

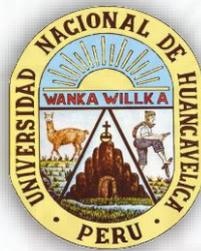
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creado por ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

HUANCAVELICA



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA
RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN
ROLLIZOS DE EUCALIPTO”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

PRESENTADO POR:

Bach. GARCIA RIVERA, Freddy

Bach. LLIUYACC HUAMAN, Pricilio

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA, PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veintitrés días (23) del mes de julio del año 2021, siendo las dieciocho horas (18:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: M.Sc. Marco Antonio López Barrantes (Presidente), M.Sc. Iván Arturo Ayala Bizarro (Secretario), Mg. Jorge Luis Ortega Vargas (Vocal), designados con Resolución de Decano N° 315-2019-FCI-UNH, de fecha 23 de diciembre del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **“INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO”**, presentado por los Bachilleres **Freddy GARCIA RIVERA y Pricilio LLIUYACC HUAMAN**, con presencia del Arq. Abdón Dante Olivera Quintanilla, Asesor de la presente tesis a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**. Finalizada la sustentación virtual a horas...18:50...; se comunicó a los sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Freddy GARCIA RIVERA

APROBADO POR... UNANIMIDAD
 DESAPROBADO

Pricilio LLIUYACC HUAMAN

APROBADO POR... UNANIMIDAD
 DESAPROBADO

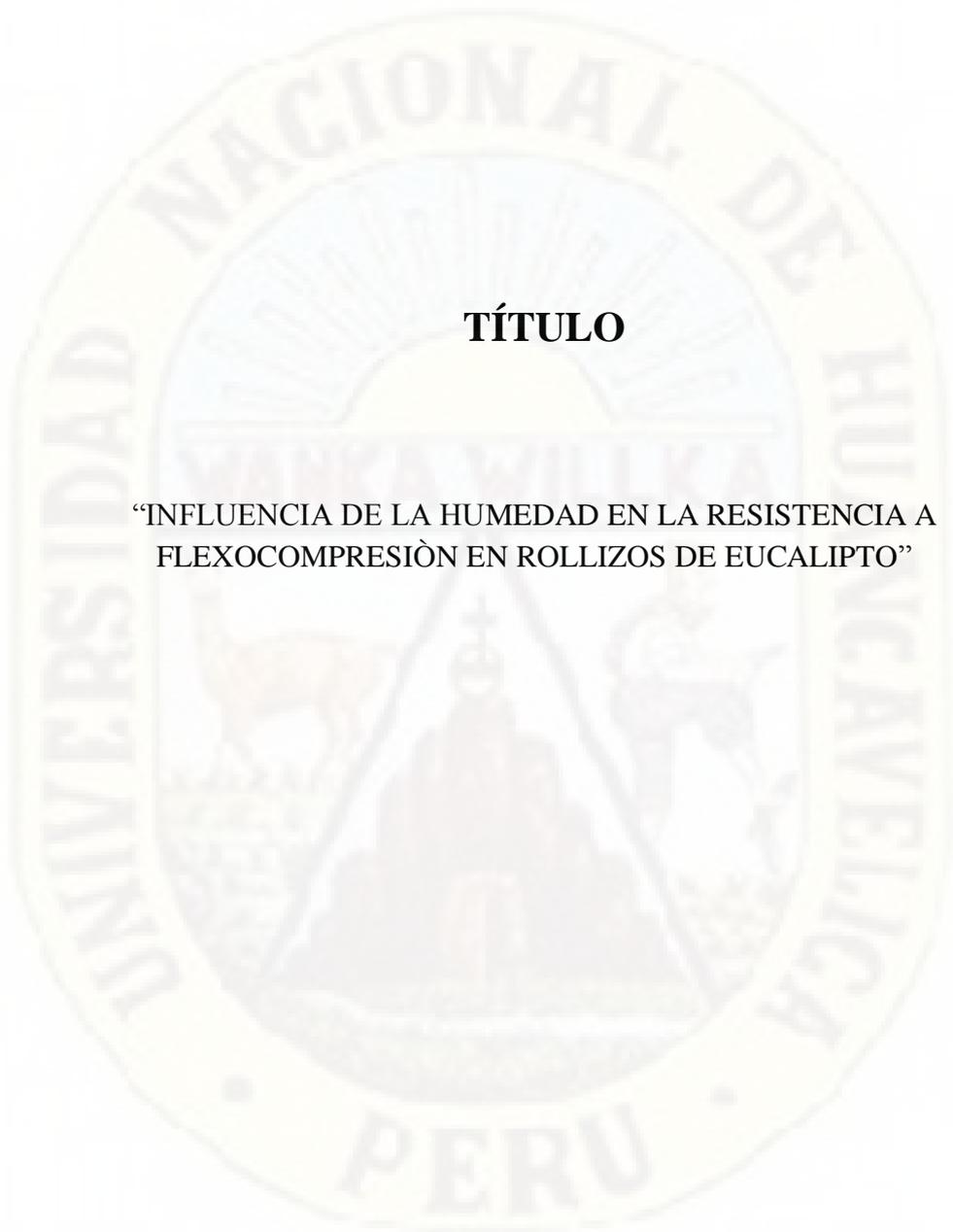
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

 Presidente

 Secretario

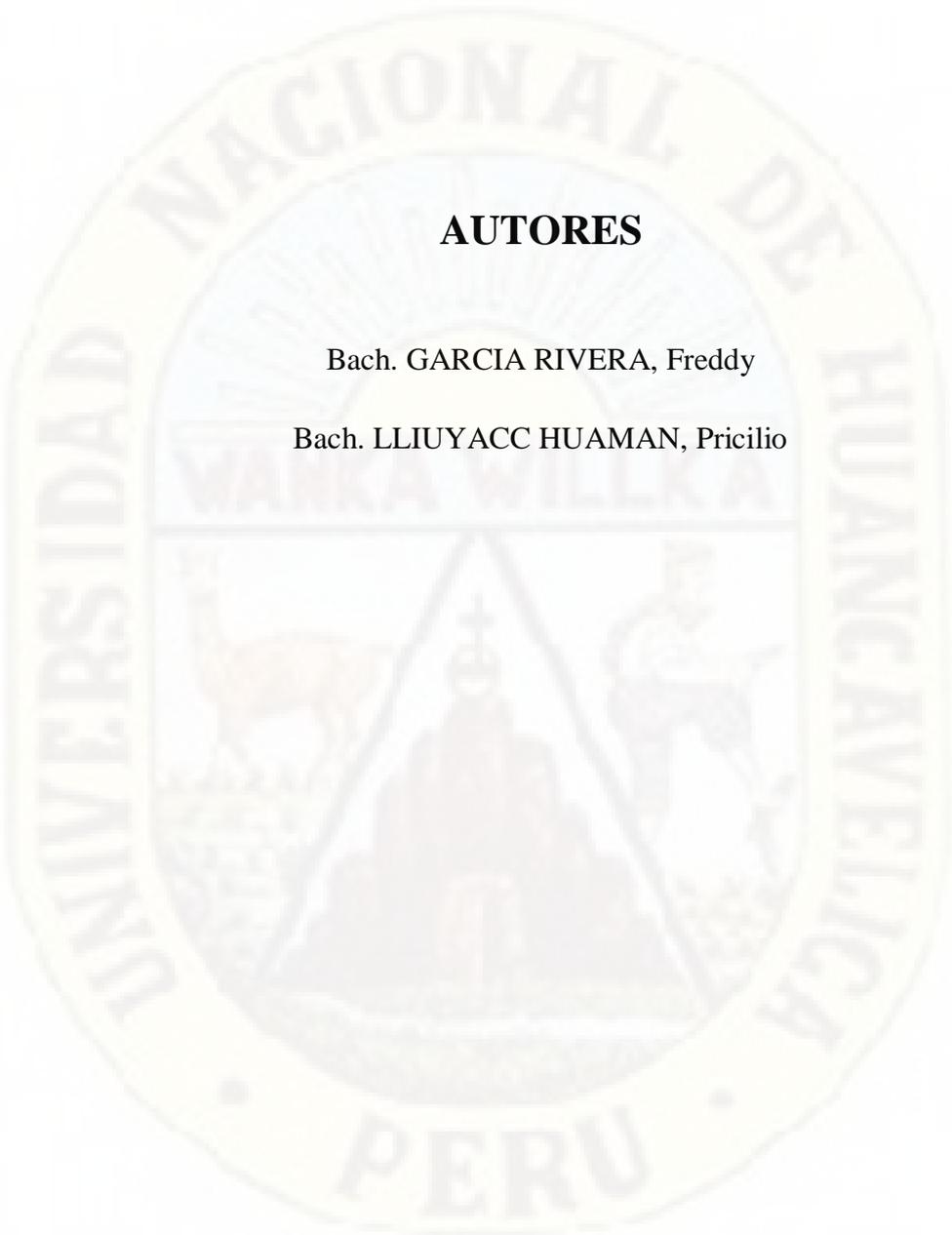
 Vocal

 Vº Bº Decano



TÍTULO

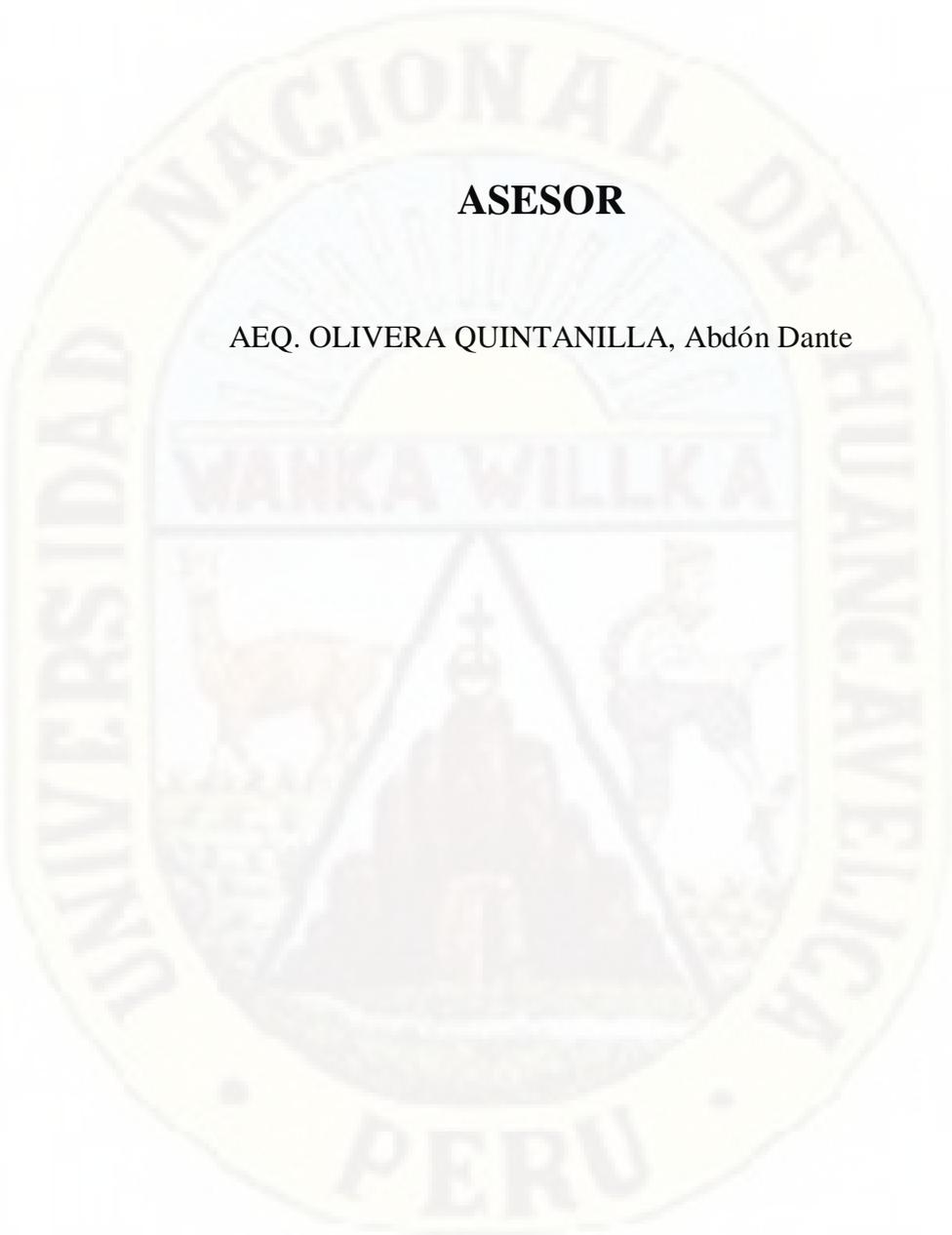
“INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO”



AUTORES

Bach. GARCIA RIVERA, Freddy

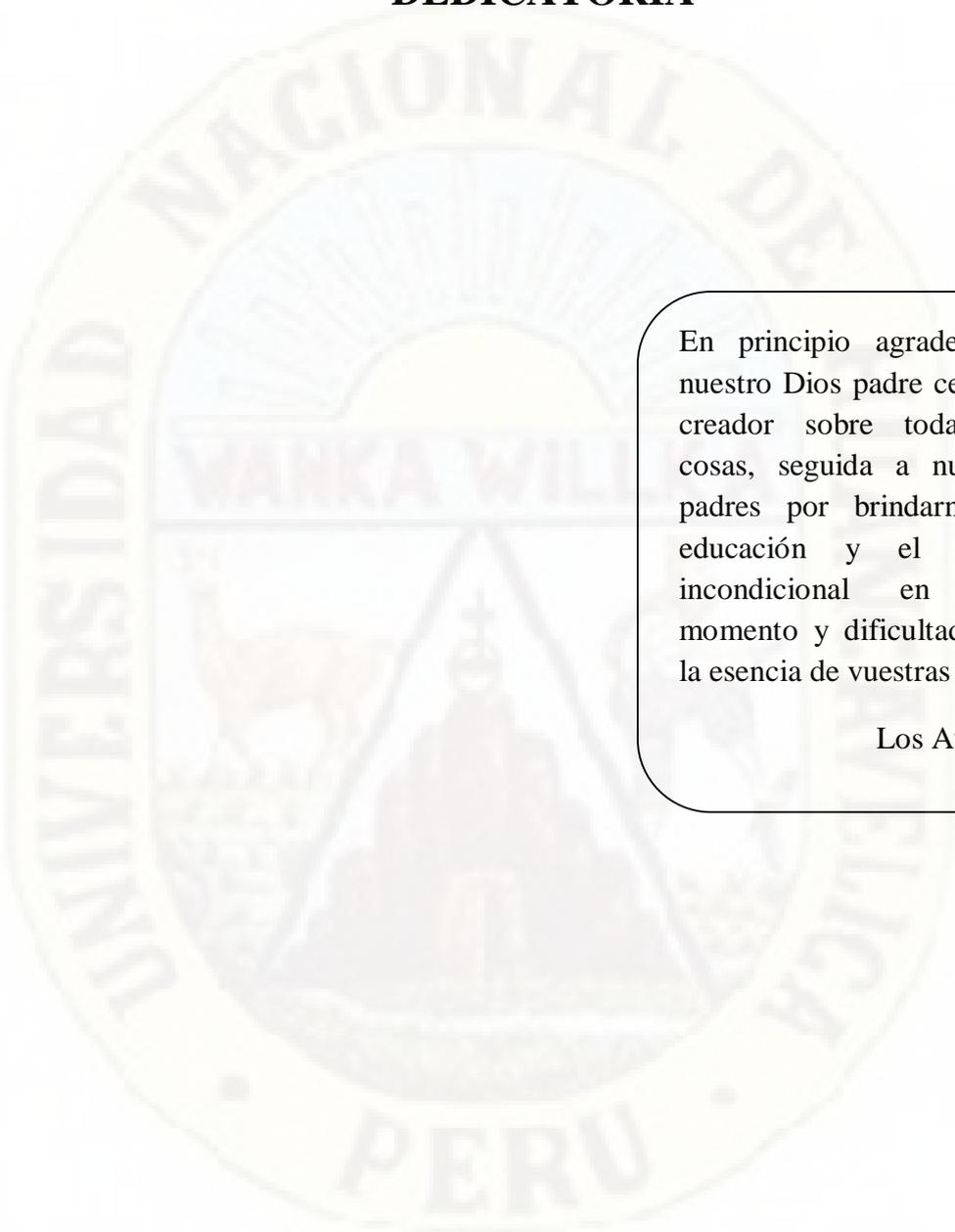
Bach. LLIUYACC HUAMAN, Pricilio



ASESOR

AEQ. OLIVERA QUINTANILLA, Abdón Dante

DEDICATORIA



En principio agradecer a nuestro Dios padre celestial creador sobre todas las cosas, seguida a nuestros padres por brindarnos la educación y el apoyo incondicional en todo momento y dificultades de la esencia de vuestras vidas

Los Autores

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos gozar de salud y bienestar que nos ayudó a logra nuestro objetivo.

Nuestro reconocimiento a la “Universidad Nacional de Huancavelica; Que fue creada por Ley N° 25265 y nos brindó vuestra formación profesional.

Nuestro agradecimiento a nuestro padres y familiares por el apoyo incondicional durante nuestra etapa de formación profesional

Nuestro agradecimiento al asesor de la presente investigación, quien nos brindó su conocimiento y tiempo para la investigación de la presente tesis.

Nuestro agradecimiento a la plana de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, quienes nos brindaron sus conocimientos, durante nuestra etapa de formación profesional.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| ACTA DE SUSTENTACIÓN | ii |
| TÍTULO | iii |
| AUTORES..... | iv |
| ASESOR..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS | xii |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRAC..... | xvi |
| CAPÍTULO I | 20 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 20 |
| 1.1. Descripción del problema..... | 20 |
| 1.2. Formulación del problema | 22 |
| 1.3. Objetivos: | 22 |
| 1.3.1. Objetivo general:..... | 22 |
| 1.3.2. Objetivos específicos: | 22 |
| 1.4. Justificación..... | 23 |
| 1.4.1. Justificación técnica | 23 |
| 1.4.2. Justificación social | 23 |
| 1.4.3. Justificación por vialidad..... | 23 |
| 1.5. Limitaciones de la investigación. | 24 |
| 1.5.1. Limitaciones de Lugar..... | 24 |
| 1.5.2. Limitaciones de materiales | 24 |
| 1.5.3. Limitaciones de ensayos..... | 24 |
| 1.5.4. Limitaciones de información | 24 |
| CAPÍTULO II..... | 25 |
| MARCO TEÓRICO..... | 25 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 25 |
| 2.2. Bases teóricas sobre el tema la investigación | 32 |
| 2.3. Bases conceptuales | 35 |

| | | |
|----------------------------------|---|----|
| 2.4. | Hipótesis..... | 37 |
| 2.5. | Definición operativa de variables | 37 |
| CAPÍTULO III..... | | 40 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | | 40 |
| 3.1. | Ámbito temporal y espacial..... | 40 |
| 3.1.1. | Ámbito temporal | 40 |
| 3.1.2. | Ámbito espacial | 40 |
| 3.2. | Tipo de investigación..... | 40 |
| 3.3. | Nivel de investigación..... | 41 |
| 3.4. | Método de investigación | 41 |
| 3.5. | Diseño de investigación | 41 |
| 3.6. | Población, muestra y muestreo..... | 42 |
| 3.6.1. | Población | 42 |
| 3.6.2. | Muestra..... | 42 |
| 3.6.3. | Muestreo..... | 43 |
| 3.7. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 43 |
| 3.7.1. | Técnicas..... | 43 |
| 3.7.2. | Instrumentos | 44 |
| 3.8. | Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 44 |
| CAPÍTULO IV | | 46 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS | | 46 |
| 4.1. | Análisis de la información..... | 46 |
| 4.1.1. | Ensayo de contenido de humedad..... | 46 |
| 4.1.2. | Ensayo de esfuerzo de compresión paralela al grano..... | 47 |
| 4.1.3. | Ensayo de esfuerzo de flexión..... | 52 |
| 4.2. | Prueba de hipótesis..... | 57 |
| CONCLUSIONES | | 68 |
| RECOMENDACIONES | | 69 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 70 |
| ANEXOS..... | | 74 |
| | ANEXO N° 01: Matriz de consistencia del proyecto de investigación | 75 |
| | ANEXO N° 02: Panel fotográfico | 78 |
| | ANEXO N° 03: Hoja de cálculo | 89 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de variables dependientes e independientes | 39 |
| Tabla 2: Resultados de ensayo de humedad natural de rollizos de Eucalipto Globulus..... | 47 |
| Tabla 3: Características físicas de las probetas para el ensayo de compresión paralela al grano..... | 48 |
| Tabla 4: Deformación límite proporcional respecto a la fuerza límite proporcional alcanzado por cada muestra | 48 |
| Tabla 5: Esfuerzo límite proporcional alcanzado por cada muestra..... | 49 |
| Tabla 6: Deformación límite proporcional y deformación unitaria respecto esfuerzo límite proporcional alcanzado por cada muestra. | 50 |
| Tabla 7: Módulo de elasticidad de cada muestra. | 51 |
| Tabla 8: Módulo de elasticidad junto al porcentaje de humedad de cada muestra | 51 |
| Tabla 9: Características físicas de las muestras de rollizo para el ensayo de flexión..... | 52 |
| Tabla 10: Desplazamiento con respecto a la carga límite proporcional. | 53 |
| Tabla 11: Resultados del esfuerzo límite proporcional alcanzados por cada muestra. | 54 |
| Tabla 12: Resultados del esfuerzo límite proporcional alcanzados por cada muestra. | 56 |
| Tabla 13: Esfuerzo límite proporcional alcanzado por las muestras, en los tres condiciones de humedad (verde, húmedo y seco). | 57 |
| Tabla 14: Registro de resultados de ensayos de resistencia a flexión | 58 |
| Tabla 15: Registro de resultados de ensayos de resistencia a compresión. | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esfuerzo de límite proporcional en las tres condiciones de humedad (verde, húmedo y seco). | 52 |
| Figura 2. Diagrama de esfuerzo cortante y el diagrama de momento flector que ilustra el fenómeno | 54 |
| Figura 3. Diagrama para la explicación de la obtención de la deflexión por el método de doble integración. | 55 |
| Figura 4. Código de programación para la prueba de hipótesis respecto a la resistencia a flexión. | 59 |
| Figura 5. Datos de salida para la prueba de hipótesis respecto a resistencia a flexión. | 59 |
| Figura 6. Resultados de la prueba de Hipótesis respecto a resistencia a flexión. | 60 |
| Figura 7. Diagrama de cajas de las medias de resistencias a flexión | 60 |
| Figura 8. Código de programación para la Hipótesis respecto a compresión | 62 |
| Figura 9. Datos de Salida para la Hipótesis respecto al esfuerzo a compresión | 63 |
| Figura 10. Resultados de la prueba de Hipótesis específico respecto a compresión | 64 |
| Figura 11. Diagrama de cajas de las medias de resistencias a compresión | 64 |
| Figura 12. Resultados de la prueba de Hipótesis respecto al esfuerzo a flexión. | 65 |
| Figura 13. Resultados de la prueba de Hipótesis respecto al esfuerzo a compresión | 66 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|----|
| Fotografía 1: Selección y enumeración de muestra de rollizo de eucalipto de diámetro uniforme. | 79 |
| Fotografía 2: Corte de rollizo de eucalipto, haciendo uso el equipo de motosierra | 79 |
| Fotografía 3: Medición de rollizo de eucalipto con wimcha de 2.6m de longitud. | 79 |
| Fotografía 4: Enumeración de rollizos de eucalipto para los ensayos de compresión y flexión. | 79 |
| Fotografía 5: Corte de muestra de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire para los ensayos de compresión y flexión de igual longitud para cada ensayo respectivo. | 80 |
| Fotografía 6: Medición de diámetros en pulgadas de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire, haciendo uso de herramienta de vernier. | 80 |
| Fotografía 7 : Ubicación de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire en el maquina universal para el ensayo a flexión, con una dimensión de luz de 7.6cm..... | 81 |
| Fotografía 8: Se aplica la carga en el centro de la luz, obteniendo la resistencia a flexión para cada rollizo de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire. | 81 |
| Fotografía 9: Enseguida se continua la medición de diámetro en pulgadas de rollizos de eucalipto en estado seco al aire, haciendo uso de herramienta de vernier. Con contenido de porcentaje de humedad mínima. | 82 |
| Fotografía 10: Medición de diámetros de rollizos de eucalipto mediante el uso del vernier de los rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire con una altura de consideración de 20cm para conocer el contenido de humedad iniciales. | 82 |
| Fotografía 11: Medición peso inicial del porcentaje de humedad de cada muestra de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire. | 83 |
| Fotografía 12: Las muestras de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire. Se sometió al horno para conocer el Contracción, hinchamiento y peso específico con respecto a la variación de humedad..... | 83 |
| Fotografía 13: Obtenemos el peso específico para cada muestra, peso de la muestra entre volumen de la muestra de una altura promedio de 14cm. | 84 |
| Fotografía 14: Corte de probeta con máquina de corte, con base liso parte superior e inferior de una altura 20cm | 84 |

| | |
|---|----|
| Fotografía 15: Una vez que tenemos las muestras de probetas de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire, nivelamos con la regla de nivel, mantener una base inferior y superior homogéneo y liso. | 85 |
| Fotografía 16: Verificamos muestra de probetas de rollizo de eucalipto que tenga una sección transversal uniforme y someter al ensayo de comprensión dentro de máquina de prensa hidráulica | 85 |
| Fotografía 17: En seguida ubicamos nuestro rollizo de eucalipto y programamos nuestro software para someter a la resistencia de comprensión..... | 86 |
| Fotografía 18: Cada de nuestra muestra de probeta de rollizo de eucalipto ubicamos en el cancroide de la máquina de prensa hidráulica y evitar el desequilibrio. | 86 |
| Fotografía 19: Prosiguiendo con el ensayo de resistencia a compresión dentro de software, procesamos el área de la sección transversal, altura. | 87 |
| Fotografía 20: Nivelación la probeta de rollizo de eucalipto previo al ensayo..... | 87 |
| Fotografía 21: Distinguimos para la probeta de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, contiene mayor contenido de humedad, mayor deformación y esfuerzo máximo es menor que los rollizos en el estado húmedo y estado seco al aire debido a variación de humedad..... | 88 |

RESUMEN

El presente trabajo de tesis “INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO”, se da a conocer la influencia de la humedad natural de rollizos en la resistencia de flexión y compresión para lo cual se recogió 20 muestras de rollizos de primer corte en la provincia de Huancavelica, del cual se extrajo 15 unidades siguiendo el procedimiento de muestreo aleatorio simple, estos se agruparon en 03 grupos, el primer grupo se utilizó para realizar los ensayos el mismo día del corte del rollizo, el segundo grupo a los 30 días, y el tercer grupo a los 60 días del corte y secado a temperatura ambiente. En cada grupo de muestra se realizaron de manera simultánea los ensayos de humedad natural, compresión paralela al grano NTP 251.014 y ensayo de flexión para madera NTP 251.017, se utilizaron las normas citadas que ambas son para ensayos de madera, debido que a la fecha no se conoce norma específica para ensayos de rollizos.

En el primer grupo de rollizo la humedad natural varía en un rango de 56.247% - 45.852%, resistencia al esfuerzo a flexión en 767.911 Kg/cm²- 674.254 Kg/cm² y la resistencia al esfuerzo a compresión en 221.500 Kg/cm² - 283.921 Kg/cm², sin embargo, no guardan ninguna relación ascendente o descendiente los resultados de la humedad con los resultados resistencia a flexión y compresión. En el segundo grupo la humedad natural varía en un rango de 30.690 % - 25.759 %, resistencia al esfuerzo a flexión en 1,086.171 Kg/cm²- 971.088 Kg/cm² y la resistencia al esfuerzo a compresión en 419.254Kg/cm² - 336.269 Kg/cm², también no guarda ninguna relación ascendente o descendiente los resultados de la humedad con los resultados resistencia a flexión y compresión. En el tercer grupo la humedad natural varía en un rango de 7.747 % - 4.058%, resistencia al esfuerzo a flexión en 1,565.447 Kg/cm²- 1,445.632 Kg/cm² y la resistencia al esfuerzo a compresión en 588.223 Kg/cm² - 520.513 Kg/cm², no guardan ninguna relación ascendente o descendiente los resultados de la humedad con los resultados resistencia a flexión y compresión.

Teniendo como objetivo general y específicos la “Determinación de la influencia del contenido de humedad en la resistencia a compresión paralela al grano en rollizos de eucalipto”, “Determinar la influencia de la humedad en la resistencia a flexión en rollizos de eucalipto” el procedimiento estadístico será realizar el análisis de varianza

ANOVA de los tres grupos separados y en conjunto, ello con el fin de comparar la resistencia al esfuerzo a flexión y compresión en los tres estados de humedad(verde, húmedo y seco).

Realizando el análisis conjunto de los resultados para una humedad de 56.247% corresponde un esfuerzo a compresión 224.500 Kgf/cm² y para una humedad 5.163% corresponde un esfuerzo a compresión 520.513 Kgf/cm², asimismo, para una humedad de 56.247% corresponde un esfuerzo a compresión 767.911 Kgf/cm² y para una humedad 5.163% corresponde un esfuerzo a compresión 1,445.632 Kgf/cm²

Para la prueba de hipótesis se utilizó el software SAS University Studio obteniendo en caso de la influencia de la humedad en la resistencia a flexión un valor de 0.0001 ($Pr > F$) el cual es ampliamente inferior, a 0.05 el cual es el valor de significancia pues se trabajó con una confiabilidad al 95%, de modo que mediante la decisión estadística se descarta la hipótesis nula ; por consiguiente se aprueba la hipótesis alterna, la cual afirma que el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexión.

En caso de la influencia de la humedad en la resistencia a compresión en el cual se muestra que obtuvo un valor de 0.0001 ($Pr > F$) el cual es ampliamente inferior, a 0.05 el cual es el valor de significancia pues se trabajó con una confiabilidad al 95%, de modo que mediante la decisión estadística se descarta la hipótesis nula ; por consiguiente se aprueba la hipótesis alterna, la cual afirma el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a compresión.

Asimismo, se concluye que la variación de la humedad influye significativamente en la resistencia a resistencia a flexión y compresión paralela al grano en rollizos de eucalipto.

Palabras Claves: Resistencia, flexión, compresión, eucalipto, eucalipto glóbulos

ABSTRAC

The present thesis work "INFLUENCE OF HUMIDITY ON RESISTANCE TO FLEXOCOMPRESSION IN EUCALYPTUS ROLLS", reveals the influence of natural humidity of logs on flexural and compression resistance, for which 20 samples of logs of first cut in the province of Huancavelica, from which 15 units were extracted following the simple random sampling procedure, these were grouped into 03 groups, the first group was used to carry out the tests on the same day the log was cut, the second group to 30 days, and the third group 60 days after cutting and drying at room temperature.

In each sample group, the tests of natural humidity, compression parallel to the grain NTP 251.014 and flexion test for wood NTP 251.017 were carried out simultaneously, the aforementioned standards were used, which are both for wood tests, because to date there are no a specific standard for log testing is known.

In the first group of roundwood, the natural humidity varies in a range of 56,247% - 45,852%, flexural stress resistance in 767,911 Kg / cm²- 674,254 Kg / cm² and compressive stress resistance in 221,500 Kg / cm² - 283,921 Kg / cm², however, the moisture results do not show an upward or downward relationship with the flexural and compressive strength results. In the second group, natural humidity varies in a range of 30,690% - 25,759%, flexural stress resistance in 1,086,171 Kg / cm²- 971,088 Kg / cm² and compressive stress resistance in 419,254Kg / cm² - 336,269 Kg / cm² , also does not have any ascending or descending relationship between the humidity results and the compressive and flexural strength results.

