquellas muestras

en las que se realizó el ensayo con las fibras perpendiculares. La muestra que resistió más a la compresión es el cilindro de relación 1:1.

- Para el tipo de madera Bambú, se tomó como referencia la resistencia de un estudio que también se realizó con varios tipos de caña de guadua en la ciudad de México, basándonos en esto, podemos llegar a la conclusión de que todas las muestras cumplieron, con excepción de la muestra “04” que no cumplió. Por contraparte, la muestra que más resistió fue la muestra “03”.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las muestras sean cortadas con sierra eléctrica para que el corte sea más preciso y uniforme ya que cualquiera imperfección puede alterar los resultados del ensayo.
- Al momento de calcular la densidad superficialmente seca, tenemos que obtener el dato del volumen lo más preciso posible de la probeta, ya que éste puede alterar al momento de calcular el valor de la densidad.
- Cuando se termina de realizar el ensayo de compresión, se recomienda dejar todo en su lugar y limpiar el laboratorio y la máquina de compresión ya que ésta es utilizada por más personas y recordando que se debe trabajar en un ambiente sano y limpio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Broda y N. Z. Plaza, “Durability of model degraded wood treated with organosilicon compounds against fungal decay”, *Int Biodeterior Biodegradation*, vol. 178, p. 105562, feb. 2023, doi: 10.1016/J.IBIOD.2022.105562.
- [2] C. Dalton, L. Craig, E. Peacock, y M. Krousel-Wood, “Validity of the krousel-wood medication adherence scale”, *Am J Med Sci*, vol. 365, p. S92, feb. 2023, doi: 10.1016/S0002-9629(23)00181-7.
- [3] J. C. Pigozzo, F. N. Arroyo, F. A. R. Lahr, y A. L. Christoforo, “Análise de barras de aço ancoradas na madeira utilizando adesivos estruturais”, *Ambiente Construído*, vol. 23, núm. 1, pp. 145–156, ene. 2023, doi: 10.1590/s1678-86212023000100654.
- [4] X. Zhou, X. Li, Z. Cui, L. Wu, H. Zhou, y X. Lu, “Combustible wood dust explosions and impacts on environments and health - A review”, *Environ Res*, vol. 216, p. 114658, ene. 2023, doi: 10.1016/J.ENVRES.2022.114658.
- [5] H. S. Rane y S. K. Bagga, “An investigation and comparison of tensile strength in Fiber Sandwiched Wood Composite (FSWC) materials subjected to axial loading”, *Mater Today Proc*, vol. 51, pp. 715–719, ene. 2022, doi: 10.1016/J.MATPR.2021.06.214.
- [6] P. Trivino-Tarradas *et al.*, “Compresión axial en la madera: Comparación normativa UNE-ASTM”, *IX Congresso Ibérico de Agroengenharia: Livro de Atas, 2018, ISBN 978-972-745-247-7, págs. 119-128*, pp. 119–128, 2018, Consultado: el 14 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8309162&info=resumen&idoma=ENG>
- [7] C. A. Martínez, J. F. Díaz, y R. Duque, “Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares”, *TecnoLógicas*, vol. 22, pp. 1–18, dic. 2019, doi: 10.22430/22565337.1509.
- [8] F. J. González, “Encofrados para túneles, una visión global”, *Cemento Hormigón, ISSN 0008-8919, N.º. 991, 2019, págs. 54-59*, núm. 991, pp. 54–59, 2019, Consultado: el 14 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6898948&info=resumen&idoma=SPA>
- [9] “Encofrados - M. J. Ricouard - Google Libros”. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UugxQVfpe64C&oi=fnd&pg=PR11&dq=tipos+de+encofrados&ots=X-UhPri2sh&sig=Z1Xz1yuQXdVv2OH0VMMwtfL0078#v=onepage&q=tipos%20de%20encofrados&f=false> (consultado el 6 de febrero de 2023).
- [10] “Evaluación de los Principales Tipos de Encofrados Utilizados Como Insumos en la Construcción de Edificaciones de Concreto Reforzado en el Municipio de Bucaramanga”.

- [11] A. A. Medina, P. Manzione, A. G. Baucis, M. A. Catalán, L. Laffitte, y I. Andía, “Propiedades mecánicas de la madera de álamos de cortinas forestales de Río Negro, Patagonia, Argentina”, *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, ISSN-e 1669-2314, ISSN 0325-8718, Vol. 46, N°. 2, 2020 (*Ejemplar dedicado a: Alimentos del futuro, crece la demanda de proteínas alternativas a la carne*), vol. 46, núm. 2, p. 6, 2020, Consultado: el 14 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8198709&info=resumen&idoma=SPA>
- [12] M. L. Martín Antón, “La normativa técnica en la construcción”, *TTC: Revista del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones*, ISSN 0213-7380, N°. 75, 1997, págs. 63-76, núm. 75, pp. 63–76, 1997, Consultado: el 7 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3917175>
- [13] “NORMA TÉCNICA E.010 MADERA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES”.
- [14] I. Zaragoza-Hernández, V. Rubén Ordóñez-Candelaria, G. M. Bárcenas-Pazos, A. Máxima Borja-De La Rosa, y F. J. Zamudio-Sánchez, “PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UNA GUADUA MEXICANA (Guadua aculeata) PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF A MEXICAN GUADUA (Guadua aculeata)”, *Ciencia y tecnología*, vol. 17, núm. 3, pp. 505–516, 2015, doi: 10.4067/S0718-221X2015005000045.

ANEXOS

Anexo 1: Toma de medidas y pesos de las muestras



Ilustración 1: Toma de peso de las muestras [Elaboración propia]

Anexo 2: Realización del ensayo



Ilustración 2: Realización del ensayo de compresión [Elaboración propia]

Anexo 3: Toma de datos para el cálculo de la densidad mediante la probeta



Ilustración 3: Toma de datos para el cálculo de la densidad mediante la probeta [Elaboración propia]

Anexo 4: Resumen del ensayo de la madera Pino

RESUMEN DEL ENSAYO: PINO				
Cuadrado	Rectangular V	Rectangular H	Cilindro 1	Cilindro 2

Anexo 5: Resumen del ensayo de la madera Laurel

RESUMEN DEL ENSAYO: LAUREL				
Cuadrado	Rectangular V	Rectangular H	Cilindro 1	Cilindro 2

Anexo 6: Resumen del ensayo de la madera Eucalipto

RESUMEN DEL ENSAYO: EUCALIPTO				
Cuadrado	Rectangular V	Rectangular H	Cilindro 1	Cilindro 2

Anexo 7: Resumen del ensayo de la madera Fernán Sánchez

RESUMEN DEL ENSAYO: SAN FERNANDO				
Cuadrado	Rectangular V	Rectangular H	Cilindro 1	Cilindro 2

Anexo 8: Resumen del ensayo de la madera Palo de vaca

RESUMEN DEL ENSAYO: PALO DE VACA				
Cuadrado	Rectangular V	Rectangular H	Cilindro 1	Cilindro 2

Anexo 9: Resumen del ensayo de la madera Pashaco

RESUMEN DEL ENSAYO: PASHACO				
Cuadrado	Rectangular V	Rectangular H	Cilindro 1	Cilindro 2
				
				
				
				
				
				

Anexo 10: Resumen del ensayo de la madera Bambú

RESUMEN DEL ENSAYO: BAMBÚ			
Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
			
			
			
			
			