In the third group, natural humidity varies in a range of 7,747% - 4,058%, flexural stress resistance in 1,565,447 Kg / cm²- 1,445,632 Kg / cm² and compressive stress resistance in 588,223 Kg / cm² - 520,513 Kg / cm² , the results of humidity do not keep any ascending or descending relation with the results resistance to flexion and compression.

Having as general and specific objective the "Determination of the influence of the moisture content in the resistance to compression parallel to the grain in eucalyptus logs", "Determine the influence of humidity in the flexural strength in eucalyptus logs" the statistical procedure It will be to perform the ANOVA analysis of variance of the

three groups separately and together, in order to compare the resistance to bending and compression stress in the three moisture states (green, wet and dry).

Carrying out the joint analysis of the results for a humidity of 56,247% corresponds to a compressive stress of 224,500 Kgf / cm² and for a humidity of 5,163% corresponds to a compressive stress of 520,513 Kgf / cm², likewise, for a humidity of 56,247% corresponds a stress to compression 767.911 Kgf / cm² and for a humidity 5.163% corresponds to a compressive stress 1,445.632 Kgf / cm²

For the hypothesis test, the SAS University Studio software was used, obtaining in case of the influence of humidity on the flexural strength a value of 0.0001 (Pr> F) which is widely lower, than 0.05 which is the significance value. since we worked with a reliability of 95%, so that by means of the statistical decision the null hypothesis is discarded; therefore, the alternative hypothesis is approved, which states that the moisture content of eucalyptus logs will significantly influence the flexural strength.

In the case of the influence of humidity on the compressive strength in which it is shown that it obtained a value of 0.0001 (Pr> F) which is widely lower, than 0.05 which is the significance value since it was worked with a reliability 95%, so that by means of the statistical decision the null hypothesis is discarded; therefore the alternative hypothesis is approved, which states the moisture content of eucalyptus logs will significantly influence the compressive strength.

Likewise, it is concluded that the variation in humidity significantly influences the resistance to flexural and compression resistance parallel to the grain in eucalyptus logs.

Key Words: Strength, bending, compression, eucalyptus, eucalyptus globules.

INTRODUCCIÓN

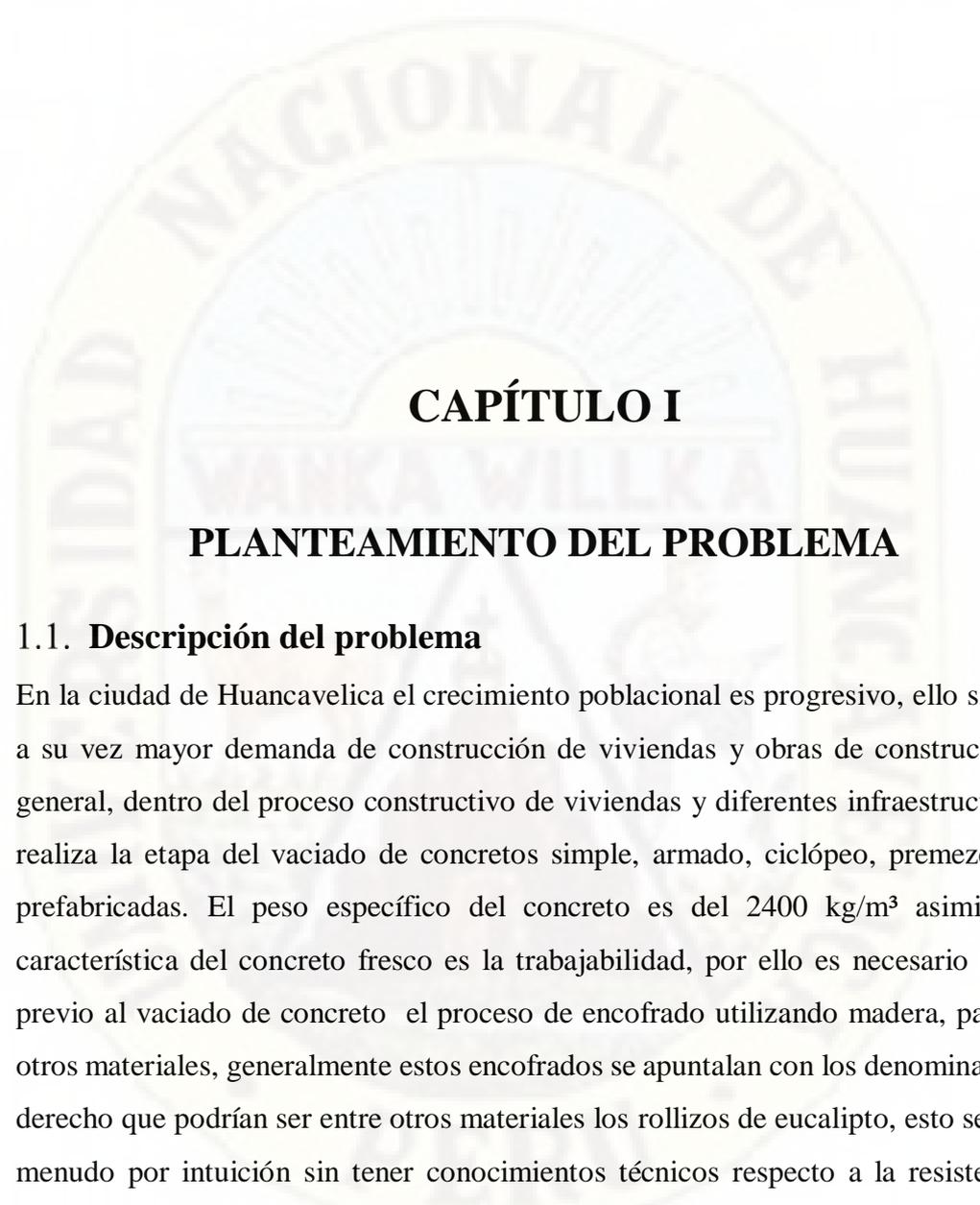
El presente trabajo de investigación de tesis que lleva por título: “INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO” en la ciudad de Huancavelica, tiene como finalidad de obtener respuestas a los interrogantes surgidos de plantear el problema ¿Cómo influye el contenido de humedad en la resistencia a flexo compresión en rollizos de eucalipto en la ciudad de Huancavelica?, considerando como hipótesis general, el contenido de humedad influye significativamente en la resistencia a flexo compresión en rollizos de eucalipto en la ciudad Huancavelica.

La importancia de la investigación radica en conocer la resistencia a flexo compresión de rollizos de eucalipto en distintos estados de la humedad secados a temperatura ambiente, estado inicial verde (el día en que se realizó el corte), estado húmedo (a los 30 días de realizado el corte) y estado seco al aire (a los 60 días de realizado el corte), para la cual se realiza pruebas de resistencia a compresión y flexión siempre garantizando que se aproxime a la realidad práctica de donde se sustrajo el problema de la presente investigación.

La investigación de esta tesis nos ayuda a conocer la influencia de la humedad en la propiedad físicas de resistencia a compresión y flexión de los rollizos de eucalipto globulus. Se desarrolla la investigación de acuerdo a la NTP de la Madera E – 010, NTP 251.002 (Selección y colección de árboles), NTP 251.008 (Selección de zona de muestreo), NTP 251.009 (Preparación de probetas), NTP 251.010 (Determinación de contenido de humedad), NTP 251.014 (Compresión Axial Paralela al Grano en Madera), NTP 251.017 (Flexión Estática en Madera). Gracias a toda esta normativa se realizaron los ensayos con las muestras de rollizos de eucalipto en la ciudad de Huancavelica, estas pruebas nos permitieron conocer con certeza la influencia de la humedad en la resistencia al esfuerzo a compresión y flexión, con el cual contribuimos en el uso adecuado de los rollizos de eucalipto en el sector de la construcción, en usos referidos a la resistencia a compresión paralelo al grano y resistencia a flexión perpendicular al grano, en medios o ambientes donde interviene la variable humedad.

Concluyendo la parte introductoria de la presente investigación, esta contiene los siguientes capítulos fundamentados dentro de las normativas mencionadas líneas arriba; Capítulo I: Planteamiento del problema, Capítulo II: Marco Teórico, Capítulo III: Metodología de la investigación, Capítulo IV: Discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y apéndice.





CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la ciudad de Huancavelica el crecimiento poblacional es progresivo, ello significa a su vez mayor demanda de construcción de viviendas y obras de construcción en general, dentro del proceso constructivo de viviendas y diferentes infraestructuras se realiza la etapa del vaciado de concretos simple, armado, ciclópeo, premezclado y prefabricadas. El peso específico del concreto es del 2400 kg/m^3 asimismo la característica del concreto fresco es la trabajabilidad, por ello es necesario realizar previo al vaciado de concreto el proceso de encofrado utilizando madera, paneles u otros materiales, generalmente estos encofrados se apuntalan con los denominados pie derecho que podrían ser entre otros materiales los rollizos de eucalipto, esto se hace a menudo por intuición sin tener conocimientos técnicos respecto a la resistencia al esfuerzos de compresión y flexión, por ello es necesario y fundamental conocer los criterios técnicos.

En los estudios de proyectos de infraestructuras, los profesionales se limitan de precisar o recomendar el rollizo de eucalipto en la aplicación como pie derecho debido a que no se cuenta con estudios que señalen o estandaricen las características físicas del rollizo de eucalipto, ello conlleva a que los actores directos en la construcción el

operario, maestro, albañil utilizan el pie derecho para apuntalar sin cumplir las especificaciones técnicas poniendo en riesgo el correcto fraguado del concreto.

En la actualidad en la ciudad de Huancavelica, el uso de puntales o pie derecho de rollizos de eucalipto es común en la construcción de viviendas, sin embargo, no existe un reglamento o estudios referidos a especificaciones técnicas, por este motivo en el apuntalamiento de los encofrados hacen uso de puntales con formas, medidas, espesores, irregulares, puntales de rollizo en estado de humedad variables e incluso puntales torcidas, es decir que, a pesar de un correcto montaje del encofrado la incorrecta distribución de puntales (pies derecho) expone a cargas que podrían sobrepasar la capacidad de resistencia del puntal, dando como resultado un encofrado inestable con riesgo de fracturas o en peor de los casos falla y desplome total del encofrado, los accidentes son ocasionados frecuentemente por fallas en los puntales de los encofrados, por descuido en la estimación de la capacidad de transmisión de carga del puntal, asimismo el comportamiento de las cargas con respecto a la forma y geometría del puntal, es decir, por el empleo de madera en mal estado o con secciones irregulares.

Existe puntales de acero que están diseñados para encofrado horizontal con rigurosas pruebas de ensayos, que cuenta con una especial regulación, fijación de altura y ajuste rápido en el uso y que es destinado a soportar cargas que se presentan habitualmente en la construcción, sin embargo, resulta costoso optar por esta opción comparado con puntales de rollizos de eucalipto, considerando que en la actualidad en la ciudad de Huancavelica y en los distritos periféricos Yauli, Acoria y Palca la actividad de reforestación desarrollada en los últimos 20 años facilita acceder a rollizos de eucalipto glóbulos.

A raíz de todo lo expuesto procedemos a investigar el rollizo de eucalipto globulus que es la variedad del eucalipto más común en la ciudad de Huancavelica, ello con el fin de determinar la influencia de la humedad en la resistencia a compresión, flexión en tres etapas estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire, cuyo resultado ayudará en el diseño de los puntales, entibaciones, encribados, cerchas u otros usos del rollizo de eucalipto, lo cual generará seguridad, precisión en dimensiones, resultará

económico por tratarse de un material de fácil alcance, con ello se contribuye además a la economía regional promoviendo el uso de materiales procedentes del medio.

Finalmente, este trabajo de investigación abre un panorama local, generando información importante respecto al rollizo del eucalipto globulus, un material que procede de nuestro medio, cuyo uso adecuado y cotidiano promovería la silvicultura una nueva actividad económica en la región de Huancavelica, que contribuiría al dinamismo de la economía regional generando puestos de trabajo; asimismo se promueve el uso óptimo de los recursos con primacía del conocimiento y buen juicio en la selección de los materiales evitando el desperdicio y las talas de eucaliptos innecesarios.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el contenido de humedad en la resistencia a flexo compresión en rollizos de eucalipto en la ciudad de Huancavelica?

1.2.2. Problema específico:

- ¿Cómo influirá el contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a compresión?
- ¿Cómo influirá el contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia flexión?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general:

Determinar la influencia del contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a flexión compresión en la ciudad de Huancavelica

1.3.2. Objetivos específicos:

- Determinar la influencia del contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a compresión
- Determinar la influencia contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a flexión.

1.4. Justificación.

1.4.1. Justificación técnica

El siguiente trabajo de investigación se desarrolló en el campo de la Ingeniería Civil, dentro de la disciplina de ingeniería y tecnologías en la línea de investigación de tecnología de los materiales; se realiza para obtener un conocimiento real sobre la influencia del contenido de humedad en la resistencia a flexión y compresión paralela al grano de rollizos del eucalipto globulos, se propone una herramienta de información la cual facilite la decisión de usar de acuerdo al desempeño demandado del material, ya que Huancavelica como una ciudad de un país en vías de desarrollo, demanda de información confiable sobre materiales de construcción de uso cotidiano, de fácil alcance y de a bajo costo. En ello radica la necesidad de evaluar la influencia del contenido de humedad de rollizos del eucalipto globulos en la resistencia a flexión y compresión y obtener información confiable a través de ensayos de laboratorios debidamente normados, para tener parámetros de seguridad los cuales nos ayudaran a tener un mejor control y uso de dicho material. Cabe precisar que esta investigación representa un aporte al conocimiento técnico de materiales de construcción de uso cotidiano.

1.4.2. Justificación social

La información obtenida será utilizada por todos los involucrados en el rubro de la construcción, en caso particular de los ingenieros contarán con herramienta que servirá para la disminución de riesgos en la toma de decisiones, la ampliación del conocimiento sobre materiales de fácil acceso en la zona, favorece como herramienta actualizada, y en la medida que este estudio se socialice será de beneficio para toda la sociedad.

1.4.3. Justificación por vialidad

Los investigadores cuentan con el tiempo necesario para el logro de la investigación, así como para la adquisición de materiales y herramientas, la Universidad Nacional de Huancavelica cuenta con los equipos

necesarios para la realización de la prueba de resistencia flexión y compresión.

Para realizar los ensayos se hace uso de guías técnicas a las normas del Instituto Nacional de Calidad – INACAL. establecidos dentro de la Norma Técnica Peruana de la Madera E.010, NTP 251.008 (Selección y colección de muestras), NTP251.009 (Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos), NTP251.010 (Métodos para determinar el contenido de humedad), NTP 251.014 (Método para determinar la compresión axial o paralela al grano), NTP 251.016 (Método para determinar la compresión paralela al grano), NTP 251.017 (Método para determinar la flexión estática).

1.5. Limitaciones de la investigación.

1.5.1. Limitaciones de Lugar

Los resultados obtenidos en esta investigación son aplicables en la Provincia de Huancavelica, debido a que los rollizos de eucalipto materia del estudio proceden de la provincia de Huancavelica.

1.5.2. Limitaciones de materiales

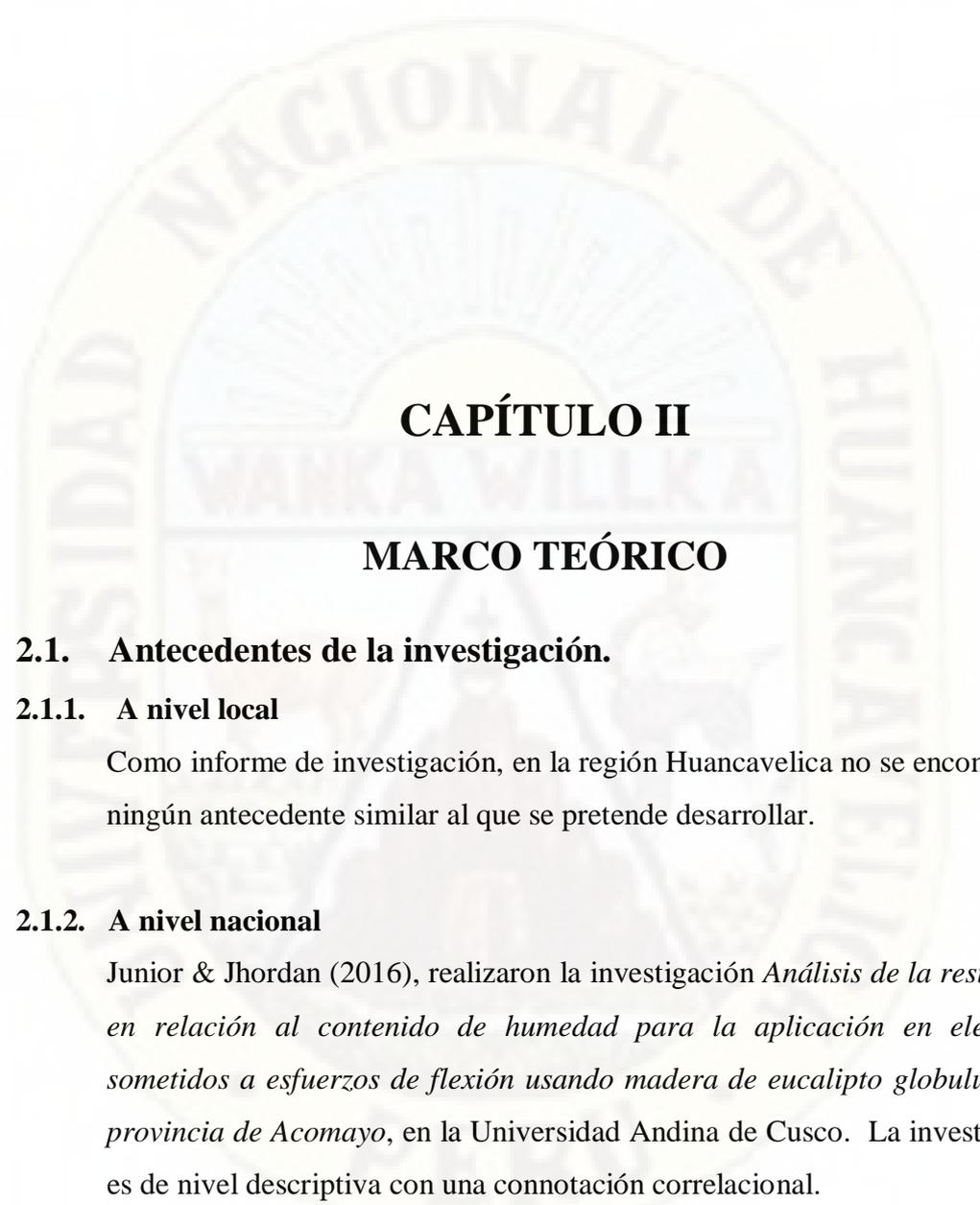
Las probetas de rollizos de eucalipto contienen porcentajes de humedad natural, estos porcentajes de humedad no es posible controlar de tal manera que sean homogéneos en relación con el tiempo progresivo de secado, ya que las características físicas de los rollizos fueron heterogéneas.

1.5.3. Limitaciones de ensayos

Esta tesis se limita al estudio del contenido de humedad de rollizos de eucalipto en función a la resistencia de flexión y compresión paralela al grano.

1.5.4. Limitaciones de información

Para el presente investigación se consiguió información de varias investigaciones de tesis, como antecedentes. dentro de la jurisdicción de la región de Huancavelica los estudios respecto al rollizo de eucalipto son limitados.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. A nivel local

Como informe de investigación, en la región Huancavelica no se encontró ningún antecedente similar al que se pretende desarrollar.

2.1.2. A nivel nacional

Junior & Jhordan (2016), realizaron la investigación *Análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo*, en la Universidad Andina de Cusco. La investigación es de nivel descriptiva con una connotación correlacional.

Tuvo como propósito conocer las características físico, mecánicas y la resistencia de la madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo con contenidos diferentes de humedad, así mismo entender y verificar el comportamiento de la madera de eucalipto globulus con la variación de las humedades, tuvo como muestra 165 probetas a partir de un tronco de madera en condiciones óptimas. La hipótesis planteada por los investigadores obedece

a que la madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo, cuanto menor contenido de humedad presente, tendrá una mejor resistencia para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión. Se concluyó en esta investigación que no se logró demostrar la hipótesis general que indica: “La madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo, cuanto menor contenido de humedad presente, tendrá una mejor resistencia para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión”. Debido a que la madera eucalipto globulus de la provincia de Acomayo presenta un comportamiento diferente cuando es evaluada a partir del material seco respecto al material saturado presentándose en la mayoría de los casos una relación inversa cuando la condición inicial de evaluación es la madera en estado natural y una relación directa cuando se evalúa la madera partiendo de un estado saturado como se muestra en el resultados, observando un caso atípico cuando la madera tiene un contenido de humedad de 41.49 %.

Mitsy Elena, Andre Marquinho, & Fernando Elvis, (2016), realizaron la investigación “Determinación de las características físico mecánicas del eucalipto globulus de la zona de Paruro Cusco con contenido de humedad seco y humedad natural evaluados con la norma técnica peruana E.010 para su agrupamiento estructural”, en la Universidad Andina de Cusco. La investigación es nivel descriptivo.

La investigación tiene por propósito evaluar las propiedades físico, mecánicas de la madera eucalipto globulus de la zona de Paruro - Cusco en dos contenidos de humedad, los cuales fueron natural y seco. Las propiedades físico-mecánicas que se ensayaron fueron: densidad básica, cizallamiento paralelo al grano, Compresión axial o paralela al grano, compresión perpendicular y flexión estática. Se utilizó como un total de 200 probetas elaboradas de 5 árboles extraídos de la zona de Paruro-Cusco, se utilizaron 20 probetas por ensayado dando un total de 100 probetas por contenido de humedad seco y 100 probetas por contenido de humedad natural. Las dimensiones de cada probeta se realizaron de acuerdo a lo estipulado en las Normas Técnicas Peruanas, y se verifico que estuvieran libres de defectos antes de cada ensayo, los porcentajes

de humedad utilizados fueron: para contenido de humedad seco 12% y para contenido de humedad natural mayor a 30%. La hipótesis planteada fue criterios estadísticos, entre ellos Chauvenet, el cual sirvió para aprobar o descartar los datos obtenidos, también se utilizó un límite de exclusión al 5%; para obtener este dato representativo, se utilizó la función probabilística Student (t) a un percentil 5 a un nivel de confianza del 95%. concluyo que el eucalipto globulus de la zona de Paruro - Cusco tiene las características para poder ser empleado estructuralmente, cabe resaltar que los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos para el eucalipto globulus en su contenido de seco fueron superior a los resultados obtenidos en su contenido de humedad natural, clasificando al eucalipto globulus con contenido de humedad seco en el grupo “A” y al eucalipto globulus con contenido de humedad natural en el grupo “B”, según lo prescrito en la Norma Técnica Peruana E.010.

Heiner, Dayana Jackeline, & Brayan, (2017), realizaron la investigación “Evaluación comparativa de los efectos que produce el aceite requemado automotriz y cola sintética blanca en las propiedades físico mecánicas de la madera eucalipto globulus con contenido de humedad seco procedente de la zona de Paucartambo-Cusco” aplicada por inmersión prolongada para uso estructural, en la Universidad Andina de Cusco. La investigación es nivel descriptivo.

Tuvo como propósito la presente tesis evaluar los efectos que producen el aceite requemado automotriz y la cola sintética blanca en las propiedades físico mecánicas de la madera eucalipto globulus con contenido de humedad seco procedente de Paucartambo – Cusco aplicada por inmersión prolongada para uso estructural. Las propiedades físico-mecánicas que se ensayaron fueron: densidad básica, dureza, cizallamiento paralelo al grano, Compresión axial o paralela al grano, Compresión perpendicular y Flexión estática. Tomo como muestra un total de 360 probetas elaboradas de 5 árboles extraídos de la zona de Paucartambo, se utilizaron 20 probetas por ensayo dando un total de 120 probetas por tratamiento con cola sintética blanca, 120 con tratamiento de aceite requemado automotriz y 120 probetas sin tratamiento. La hipótesis que

fue utilizado criterios estadísticos, entre ellos Chauvenet el cual sirvió para aprobar o descartar los datos obtenidos, también se utilizó un límite de exclusión al 5%; para obtener este dato representativo, se utilizó la función probabilística Student (t) a un percentil 5 a un nivel de confianza del 95%. El eucalipto globulus de la zona de Paucartambo al ser tratada tanto con cola sintética blanca como con aceite requemado automotriz. Concluyó que mejoro sus características para poder ser empleado estructuralmente, cabe resaltar que los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos para el eucalipto globulus en estado anhidro, tratado con cola sintética blanca y aceite requemado automotriz fueron superior a los resultados obtenidos en la madera eucalipto globulus sin tratamiento.

Raul Evaristo, (2007), realizaron la investigación “Estudio de la madera Eucalipto Saligna para uso estructural y su influencia a nivel local y regional” en la Universidad Nacional de Ingeniería. La investigación es nivel descriptivo.

Tuvo como propósito que la especie de eucalipto saligna (*Eucalyptus Saligna* Gum, Sydney Gum ó Saligna Smith) fue introducida al Perú desde Brasil a inicios de los años ochenta, hace menos de 25 años, por lo que se entiende que sus plantaciones son jóvenes en nuestro país, aunque de amplio uso en otros países vecinos. Las muestras fueron recolectadas del bosque cercano al distrito de Villa Rica, en la provincia de Oxapampa. Se seleccionaron 06 trozos pertenecientes a 05 árboles distintos según norma, los menores 15 y los mayores 18 años. Siguiendo el procedimiento indicado en la norma E.101. Hipótesis de resultados a tener en cuenta para la clasificación de la especie maderera serían los que se obtengan de ensayar vigas a escala natural en estado verde, es decir con un contenido de humedad superior al 30%. Se ensayaron 40 vigas a escala natural, de dimensiones 4.0 cm x 14.0 cm x 360.0 cm de longitud y 20 probetas de 5.0 cm x 5.0 cm x 75.0 cm de longitud, que fueron ensayadas según las normas de ITINTEC respectivamente. Adicionalmente se ensayaron 15 probetas pequeñas de 2.5 cm x 2.5 cm x 41 cm de longitud. Al momento de los ensayos las vigas tenían un CH. promedio de 46%, para las probetas de 75 cm el CH. fue de 28%, y para las probetas más pequeñas el CH. fue de 26%.

El trabajo de campo se realizó a mediados del año 2005 y los ensayos en laboratorio se hicieron tres meses después, entre los meses de setiembre y octubre. Para las vigas, la densidad básica resulta ser $DB = 0.61 \text{ g/cm}^3$; los esfuerzos de resistencia a la flexión en sus valores promedio y mínimo son $f_{mu} \text{ prom} = 639 \text{ kg/cm}^2$ y $f_{mu} \text{ min} = 514 \text{ Kg/cm}^2$ (Valor 0.05N ascendentemente). En cuanto a su elasticidad, los valores para el Módulo de Elasticidad aparente son: $MOEa \text{ prom} = 135.4 \text{ ton/cm}^2$ y $MOEa \text{ rnin} = 110.9 \text{ ton/cm}^2$. La influencia del efecto de corte es menor del 4% para el MOE real promedio y cerca del 1% para el mínimo ($MOEr \text{ prom} = 140.5 \text{ ton/cm}^2$ y $MOEr \text{ min} = 110.3 \text{ ton/cm}^2$). Con estos resultados y luego de los análisis realizados, se concluye que la madera del eucalipto saligna pertenece al Grupo B Estructural, para maderas del Perú. Con los valores obtenidos y algunos proyectados a los contenidos de humedad requeridos, se pudo comparar los resultados del eucalipto saligna con valores del eucalipto globulus en el Perú, resultando el saligna ligeramente de mayor densidad y con una significativa mayor resistencia a la flexión, aunque ambos pueden clasificar en el mismo grupo estructural. También se ofrecen varios gráficos comparando al eucalipto saligna con otras especies del Perú, tanto en sus propiedades físicas y mecánicas como en la producción y tiempo de retorno, observándose las ventajas posibles que ofrece esta especie con relación a algunas otras maderas más comercializadas. También se tienen comparaciones con valores para el eucalipto saligna en otros países de Latinoamérica, los cuales guardan una aceptable concordancia con los obtenidos en el presente trabajo. Finalmente, se presentan algunas proyecciones a corto y mediano plazo que pueden contribuir a incentivar la inversión en el sector forestal y específicamente con esta especie maderera, lo que significaría la obtención de beneficios inmediatos y otros potenciales para la localidad de Villa Rica y también para su región.

2.1.3. A nivel internacional

Waldemir, Mariano, & Wagner, (2013), presentaron la investigación *Comparación de la resistencia a la compresión del eucalipto impregnado y no impregnado sometido a dos presiones y tiempos de impregnación diferentes*, en la Universidad de São Paulo, Brasil. La investigación es nivel experimental. Tuvo como propósito realizar investigaciones sobre una variedad de compuestos químicos para impregnar la madera, con el objetivo de preservarla y al mismo tiempo mejorar sus propiedades. La muestra de prueba fue de 20 mm (0,78 pulgadas) de espesor, 20 mm (0,78 pulgadas) de ancho y 60 mm (2,36 pulgadas) de largo, se tomaron de una viga con un contenido de humedad de aproximadamente 12%, según el código brasileño NBR 7190/978. La resina empleada para impregnar las muestras era resina mono componente, que es un prepolímero con terminación de NCO que cura al reaccionar con la humedad del aire.

Su hipótesis fue desarrollar estudios recientes de las propiedades de la madera impregnada han demostrado la posibilidad de mejorar sustancialmente sus características mecánicas. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue comparar la resistencia a la compresión paralela de fibras de madera (*Eucalyptus grandis*), tanto impregnadas como impregnadas con una resina mono componente, desde el punto de vista de la presión y el tiempo de impregnación, con el objetivo de su utilización estructural. Se concluyó demostraron con estas pruebas que la resistencia a la compresión de las muestras de madera impregnada es mayor que la de las no impregnadas, lo que indica que la resina de poliuretano mono componente puede considerarse adecuada para la impregnación de madera, ya que aumenta la resistencia a la compresión de *Eucalyptus grandis*. Cabe señalar que la resistencia media más alta (90.10) para una presión de 0.5MPa se obtuvo con un tiempo de impregnación de 15 minutos y secado al horno. Por otro lado, para una presión de 1MPa, se obtuvo la mejor resistencia a la compresión promedio (88.90) con 30 minutos de impregnación y secado al aire.

M & A (2007), realizaron la investigación *Estudio comparativo entre la madera de pino y de eucalipto para diversas tipologías estructurales*, en la Universidad de Santiago de Compostela. España. La investigación es desarrollada a nivel experimental.

Tuvo como propósito abordar el análisis de los datos obtenidos fruto del cálculo de diversas tipologías estructurales realizadas en madera de eucalyptus globulus labill en comparación con aquellas realizadas en madera de pinus sylvestris L, muestra que para su desarrollado se asignó a la madera C18, para las piezas realizadas en madera aserrada y GL24h para aquellos realizadas en madera laminada encolada, según normativa UNE 338 y UNE EN 1194, en total se tomó 108 casos de cálculo de ensayos. La hipótesis de análisis de las viguetas de forjado de muestra que puede llegar a ahorrar hasta casi 30% en volumen, en el mejor de los casos, si se opta por una vigería realizada en madera laminada de eucalipto, además, si analizamos los diferentes índices de cálculo, aun resultado menor sección con el empleo de la madera laminada de eucalipto, este presenta un mayor alejamiento de la mayoría de los casos, en relación con las viguetas de pino silvestre. Se concluyó el dimensionamiento con la madera laminada encolada de eucalipto, este proporciona escuadrías menores frente a la madera tanto aserrada como laminada de pino al tener resistencia característica a flexión y mayor módulo de elasticidad. Este se confirma tras el estudio, en aquellas piezas de carácter estructural secundario como son correas y viguetas de forjado. En cuanto a la estructura de pequeña luz y frente a la madera aserrada de pino. En el momento en el que la comparativa se centra frente a la madera laminada encolada de pino, la mejora de las propiedades resistentes de esta con respecto a la madera aserrada manteniendo la misma densidad, hace que el ahorro en volumen derivado del empleo de madera laminada encolada de eucalipto se reduzca hasta anularse.

Torres, Bautista, & Ramirez (2012), realizaron el artículo de investigación científica: *Simulación multi-física del secado de madera en COMSOL Multiphysics 3.4.*, Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Unidad Oaxaca Departamento de Ingeniería. La investigación es nivel experimental.

En este trabajo se simulan las cinéticas de secado utilizando un modelo matemático de tipo fenomenológico que describe el secado por convección de aire caliente de madera *Pinus pseudostrobus*. Se ha tomado como muestra el desarrollo del modelo parte del balance de masa y calor en el elemento de volumen representativo (EVR), que contiene las fases sólida, líquida y gaseosa. La hipótesis se obtiene un sistema de ecuaciones diferenciales parciales que es resuelto por factorización numérica utilizando COMSOL Multiphysics 3.4. Se resuelven tres variables primarias: contenido de humedad; temperatura y densidad del aire seco. Los resultados del modelo fueron comparados con los datos experimentales y contra un modelo semi-empírico. Se concluyó los resultados son satisfactorios; se describen las cinéticas de secado simuladas, los perfiles espaciales de contenido de humedad al interior del material, la evolución de la masa del aire seco y a los perfiles de temperatura.

2.2. Bases teóricas sobre el tema la investigación

2.2.1. Madera de eucalipto

La madera es uno de los elementos imprescindibles en el proceso de la edificación en nuestra región y muchas partes del mundo, y su empleo en la construcción es conocido desde los tiempos antiguos, ya que, en pueblos mediterráneos, ya era conocida la fabricación de viviendas de una manera artesanal a base de madera.

Según Marcelo (1984), manifiesta en su libro *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino* que:

La investigación realizada para posibilitar el uso de la madera como material de construcción ha cubierto tanto ensayos en probetas pequeñas libres de defectos de madera de especies debidamente identificadas y colectadas bajo normas que garantiza representatividad como ensayos con elementos a escala natural para conseguir información directa sobre la influencia de defectos. En esta forma no se ha incorporado una nueva metodología de investigación, sino que ha permitido comprobar experimentalmente la norma de clasificación por

defectos desarrollados. Adicionalmente ha permitido cuantificar a través de un “factor de calidad “, FC, la reducción de la resistencia de probetas por la presencia de defectos (pág,14).

2.2.2. Propiedades de la madera

Según (Hervas, 2021), menciona “Según el tipo de madera, edad del árbol, zona climática, las propiedades varían de unos a otros, pero de manera general, las maderas presentan las siguientes características: ”(pag,2).

- a) Baja densidad: suelen ser menos densas que el agua (de ahí que floten).
- b) Conductividad térmica y eléctrica baja: la madera es un excelente aislante térmico (casas de madera en países fríos, por ejemplo). Las maderas ricas en agua son mejores conductores que las secas.
- c) Resistencia mecánica: a la tracción, compresión, flexión, cortadura, desgaste, es muy resistente al esfuerzo de tracción (estirarse) y bastante resistente a la compresión (aunque la mitad de resistente que a la tracción).
- d) Hendibilidad: es la facilidad con que se abren las fibras de la madera en sentido longitudinal. Hienden peor las maderas duras, las secas, las resinosas y con nudos. La madera hendible es poco apta para el clavado y para realizar encajes. Si el secado es brusco la madera tiende a abrirse.
- e) Retractabilidad o contracción: pérdida de volumen al perder parte del agua
- f) Humedad: cantidad de agua que tiene la madera en su estructura. Está relacionada con su peso y afecta a otras propiedades físicas y mecánicas. Elemento que se debe reducir para obtener una madera útil, desde un punto de vista tecnológico.
- g) Dureza: es la resistencia que ofrece al corte. Aumenta con la densidad.
- h) Flexibilidad: característica de las maderas jóvenes, verdes y blandas, que admiten ser dobladas sin romperse.
- i) Características estéticas: color, vetado, olor.

2.2.3. Clasificación

Las maderas pueden clasificarse de muy diversas formas, según el criterio que se considere, así podemos clasificarlas atendiendo a su:

- Dureza
- Humedad

Según su dureza (es la más usual):

- a) Maderas blandas, son cuyos árboles tienen hoja perenne, son resinosos. Ej: pino, ciprés, abeto, cedro.
- b) Maderas ligeras, de crecimiento rápido (se observan bien los anillos), de color claro, nudos pequeños, fáciles de trabajar y de bajo coste. Se emplean para trabajos en los que no se necesita gran solidez: embalajes, cajas, tablas, mueble funcional sencillo, pasta de papel.
- c) Maderas duras, cuyos árboles tienen hoja caduca. Ej: roble, castaño, nogal, olmo, caoba. Madera compacta, poca resina y escasos nudos, amplia gama de colores, de mayor densidad, de crecimiento lento (anillos anuales muy juntos, casi no se diferencian), más difíciles de trabajar, en general de mayor calidad y precio. Se emplean en trabajos de ebanistería, muebles más compactos, instrumentos musicales, interiores de barco, andamios de obra.

Según el grado de humedad:

- a) Maderas verdes: alto grado de humedad (30 -35%). Maderas recién cortadas que no deben usarse para trabajos, pues al secarse por la contracción se encogen y agrietan.
- b) Maderas desecadas: se reduce el grado de humedad hasta el 10 – 12% por procesos naturales, apilándolas de manera adecuada y permitiendo que el aire circule entre las tablas para ir reduciendo el exceso de agua
- c) Maderas secas: se reduce la humedad hasta el 3% empleando procesos artificiales. Las maderas se secan de forma más rápida por métodos artificiales, en grandes hornos, consiguiendo la dureza y resistencia deseada.

2.3. Bases conceptuales

- a) Resistencia a la compresión Paralela: La madera presenta gran resistencia a los esfuerzos de compresión paralela a sus fibras. Ésta proviene del hecho que las fibras están orientadas de las microfibrillas que constituyen la capa media de la pared celular. Esta es la capa de mayor aspersion de las fibras. (Cartagena, 1982).
- b) Esfuerzo mecánico: Las resistencias a la flexión y compresión y el módulo de elasticidad, son las propiedades básicas para realizar el cálculo estructural de elementos de madera sometidos a esfuerzos mecánicos. (Alvite, Vázquez, & Infante, 1982)
- c) Flexión dinámica: La flexión dinámica permite valorar la aptitud de una madera en todas aquellas aplicaciones en que ésta es solicitada a impactos de duración reducida. Ejemplos de estas aplicaciones son numerosos usos tradicionales del eucalipto blanco como los mangos de madera para herramientas de percusión (martillos, hachas, azuelas, azadas, etc) (Alvite, Vázquez, & Infante, 1982)
- d) Contenido de humedad: La madera contiene agua bajo tres formas: agua libre, agua higroscópica el agua de constitución. El agua libre se encuentra llenando las cavidades celulares. El agua higroscópica se halla contenía en paredes celulares. El agua de constitución se encuentra formado parte integrante de la estructura molecular. El contenido de humedad (CH) es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra. Para una muestra de madera el CH será (Cartagena, 1982).

$$CH\% = \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso anhidro}}{\text{Peso Anhidro}} \times 100$$

- e) Módulo de Elasticidad: Es un parámetro que define el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. El módulo tiene relación directa sobre la deformación de las piezas y su posibilidad de pandeo. En la madera este valor neutraliza parte de la

resistencia a compresión paralela. Un módulo relativamente bajo reduce en la práctica la resistencia a la compresión en piezas esbeltas. Este valor en coníferas habituales de la construcción varía entre 7.000 N/mm² y 12.000 N/mm². (Jimero, 2005)

- f) **Flexión:** La flexión de la pieza se produce por un momento flector, el cual provoca valores máximos de tensiones de tracción y de compresión en sus extremos y nulos en la fibra neutra. La resistencia de la madera a flexión es muy elevada, en coníferas varía entre los 14 y 30 N/mm² (Jimero, 2005).

2.3.1. Definición de términos

1. **Tracción:** esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto y tienden a estirarlo.
2. **Compresión:** es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo y un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.
3. **Absorción:** fenómeno por el cual un sólido o un líquido atraen y retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos.
4. **Tierra:** superficie de la corteza terrestre, compuesta de materia mineral y orgánica sobre la cual crecen las plantas o está destinada al cultivo.
5. **Arquitectura:** es el arte y la técnica de proyectar, diseñar, construir y modificar el hábitat humano, incluyendo edificios de todo tipo, estructuras arquitectónicas, espacios arquitectónicos y urbanos.
6. **Aislación térmica:** es el conjunto de materiales y técnicas de instalación que se aplican en los elementos constructivos que limitan un espacio caliente para minimizar la transmisión de calor hacia otros elementos o espacios no convenientes.
7. **Propiedades físicas:** es cualquier propiedad que es medible, usualmente se asume que el conjunto de propiedades físicas definen el estado de un sistema físico.

- 8. Propiedades mecánicas:** son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza. las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas, las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque.
- 9. Plasticidad:** es un comportamiento mecánico característico de ciertos materiales inelásticos consistente en la aparición de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.
- 10. Cohesión:** es la acción y efecto de adherirse las cosas entre sí.
- 11. Curado:** consiste en el mantenimiento de contenidos de humedad y de temperaturas satisfactorios durante un periodo definido inmediatamente después de la colocación y acabado, con el propósito que se desarrollen las propiedades deseadas.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general.

El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexo compresión

2.4.2. Hipótesis específica.

1. El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a compresión.
2. El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexión.

2.5. Definición operativa de variables

a. Variable independiente:

Humedad de rollizo (x).

Dimensiones:

➤ Rollizo verde inicial.

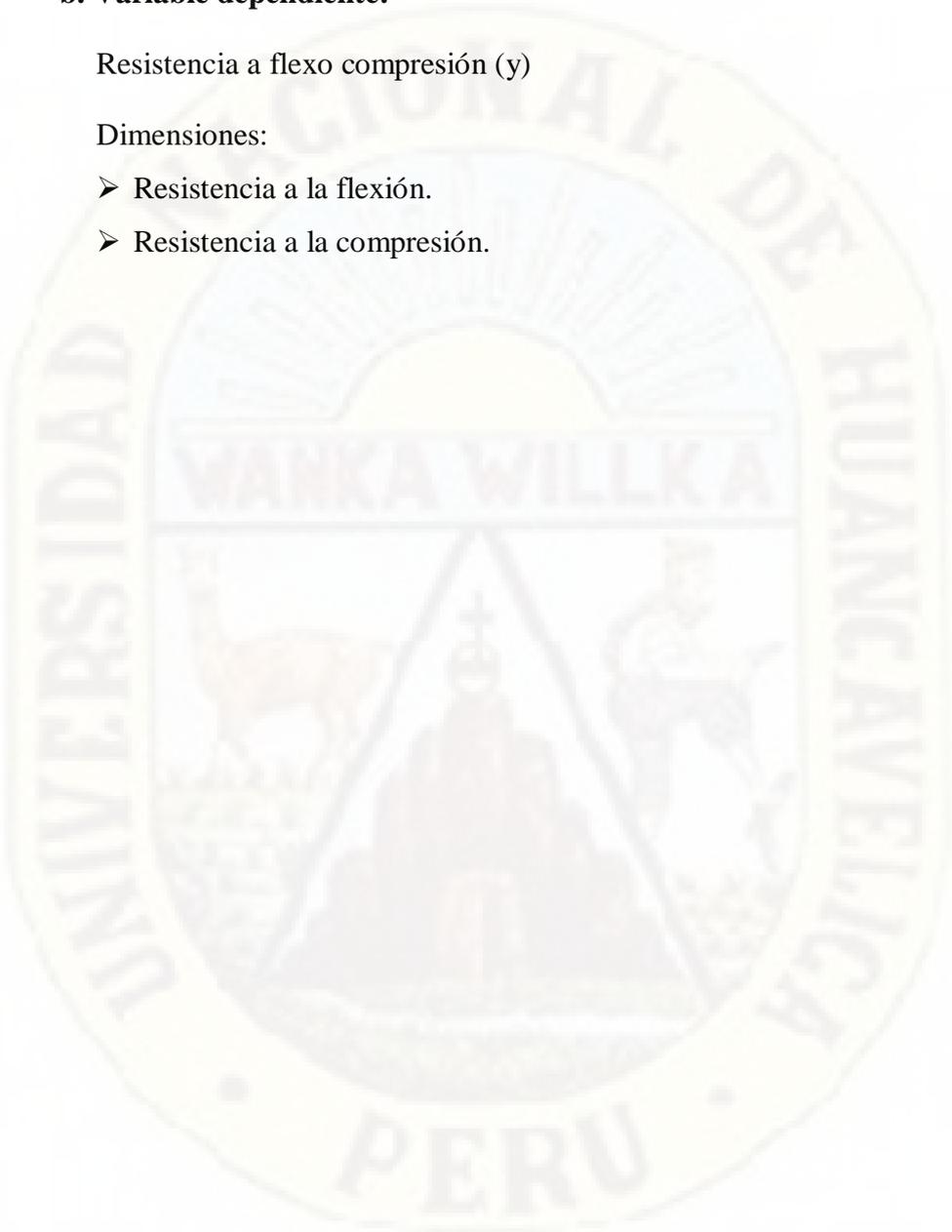
- Rollizo húmedo.
- Rollizo seco al aire.

b. Variable dependiente:

Resistencia a flexo compresión (y)

Dimensiones:

- Resistencia a la flexión.
- Resistencia a la compresión.

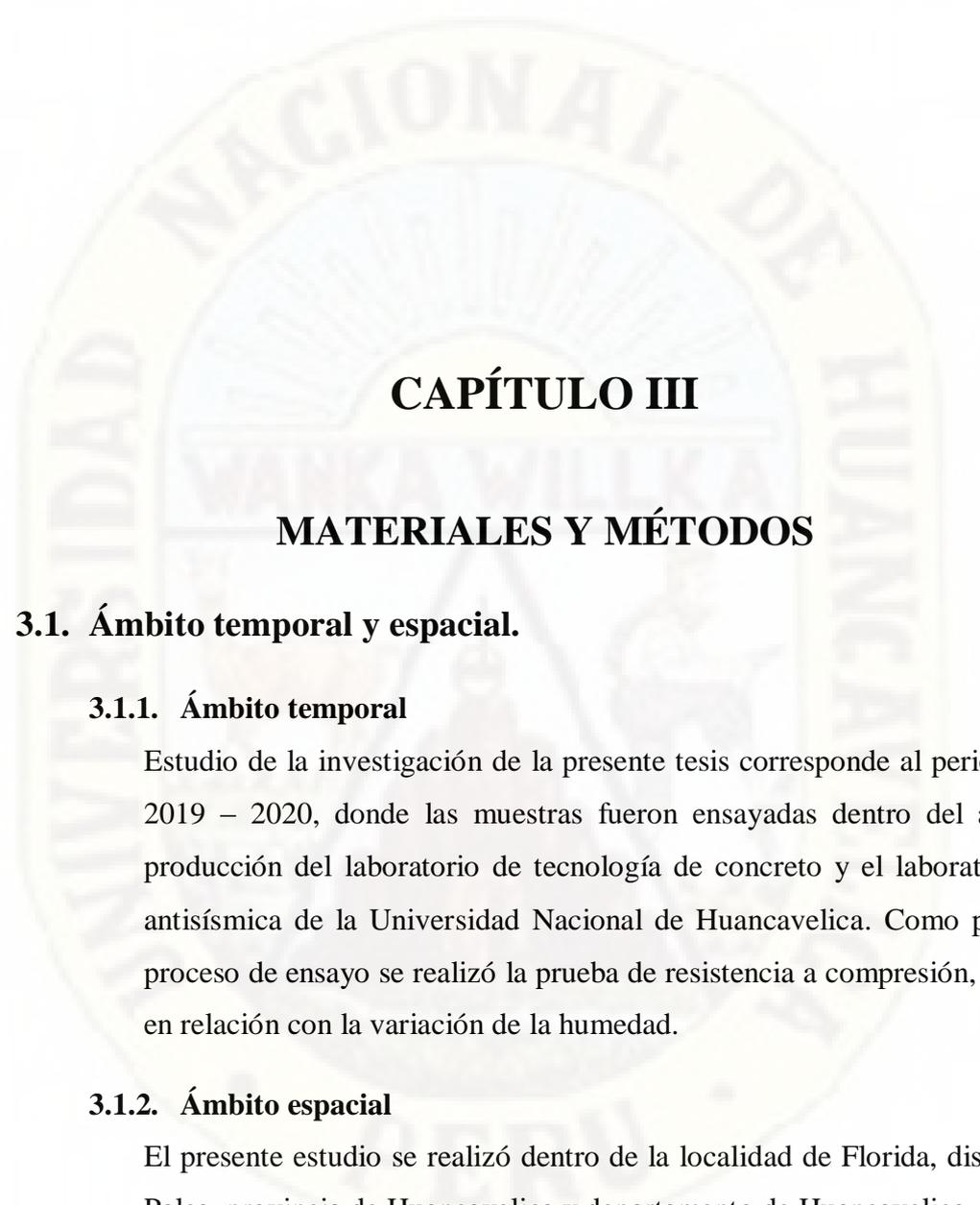


2.5.1. Operacionalización de variables:

Tabla 1: Operacionalización de variables dependientes e independientes

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|--|-----------------------------|-------------------------|
| Variable independiente Contenido de humedad de rollizos de eucalipto | La Humedad de los rollizos de eucalipto, es la propiedad (higroscopicidad), hace que la madera en condiciones normales de uso siempre contenga una cierta de agua en las paredes de las células que la conforman, pero además y lo más importante, es que la variación de esa cantidad de agua tiene grandes implicaciones en las demás propiedades como son su resistencia mecánica. | Es la relación entre la cantidad de agua y el peso seco o anhídrido de rollizo de eucalipto que se expresa en porcentaje | Estado verde inicial | % porcentaje de humedad |
| | | | Estado húmedo | % porcentaje de humedad |
| | | | Estado Seco al aire | % porcentaje de humedad |
| Variable dependiente RESISTENCIA A LA FLEXOCOMPRESIÓN | Dentro de los elementos estructurales reales, la mayor parte la adición a la carga axial, deben soportar cargas laterales y transmitir momentos entre sus extremos y quedan entonces sometidas a esfuerzos combinados debidos a carga axial y a momento. | La resistencia a flexión es el valor del esfuerzo tensional máximo que se puede sostener antes que la viga o material falle que constituye su resistencia flexional. La resistencia a compresión es la capacidad máxima para soportar una carga por unidad de área. | Resistencia a la flexión | kg/cm ² |
| | | | Resistencia a la compresión | kg/cm ² |

Fuente : Elaborado por los tesisistas



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial.

3.1.1. Ámbito temporal

Estudio de la investigación de la presente tesis corresponde al periodo del 2019 – 2020, donde las muestras fueron ensayadas dentro del área de producción del laboratorio de tecnología de concreto y el laboratorio de antisísmica de la Universidad Nacional de Huancavelica. Como parte de proceso de ensayo se realizó la prueba de resistencia a compresión, flexión en relación con la variación de la humedad.

3.1.2. Ámbito espacial

El presente estudio se realizó dentro de la localidad de Florida, distrito de Palca, provincia de Huancavelica y departamento de Huancavelica.

3.2. Tipo de investigación.

Es aplicada por que “tiene que ser coherente y estar acorde con el área, ciencia o campo en que se identifica el problema” (Ñiño, 2011, pág. 54)

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo porque “busca establecer, de manera confiable, la naturaleza de la relación entre uno o más efectos o variables dependientes y una o más causas o variables independientes” (Cazau, 2006, pág. 28).

Explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad. El control estadístico es multivariado a fin de descartar asociaciones aleatorias, casuales o espurias entre la variable independiente y dependiente. (Jose, 2012, pág. 34)

3.4. Método de investigación

- a) **Método analítico.** El método y el instrumento analítico son el eje para la interpretación, comprensión y análisis de las características restantes. (Tamayo, 1996, pág. 70)
- b) **Método síntesis.** Con la síntesis, lo cual permite la obtención del conocimiento. Entonces, el análisis lleva a la síntesis y la síntesis al análisis, en un proceso de ir y venir. (Ñiño, 2011, pág. 103)

3.5. Diseño de investigación

El diseño fue de tipo experimental, experimento verdaderos o puros, diseño con posprueba únicamente y grupo de control puede extenderse para incluir más de dos grupos (tener varios niveles o modalidades de manipulación de la variable independiente). En este caso se usan dos o más tratamientos experimentales. Los participantes se asignan al azar a los grupos, y los efectos de los tratamientos experimentales se investigan comparando las pospruebas de los grupos. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010, pág. 140).

$$RG_1 \quad - \quad O_1$$

$$RG_2 \quad X_1 \quad O_2$$

$$RG_3 \quad X_2 \quad O_3$$

Siendo:

R = Asignación al azar o aleatoria.

G = Grupo de sujetos (G 1, grupo 1; G 2, grupo 2 y G 3, grupo 3).

X= Tratamiento, estímulo o condición experimental (Exposición a temperatura ambiente).

O= Una medición de los sujetos de un grupo (Humedad, Resistencia a flexión y compresión, etc.).

– Ausencia de estímulo (nivel “cero” en la variable independiente). Indica que se trata de un grupo de control o testigo.

3.6. Población, muestra y muestreo.

3.6.1. Población

La población de estudio esta defino por rollizos de eucalipto recto y derecho con diámetros de 2 a 3 pulg del distrito de Palca, Provincia Huancavelica y Región de Huancavelica.

Cuando se trata de especificar el objeto de estudio, es necesario partir de la identificación de la población que se va a estudiar, constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos que pueden conformar el ámbito de una investigación (Ñiño, 2011, pág. 55).

3.6.2. Muestra

La selección de la muestra se realizará mediante el método probalístico dentro de un área geográfica de eucaliptos. Considerando los rollizos de eucalipto recto y derecho de 15 muestras total para el ensayo de resistencia a compresión que equivale a 5 muestras en estado inicial verde, 5 muestras en estado húmedo, 5 muestras en estado seco al aire. De igual manera se consideró 15 muestras total para el ensayo a flexión que equivale a 5 muestras en estado inicial verde, 5 muestras en estado húmedo, 5 muestras en estado seco al aire. Considerando en total 30 muestras para el ensayo a compresión y flexión

La muestra es una “porción de un colectivo o de una población determinada, que se selecciona con el fin de estudiar o medir las propiedades que caracterizan a la totalidad de dicha población” (Ñiño, 2011, pág. 55)

3.6.3. Muestreo

Entendemos que el “muestreo una técnica por medio de la cual se determina o calcula la muestra de una población, dentro del criterio de asegurar su confiabilidad necesaria para adelantar una investigación” (Ñiño, 2011, pág. 56)

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.7.1. Técnicas

Las principales técnicas que se van a emplear en la investigación son:

- La Técnica de recopilación documental: Aplicar la o las técnicas de recolección de los datos y sus instrumentos. Se trata de la aplicación de las técnicas de investigación documental (datos secundarios) y las de la investigación de campo (datos primarios): éstas últimas son la observación, la entrevista y la encuesta. (Ñiño, 2011, pág. 88)
- Analítica: “El proceso analítico se basó en la inmersión en los datos y búsqueda de clasificaciones (tipos) repetidas, en las codificaciones y en las comparaciones que caracterizan al enfoque de la teoría fundamentada”. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, Metodología de la investigacion, 2010, pág. 534)
- Experimental: “Cuando a través de un experimento se pretende llegar a la causa de un fenómeno. Su esencia es la de someter el objeto de estudio a la influencia de ciertas variables en condiciones controladas y conocidas por el investigador”. (Tamayo, 1996, pág. 111)
- La observación directa: “Observación hará referencia explícitamente a la percepción visual y se emplea para indicar todas las formas de percepción utilizadas para el registro tal como se presentan s nuestro sentido”. (Tamayo, 1996, pág. 183)

- Análisis estadístico. Los principales análisis estadísticos que pueden hacerse son: estadística descriptiva para cada variable (distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de la variabilidad), la transformación a puntuaciones z, razones y tasas, cálculos de estadística inferencial, pruebas paramétricas, pruebas no paramétricas y análisis multivariados. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010, pag. 336)
- Elaboración y validación de los instrumentos. La elaboración de los instrumentos es un acto de mucha importancia, pues con ellos se puede asegurar el éxito de la investigación o echarla totalmente a perder. Con instrumentos defectuosos o equivocados resultarán dificultades como estas: no se puede aplicar la prueba; no se obtienen datos; los que se recogen no sirven para lograr la respuesta al problema; en fin, los datos recogidos. (Ñiño, 2011, pág. 87) son imposibles o difíciles de tabular o analizar.

3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizan para la recolección de datos están identificados como:

- Ficha Bibliográfica: Permitirá la recopilación de artículos científicos, de datos de libros, revistas, periódicos, trabajos de investigación y páginas Web de Internet relacionados con el tema de investigación.
- Materiales de laboratorio: Se utilizarán para realizar los ensayos.
- guía de observación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En principio se recaudó los antecedentes de artículos científicos o "PAPERS", investigaciones de tesis nacionales y locales concerniente al tema, también se estudió la Normativa Técnica Peruana, igualmente se ubicó el centro de investigación de un laboratorio con equipos acreditada por SUNEDU, con certificados de calibración y métodos de ensayos acreditados por INACAL. Se

procedió a ejecutar la investigación recurriendo a identificación, recolecciones de muestras para los ensayos en el laboratorio de la investigación “Influencia de la humedad en la resistencia a flexocompresión en rollizos de eucalipto”.

Mediante el análisis estadístico de varianza (ANOVA) se pudo realizar la prueba de hipótesis haciendo uso de software estadístico SAS Studio, de modo que, se ordenaron los resultados obtenidos de cada ensayo y estos fueron plasmados dentro de código debiéndose en dos partes, ya que para validar la hipótesis planteada fue necesario realizar un análisis respecto a la resistencia a flexión y otro para la resistencia a compresión de los rollizos de eucalipto ensayados

Considerándose cinco (5) repeticiones para cada condición del rollizo (verde, húmedo y seco) para el análisis ANOVA, indicando como “R” el número de repetición para cada ensayo a flexión y compresión respectivamente para cada ensayo. Realizándose dentro el programa el procedimiento sistemático que ANOVA para determinar estadísticamente la aprobación de la hipótesis planteada en la investigación, con un grado de confiabilidad al 95% y con un nivel de significancia de 5%.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de la información

Para la presentación de resultados de la investigación se desarrolló primero el relleno de formatos que se diseñaron para anotar la información obtenida en campo y en laboratorio, asimismo se sistematizó los datos en el Software Excel v-16, para tener un mejor orden y óptimo manejo de información, seguido a ello se realizó paralelamente los ensayos contenido de humedad, esfuerzo de flexión y compresión en cada estado (verde, húmedo y seco) de los rollizos, el cual se explicará a más detalle en las subsiguientes, por último se realizó la prueba de hipótesis mediante la prueba ANOVA o análisis de varianza para determinar la humedad óptima en el que el rollizo de eucalipto tiene mayor al esfuerzo de flexión y compresión.

4.1.1. Ensayo de contenido de humedad.

Los ensayos de flexión y compresión paralela al grano se realizaron de manera paralela con el ensayo de humedad, esto con el propósito de obtener la humedad natural del rollizo en el instante en el que se realiza los ensayos de flexión y compresión, es decir, al momento de elegir aleatoriamente la muestra para los ensayos de flexión y compresión, se procedió a extraer una porción de la muestra para realizar el ensayo de humedad, ello con el fin de asegurarnos de

obtener la humedad del espécimen al momento de realizar los ensayos de flexión y compresión, cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 2: Resultados de ensayo de humedad natural de rollizos de Eucalipto Globulus.

| Estado | Muestra | Peso Inicial (gr) | Peso Final (gr) | Humedad (%) |
|--|---------|-------------------|-----------------|-------------|
| VERDE (El día en que se realizó el corte) | 1 | 561.74 | 245.78 | 56.247 |
| | 3 | 618.52 | 309.66 | 49.935 |
| | 6 | 547.3 | 296.35 | 45.852 |
| | 14 | 474.29 | 225.09 | 52.542 |
| | 15 | 424.73 | 204.31 | 51.896 |
| HUMEDO (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 580.34 | 430.85 | 25.759 |
| | 4 | 447.57 | 310.21 | 30.690 |
| | 5 | 367.12 | 265.51 | 27.678 |
| | 13 | 568.22 | 395.19 | 30.451 |
| SECO (A los 60 días de realizado el corte) | 19 | 497.59 | 360.18 | 27.615 |
| | 7 | 352.42 | 338.12 | 4.058 |
| | 10 | 307.6 | 283.77 | 7.747 |
| | 11 | 289.35 | 273.59 | 5.447 |
| | 12 | 360.66 | 341.21 | 5.393 |
| | 18 | 337.04 | 319.64 | 5.163 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

4.1.2. Ensayo de esfuerzo de compresión paralela al grano.

Este ensayo se realizó conforme a la norma NTP 251.014 Ensayo de Compresión para Madera, debido a que no existe una norma exclusivamente para el ensayo de compresión para rollizos.

El equipo con que cuenta el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Huancavelica permitió determinar el gráfico de la deformación que sufre la probeta de rollizo respecto a la fuerza aplicada, de tales gráficos se obtuvo las fuerzas límites proporcionales, así mismo la correspondiente deformación el cual se presenta a continuación.

Antes de realizar el ensayo de compresión paralela al grano propiamente dicha, con la ayuda del vernier, instrumento de medición diseñado para medir con una gran precisión, se realizan las mediciones del diámetro exterior (incluido corteza), diámetro interior (sin corteza) y la altura de las probetas se asumió 15

cm conforme lo establecido por la NTP 251.014 , a continuación se presenta las características físicas de las muestras.

Tabla 3: Características físicas de las probetas para el ensayo de compresión paralela al grano.

| Estado | Muestra N° | Altura de Muestra (cm) | Diámetro Exterior (cm) | Diámetro Interior (cm) | Área de Fibra (cm ²) |
|--|------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 1 | 15 | 7.9945 | 7.1505 | 40.157 |
| | 3 | 15 | 7.601 | 6.725 | 35.520 |
| | 6 | 15 | 7.5135 | 6.6365 | 34.591 |
| | 14 | 15 | 7.5395 | 6.7205 | 35.473 |
| | 15 | 15 | 7.482 | 6.625 | 34.472 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 15 | 7.239 | 6.541 | 33.603 |
| | 4 | 15 | 7.157 | 6.439 | 32.563 |
| | 5 | 15 | 7.096 | 6.403 | 32.200 |
| | 13 | 15 | 7.223 | 6.538 | 33.572 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 19 | 15 | 7.174 | 6.482 | 33.000 |
| | 7 | 15 | 6.808 | 6.289 | 31.064 |
| | 10 | 15 | 6.489 | 5.983 | 28.114 |
| | 11 | 15 | 6.745 | 6.224 | 30.425 |
| | 12 | 15 | 6.827 | 6.328 | 31.450 |
| | 18 | 15 | 6.447 | 5.935 | 27.665 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

El equipo con que cuenta el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Huancavelica es un sistema de funcionamiento digital y computarizado que tiene la capacidad de registro y almacenamiento de datos, asimismo ilustra gráficamente la deformación que sufre la probeta de rollizo respecto a la fuerza aplicada, de tales gráficos se obtuvo las fuerzas límites proporcionales así mismo la correspondiente deformación el cual se presenta a continuación.

Tabla 4: Deformación límite proporcional respecto a la fuerza límite proporcional alcanzado por cada muestra

| Estado | Muestra N° | Fuerza Límite Proporcional (kgf) | Deformación Límite Proporcional (mm) |
|---|------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 1 | 8,894.800 | 3.900 |
| | 3 | 8,403.500 | 3.250 |
| | 6 | 8,774.600 | 4.500 |
| | 14 | 10,071.400 | 3.823 |
| | 15 | 9,611.850 | 4.750 |

| | | | |
|--|----|------------|-------|
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 13,562.500 | 2.340 |
| | 4 | 10,950.000 | 2.160 |
| | 5 | 13,500.000 | 2.340 |
| | 13 | 12,300.000 | 2.220 |
| | 19 | 11,550.000 | 2.400 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 17,775.000 | 1.700 |
| | 10 | 16,537.500 | 1.700 |
| | 11 | 16,425.000 | 1.590 |
| | 12 | 18,450.000 | 1.820 |
| | 18 | 14,400.000 | 1.620 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

Como inicialmente se realizó las mediciones del diámetro de la probeta, asimismo con la obtención con la obtención de la Fuerza Límite Proporcional para cada muestra, se procede a determinar el Esfuerzo Límite Proporcional Realizando utilizando la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{F_{lp}}{A_c}$$

Donde:

σ = Esfuerzo límite proporcional

F_{lp} = Fuerza límite proporcional

A_c = Área de la probeta (perpendicular a la fuerza aplicada)

Tabla 5: Esfuerzo límite proporcional alcanzado por cada muestra.

| Estado | Muestra N° | Área de Fibra (cm ²) | Fuerza Límite Proporcional (Kgf) | Esfuerzo Límite Proporcional (Kgf/cm ²) |
|--|------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 1 | 40.157 | 8,894.800 | 221.500 |
| | 3 | 35.520 | 8,403.500 | 236.584 |
| | 6 | 34.591 | 8,774.600 | 253.664 |
| | 14 | 35.473 | 10,071.400 | 283.921 |
| | 15 | 34.472 | 9,611.850 | 278.834 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 33.603 | 13,562.500 | 403.610 |
| | 4 | 32.563 | 10,950.000 | 336.269 |
| | 5 | 32.200 | 13,500.000 | 419.254 |
| | 13 | 33.572 | 12,300.000 | 366.375 |
| | 19 | 33.000 | 11,550.000 | 350.005 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 31.064 | 17,775.000 | 572.211 |
| | 10 | 28.114 | 16,537.500 | 588.223 |

| | | | |
|----|--------|------------|---------|
| 11 | 30.425 | 16,425.000 | 539.854 |
| 12 | 31.450 | 18,450.000 | 586.643 |
| 18 | 27.665 | 14,400.000 | 520.513 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

Para cada fuerza límite proporcional existe una deformación límite proporcional, asimismo se puede determinar la deformación unitaria con la siguiente expresión:

$$\varepsilon(\%) = \frac{\Delta L * 100}{L_0}$$

$\varepsilon(\%)$ = Deformación unitaria.

ΔL = Deformación Límite Proporcional $\Delta L = (L_0 - L_f)$.

L_0 = Altura inicial de la probeta (antes de la aplicación de la carga).

L_f = Altura final de la probeta (a la aplicación de la carga límite proporcional).

Tabla 6: Deformación límite proporcional y deformación unitaria respecto esfuerzo límite proporcional alcanzado por cada muestra.

| Estado | Altura de Muestra (cm) | Deformación Límite Proporcional (mm) | Deformación Unitaria (%) |
|--|------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 15.0 | 3.900 | 2.600 |
| | 15.0 | 3.250 | 2.167 |
| | 15.0 | 4.500 | 3.000 |
| | 15.0 | 3.823 | 2.548 |
| | 15.0 | 4.750 | 3.167 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 15.0 | 2.340 | 1.560 |
| | 15.0 | 2.160 | 1.440 |
| | 15.0 | 2.340 | 1.560 |
| | 15.0 | 2.220 | 1.480 |
| | 15.0 | 2.400 | 1.600 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 15.0 | 1.700 | 1.133 |
| | 15.0 | 1.700 | 1.133 |
| | 15.0 | 1.590 | 1.060 |
| | 15.0 | 1.820 | 1.213 |
| | 15.0 | 1.620 | 1.080 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

Habiendo obtenido el esfuerzo límite proporcional y la deformación unitaria para cada uno de las probetas, es posible determinar el Módulo de Elasticidad con la siguiente expresión:

$$\sigma = E \times \varepsilon \quad , \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad.

σ = Esfuerzo límite proporcional

ε = Deformación unitaria.

Tabla 7: Módulo de elasticidad de cada muestra.

| Estado | Muestra N° | Esfuerzo Límite Proporcional (Kgf/Cm2) | Deformación Unitaria (%) | Módulo de Elasticidad (Kgf/Cm2) |
|--|------------|--|--------------------------|---------------------------------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 01 | 221.500 | 2.600 | 8,519.226 |
| | 03 | 236.584 | 2.167 | 10,919.271 |
| | 06 | 253.664 | 3.000 | 8,455.475 |
| | 14 | 283.921 | 2.548 | 11,140.837 |
| | 15 | 278.834 | 3.167 | 8,805.276 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 02 | 403.610 | 1.560 | 25,872.415 |
| | 04 | 336.269 | 1.440 | 23,352.044 |
| | 05 | 419.254 | 1.560 | 26,875.236 |
| | 13 | 366.375 | 1.480 | 24,755.043 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 19 | 350.005 | 1.600 | 21,875.302 |
| | 07 | 572.211 | 1.133 | 50,489.245 |
| | 10 | 588.223 | 1.133 | 51,902.026 |
| | 11 | 539.854 | 1.060 | 50,929.623 |
| | 12 | 586.643 | 1.213 | 48,349.659 |
| | 18 | 520.513 | 1.080 | 48,195.602 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

El resultado de los ensayos realizados para cada probeta en sus respectivas etapas, dará como resultado final la influencia que existe la humedad natural del rollizo de eucalipto en el esfuerzo a compresión.

Tabla 8: Módulo de elasticidad junto al porcentaje de humedad de cada muestra

| Estado | Muestra | Humedad de Muestra (%) | Esfuerzo Límite Proporcional (Kgf/Cm2) | Módulo de Elasticidad (Kgf/Cm2) |
|--|---------|------------------------|--|---------------------------------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 01 | 56.247 | 221.500 | 8,519.226 |
| | 03 | 49.935 | 236.584 | 10,919.271 |
| | 06 | 45.852 | 253.664 | 8,455.475 |
| | 14 | 52.542 | 283.921 | 11,140.837 |
| | 15 | 51.896 | 278.834 | 8,805.276 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 02 | 25.759 | 403.610 | 25,872.415 |
| | 04 | 30.690 | 336.269 | 23,352.044 |
| | 05 | 27.678 | 419.254 | 26,875.236 |
| | 13 | 30.451 | 366.375 | 24,755.043 |

| | | | | |
|--|----|--------|---------|------------|
| | 19 | 27.615 | 350.005 | 21,875.302 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 07 | 4.058 | 572.211 | 50,489.245 |
| | 10 | 7.747 | 588.223 | 51,902.026 |
| | 11 | 5.447 | 539.854 | 50,929.623 |
| | 12 | 5.393 | 586.643 | 48,349.659 |
| | 18 | 5.163 | 520.513 | 48,195.602 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

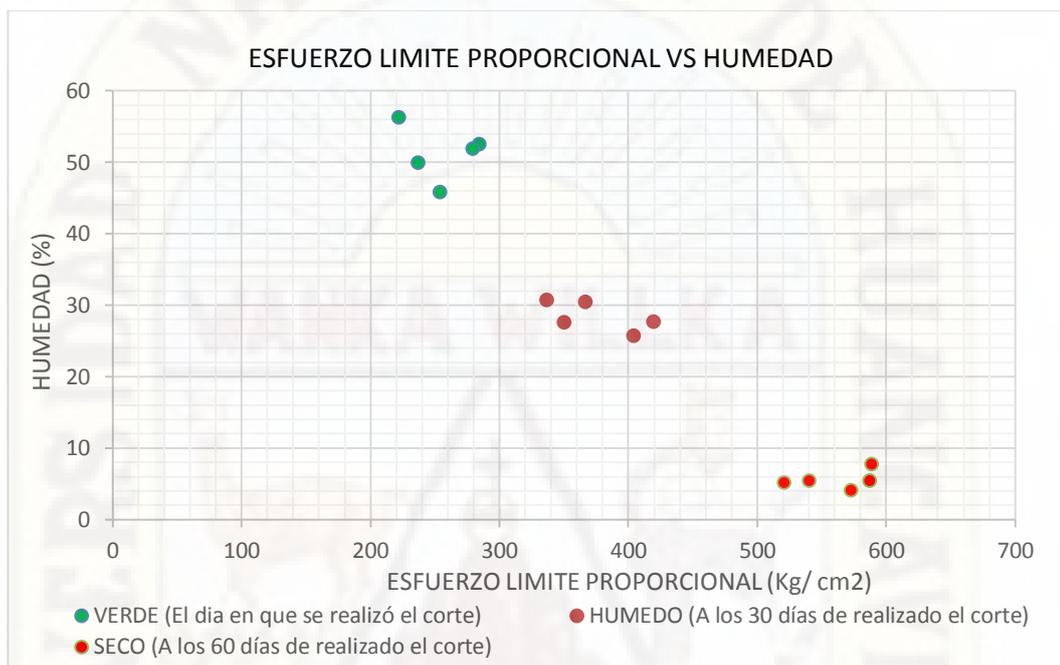


Figura 1. Esfuerzo de límite proporcional en las tres condiciones de humedad (verde, húmedo y seco).

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

4.1.3. Ensayo de esfuerzo de flexión.

Este ensayo se realizó conforme a la norma NTP 251.017 Ensayo de Flexión para Madera, debido a que no existe una norma exclusivamente para ensayo de flexión para rollizos.

Tabla 9: Características físicas de las muestras de rollizo para el ensayo de flexión

| Estado | Muestra N° | Longitud de la muestra de rollizo (cm) | Diámetro exterior de la muestra (cm) | Diámetro interior de la muestra (cm) | Área de la muestra (cm ²) |
|---|------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 1 | 75 | 6.605 | 5.977 | 28.061 |
| | 3 | 75 | 6.985 | 6.375 | 31.919 |
| | 6 | 75 | 6.910 | 6.182 | 30.016 |
| | 14 | 75 | 6.945 | 6.202 | 30.210 |

| | | | | | |
|--|----|----|-------|-------|--------|
| | 15 | 75 | 6.700 | 5.999 | 28.260 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 75 | 6.497 | 5.902 | 27.358 |
| | 4 | 75 | 6.402 | 5.818 | 26.585 |
| | 5 | 75 | 6.467 | 5.902 | 27.358 |
| | 13 | 75 | 6.427 | 5.874 | 27.099 |
| | 19 | 75 | 6.570 | 5.986 | 28.143 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 75 | 6.240 | 5.896 | 27.303 |
| | 10 | 75 | 6.503 | 6.153 | 29.735 |
| | 11 | 75 | 6.508 | 6.146 | 29.667 |
| | 12 | 75 | 6.363 | 5.995 | 28.227 |
| | 18 | 75 | 6.603 | 6.271 | 30.886 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

El equipo con que cuenta el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Huancavelica permitió aplicar una determinar carga en el centro de la probeta de rollizos y medir la deformación que sufre la probeta de rollizo respecto a la fuerza aplicada, dichos datos de registró para posteriormente graficarlo, de tales gráficos se obtuvo las fuerzas límites proporcionales asimismo la correspondiente deformación el cual se presenta a continuación.

Tabla 10: *Desplazamiento con respecto a la carga límite proporcional.*

| Estado | Muestra N° | Carga al límite proporcional (Kg) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) |
|--|------------|-----------------------------------|---|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 1 | 920.00 | 34.00 |
| | 3 | 980.00 | 30.00 |
| | 6 | 920.00 | 30.00 |
| | 14 | 1,000.00 | 32.00 |
| | 15 | 880.00 | 32.00 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 1,120.00 | 22.00 |
| | 4 | 1,200.00 | 25.00 |
| | 5 | 1,120.00 | 22.00 |
| | 13 | 1,198.00 | 24.00 |
| | 19 | 1,240.00 | 23.00 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 1,800.00 | 16.00 |
| | 10 | 2,000.00 | 15.00 |
| | 11 | 1,990.00 | 15.00 |
| | 12 | 1,800.00 | 15.00 |
| | 18 | 2,000.00 | 13.90 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

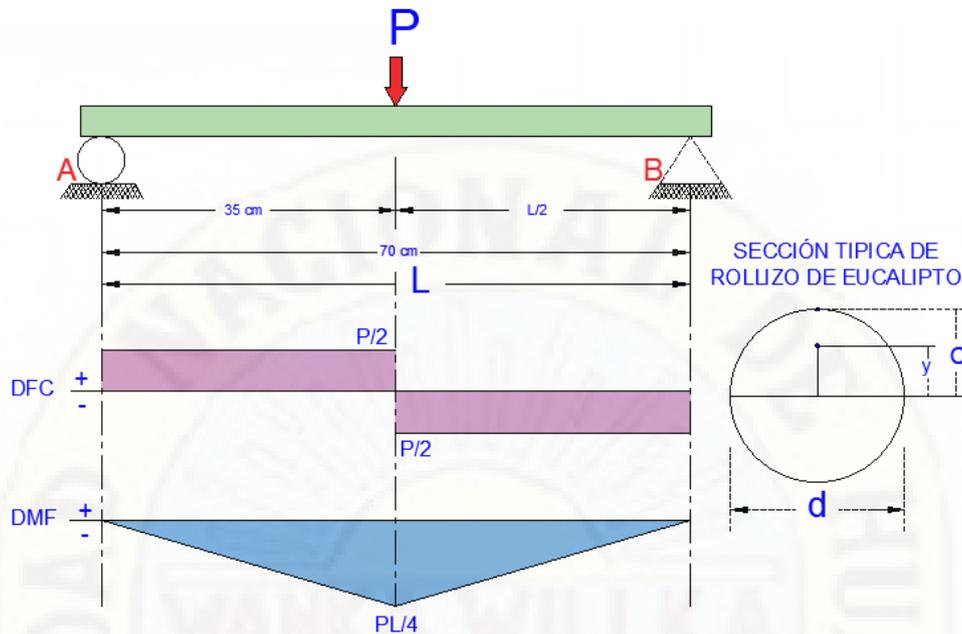


Figura 2. Diagrama de esfuerzo cortante y el diagrama de momento flector que ilustra el fenómeno ocurrido en el ensayo de flexión.

Fuente: Elaboración propia.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \times C}{I}, \quad M_{max} = \frac{PxL}{4}, \quad C = \frac{d}{2}, \quad I = \frac{\pi x d^4}{64},$$

$$\sigma_{max} = \frac{\frac{PxL}{4} \times \frac{d}{2}}{\frac{\pi x d^4}{64}}, \quad \sigma_{max} = \frac{8xPxL}{\pi x d^3}$$

Donde:

d = Diámetro de la sección transversal del rollo

I = Momento de inercia (sección circular del rollo de eucalipto)

P = Carga aplicada (fuerza limite proporcional)

L = Distancia entre los apoyos (en el caso de esta investigación $L = 0.70$ m)

M_{max} = Momento máximo producido por la Fuerza Limite Proporcional

σ_{max} = Esfuerzo máximo proporcional.

Tabla 11: Resultados del esfuerzo limite proporcional alcanzados por cada muestra.

| Estado | Muestra N° | L (cm) | d (cm) | P (kgf) | σ_{max} |
|--------|---------------|--------|--------|---------|----------------|
| | | | | | Kgf/ cm2 |

| | | | | | |
|--|----|----|-------|-------|-----------|
| Verde (El día en que se realizó el corte) | 1 | 70 | 5.977 | 920 | 767.911 |
| | 3 | 70 | 6.375 | 980 | 674.254 |
| | 6 | 70 | 6.182 | 920 | 694.127 |
| | 14 | 70 | 6.202 | 1,000 | 747.210 |
| | 15 | 70 | 5.999 | 880 | 726.763 |
| Húmedo (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 70 | 5.902 | 1,120 | 971.088 |
| | 4 | 70 | 5.818 | 1,200 | 1,086.171 |
| | 5 | 70 | 5.902 | 1,120 | 971.088 |
| | 13 | 70 | 5.874 | 1,198 | 1,053.642 |
| | 19 | 70 | 5.986 | 1,240 | 1,030.504 |
| Seco (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 70 | 5.896 | 1,800 | 1,565.447 |
| | 10 | 70 | 6.153 | 2,000 | 1,530.409 |
| | 11 | 70 | 6.146 | 1,990 | 1,527.966 |
| | 12 | 70 | 5.995 | 1,800 | 1,489.166 |
| | 18 | 70 | 6.271 | 2,000 | 1,445.632 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

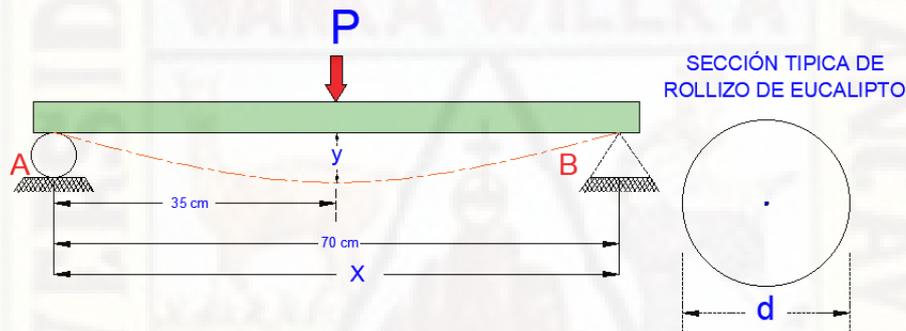


Figura 3. Diagrama para la explicación de la obtención de la deflexión por el método de doble integración.

Fuente: Elaboración propia

Calculando la deformación en el centro de la luz, por el método de doble integración.

$$\frac{EId^2y}{dx^2} = \frac{P}{2} * x - P * (x - 35) \quad ; \quad \iint \frac{EId^2y}{dx^2} = \iint \left[\left(\frac{P}{2} * x \right) - P * (x - 35) \right] ;$$

$$EI \int \frac{dy}{dx} = \int \left[\frac{P*x^2}{4} - \frac{P*(x-35)^2}{2} + C_1 \right] \quad ; \quad EIy = \frac{P*x^3}{12} - \frac{P*(x-35)^3}{6} + x * C_1 + C_2$$

$$\text{Si, } x = 70 \text{ cm} ; \Rightarrow y = 0$$

$$0 = \frac{P*70^3}{12} - \frac{P*(35)^3}{6} + 70 * C_1 \quad ; \quad 0 = \frac{343000*P}{12} - \frac{85750*P}{12} + 70 * C_1 \quad ; \quad C_1 = -\frac{1225*P}{4}$$

$$\text{Si, } x = 35 \text{ cm} \Rightarrow y = ? \text{ cm}$$

$$EIy = \frac{35^3 * P}{12} - \frac{1225 * 35 * P}{4}$$

$$y = -\frac{42875 * P}{6EI}$$

$$E = -\frac{42875 * P}{6Iy}$$

Donde:

y = Deflexión en el centro de la luz (por la aplicación de la carga límite proporcional) en cm.

P =Carga límite proporcional (kgf)

I = Momento de inercia de la sección del rollizo (cm⁴)

E = Módulo de elasticidad (Kgf/ cm²)

Tabla 12: Resultados del esfuerzo limite proporcional alcanzados por cada muestra.

| Estado | Muestra N° | Carga al límite proporcional (Kgf) | Diámetro interior de la muestra (cm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | I Momento de Inercia (cm ⁴) | Módulo de elasticidad (Kgf/ cm ²) |
|--|------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---|---|
| VERDE (El día en que se realizó el corte) | 1 | 920 | 5.977 | 34.0 | 62.660 | 30,858.277 |
| | 3 | 980 | 6.375 | 30.0 | 81.076 | 28,791.683 |
| | 6 | 920 | 6.182 | 30.0 | 71.695 | 30,565.644 |
| | 14 | 1,000 | 6.202 | 32.0 | 72.627 | 30,747.227 |
| | 15 | 880 | 5.999 | 32.0 | 63.554 | 30,920.394 |
| HUMEDO (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 1,120 | 5.902 | 22.0 | 59.562 | 61,077.536 |
| | 4 | 1,200 | 5.818 | 25.0 | 56.243 | 60,985.888 |
| | 5 | 1,120 | 5.902 | 22.0 | 59.562 | 61,077.536 |
| | 13 | 1,198 | 5.874 | 24.0 | 58.439 | 61,036.945 |
| | 19 | 1,240 | 5.986 | 23.0 | 63.026 | 61,126.564 |
| SECO (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 1,800 | 5.896 | 16.0 | 59.320 | 135,520.691 |
| | 10 | 2,000 | 6.153 | 15.0 | 70.359 | 135,417.272 |
| | 11 | 1,990 | 6.146 | 15.0 | 70.039 | 135,355.086 |
| | 12 | 1,800 | 5.995 | 15.0 | 63.405 | 135,240.722 |
| | 18 | 2,000 | 6.271 | 13.9 | 75.913 | 135,441.257 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la humedad en el esfuerzo de flexión en rollizos de eucalipto globulus, por lo que, a continuación, se presenta el cuadro resumen en el cual se detalla la humedad natural de las muestras de rollizo, asimismo los respectivos esfuerzos de flexión.

Tabla 13: Esfuerzo límite proporcional alcanzado por las muestras, en los tres condiciones de humedad (verde, húmedo y seco).

| Estado | Muestra N° | Humedad (%) | Esfuerzo al límite proporcional (Kgf/ cm ²) | Módulo de elasticidad (Kgf/ cm ²) |
|--|------------|-------------|---|---|
| VERDE (El día en que se realizó el corte) | 1 | 56.247 | 767.911 | 30,858.277 |
| | 3 | 49.935 | 674.254 | 28,791.683 |
| | 6 | 45.852 | 694.127 | 30,565.644 |
| | 14 | 52.542 | 747.210 | 30,747.227 |
| | 15 | 51.896 | 726.763 | 30,920.394 |
| HUMEDO (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 25.759 | 971.088 | 61,077.536 |
| | 4 | 30.690 | 1,086.171 | 60,985.888 |
| | 5 | 27.678 | 971.088 | 61,077.536 |
| | 13 | 30.451 | 1,053.642 | 61,036.945 |
| | 19 | 27.615 | 1,030.504 | 61,126.564 |
| SECO (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 4.058 | 1,565.447 | 135,520.691 |
| | 10 | 7.747 | 1,530.409 | 135,417.272 |
| | 11 | 5.447 | 1,527.966 | 135,355.086 |
| | 12 | 5.393 | 1,489.166 | 135,240.722 |
| | 18 | 5.163 | 1,445.632 | 135,441.257 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

4.2. Prueba de hipótesis.

La prueba de hipótesis se desarrolló mediante el análisis estadístico de varianza (ANOVA), para lo cual se tuvo que realizar el proceso estadístico de datos.

4.2.1. Hipótesis específicos

4.2.1. Primera hipótesis específico

Planteamiento de Hipótesis.

Hipótesis Alterna (H_a): El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexión.

Hipótesis Nula (H₀): El contenido de humedad de rollizos de eucalipto no influirá significativamente en la resistencia a flexión.

Decisión estadística

A partir de un análisis estadístico de varianza (ANOVA) mediante el software estadístico SAS se inspeccionó si existe significancia respecto a la influencia de la humedad en la resistencia a flexión.

Los resultados obtenidos en los ensayos de flexión en los rollizos de eucalipto, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 14: Registro de resultados de ensayos de resistencia a flexión

| N° DE REPETICIONES | CONDICIÓN DE ROLLIZO | | |
|--------------------|----------------------|-----------|-----------|
| | Verde | Húmedo | Seco |
| 1 | 767.911 | 971.088 | 1,565.447 |
| 2 | 674.254 | 1,086.171 | 1,530.409 |
| 3 | 694.127 | 971.088 | 1,527.966 |
| 4 | 747.210 | 1,053.642 | 1,489.166 |
| 5 | 726.763 | 1,030.504 | 1,445.632 |

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software Exel

Plasmando estos resultados dentro del código de programación del software SAS Studio se muestra la siguiente figura:

```

CÓDIGO LOG RESULTADOS DATOS DE SALIDA
1 DATA ANOVA_DBA;
2 INPUT REPETICION $ ESTADO_HUMEDAD $ RESIST_FLEXION;
3 CARDS;
4 R1 VERDE 767.9108802
5 R2 VERDE 674.2542036
6 R3 VERDE 694.1270666
7 R4 VERDE 747.2103323
8 R5 VERDE 726.7630467
9 R1 HUMEDO 971.0879419
10 R2 HUMEDO 1086.171116
11 R3 HUMEDO 971.0879419
12 R4 HUMEDO 1053.642174
13 R5 HUMEDO 1030.504048
14 R1 SECO 1565.446518
15 R2 SECO 1530.408625
16 R3 SECO 1527.965551
17 R4 SECO 1489.165949
18 R5 SECO 1445.631982
19 ;
20 PROC ANOVA DATA=ANOVA_DBA;
21 CLASS REPETICION ESTADO_HUMEDAD;
22 MODEL RESIST_FLEXION = REPETICION ESTADO_HUMEDAD;
23 MEANS ESTADO_HUMEDAD/TUKEY;
24 RUN;

```

Figura 4. Código de programación para la prueba de hipótesis respecto a la resistencia a flexión.

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

| CÓDIGO | | LOG | RESULTADOS | DATOS DE SALIDA |
|--|--|--|--|--------------------|
| Tabla: | WORK.ANOVA_DBA | Ver: | Nombres de columna | Filtrar: (ninguno) |
| Columnas | N° total de filas: 15 N° total de columnas: 3 | | | Filas 1-15 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Seleccionar todo | <input checked="" type="checkbox"/> REPETICION | <input checked="" type="checkbox"/> ESTADO_HUMEDAD | <input checked="" type="checkbox"/> RESIST_FLEXION | |
| Propiedad | Valor | | | |
| Etiqueta | | | | |
| Nombre | | | | |
| Longitud | | | | |
| Tipo | | | | |
| Formato | | | | |
| | REPETICION | ESTADO_HUMEDAD | RESIST_FLEXION | |
| 1 | R1 | VERDE | 767.9108802 | |
| 2 | R2 | VERDE | 674.2542036 | |
| 3 | R3 | VERDE | 694.1270666 | |
| 4 | R4 | VERDE | 747.2103323 | |
| 5 | R5 | VERDE | 726.7630467 | |
| 6 | R1 | HUMEDO | 971.0879419 | |
| 7 | R2 | HUMEDO | 1086.171116 | |
| 8 | R3 | HUMEDO | 971.0879419 | |
| 9 | R4 | HUMEDO | 1053.642174 | |
| 10 | R5 | HUMEDO | 1030.504048 | |
| 11 | R1 | SECO | 1565.446518 | |
| 12 | R2 | SECO | 1530.408625 | |
| 13 | R3 | SECO | 1527.965551 | |
| 14 | R4 | SECO | 1489.165949 | |
| 15 | R5 | SECO | 1445.631982 | |

Figura 5. Datos de salida para la prueba de hipótesis respecto a resistencia a flexión.

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

Procedimiento ANOVA

| Información del nivel de clase | | |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Clase | Niveles | Valores |
| REPETICION | 5 | R1 R2 R3 R4 R5 |
| ESTADO_HUMEDAD | 3 | HUMEDO SECO VERDE |

| | |
|--------------------------------|----|
| N.º observaciones leídas | 15 |
| Número de observaciones usadas | 15 |

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: RESIST_FLEXION

| Origen | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | Valor F | Pr > F |
|-----------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 6 | 1592475.053 | 265412.509 | 102.35 | <.0001 |
| Error | 8 | 20745.206 | 2593.151 | | |
| Total corregido | 14 | 1613220.260 | | | |

| R-cuadrado | Var Coef. | Raíz MSE | Media de RESIST_FLEXION |
|------------|-----------|----------|-------------------------|
| 0.987140 | 4.691525 | 50.92299 | 1085.425 |

| Origen | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | Valor F | Pr > F |
|----------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| REPETICION | 4 | 3827.740 | 956.935 | 0.37 | 0.8245 |
| ESTADO_HUMEDAD | 2 | 1588647.313 | 794323.657 | 306.32 | <.0001 |

Figura 6. Resultados de la prueba de Hipótesis respecto a resistencia a flexión.

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

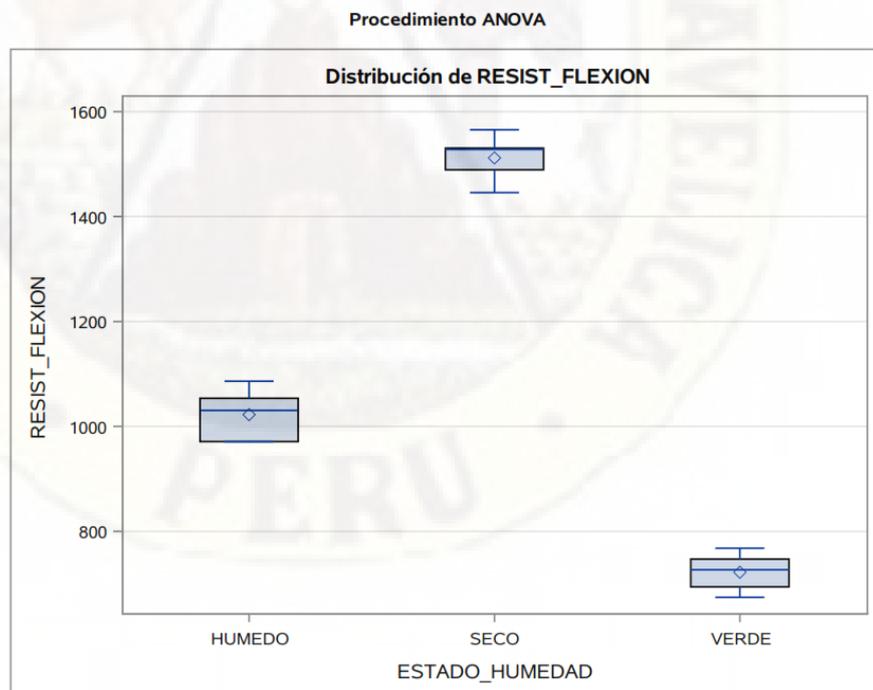


Figura 7. Diagrama de cajas de las medias de resistencias a flexión

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

En la figura 6, se muestran las tablas que son los resultados del procesamiento en SAS Studio con los datos que se recabaron a partir del ensayo de esfuerzo de flexión, en el cual se muestra que obtuvo un valor de 0.0001 ($Pr > F$) el cual es ampliamente inferior, a 0.05 el cual es el valor de significancia pues se trabajó con una confiabilidad al 95%, de modo que mediante la decisión estadística se descarta la hipótesis nula ; por consiguiente se aprueba la hipótesis alterna, la cual afirma que el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexión.

4.2.2. Segunda hipótesis específica

Planteamiento de Hipótesis.

Hipótesis Alterna (Ha): El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a compresión.

Hipótesis Nula (Ho): El contenido de humedad de rollizos de eucalipto no influirá significativamente en la resistencia a compresión.

Decisión estadística

A partir de un análisis estadístico de varianza (ANOVA) mediante el software estadístico SAS se inspeccionó si existe significancia respecto a la influencia de la humedad en la resistencia a flexión.

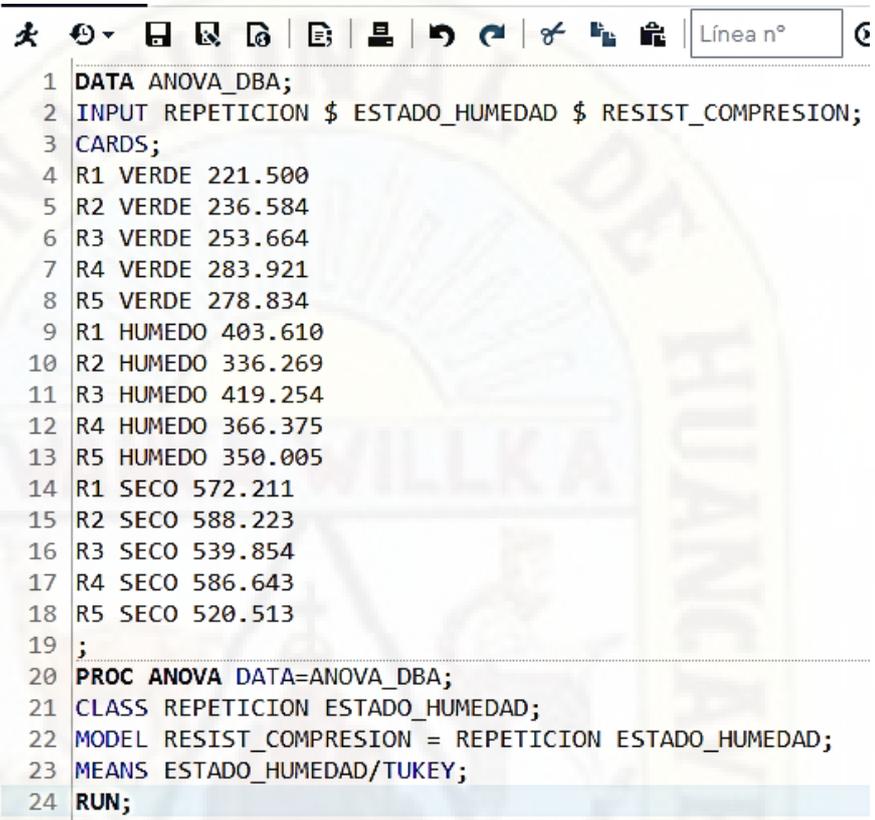
Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión en los rollizos de eucalipto, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 15. Registro de resultados de ensayos de resistencia a compresión.

| N° DE REPETICIONES | CONDICIÓN DE ROLLIZO | | |
|--------------------|----------------------|---------|---------|
| | Verde | Húmedo | Seco |
| 1 | 221.500 | 403.610 | 572.211 |
| 2 | 236.584 | 336.269 | 588.223 |
| 3 | 253.664 | 419.254 | 539.854 |
| 4 | 283.921 | 366.375 | 586.643 |
| 5 | 278.834 | 350.005 | 520.513 |

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software excel

Plasmando estos resultados dentro del código de programación del software SAS Studio se muestra la siguiente figura:



```
1 DATA ANOVA_DBA;
2 INPUT REPETICION $ ESTADO_HUMEDAD $ RESIST_COMPRESION;
3 CARDS;
4 R1 VERDE 221.500
5 R2 VERDE 236.584
6 R3 VERDE 253.664
7 R4 VERDE 283.921
8 R5 VERDE 278.834
9 R1 HUMEDO 403.610
10 R2 HUMEDO 336.269
11 R3 HUMEDO 419.254
12 R4 HUMEDO 366.375
13 R5 HUMEDO 350.005
14 R1 SECO 572.211
15 R2 SECO 588.223
16 R3 SECO 539.854
17 R4 SECO 586.643
18 R5 SECO 520.513
19 ;
20 PROC ANOVA DATA=ANOVA_DBA;
21 CLASS REPETICION ESTADO_HUMEDAD;
22 MODEL RESIST_COMPRESION = REPETICION ESTADO_HUMEDAD;
23 MEANS ESTADO_HUMEDAD/TUKEY;
24 RUN;
```

Figura 8. Código de programación para la Hipótesis respecto a compresión

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

CÓDIGO LOG RESULTADOS DATOS DE SALIDA

Tabla: WORK.ANOVA_DBA Ver: Nombres de columna Filtrar: (ninguno)

Columnas N° total de filas: 15 N° total de columnas: 3 Filas 1-15

| REPETICION | ESTADO_HUMEDAD | RESIST_COMP... |
|------------|----------------|----------------|
| 1 R1 | VERDE | 221.5 |
| 2 R2 | VERDE | 236.584 |
| 3 R3 | VERDE | 253.664 |
| 4 R5 | VERDE | 278.834 |
| 5 R4 | VERDE | 283.921 |
| 6 R2 | HUMEDO | 336.269 |
| 7 R5 | HUMEDO | 350.005 |
| 8 R4 | HUMEDO | 366.375 |
| 9 R1 | HUMEDO | 403.61 |
| 10 R3 | HUMEDO | 419.254 |
| 11 R5 | SECO | 520.513 |
| 12 R3 | SECO | 539.854 |
| 13 R1 | SECO | 572.211 |
| 14 R4 | SECO | 586.643 |
| 15 R2 | SECO | 588.223 |

Propiedad Valor

| | |
|----------|--|
| Etiqueta | |
| Nombre | |
| Longitud | |
| Tipo | |
| Formato | |

Figura 9. Datos de Salida para la Hipótesis respecto al esfuerzo a compresión

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

Procedimiento ANOVA

| Información del nivel de clase | | |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Clase | Niveles | Valores |
| REPETICION | 5 | R1 R2 R3 R4 R5 |
| ESTADO_HUMEDAD | 3 | HUMEDO SECO VERDE |

| | |
|--------------------------------|----|
| N.º observaciones leídas | 15 |
| Número de observaciones usadas | 15 |

Variable dependiente: RESIST_COMPRESION

| Origen | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | Valor F | Pr > F |
|-----------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 6 | 240392.1539 | 40065.3590 | 33.04 | <.0001 |
| Error | 8 | 9702.1902 | 1212.7738 | | |
| Total corregido | 14 | 250094.3441 | | | |

| R-cuadrado | Var Coef. | Raiz MSE | Media de RESIST_COMPRESION |
|------------|-----------|----------|----------------------------|
| 0.961206 | 8.768393 | 34.82490 | 397.1640 |

| Origen | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | Valor F | Pr > F |
|----------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| REPETICION | 4 | 1751.0527 | 437.7632 | 0.36 | 0.8299 |
| ESTADO_HUMEDAD | 2 | 238641.1012 | 119320.5506 | 98.39 | <.0001 |

Figura 10. Resultados de la prueba de Hipótesis específico respecto a compresión

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

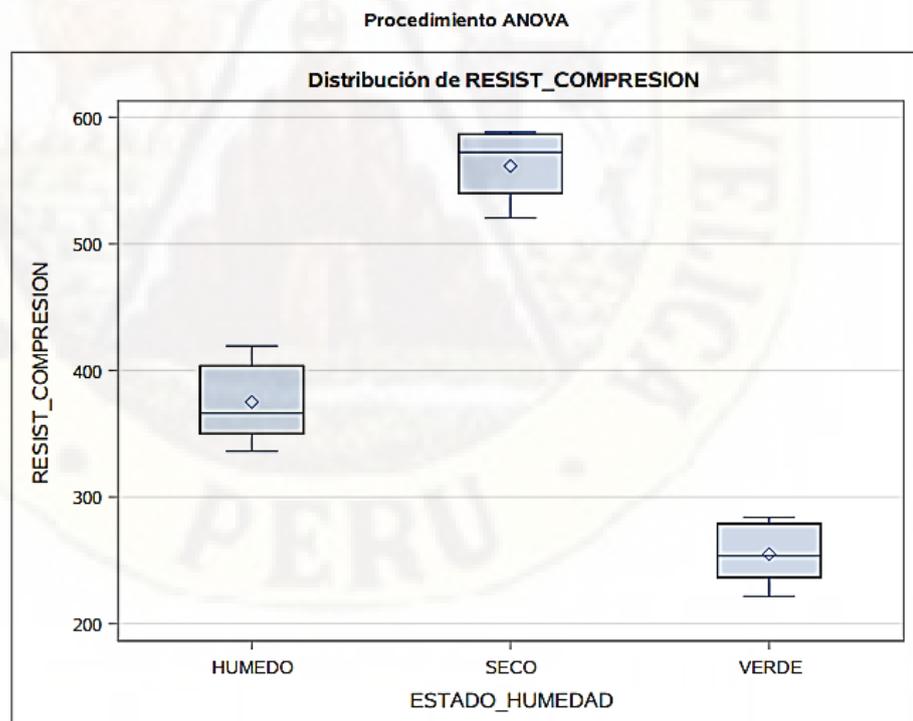


Figura 11. Diagrama de cajas de las medias de resistencias a compresión

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

En la figura 10, se muestran las tablas que son los resultados del procesamiento en SAS Studio con los datos que se recabaron a partir de los ensayos de resistencia a compresión, en el cual se muestra que obtuvo un valor de 0.0001 ($Pr > F$) el cual es ampliamente inferior, a 0.05 el cual es el valor de significancia pues se trabajó con una confiabilidad al 95%, de modo que mediante la decisión estadística se descarta la hipótesis nula ; por consiguiente se aprueba la hipótesis alterna, la cual afirma el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a compresión.

4.2.2. Hipótesis General.

Hipótesis Alterna (Ha):

El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexo compresión

Hipótesis Nula (Ho):

El contenido de humedad de rollizos de eucalipto no influye significativamente en la resistencia a flexo compresión

Procedimiento ANOVA
Variable dependiente: RESIST_FLEXION

| Origen | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | Valor F | Pr > F |
|------------------------|-----------|--------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 6 | 1592475.053 | 265412.509 | 102.35 | <.0001 |
| Error | 8 | 20745.206 | 2593.151 | | |
| Total corregido | 14 | 1613220.260 | | | |

Figura 12. Resultados de la prueba de Hipótesis respecto al esfuerzo a flexión.

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

Variable dependiente: RESIST_COMPRESION

| Origen | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | Valor F | Pr > F |
|------------------------|-----------|--------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 6 | 240392.1539 | 40065.3590 | 33.04 | <.0001 |
| Error | 8 | 9702.1902 | 1212.7738 | | |
| Total corregido | 14 | 250094.3441 | | | |

Figura 13. Resultados de la prueba de Hipótesis respecto al esfuerzo a compresión

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SAS University Studio.

De modo que existe significancia en ambos componentes (figura 12 y 13) al obtener valores notablemente menores al nivel de significancia (0.05) se descarta la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna, la cual afirma que el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexo compresión.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección del informe final de investigación se desarrolla la discusión de los resultados obtenidos, asimismo comparar y validar los resultados que se obtuvo en esta investigación mediante el contraste de resultados con otros trabajos de investigación, de acuerdo a los resultados obtenidos y para una mejor ilustración, el orden de desarrollo será realizar la discusión de resultados que corresponde a los objetivos específicos y finalmente se desarrolló la discusión general con respecto al objetivo general de la investigación.

Con respecto al objetivo específico 01 el cual fue; determinar si el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influye significativamente en la resistencia a flexión, se tiene que López y Rozas (2016) lograron demostrar que la madera de Eucalipto Globulus de la provincia de Acomayo, cuanto menor contenido de humedad presente, tendrá una mejor resistencia para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión asimismo para las humedades promedios de 57.130 %, 26.740 % y 0.050% obtuvieron la resistencia a flexión de $f_m = 530.084 \text{ Kg/cm}^2$, 569.788 Kg/cm^2 y 786.634 Kg/cm^2 respectivamente, sin embargo en nuestra investigación se obtuvo para humedad promedio de 51.295 %, 28.439 % y 5.561 % obtuvimos una resistencia a flexión de $f_m = 722.053 \text{ Kg/cm}^2$, 1022.499 Kg/cm^2 y 1511.724 Kg/cm^2 , es decir tiene una diferencia.

Con respecto al objetivo específico 02 el cual fue; determinar si el contenido de humedad de rollizos de eucalipto influye significativamente en la resistencia a

compresión, se tiene que Del Pezo y Loaiza (2016) lograron demostrar que las propiedades mecánicas del eucalipto Globulus de la zona de Paruro-Cusco en su contenido de humedad seco y humedad natural clasificaran para su uso estructural, teniendo como resultado que la compresión paralela al grano en el de contenido de humedad natural alcanzo los $f_c = 125.4932 \text{ kg/cm}^2$ y para el contenido de humedad seco alcanzo los $f_c = 144.8210 \text{ kg/cm}^2$, sin embargo, en nuestra investigación se obtuvo para humedad promedio de 51.295 %, 28.439 % y 5.561 % obtuvimos una resistencia a flexión de $f_c = 254.901 \text{ Kg/cm}^2$, 375.102 Kg/cm^2 y 561.489 Kg/cm^2 , es decir tiene una diferencia.

CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia del contenido de humedad en la resistencia a flexocompresión realizando las comparaciones de las medias de los datos obtenidos los ensayos de esfuerzo a flexión y compresión en los tres estados de humedad verde, húmedo y seco, en el cual hubo 5 observaciones.

Con la prueba ANOVA se demostró que las medias del esfuerzo a flexión en los estados de humedad verde, húmedo y seco, difieren significativamente lo cual indica que para cada humedad distinta corresponde un esfuerzo de flexión distinta, es decir, el contenido de humedad si influye en el esfuerzo a flexión.

- Se determinó que el contenido de humedad natural en el rollizo de eucalipto influye directa y significativamente en la resistencia a flexión, asimismo se pudo observar en la Tabla N° 12, la deflexión en los estados de humedad verde, húmedo y seco tiene un deflexión promedio de 31.60 mm 23.20mm y 14.08mm respectivamente, esto permite afirmar que la humedad influye en la elasticidad y flexibilidad del rollizo al ser sometido a flexión.
- Se determinó que el contenido de humedad natural en el rollizo de eucalipto influye directa y significativamente en la resistencia a compresión, asimismo se pudo observar Tabla N° 4, la deformación en los estados de humedad verde, húmedo y seco tiene una deformación promedio de 4.044 mm, 2.292 mm y 1.686 respectivamente, que nos permite afirmar que la humedad influye en la elasticidad y flexibilidad del rollizo al ser sometido a compresión.

En los ensayos de esfuerzos de compresión, al aplicarle la fuerza de compresión a las muestras de rollizos de eucalipto seco, presenta una falla no visible en la zona de compresión, sin embargo, en los rollizos de eucalipto con porcentaje de humedad elevada, la deformación en la zona de compresión presenta una falla más

visible, esto es debido a que el rollizo seco tiene mayor cohesión anisotrópica, es decir la humedad también influye en la dureza.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los involucrados en el sector de la construcción, que es posible el uso de rollizos de eucalipto en tijerales, cerchas, en puntales para encofrados, etc. Sin embargo, deberán tratarse de rollizos de eucalipto seco con un contenido de humedad menores al 10%, ya que esto garantiza una buena capacidad de resistencia a los esfuerzos sometidos a flexión y/o compresión, asimismo se el módulo de elasticidad del rollizo seco es la que más se aproxima a las especificaciones contempladas en la norma técnica de estructuras de madera, de aplicación en la ingeniería.
- Se recomienda al sector de construcción que el uso adecuado de los rollizos de eucalipto recién talados es secado en un tiempo de 60 días a temperatura ambiente, ello garantiza un contenido de humedad seco apropiado para el uso, asimismo que estén en proporción a su longitud y área ya que representa una buena capacidad de propiedad mecánica de resistencia a flexión y evitando deformaciones continuas o ruptura inmediata por falta de simetría.
- En esta investigación se comprobó la influencia del contenido de humedad natural en el rollizo de eucalipto, es decir se manipuló la humedad propia del rollizo, sin embargo, sería materia de otra investigación en sentido contrario en donde el rollizo seco se sature alcanzando diferentes porcentajes de humedad en el que se determine los esfuerzos de flexión y compresión.

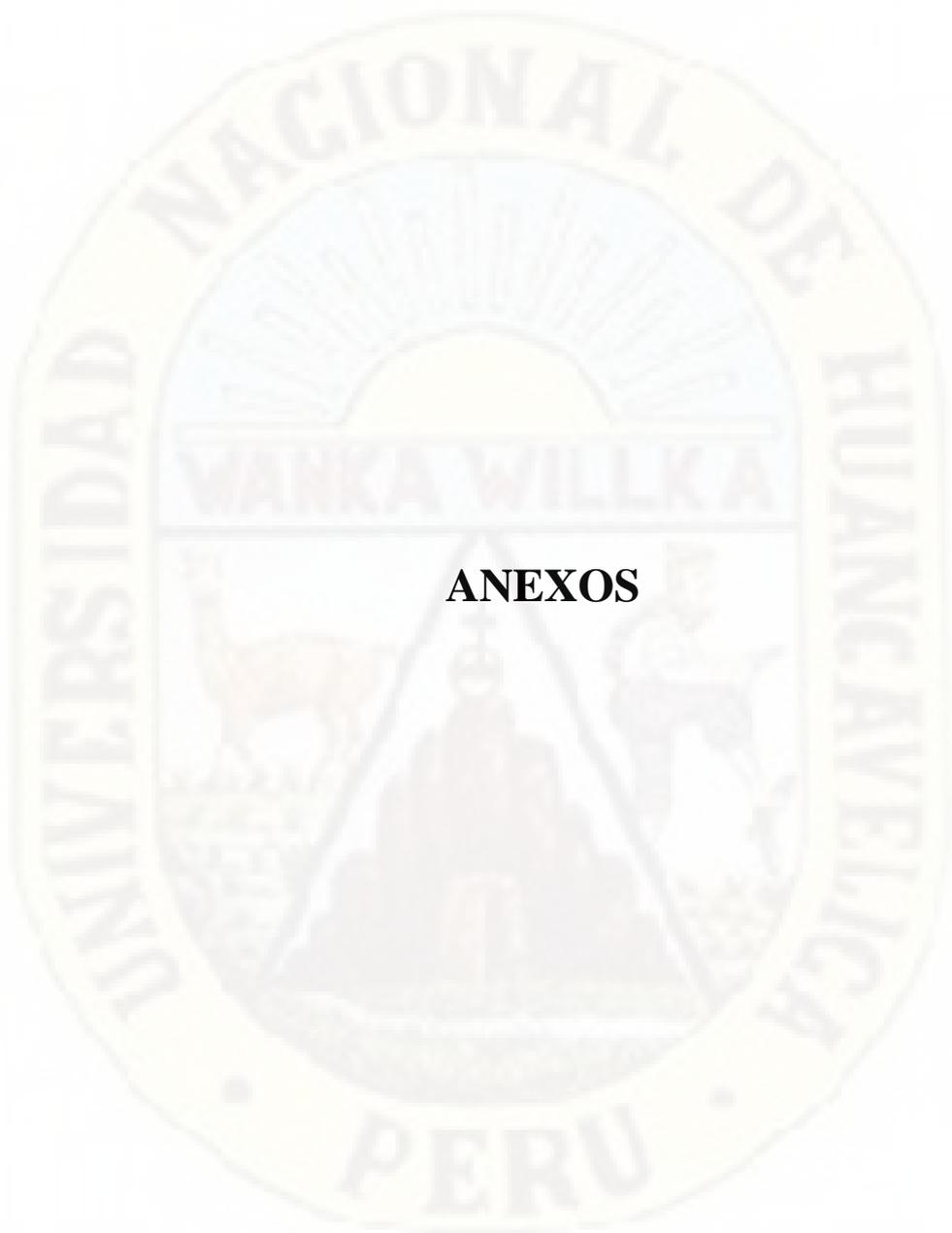
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abel, G., Dulio, O., Felisicimo, R., & Jose, G. (2011). *Como aprender y enseñar investigacion científica*. Huancavelica, Peru .
- Alvite, J. D., Vázquez, M. C., & Infante, F. S. (1982). *Manualde la Madere de Eucalipto Blanco*. Obtenido de <http://www.cismadeira.es/Galego/downloads/1.eucaliptoblanco.pdf>
- Cartagena, J. d. (1982). *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino* .
- Cazau, P. (2006). *introducion a la investigacion ciencias sociales*. Buenos Aires, Argentina .
- El proceso de la investigacion científica*. (s.f.). Col. Centro, Mexico : Grupo Noriega, D. F.
- Heiner, S., Dayana Jackeline, V., & Brayan, S. (2017). *Evaluación comparativa de los efectos que produce el aceite quemado automotriz y cola sintética blanca en las propiedades físico mecánicas de la madera eucalipto globulus con contenido de humedad seco procedente de la zona de Paucartambo-Cusco aplicada* . Cusco.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2010). *Metodologia de la investigacion* (Quinta edición ed.). Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodologia de la Investigacion* .
- Hervas, V. (12 de 02 de 2021). *la madera* . Obtenido de archivo pdf : https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2015/02/materiales-de-uso-tc3a9cnico_ii_clasificacic3b3n.pdf
- Jimero, I. (2005). *Toca Madera*. Obtenido de <https://tocamaderablog.com/propiedades-mecanicas/>
- Jose, S. (2012). *Seminarios de Investigación Científica*.
- Junio, J. (2016). análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera eucalipto globulus de la provincia de acomayo. Cusco, Peru.

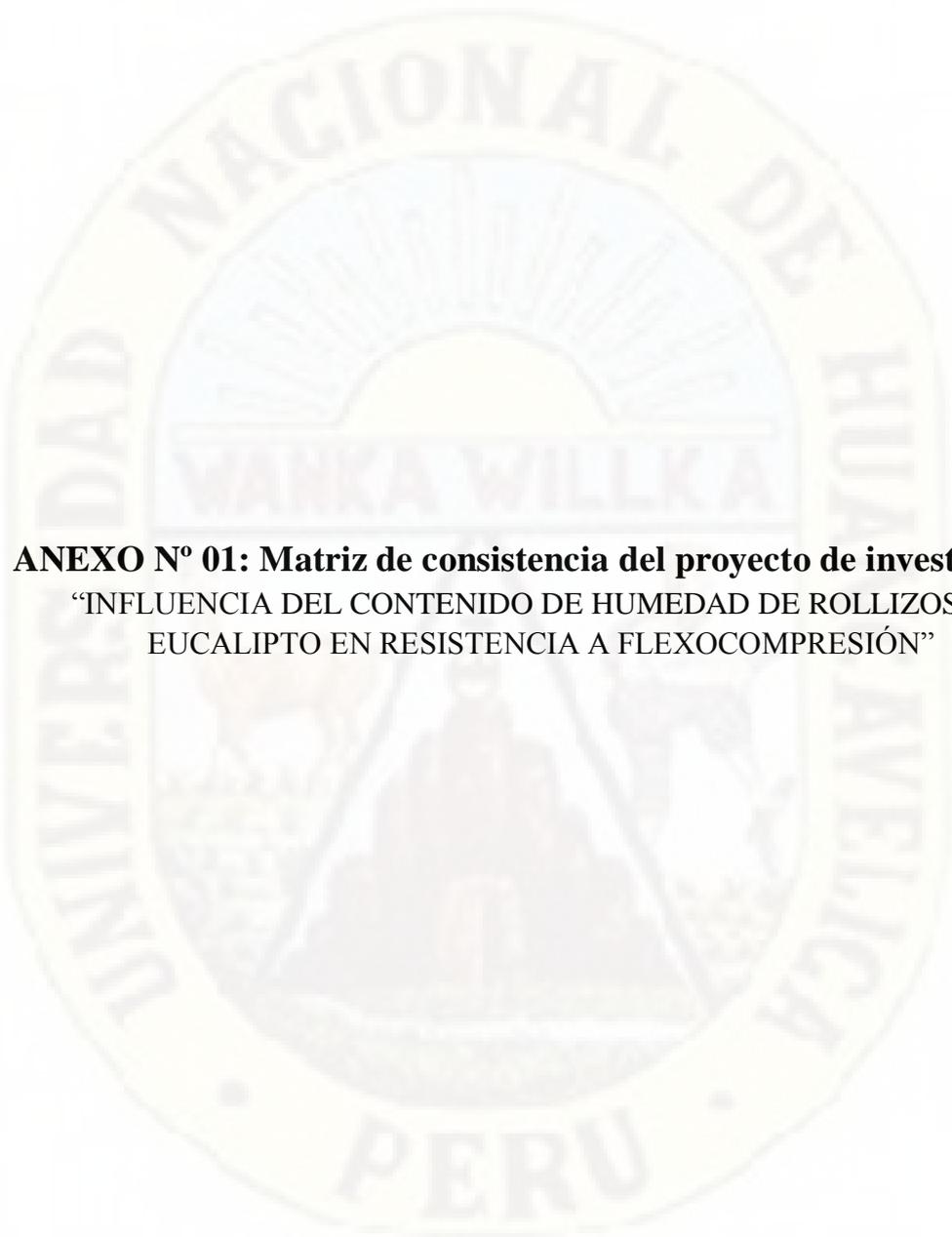
- Junior, L., & Jhordan, R. (2016). *Análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo*. Cusco : Universidad Andina de Cusco .
- Lopez Carrasco , J., & Rozas Farfan , J. E. (2016). *Análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo*. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- M, G., & A, E. (2007). Estudio comparativo entre la madera de pino y de eucalipto para diversas tipologías estructurales.
- Manquinho, D. P., & Elvis, L. (2016). *Determinación de las características físico mecánicas del eucalipto globulus de la zona de Paruro-Cusco con contenido de humedad seco y humedad natural evaluados con la norma técnica peruana E.010 para su agrupamiento estructural*. Universidad Nacional de Cusco , Cusco.
- Marcelo, T. (1984). *Manuel de diseño para maderas del crupo andino*. Lima, Peru : Junta de acuerdo de cartagena .
- Mitsy Elena, G., Andre Marquinho, D. P., & Fernando Elvis, L. (16 de Julio de 2016). *Determinación de las características físico mecánicas del eucalipto globulus de la zona de Paruro-Cusco con contenido de humedad seco y humedad natural evaluados con la norma técnica peruana E.010 para su agrupamiento estructural*. Cusco, Peru .
- Ñiño, V. (2011). *Metodología de la Investigacion* (Primero ed.). Bogota, Colombia .
- Raul Evaristo, V. (2007). *Estudio de la madera Eucalipto Saligna para uso estructural, y su influencia a nivel local y regional*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Tamayo, M. (1996). *El Proceso de la Investigacion Cientifica* .
- Torres, S., Bautista, H., & Ramirez, R. (2012). Simulación multi-física del secado de madera en. *Elsevier* , 1-10.
- Waldemir, Mariano, & Wagner. (2013). Comparación de la resistencia a la compresión del eucalipto impregnado y no impregnado sometido a dos presiones y tiempos de impregnación diferentes.
- Abel, G., Dulio, O., Felisicimo, R., & Jose, G. (2011). *Como apreder y enseñar investigacion científica*. Huancavelica, Peru .
- Alvite, J. D., Vázquez, M. C., & Infante, F. S. (1982). *Manualde la Madere de Eucalipto Blanco*. Obtenido de <http://www.cismadeira.es/Galego/downloads/1.eucaliptoblanco.pdf>

- Cartagena, J. d. (1982). *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino* .
- Cazau, P. (2006). *introducion a la investigacion ciencias sociales*. Buenos Aires, Argentina .
- El proceso de la investigacion cientifica*. (s.f.). Col. Centro, Mexico : Grupo Noriega, D. F.
- Heiner, S., Dayana Jackeline, V., & Brayan, S. (2017). *Evaluación comparativa de los efectos que produce el aceite quemado automotriz y cola sintética blanca en las propiedades físico mecánicas de la madera eucalipto globulus con contenido de humedad seco procedente de la zona de Paucartambo-Cusco aplicada* . Cusco.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2010). *Metodologia de la investigacion* (Quinta edición ed.). Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodologia de la Investigacion* .
- Hervas, V. (12 de 02 de 2021). *la madera* . Obtenido de archivo pdf : https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2015/02/materiales-de-uso-tc3a9cnico_ii_clasificacic3b3n.pdf
- Jimero, I. (2005). *Toca Madera*. Obtenido de <https://tocamaderablog.com/propiedades-mecanicas/>
- Jose, S. (2012). *Seminarios de Investigación Científica*.
- Junio, J. (2016). análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera eucalipto globulus de la provincia de acomayo. Cusco, Peru.
- Junior, L., & Jhordan, R. (2016). *Analisis de la resistencia en relacion al contenido de humedad para la aplicacion en elementos sometidos a esfuerzos de flexion usando madera de eucalipto globulos de la provincia de acomayo*. Cusco : Universidad Andina de Cusco .
- Lopez Carrasco , J., & Rozas Farfan , J. E. (2016). *Análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo*. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- M, G., & A, E. (2007). Estudio comparativo entre la madera de pino y de eucalipto para diversas tipologías estructurales.
- Manquinho, D. P., & Elvis, L. (2016). *Determinación de las características físico mecánicas del eucalipto globulus de la zona de Paruro-Cusco con contenido de humedad seco y humedad natural evaluados con la norma técnica peruana E.010 para su agrupamiento estructural*. Universidad Nacional de Cusco , Cusco.
- Marcelo, T. (1984). *Manuel de diseño para maderas del crupo andino*. Lima, Peru : Junta de acuerdo de cartagena .

- Mitsy Elena, G., Andre Marquinho, D. P., & Fernando Elvis, L. (16 de Julio de 2016). *Determinación de las características físico mecánicas del eucalipto globulus de la zona de Paruro-Cusco con contenido de humedad seco y humedad natural evaluados con la norma técnica peruana E.010 para su agrupamiento estructural*. Cusco, Peru .
- Ñiño, V. (2011). *Metodología de la Investigacion* (Primero ed.). Bogota, Colombia .
- Raul Evaristo, V. (2007). *Estudio de la madera Eucalipto Saligna para uso estructural, y su influencia a nivel local y regional*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Tamayo, M. (1996). *El Proceso de la Investigacion Cientifica* .
- Torres, S., Bautista, H., & Ramirez, R. (2012). Simulación multi-física del secado de madera en. *Elsevier* , 1-10.
- Waldemir, Mariano, & Wagner. (2013). Comparación de la resistencia a la compresión del eucalipto impregnado y no impregnado sometido a dos presiones y tiempos de impregnación diferentes.



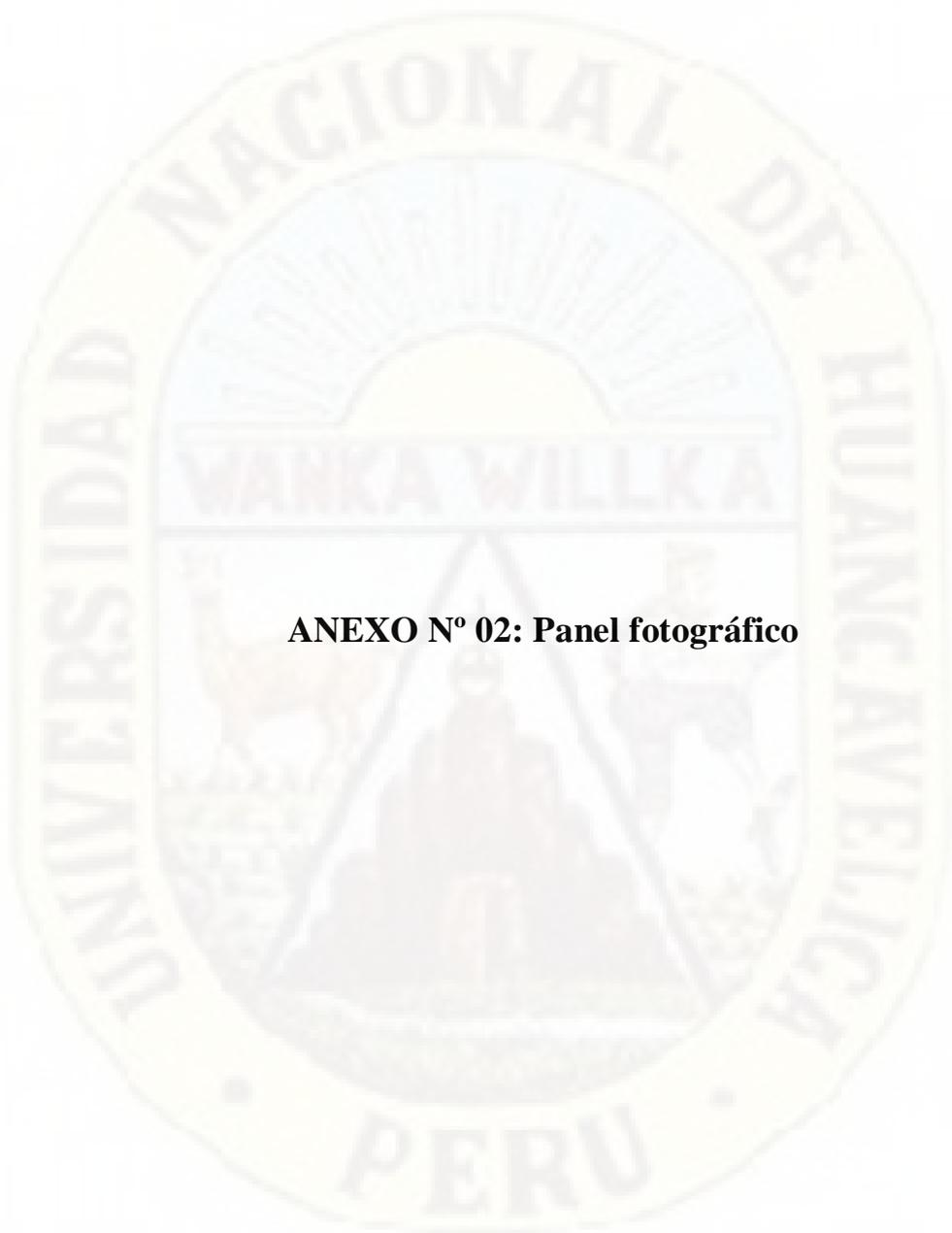
ANEXOS



ANEXO N° 01: Matriz de consistencia del proyecto de investigación
“INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE ROLLIZOS DE
EUCALIPTO EN RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN”

| PROBLEMA | OBJETIVO | MARCO TEÓRICO | HIPÓTESIS | VARIABLES | METODOLOGÍA |
|--|--|---|---|--|---|
| <p>Problema General:</p> <p>¿Cómo influye el contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia flexo compresión en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>a. ¿Cómo influirá el contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a flexión?</p> <p>b. ¿Cómo influirá el contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia compresión?</p> | <p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la influencia del contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a compresión en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>Objetivo Específico:</p> <p>a. Determinar la influencia del contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a flexión.</p> <p>b. Determinar la influencia contenido de humedad de rollizos de eucalipto en la resistencia a compresión.</p> | <p>Antecedente:</p> <p>A Nivel Internacional: Universidad de São Paulo, Brasil (2013): Waldemir y Mariano, “Comparación de la resistencia a la compresión del eucalipto impregnado y no impregnado sometido a dos presiones y tiempos de impregnación diferentes”.</p> <p>A Nivel Nacional: Universidad Andina Del Cusco – Perú – (2016): Junior y Jhordan, “Análisis de la resistencia en relación al contenido de humedad para la aplicación en elementos sometidos a esfuerzos de flexión usando madera de eucalipto globulus de la provincia de Acomayo”.</p> <p>Universidad Andina Del Cusco – Perú – (2017): Valencia y Sanchez, “Evaluación comparativa de los efectos que produce el aceite quemado automotriz y cola sintética blanca en las propiedades físico mecánicas de la madera eucalipto glóbulos con contenido de humedad seco procedente de la zona de Paucartambo - Cusco aplicada</p> | <p>Hipótesis General:</p> <p>El contenido de humedad de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexo compresión.</p> <p>Hipótesis Específico:</p> <p>a. El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a flexión.</p> <p>b. El contenido de humedad de rollizos de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a compresión.</p> | <p>Variable Independiente:</p> <p>Contenido de humedad de rollizos de eucalipto.</p> <p>Dimensiones: ✓ Estado inicial verde ✓ Estado húmedo ✓ Estado seco al aire</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Resistencia a flexo compresión</p> <p>Dimensiones: ➤ Resistencia a la flexión ➤ Resistencia a la compresión</p> | <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Pre experimental</p> <p>Población y Muestra: Población: Rollizos de eucalipto en la ciudad de Huancavelica. Muestra: Rollizos de eucalipto de 30 unidades con diámetros de 3” y con longitudes a 2.70m para rotura de probetas de rollizos de 0.20cm de altura Y 75cm de longitud para el ensayo de flexión</p> <p>METODOLOGÍA: PASO 1 Reconocimiento del terreno y zonificación de los lugares con mayor crecimiento de rollizos.</p> <p>PASO 2</p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>por inmersión prolongada para uso estructural”.</p> <p>Universidad Andina Del Cusco – Perú – (2016): Del Peso y Loaiza, “determinación de las características físico mecánicas del eucalipto glóbulos de la zona de Paruro-cusco con contenido de humedad seco y humedad natural evaluados con la norma técnica peruana e. 010 para su agrupamiento estructural”</p> <p>A Nivel Regional: No se encontró ningún antecedente.</p> <p>Marco Teórico Referencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Humedad . flexión . Compresión . Resistencia . Dureza .Retractividad o contracción | | <p>Extracción de muestras en campo.</p> <p>PASO 3 Prueba a compresión de rollizos en estado inicial y resistencia a compresión sometido a fuerza de peso constante de concreto.</p> <p>PASO 4 Análisis del contenido de humedad y resistencia de los rollizos.</p> <p>PASO 5 Análisis e interpretación de resultados.</p> |
|--|--|---|--|--|



ANEXO N° 02: Panel fotográfico

Panel – fotográfica



Fotografía 1: Selección y enumeración de muestra de rollizo de eucalipto de diámetro uniforme.



Fotografía 2: Corte de rollizo de eucalipto, haciendo uso el equipo de motosierra



Fotografía 3: Medición de rollizo de eucalipto con wimcha de 2.6m de longitud.



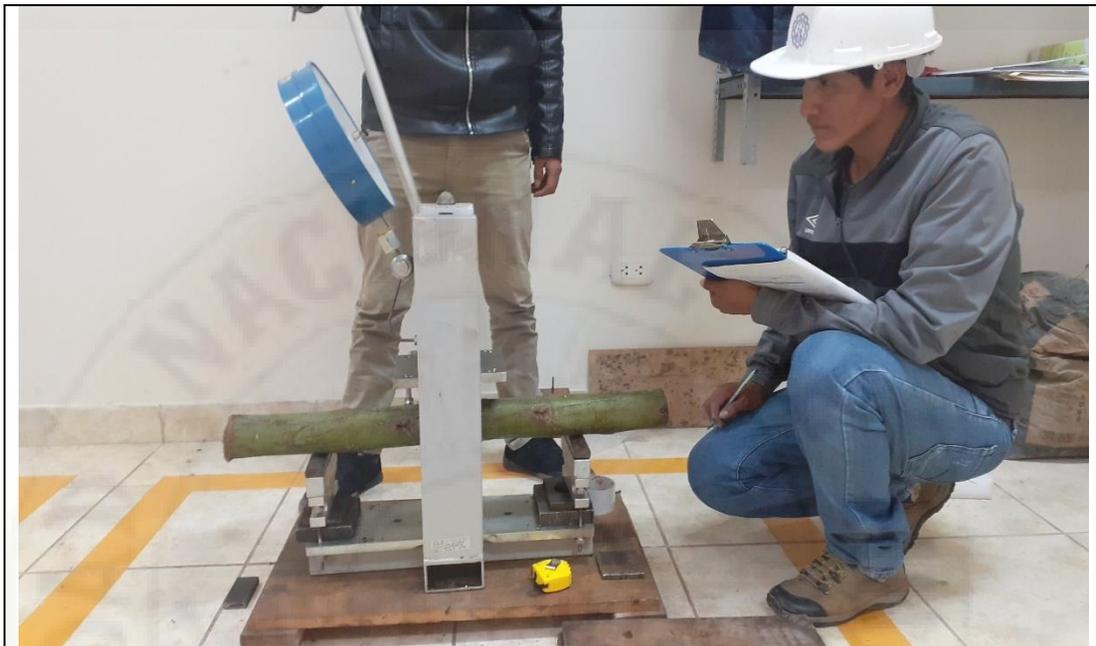
Fotografía 4: Enumeración de rollizos de eucalipto para los ensayos de compresión y flexión.



Fotografía 5: Corte de muestra de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire para los ensayos de compresión y flexión de igual longitud para cada ensayo respectivo.



Fotografía 6: Medición de diámetros en pulgadas de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire, haciendo uso de herramienta de vernier.



Fotografía 11 : Ubicación de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire en el maquina universal para el ensayo a flexión, con una dimensión de luz de 7.6cm



Fotografía 12: Se aplica la carga en el centro de la luz, obteniendo la resistencia a flexión para cada rollizo de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire.



Fotografía 13: Enseguida se continua la medición de diámetro en pulgadas de rollizos de eucalipto en estado seco al aire, haciendo uso de herramienta de vernier. Con contenido de porcentaje de humedad mínima.



Fotografía 14: Medición de diámetros de rollizos de eucalipto mediante el uso del vernier de los rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire con una altura de consideración de 20cm para conocer el contenido de humedad iniciales.



Fotografía 15: Medición peso inicial del porcentaje de humedad de cada muestra de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire.



Fotografía 16: Las muestras de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire. Se sometió al horno para conocer el Contracción, hinchamiento y peso específico con respecto a la variación de humedad.



Fotografía 17: Obtenemos el peso específico para cada muestra, peso de la muestra entre volumen de la muestra de una altura promedio de 14cm.



Fotografía 18: Corte de probeta con máquina de corte, con base liso parte superior e inferior de una altura 20cm



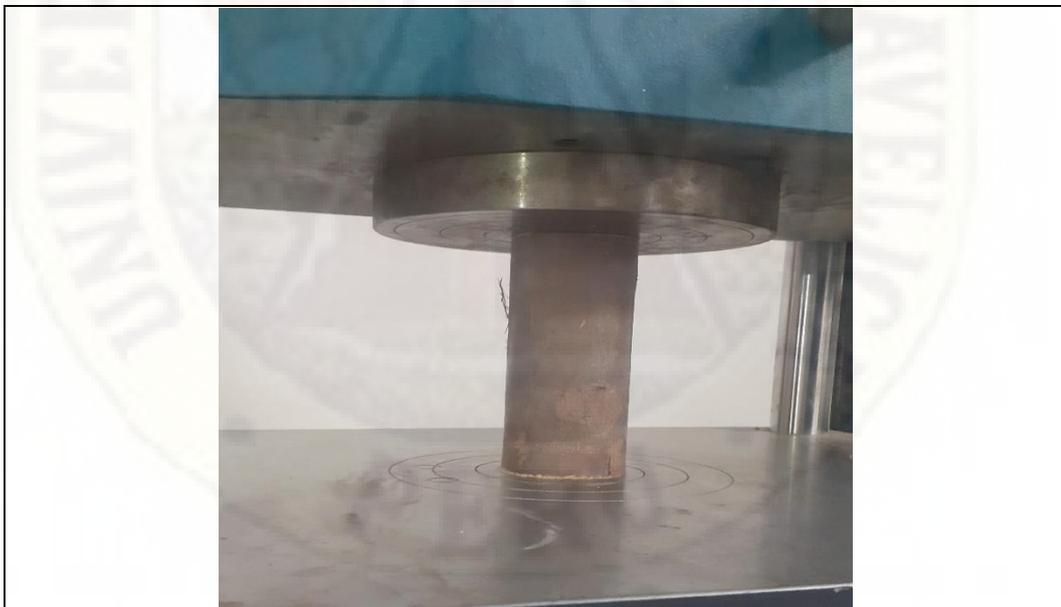
Fotografía 19: Una vez que tenemos las muestras de probetas de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, estado húmedo y estado seco al aire, nivelamos con la regla de nivel, mantener una base inferior y superior homogéneo y liso.



Fotografía 20: Verificamos muestra de probetas de rollizo de eucalipto que tenga una sección transversal uniforme y someter al ensayo de compresión dentro de máquina de prensa hidráulica



Fotografía 21: En seguida ubicamos nuestro rollizo de eucalipto y programamos nuestro software para someter a la resistencia de compresión.



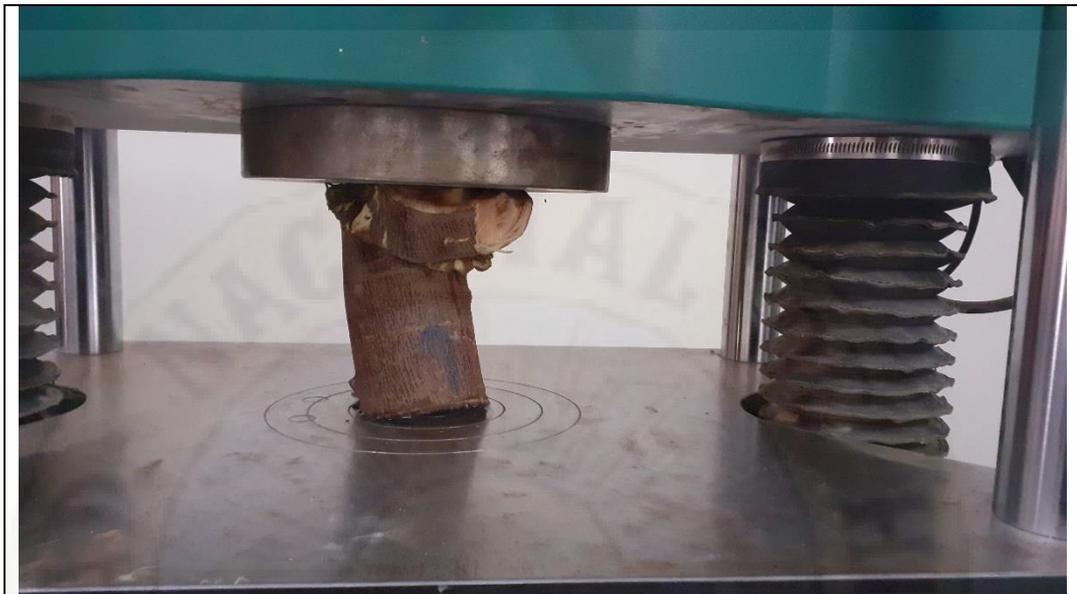
Fotografía 22: Cada de nuestra muestra de probeta de rollizo de eucalipto ubicamos en el cancroide de la máquina de prensa hidráulica y evitar el desequilibrio.



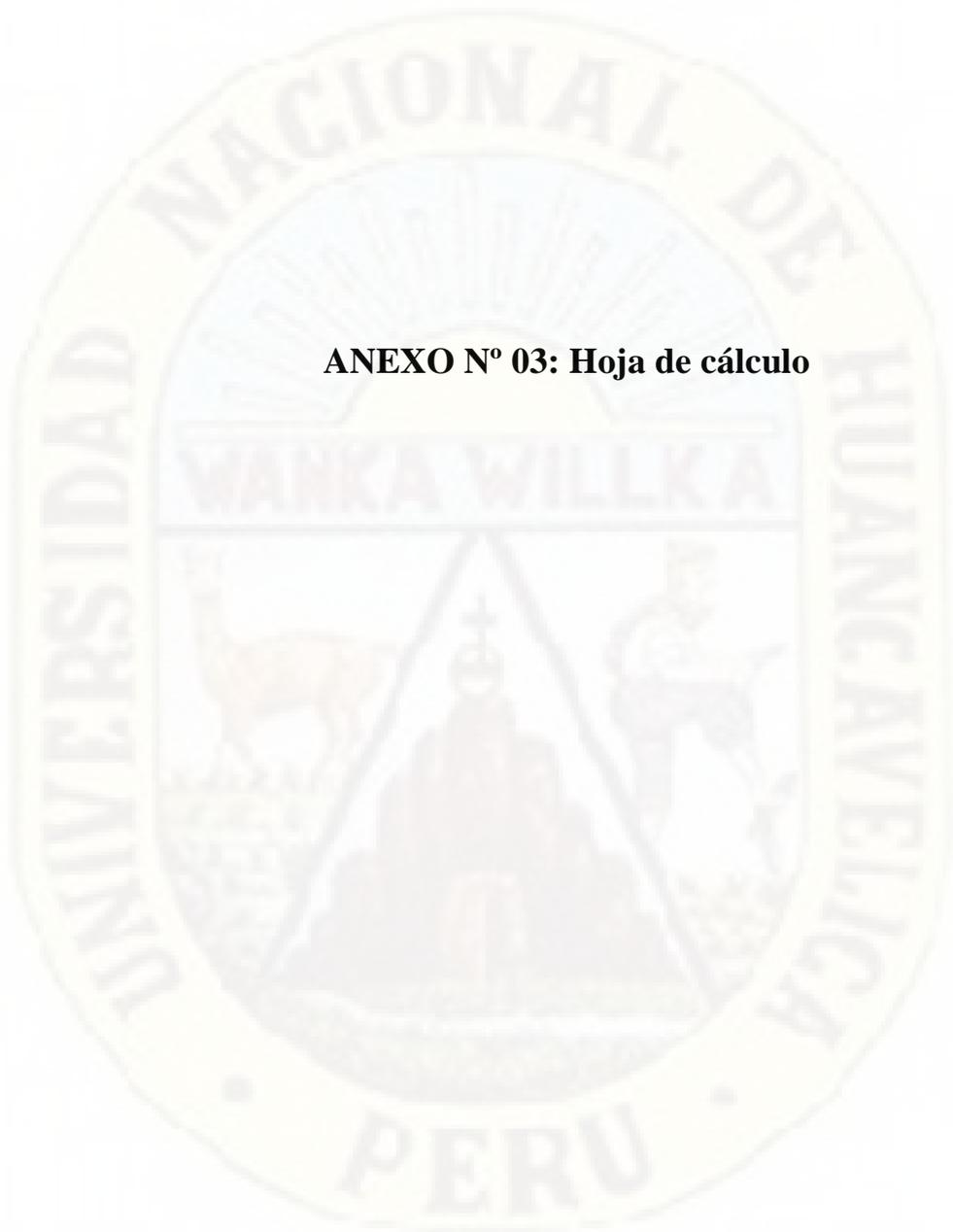
Fotografía 23: Prosiguiendo con el ensayo de resistencia a compresión dentro de software, procesamos el área de la sección transversal, altura.



Fotografía 24: Nivelación la probeta de rollizo de eucalipto previo al ensayo



Fotografía 25: Distinguimos para la probeta de rollizos de eucalipto en estado inicial verde, contiene mayor contenido de humedad, mayor deformación y esfuerzo máximo es menor que los rollizos en el estado húmedo y estado seco al aire debido a variación de humedad.



ANEXO N° 03: Hoja de cálculo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA



**TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A
FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"
RESULTADOS DE ENSAYO DE HUMEDAD**

| HUMEDAD | | | | |
|--|------------|----------------------|--------------------|----------------|
| ESTADO | MUESTRA N° | PESO INICIAL (gr) | PESO FINAL (gr) | HUMEDAD (%) |
| VERDE (El día en que se realizó el corte) | 1 | 561.74 | 245.78 | 56.25 % |
| | 3 | 618.52 | 309.66 | 49.94 % |
| | 6 | 547.3 | 296.35 | 45.85 % |
| | 14 | 474.29 | 225.09 | 52.54 % |
| | 15 | 424.73 | 204.31 | 51.90 % |
| HUMEDO (A los 30 días de realizado el corte) | 2 | 580.34 | 430.85 | 25.76 % |
| | 4 | 447.57 | 310.21 | 30.69 % |
| | 5 | 367.12 | 265.51 | 27.68 % |
| | 13 | 568.22 | 395.19 | 30.45 % |
| | 19 | 497.59 | 360.18 | 27.62 % |
| SECO (A los 60 días de realizado el corte) | 7 | 352.42 | 338.12 | 4.06 % |
| | 10 | 307.6 | 283.77 | 7.75 % |
| | 11 | 289.35 | 273.59 | 5.45 % |
| | 12 | 360.66 | 341.21 | 5.39 % |
| | 18 | 337.04 | 319.64 | 5.16 % |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO DE ESFUERZO DE COMPRESIÓN

| ESTADO | MUESTRA | HUMEDAD DE MUESTRA (%) | ALTURA DE MUESTRA (cm) | DIAMETRO EXTERIOR (cm) | DIAMETRO INTERIOR (cm) | AREA DE FIBRA (cm ²) | FUERZA LIMITE PROPORCIONAL (Kgf) | ESFUERZO LIMITE PROPORCIONAL (Kgf/cm ²) | FUERZA MAXIMA (Kgf) | ESFUERZO MAXIMO (Kgf/cm ²) | DEFORMACION LIMITE PROPORCIONAL (mm) | DEFORMACION UNITARIA (%) | MODULO DE ELASTICIDAD (Kgf/cm ²) |
|--------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---------------------|--|--------------------------------------|--------------------------|--|
| VERDE | 1 | 56.247 | 15.000 | 7.995 | 7.151 | 40.157 | 8,894.80 | 221.50 | 11,900.00 | 296.34 | 3.90 | 2.60 | 8,519.23 |
| | 3 | 49.935 | 15.000 | 7.601 | 6.725 | 35.520 | 8,403.50 | 236.58 | 12,700.00 | 357.54 | 3.25 | 2.17 | 10,919.27 |
| | 6 | 45.852 | 15.000 | 7.514 | 6.637 | 34.591 | 8,774.60 | 253.66 | 11,900.00 | 344.02 | 4.50 | 3.00 | 8,455.47 |
| | 14 | 52.542 | 15.000 | 7.540 | 6.721 | 35.473 | 10,071.40 | 283.92 | 12,456.59 | 351.16 | 3.82 | 2.55 | 11,140.84 |
| | 15 | 51.896 | 15.000 | 7.482 | 6.625 | 34.472 | 9,611.85 | 278.83 | 11,700.00 | 339.41 | 4.75 | 3.17 | 8,805.28 |
| HUMEDO | 2 | 25.759 | 15.000 | 7.239 | 6.541 | 33.603 | 13,562.50 | 403.61 | 16,062.44 | 478.01 | 2.34 | 1.56 | 25,872.42 |
| | 4 | 30.690 | 15.000 | 7.157 | 6.439 | 32.563 | 10,950.00 | 336.27 | 11,551.62 | 354.74 | 2.16 | 1.44 | 23,352.04 |
| | 5 | 27.678 | 15.000 | 7.096 | 6.403 | 32.200 | 13,500.00 | 419.25 | 9,965.29 | 309.48 | 2.34 | 1.56 | 26,875.24 |
| | 13 | 30.451 | 15.000 | 7.223 | 6.538 | 33.572 | 12,300.00 | 366.37 | 14,128.58 | 420.84 | 2.22 | 1.48 | 24,755.04 |
| | 19 | 27.615 | 15.000 | 7.174 | 6.482 | 33.000 | 11,550.00 | 350.00 | 12,444.09 | 377.10 | 2.40 | 1.60 | 21,875.30 |
| SECO | 7 | 4.058 | 15.000 | 6.808 | 6.289 | 31.064 | 17,775.00 | 572.21 | 21,583.26 | 694.81 | 1.70 | 1.13 | 50,489.24 |
| | 10 | 7.747 | 15.000 | 6.489 | 5.983 | 28.114 | 16,537.50 | 588.22 | 20,064.90 | 713.69 | 1.70 | 1.13 | 51,902.03 |
| | 11 | 5.447 | 15.000 | 6.745 | 6.224 | 30.425 | 16,425.00 | 539.85 | 20,689.63 | 680.02 | 1.59 | 1.06 | 50,929.62 |
| | 12 | 5.393 | 15.000 | 6.827 | 6.328 | 31.450 | 18,450.00 | 586.64 | 24,877.45 | 791.01 | 1.82 | 1.21 | 48,349.66 |
| | 18 | 5.163 | 15.000 | 6.447 | 5.935 | 27.665 | 14,400.00 | 520.51 | 19,590.40 | 708.13 | 1.62 | 1.08 | 48,195.60 |



INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES
ENSAYO DE FUERZA VS COMPRESIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA
DE FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO

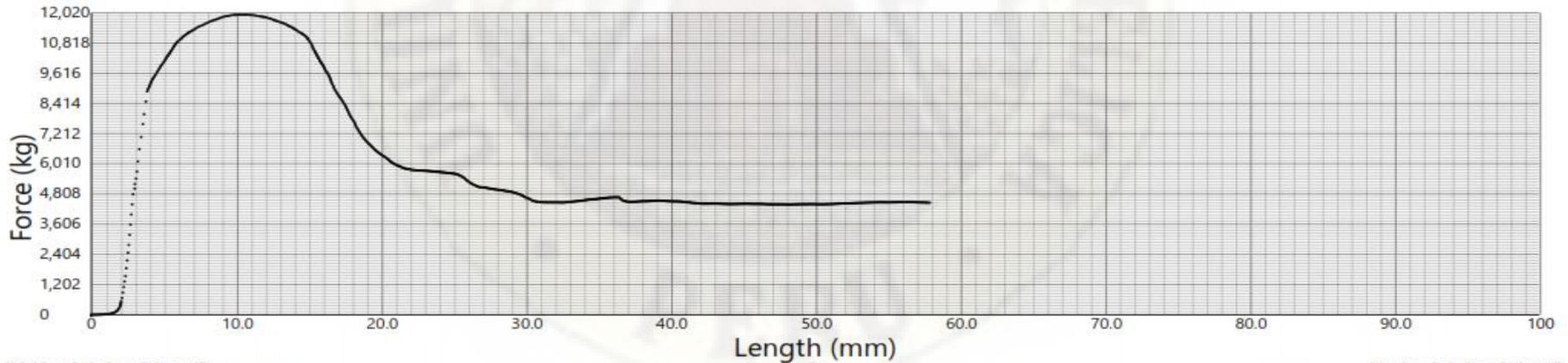


Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name: Generic Tensile - Force vs. Position

MUESTRA: N° 01

| Ext.Diam. | Ins.Diam. | Area | Ultimate Force | Ultimate Stress | Height |
|-----------|-----------|-----------------|----------------|--------------------|--------|
| mm | mm | mm ² | kg | kg/mm ² | mm |
| 79.945 | 71.505 | 4015.713 | 11900.00 | 2.963 | 150 |





INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES
ENSAYO DE FUERZA VS COMPRESIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA
DE FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO



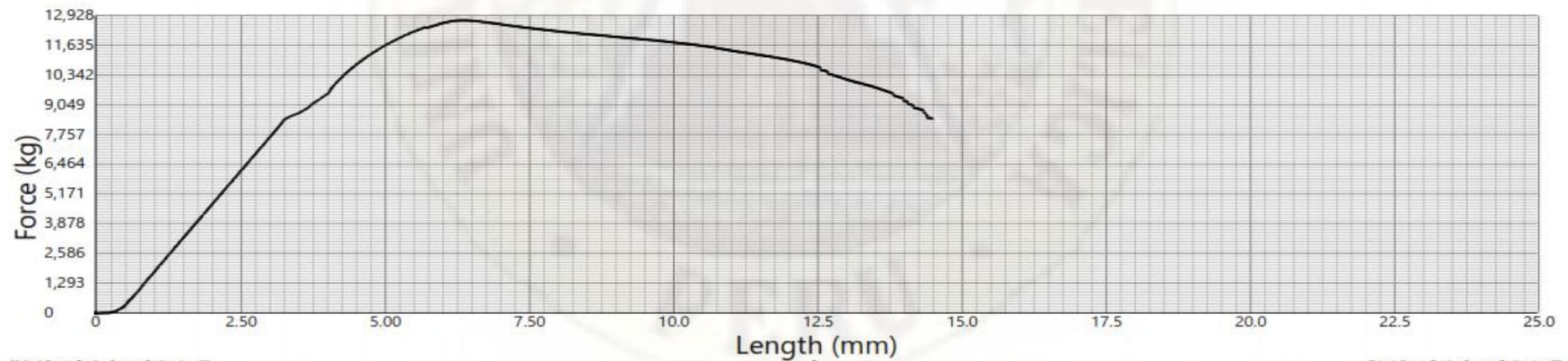
www.unh.edu.pe

Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name: Generic Tensile - Force vs. Position

MUESTRA: N° 03

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 76.010 | 67.250 | 4015.713 | 12700.00 | 3.575 | 150 |





INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES
ENSAYO DE FUERZA VS COMPRESIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA
DE FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO



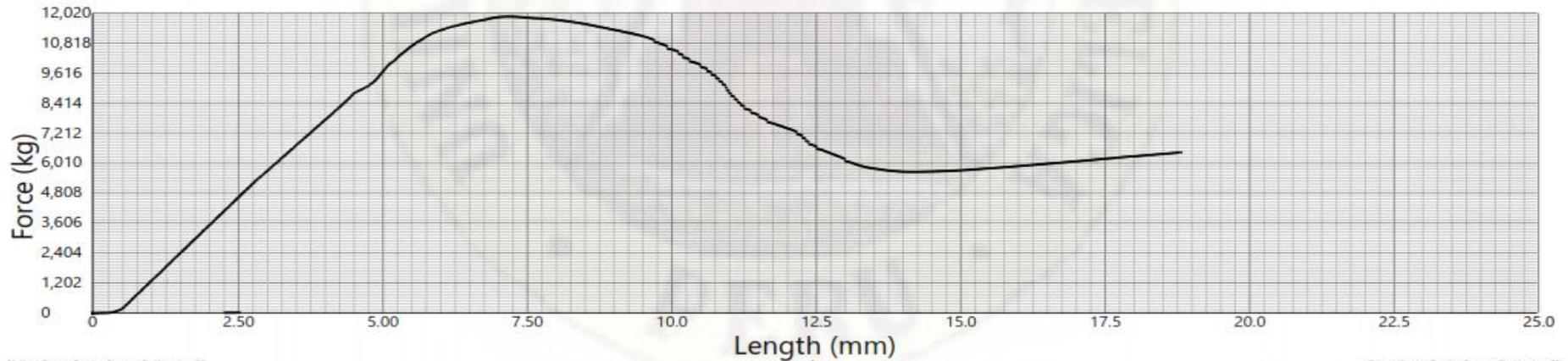
www.unh.edu.pe

Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name: Generic Tensile - Force vs. Position

MUESTRA: N° 06

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 75.135 | 66.365 | 3459.140 | 11900.00 | 3.440 | 150 |





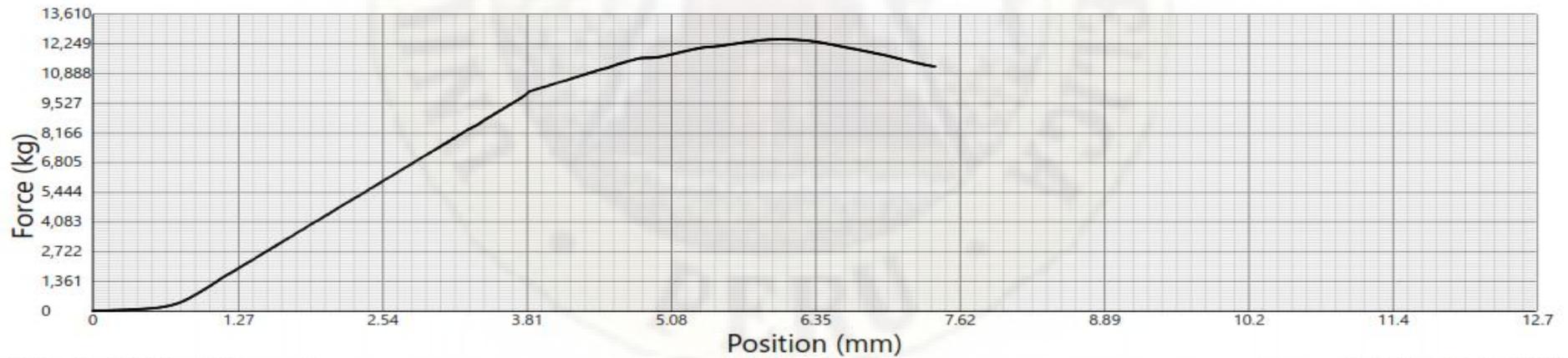
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES



Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

MUESTRA: N° 14

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 75.395 | 67.205 | 3547.260 | 12456.59 | 3.512 | 150 |





INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES
ENSAYO DE FUERZA VS COMPRESIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA
DE FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO



UNH
Universidad Nacional de
Huancavelica

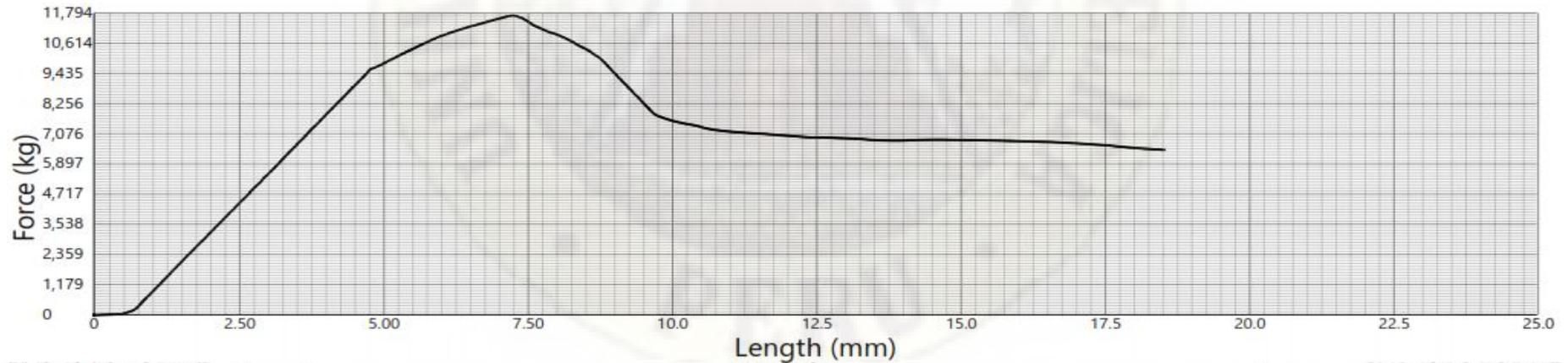
www.unh.edu.pe

Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name: Generic Tensile - Force vs. Position

MUESTRA: N° 15

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 74.820 | 66.250 | 3447.162 | 11700.00 | 3.394 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

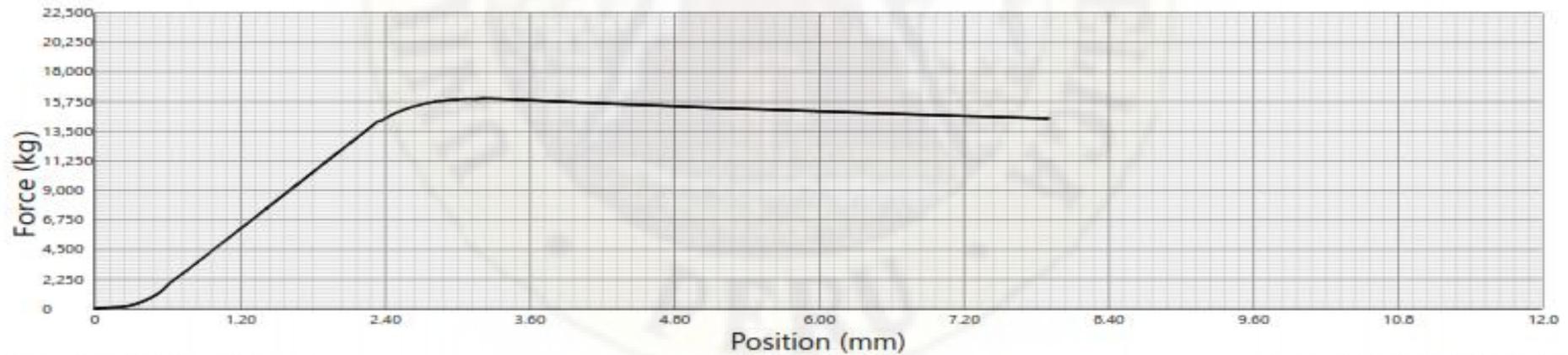


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SEMI HUMEDO

MUESTRA: N° 02

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 72.350 | 65.410 | 3360.301 | 16062.44 | 4.780 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

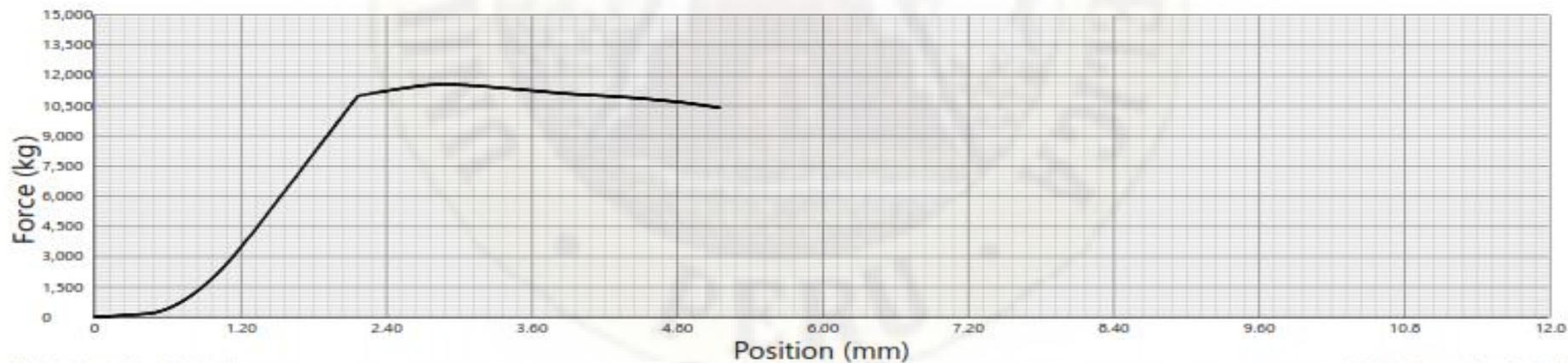


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SEMI HUMEDO

MUESTRA N° 04

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 71.570 | 64.390 | 3296.317 | 11551.62 | 3.547 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

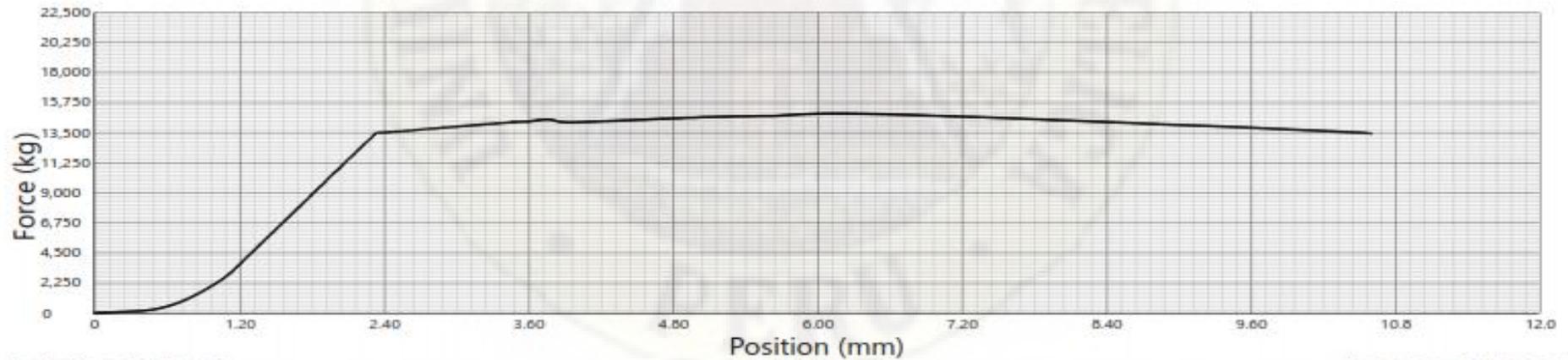


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO-
LLIZOS DE EU-CALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SEMI HUMEDO

MUESTRA N° 05

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 70.960 | 64.030 | 3220.008 | 9965.29 | 3.095 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

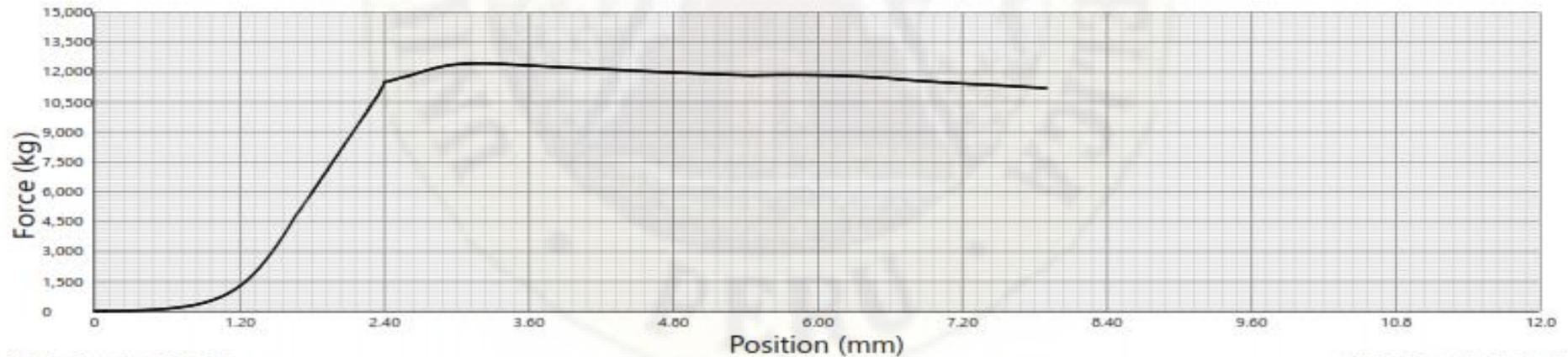


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SEMI HUMEDO

MUESTRA N° 19

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 71.740 | 64.620 | 3296.954 | 12444.09 | 3.771 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

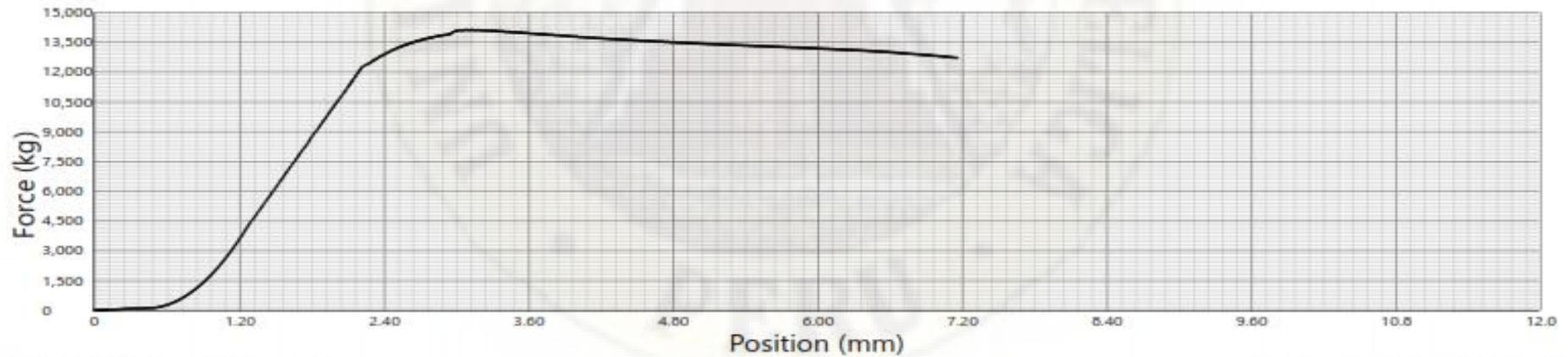


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO
LLEZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SEMI HUMEDO

MUESTRA: N° 13

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 72.230 | 65.360 | 3357.219 | 14126.56 | 4.206 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

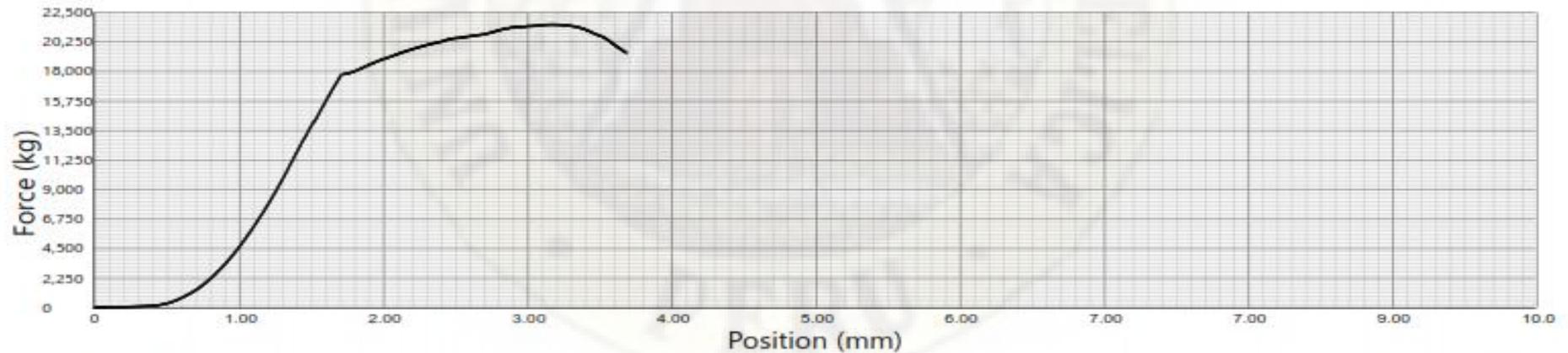


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO-
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SECO

MUESTRA: N° 07

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 65.000 | 62.090 | 3106.369 | 21583.26 | 6.946 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

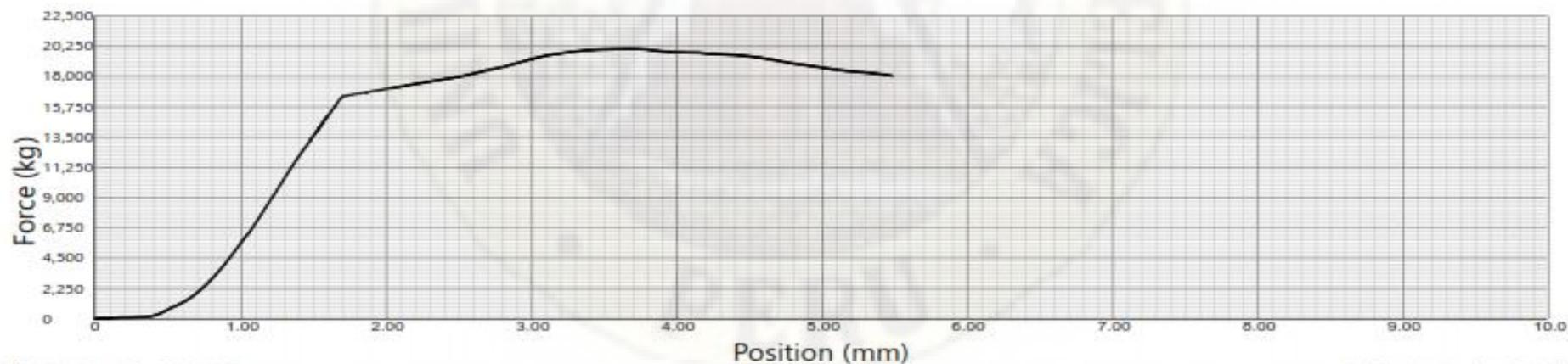


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE ROS
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SECO

MUESTRA: N° 10

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 64.050 | 59.630 | 2611.434 | 20064.90 | 7.137 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

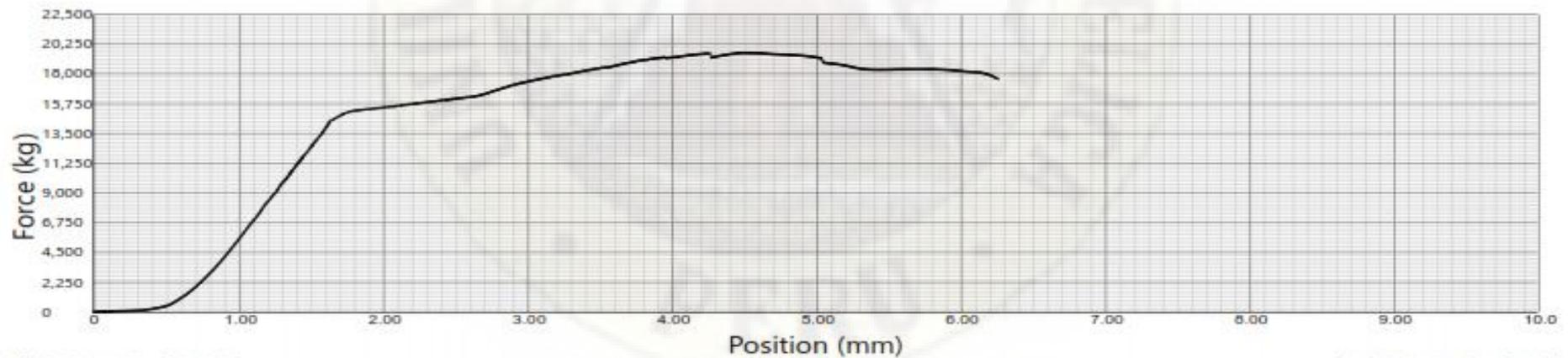


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO-
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SECO

MUESTRA: N° 18

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 64.470 | 59.350 | 2766.504 | 19590.40 | 7.061 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

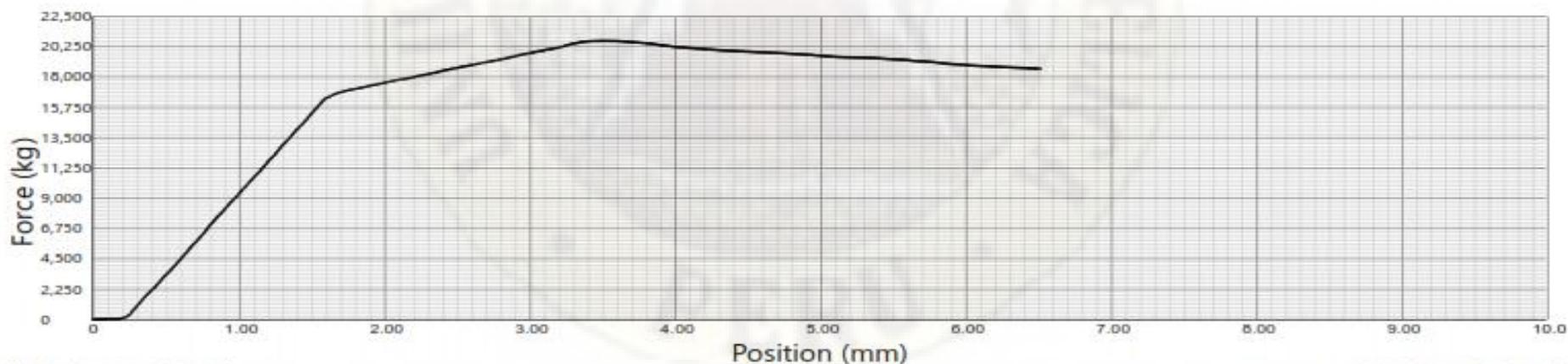


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO
LIZOS DE EUCALIPTO.
SÓLICITANTE: TESISTAS
MUESTRAS: SECO

MUESTRA: N° 11

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 67.450 | 62.240 | 3042.469 | 20699.63 | 6.800 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

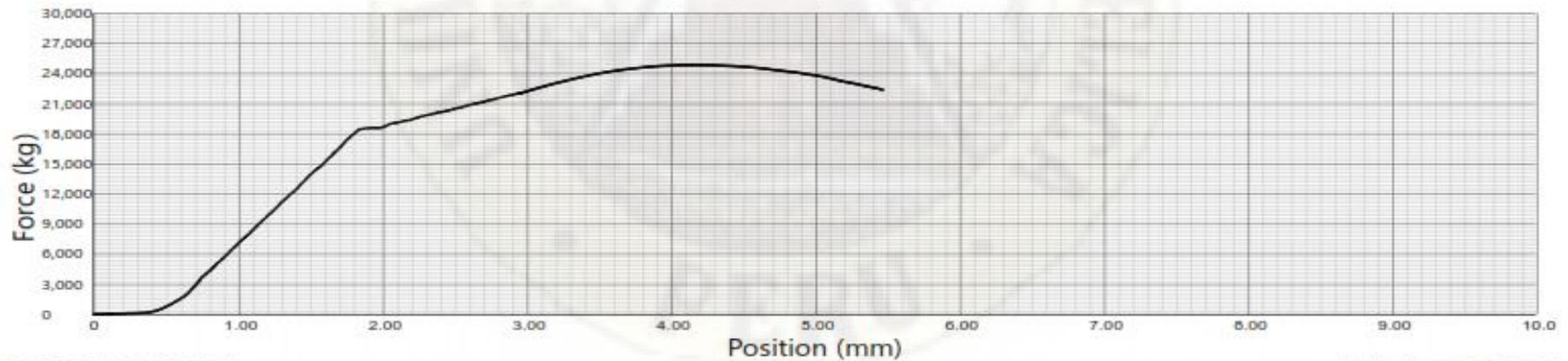


Method Name: Generic Compression - Force vs. Position

TESIS: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN DE RO-
LLIZOS DE EUCALIPTO.
SOLICITANTE: TESISISTAS
MUESTRAS: SECO

MUESTRA: N° 12

| Ext. Diam. mm | Ins. Diam. mm | Area mm ² | Ultimate Force kg | Ultimate Stress kg/mm ² | Height mm |
|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|
| 68.270 | 68.270 | 3145.018 | 24577.45 | 7.910 | 150 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEJO COMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



RESUMEN GENERAL DEL ENSAYO DE ESFUERZO DE FLEXIÓN

| Estado de Humedad | Muestra Nº | Distancia entre los soportes (cm) | Diámetro exterior de la muestra (cm) | Diámetro interior de la muestra (cm) | Área de la muestra (cm ²) | Carga al límite proporcional (Kgf) | Esfuerzo al límite proporcional (Kgf/ cm ²) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga máxima (Kgf) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Módulo de rotura (Kgf/ cm ²) | Módulo de elasticidad (Kgf/ cm ²) | HUMEDAD (%) |
|-------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|---|--------------------|---|--|---|-------------|
| VERDE | 1 | 70 | 6.605 | 5.977 | 28.061 | 920.00 | 767.911 | 34.0 | 1113.90 | 46.72 | 863.345 | 30,858.28 | 56.2 % |
| | 3 | 70 | 6.985 | 6.375 | 31.919 | 980.00 | 674.254 | 30.0 | 1148.40 | 45.14 | 733.679 | 28,791.68 | 49.9 % |
| | 6 | 70 | 6.910 | 6.182 | 30.016 | 920.00 | 694.127 | 30.0 | 1100.70 | 43.19 | 771.144 | 30,565.64 | 45.9 % |
| | 14 | 70 | 6.945 | 6.202 | 30.210 | 1000.00 | 747.210 | 32.0 | 1154.00 | 43.89 | 800.689 | 30,747.23 | 52.5 % |
| | 15 | 70 | 6.700 | 5.999 | 28.260 | 880.00 | 726.763 | 32.0 | 992.80 | 43.30 | 761.355 | 30,920.39 | 51.9 % |
| HUMEDO | 2 | 70 | 6.497 | 5.902 | 27.358 | 1120.00 | 971.088 | 22.0 | 1355.00 | 29.12 | 1090.926 | 61,077.54 | 25.8 % |
| | 4 | 70 | 6.402 | 5.818 | 26.585 | 1200.00 | 1086.171 | 25.0 | 1327.00 | 30.67 | 1115.330 | 60,985.89 | 30.7 % |
| | 5 | 70 | 6.467 | 5.902 | 27.358 | 1120.00 | 971.088 | 22.0 | 1347.00 | 28.44 | 1084.485 | 61,077.54 | 27.7 % |
| | 13 | 70 | 6.427 | 5.874 | 27.099 | 1198.00 | 1053.642 | 24.0 | 1338.00 | 31.58 | 1092.717 | 61,036.95 | 30.5 % |
| | 19 | 70 | 6.570 | 5.986 | 28.143 | 1240.00 | 1030.504 | 23.0 | 1424.00 | 29.85 | 1098.888 | 61,126.56 | 27.6 % |
| SECO | 7 | 70 | 6.240 | 5.896 | 27.303 | 1800.00 | 1565.447 | 16.0 | 2268.00 | 21.48 | 1831.572 | 135,520.69 | 4.1 % |
| | 10 | 70 | 6.503 | 6.153 | 29.735 | 2000.00 | 1530.409 | 15.0 | 2334.00 | 20.04 | 1658.416 | 135,417.27 | 7.7 % |
| | 11 | 70 | 6.508 | 6.146 | 29.667 | 1990.00 | 1527.966 | 15.0 | 2385.00 | 21.06 | 1700.451 | 135,355.09 | 5.4 % |
| | 12 | 70 | 6.363 | 5.995 | 28.227 | 1800.00 | 1489.166 | 15.0 | 2348.00 | 22.86 | 1803.782 | 135,240.72 | 5.4 % |
| | 18 | 70 | 6.603 | 6.271 | 30.886 | 2000.00 | 1445.632 | 13.9 | 2422.00 | 19.37 | 1625.613 | 135,441.26 | 5.2 % |

TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLIUYACC HUAMAN, Pricilio

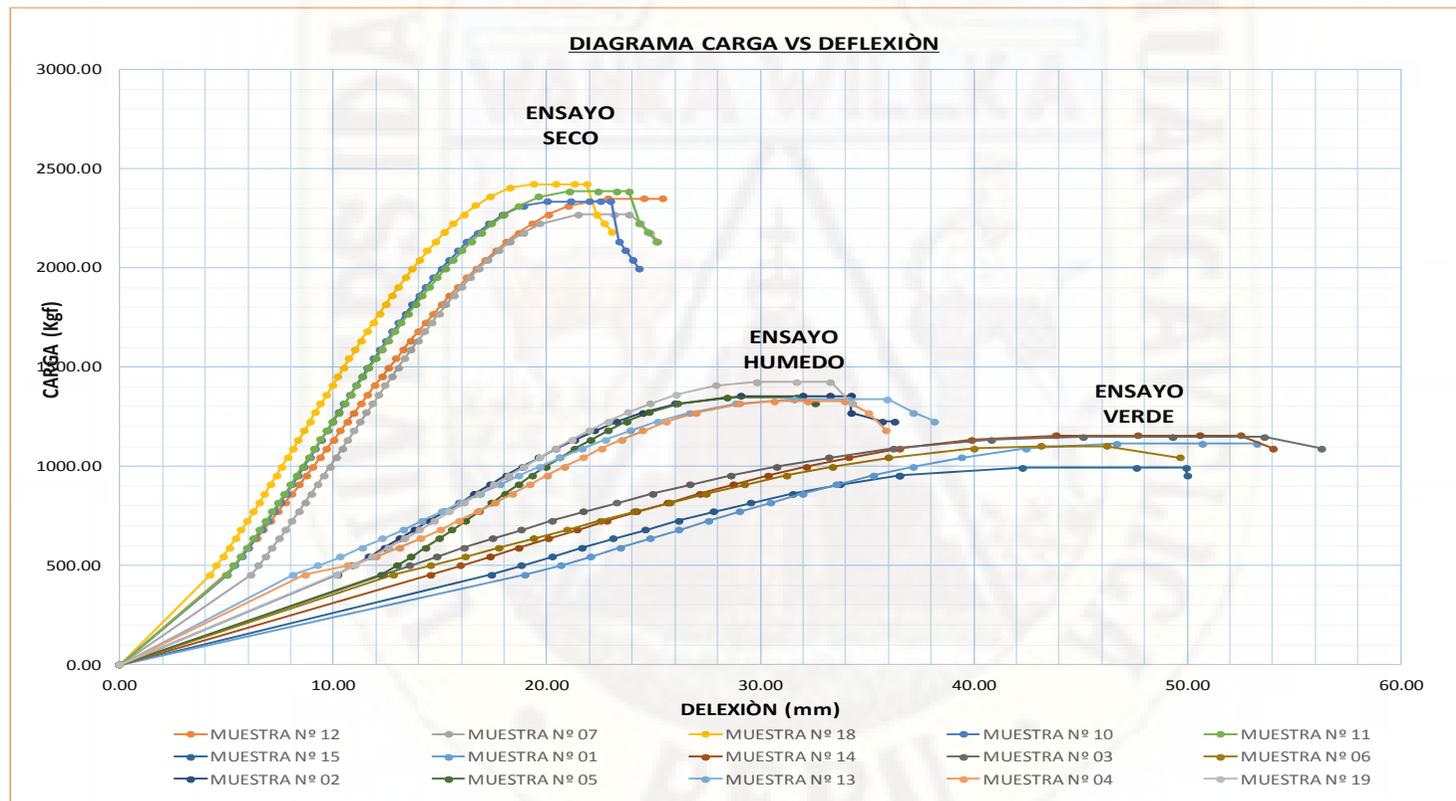


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



CONSOLIDADO DEL ENSAYO DEL ESFUERZO DE FLEXIÓN



TESISTAS:
Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
Bach. LLIUYACC HUAMAN, Pricilio



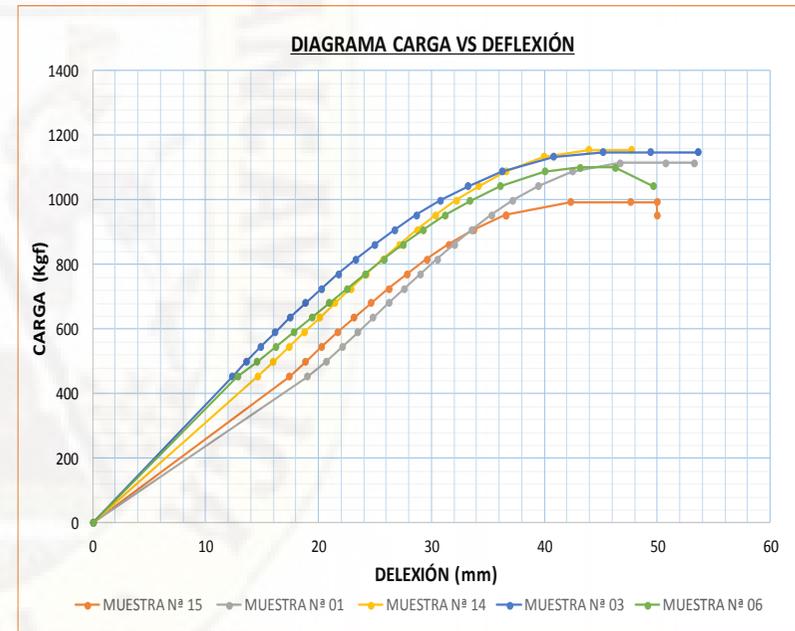
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

CONSOLIDADO DE ENSAYOS DE ESFUERZO A FLEXIÓN EN ESTADO VERDE

| MUESTRA N° 01 | | MUESTRA N° 03 | | MUESTRA N° 06 | | MUESTRA N° 14 | | MUESTRA N° 15 | |
|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| DESPL. (mm) | ESFUERZO (Kg/cm ²) |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19.000 | 453.671 | 12.365 | 453.718 | 12.830 | 453.65 | 14.585 | 453.667 | 17.410 | 453.597 |
| 20.645 | 499.052 | 13.585 | 498.977 | 14.540 | 499.03 | 15.980 | 498.988 | 18.825 | 499.037 |
| 22.055 | 544.307 | 14.840 | 544.396 | 16.185 | 544.39 | 17.355 | 544.320 | 20.240 | 544.298 |
| 23.450 | 589.794 | 16.125 | 589.648 | 17.790 | 589.77 | 18.720 | 589.693 | 21.670 | 589.698 |
| 24.830 | 635.128 | 17.455 | 635.091 | 19.370 | 635.11 | 20.085 | 635.156 | 23.130 | 635.042 |
| 26.210 | 680.438 | 18.830 | 680.512 | 20.940 | 680.37 | 21.450 | 680.432 | 24.640 | 680.384 |
| 27.605 | 725.849 | 20.255 | 725.837 | 22.525 | 725.85 | 22.830 | 725.735 | 26.190 | 725.810 |
| 29.020 | 771.133 | 21.740 | 771.095 | 24.125 | 771.11 | 24.240 | 771.235 | 27.830 | 771.083 |
| 30.475 | 816.475 | 23.305 | 816.511 | 25.770 | 816.49 | 25.680 | 816.569 | 29.580 | 816.483 |
| 31.990 | 861.923 | 24.960 | 861.880 | 27.480 | 861.90 | 27.170 | 861.924 | 31.520 | 861.902 |
| 33.580 | 907.175 | 26.730 | 907.239 | 29.280 | 907.18 | 28.725 | 907.190 | 33.730 | 907.227 |
| 35.295 | 952.556 | 28.650 | 952.575 | 31.230 | 952.58 | 30.380 | 952.594 | 36.540 | 952.552 |
| 37.200 | 997.981 | 30.780 | 997.932 | 33.410 | 997.88 | 32.170 | 997.922 | 36.550 | 952.619 |
| 39.430 | 1043.265 | 33.225 | 1043.268 | 36.035 | 1043.23 | 34.175 | 1043.279 | 42.300 | 992.800 |
| 42.465 | 1088.626 | 36.235 | 1088.634 | 40.010 | 1088.61 | 36.560 | 1088.608 | 47.620 | 992.800 |
| 46.720 | 1113.941 | 40.815 | 1133.969 | 43.185 | 1100.66 | 39.935 | 1133.998 | 49.950 | 992.800 |
| 50.715 | 1113.941 | 45.140 | 1148.445 | 46.220 | 1100.66 | 43.890 | 1154.112 | 50.000 | 952.539 |
| 53.275 | 1113.941 | 49.350 | 1148.445 | 49.655 | 1043.31 | 47.680 | 1154.112 | | |
| | | 53.605 | 1148.445 | | | 50.585 | 1154.112 | | |
| | | 56.280 | 1088.685 | | | 52.495 | 1154.112 | | |
| | | | | | | 54.010 | 1088.683 | | |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYACC HUAMAN, Pricilio



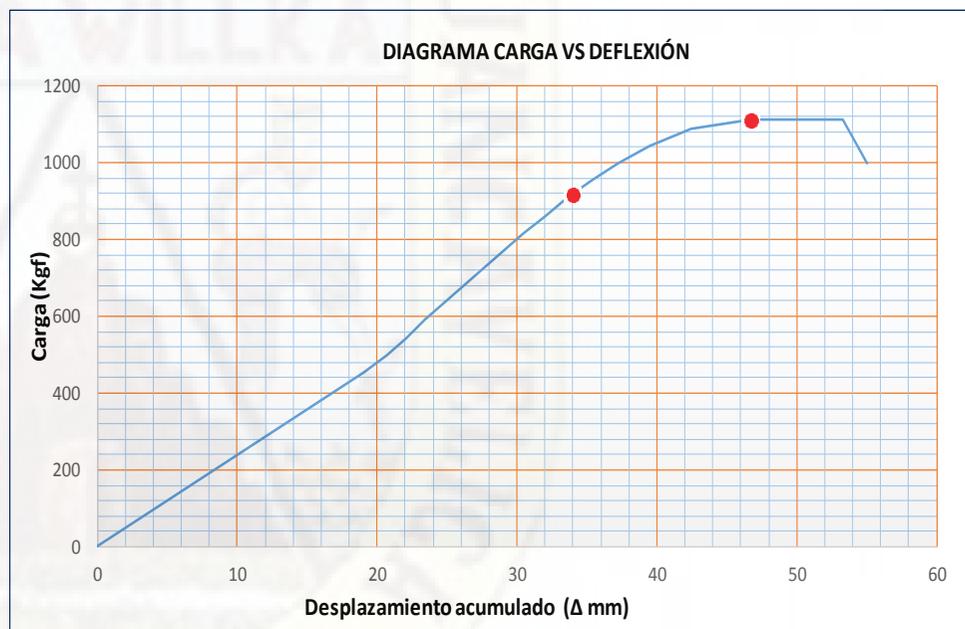
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



MUESTRA N° 01

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | Esfuerzo (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 20.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22.100 | 19.000 | 19.000 | 10.002 | 453.671 | 392.294 |
| 22.265 | 1.645 | 20.645 | 11.002 | 499.052 | 431.536 |
| 22.405 | 1.410 | 22.055 | 12.000 | 544.307 | 470.668 |
| 22.545 | 1.395 | 23.450 | 13.003 | 589.794 | 510.002 |
| 22.683 | 1.380 | 24.830 | 14.002 | 635.128 | 549.203 |
| 22.821 | 1.380 | 26.210 | 15.001 | 680.438 | 588.382 |
| 22.960 | 1.395 | 27.605 | 16.002 | 725.849 | 627.650 |
| 23.102 | 1.415 | 29.020 | 17.001 | 771.133 | 666.807 |
| 23.247 | 1.455 | 30.475 | 18.000 | 816.475 | 706.015 |
| 23.399 | 1.515 | 31.990 | 19.002 | 861.923 | 745.314 |
| 23.558 | 1.590 | 33.580 | 20.000 | 907.175 | 784.444 |
| 23.729 | 1.715 | 35.295 | 21.000 | 952.556 | 823.686 |
| 23.920 | 1.905 | 37.200 | 22.002 | 997.981 | 862.965 |
| 24.143 | 2.230 | 39.430 | 23.000 | 1043.265 | 902.123 |
| 24.447 | 3.035 | 42.465 | 24.000 | 1088.626 | 941.347 |
| 24.872 | 4.255 | 46.720 | 24.558 | 1113.941 | 963.237 |
| 25.271 | 3.995 | 50.715 | 24.558 | 1113.941 | 963.237 |
| 25.527 | 2.560 | 53.275 | 24.558 | 1113.941 | 963.237 |
| 25.701 | 1.740 | 55.015 | 22.003 | 998.023 | 863.002 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLIUYACCHUAMAN, Prícilio



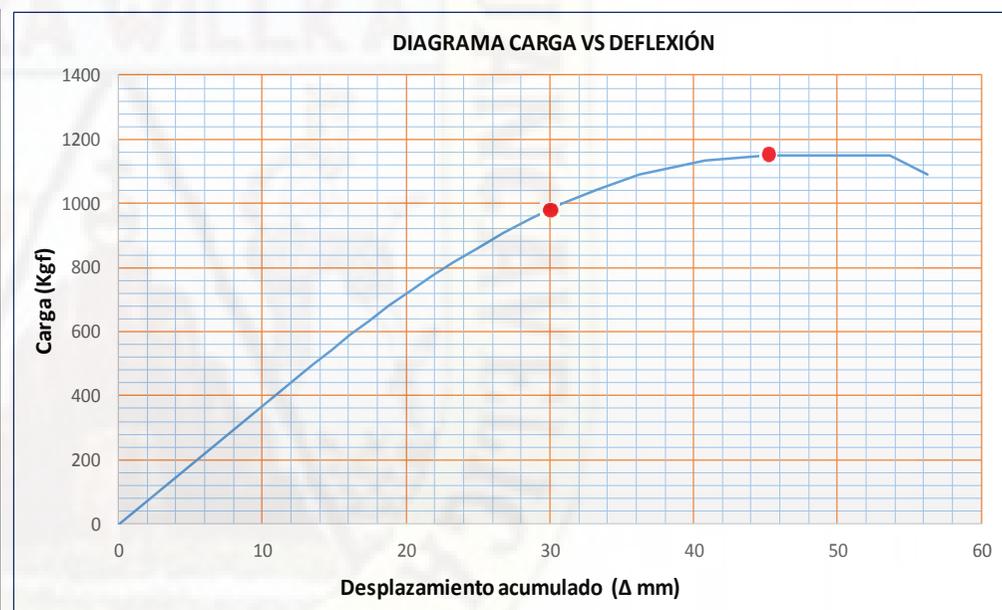
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA N° 03

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 20.210 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21.447 | 12.365 | 12.365 | 10.003 | 453.718 | 312.165 |
| 21.569 | 1.220 | 13.585 | 11.001 | 498.977 | 343.303 |
| 21.694 | 1.255 | 14.840 | 12.002 | 544.396 | 374.552 |
| 21.823 | 1.285 | 16.125 | 13.000 | 589.648 | 405.687 |
| 21.956 | 1.330 | 17.455 | 14.001 | 635.091 | 436.952 |
| 22.093 | 1.375 | 18.830 | 15.003 | 680.512 | 468.202 |
| 22.236 | 1.425 | 20.255 | 16.002 | 725.837 | 499.387 |
| 22.384 | 1.485 | 21.740 | 17.000 | 771.095 | 530.525 |
| 22.541 | 1.565 | 23.305 | 18.001 | 816.511 | 561.771 |
| 22.706 | 1.655 | 24.960 | 19.001 | 861.880 | 592.986 |
| 22.883 | 1.770 | 26.730 | 20.001 | 907.239 | 624.193 |
| 23.075 | 1.920 | 28.650 | 21.001 | 952.575 | 655.385 |
| 23.288 | 2.130 | 30.780 | 22.001 | 997.932 | 686.592 |
| 23.533 | 2.445 | 33.225 | 23.000 | 1043.268 | 717.783 |
| 23.834 | 3.010 | 36.235 | 24.000 | 1088.634 | 748.996 |
| 24.292 | 4.580 | 40.815 | 25.000 | 1133.969 | 780.187 |
| 24.724 | 4.325 | 45.140 | 25.319 | 1148.445 | 790.147 |
| 25.145 | 4.210 | 49.350 | 25.319 | 1148.445 | 790.147 |
| 25.571 | 4.255 | 53.605 | 25.319 | 1148.445 | 790.147 |
| 25.838 | 2.675 | 56.280 | 24.002 | 1088.685 | 749.031 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLIUYACC HUAMAN, Pricilio



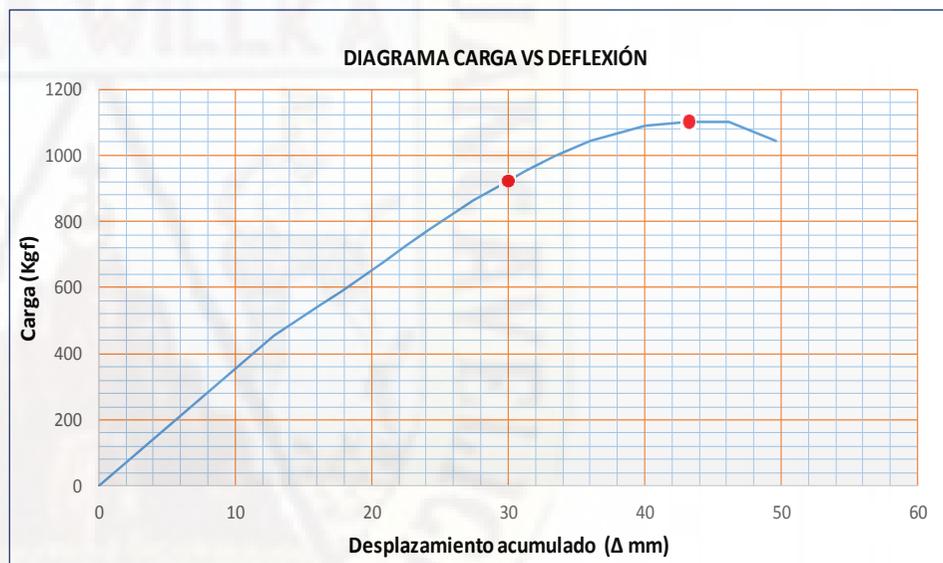
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



MUESTRA Nº 06

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 19.620 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 20.903 | 12.830 | 12.830 | 10.0 | 453.646 | 337.987 |
| 21.074 | 1.710 | 14.540 | 11.0 | 499.031 | 371.801 |
| 21.239 | 1.645 | 16.185 | 12.0 | 544.387 | 405.593 |
| 21.399 | 1.605 | 17.790 | 13.0 | 589.775 | 439.409 |
| 21.557 | 1.580 | 19.370 | 14.0 | 635.109 | 473.185 |
| 21.714 | 1.570 | 20.940 | 15.0 | 680.371 | 506.908 |
| 21.873 | 1.585 | 22.525 | 16.0 | 725.854 | 540.795 |
| 22.033 | 1.600 | 24.125 | 17.0 | 771.112 | 574.514 |
| 22.197 | 1.645 | 25.770 | 18.0 | 816.489 | 608.321 |
| 22.368 | 1.710 | 27.480 | 19.0 | 861.901 | 642.156 |
| 22.548 | 1.800 | 29.280 | 20.0 | 907.179 | 675.890 |
| 22.743 | 1.950 | 31.230 | 21.0 | 952.582 | 709.718 |
| 22.961 | 2.180 | 33.410 | 22.0 | 997.882 | 743.468 |
| 23.224 | 2.625 | 36.035 | 23.0 | 1043.234 | 777.258 |
| 23.621 | 3.975 | 40.010 | 24.0 | 1088.609 | 811.063 |
| 23.939 | 3.175 | 43.185 | 24.3 | 1100.661 | 820.043 |
| 24.242 | 3.035 | 46.220 | 24.3 | 1100.661 | 820.043 |
| 24.586 | 3.435 | 49.655 | 23.0 | 1043.305 | 777.310 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYACCHUAMAN, Pricilio



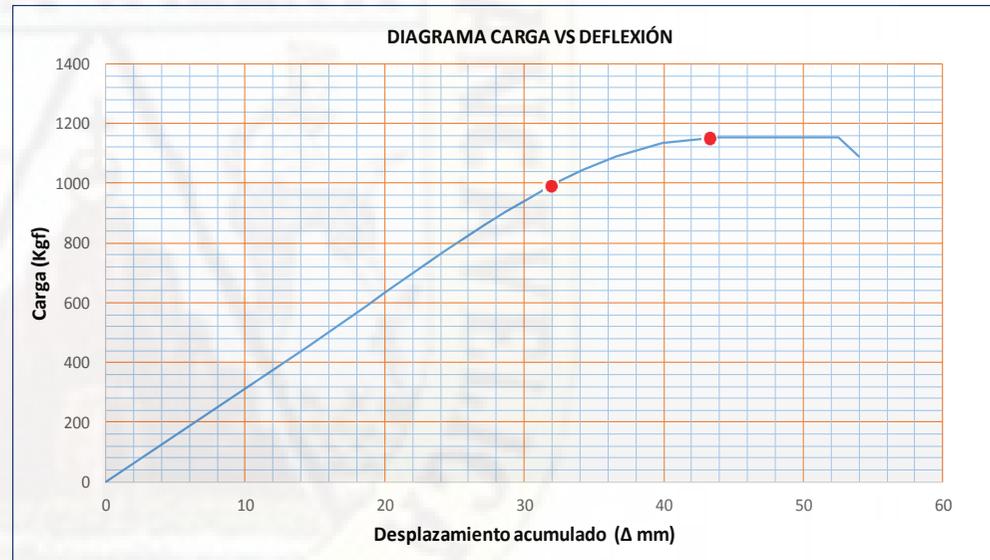
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



MUESTRA Nº 14

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 19.90 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 21.36 | 14.59 | 14.59 | 10.0 | 453.67 | 402.28 |
| 21.50 | 1.40 | 15.98 | 11.0 | 498.99 | 442.47 |
| 21.64 | 1.38 | 17.36 | 12.0 | 544.32 | 482.66 |
| 21.77 | 1.37 | 18.72 | 13.0 | 589.69 | 522.90 |
| 21.91 | 1.37 | 20.09 | 14.0 | 635.16 | 563.21 |
| 22.05 | 1.37 | 21.45 | 15.0 | 680.43 | 603.36 |
| 22.18 | 1.38 | 22.83 | 16.0 | 725.73 | 643.53 |
| 22.32 | 1.41 | 24.24 | 17.0 | 771.24 | 683.88 |
| 22.47 | 1.44 | 25.68 | 18.0 | 816.57 | 724.07 |
| 22.62 | 1.49 | 27.17 | 19.0 | 861.92 | 764.29 |
| 22.77 | 1.56 | 28.73 | 20.0 | 907.19 | 804.43 |
| 22.94 | 1.66 | 30.38 | 21.0 | 952.59 | 844.69 |
| 23.12 | 1.79 | 32.17 | 22.0 | 997.92 | 884.88 |
| 23.32 | 2.01 | 34.18 | 23.0 | 1043.28 | 925.10 |
| 23.56 | 2.39 | 36.56 | 24.0 | 1088.61 | 965.30 |
| 23.89 | 3.38 | 39.94 | 25.0 | 1134.00 | 1005.55 |
| 24.29 | 3.96 | 43.89 | 25.4 | 1154.11 | 1023.38 |
| 24.67 | 3.79 | 47.68 | 25.4 | 1154.11 | 1023.38 |
| 24.96 | 2.90 | 50.58 | 25.4 | 1154.11 | 1023.38 |
| 25.15 | 1.91 | 52.49 | 25.4 | 1154.11 | 1023.38 |
| 25.30 | 1.51 | 54.01 | 24.0 | 1088.68 | 965.37 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LIUYACCHUAMAN, Priscilio



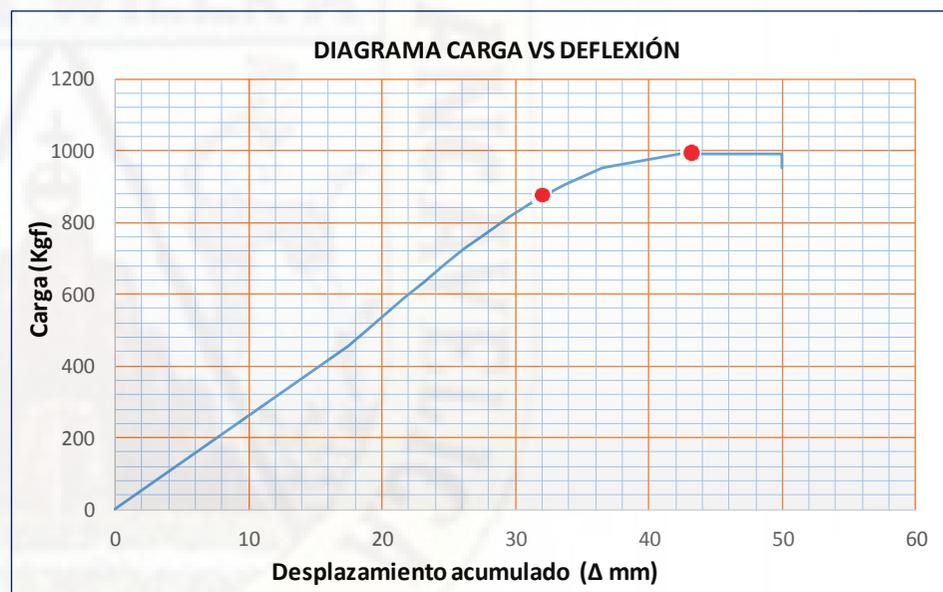
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA N° 14

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm2) |
|--|-----------------------|---------------------------------|------------------|-------------|--------------------|
| 19.93 | 0.00 | 0.000 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 21.67 | 17.41 | 17.410 | 10 | 453.597 | 439.253 |
| 21.81 | 1.42 | 18.825 | 11 | 499.037 | 483.256 |
| 21.95 | 1.41 | 20.240 | 12 | 544.298 | 527.086 |
| 22.10 | 1.43 | 21.670 | 13 | 589.698 | 571.050 |
| 22.24 | 1.46 | 23.130 | 14 | 635.042 | 614.960 |
| 22.39 | 1.51 | 24.640 | 15 | 680.384 | 658.868 |
| 22.55 | 1.55 | 26.190 | 16 | 725.810 | 702.858 |
| 22.71 | 1.64 | 27.830 | 17 | 771.083 | 746.700 |
| 22.89 | 1.75 | 29.580 | 18 | 816.483 | 790.664 |
| 23.08 | 1.94 | 31.520 | 19 | 861.902 | 834.647 |
| 23.30 | 2.21 | 33.730 | 20 | 907.227 | 878.539 |
| 23.58 | 2.81 | 36.540 | 21 | 952.552 | 922.431 |
| 23.59 | 0.01 | 36.550 | 21 | 952.619 | 922.495 |
| 24.16 | 5.75 | 42.300 | 22 | 992.800 | 961.405 |
| 24.69 | 5.32 | 47.620 | 22 | 992.800 | 961.405 |
| 24.93 | 2.33 | 49.950 | 22 | 992.800 | 961.405 |
| 24.93 | 0.05 | 50.000 | 21 | 952.539 | 922.418 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLIUYACCHUAMAN, Pricilio



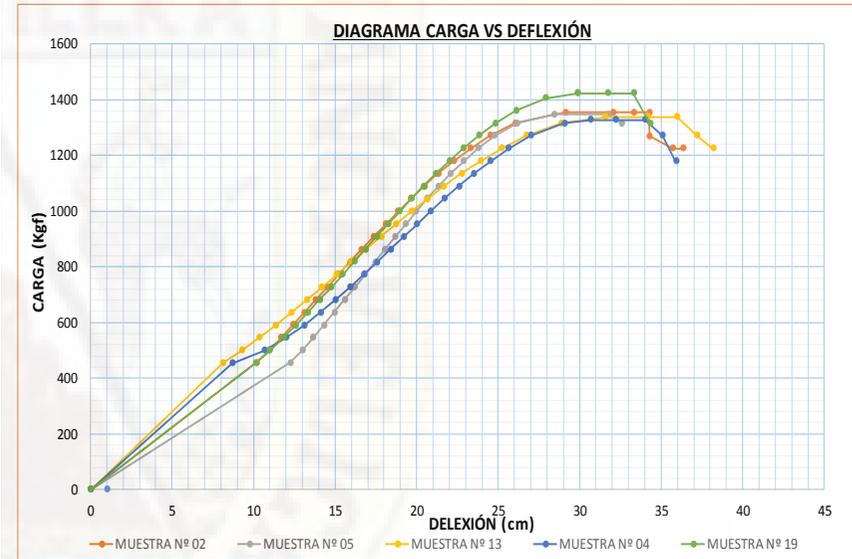
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

CONSOLIDADO DE ENSAYOS DE ESFUERZO A FLEXIÓN EN ESTADO HUMEDO

| MUESTRA N° 02 | | MUESTRA N° 04 | | MUESTRA N° 05 | | MUESTRA N° 13 | | MUESTRA N° 19 | |
|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| DESPL. (mm) | ESFUERZO (Kg/cm ²) |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10.180 | 454.017 | 8.690 | 453.649 | 12.250 | 453.764 | 8.140 | 453.779 | 10.140 | 453.907 |
| 10.930 | 499.150 | 10.650 | 499.201 | 12.970 | 499.246 | 9.280 | 499.079 | 11.000 | 499.217 |
| 11.670 | 544.835 | 11.980 | 544.476 | 13.650 | 544.340 | 10.340 | 544.359 | 11.810 | 544.631 |
| 12.390 | 590.154 | 13.100 | 590.018 | 14.310 | 589.755 | 11.350 | 589.878 | 12.580 | 589.902 |
| 13.100 | 635.463 | 14.100 | 635.447 | 14.950 | 635.035 | 12.320 | 635.378 | 13.320 | 635.020 |
| 13.800 | 680.526 | 15.020 | 680.509 | 15.580 | 680.513 | 13.260 | 680.784 | 14.050 | 680.782 |
| 14.500 | 725.772 | 15.900 | 725.956 | 16.200 | 725.872 | 14.180 | 726.143 | 14.760 | 726.210 |
| 15.210 | 771.641 | 16.750 | 771.519 | 16.820 | 771.560 | 15.080 | 771.090 | 15.460 | 771.628 |
| 15.910 | 816.633 | 17.570 | 816.565 | 17.430 | 816.573 | 15.990 | 816.807 | 16.150 | 816.763 |
| 16.620 | 861.821 | 18.390 | 862.241 | 18.050 | 862.124 | 16.890 | 861.990 | 16.840 | 862.018 |
| 17.350 | 907.589 | 19.200 | 907.554 | 18.670 | 907.207 | 17.800 | 907.337 | 17.540 | 907.804 |
| 18.090 | 953.030 | 20.010 | 952.639 | 19.310 | 952.970 | 18.720 | 952.524 | 18.230 | 952.568 |
| 18.850 | 998.446 | 20.840 | 998.161 | 19.960 | 998.344 | 19.670 | 998.154 | 18.940 | 997.993 |
| 19.630 | 1043.463 | 21.690 | 1043.603 | 20.630 | 1043.625 | 20.640 | 1043.305 | 19.670 | 1043.751 |
| 20.450 | 1088.739 | 22.570 | 1088.882 | 21.330 | 1088.958 | 21.660 | 1088.809 | 20.410 | 1088.865 |
| 21.320 | 1134.116 | 23.500 | 1134.191 | 22.070 | 1134.265 | 22.740 | 1134.307 | 21.180 | 1134.130 |
| 22.260 | 1179.620 | 24.510 | 1179.711 | 22.870 | 1179.706 | 23.900 | 1179.529 | 21.990 | 1179.538 |
| 23.290 | 1224.702 | 25.630 | 1224.739 | 23.750 | 1224.773 | 25.200 | 1224.948 | 22.850 | 1224.839 |
| 24.490 | 1270.077 | 26.990 | 1270.164 | 24.790 | 1270.379 | 26.730 | 1270.106 | 23.790 | 1270.386 |
| 26.030 | 1315.451 | 29.050 | 1315.436 | 26.150 | 1315.502 | 28.860 | 1315.405 | 24.840 | 1315.634 |
| 29.120 | 1354.571 | 30.670 | 1327.171 | 28.440 | 1346.983 | 31.580 | 1337.794 | 26.100 | 1360.931 |
| 32.010 | 1354.571 | 32.210 | 1327.171 | 31.740 | 1346.983 | 34.150 | 1337.794 | 27.920 | 1406.192 |
| 33.310 | 1354.571 | 34.000 | 1327.171 | 32.560 | 1315.401 | 35.980 | 1337.794 | 29.850 | 1423.708 |
| 34.260 | 1354.571 | 35.070 | 1270.212 | | | 37.200 | 1270.046 | 29.860 | 1423.708 |
| 34.270 | 1269.713 | 35.900 | 1179.649 | | | 38.170 | 1224.740 | 31.700 | 1423.708 |
| 35.720 | 1225.085 | | | | | | | 33.290 | 1423.708 |
| 36.330 | 1224.681 | | | | | | | 34.310 | 1315.502 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYACC HUAMAN, Prilio



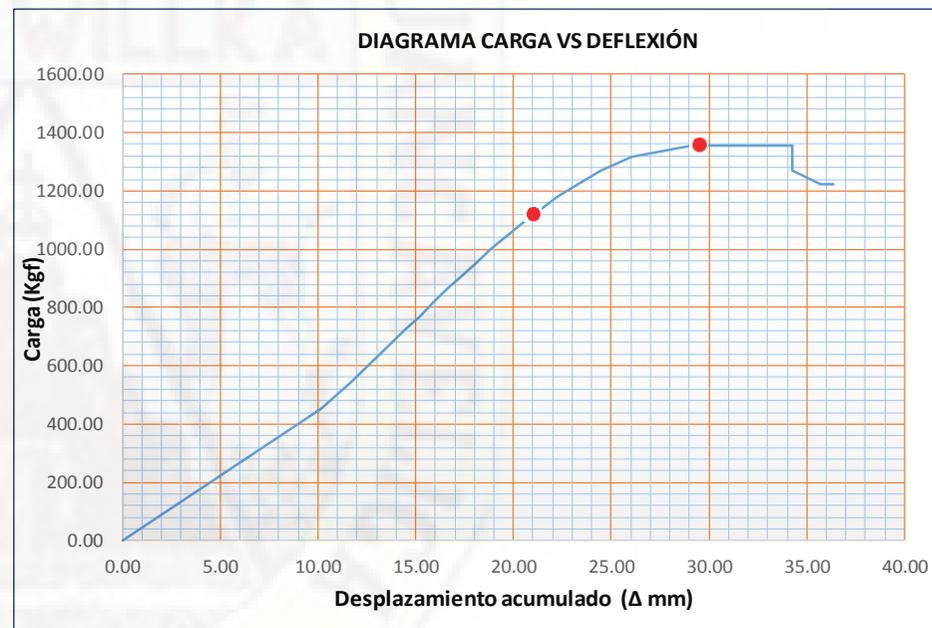
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA Nº 02

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 19.60 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 20.62 | 10.18 | 10.18 | 10.0 | 454.02 | 392.45 |
| 20.69 | 0.75 | 10.93 | 11.0 | 499.15 | 431.47 |
| 20.77 | 0.74 | 11.67 | 12.0 | 544.83 | 470.96 |
| 20.84 | 0.72 | 12.39 | 13.0 | 590.15 | 510.13 |
| 20.91 | 0.71 | 13.10 | 14.0 | 635.46 | 549.30 |
| 20.98 | 0.70 | 13.80 | 15.0 | 680.53 | 588.25 |
| 21.05 | 0.70 | 14.50 | 16.0 | 725.77 | 627.36 |
| 21.12 | 0.71 | 15.21 | 17.0 | 771.64 | 667.01 |
| 21.19 | 0.70 | 15.91 | 18.0 | 816.63 | 705.90 |
| 21.26 | 0.71 | 16.62 | 19.0 | 861.82 | 744.96 |
| 21.34 | 0.73 | 17.35 | 20.0 | 907.59 | 784.52 |
| 21.41 | 0.74 | 18.09 | 21.0 | 953.03 | 823.80 |
| 21.49 | 0.76 | 18.85 | 22.0 | 998.45 | 863.06 |
| 21.56 | 0.78 | 19.63 | 23.0 | 1043.46 | 901.97 |
| 21.65 | 0.82 | 20.45 | 24.0 | 1088.74 | 941.11 |
| 21.73 | 0.87 | 21.32 | 25.0 | 1134.12 | 980.33 |
| 21.83 | 0.94 | 22.26 | 26.0 | 1179.62 | 1019.67 |
| 21.93 | 1.03 | 23.29 | 27.0 | 1224.70 | 1058.64 |
| 22.05 | 1.20 | 24.49 | 28.0 | 1270.08 | 1097.86 |
| 22.20 | 1.54 | 26.03 | 29.0 | 1315.45 | 1137.08 |
| 22.51 | 3.09 | 29.12 | 29.9 | 1354.57 | 1170.90 |
| 22.80 | 2.89 | 32.01 | 29.9 | 1354.57 | 1170.90 |
| 22.93 | 1.30 | 33.31 | 29.9 | 1354.57 | 1170.90 |
| 23.03 | 0.95 | 34.26 | 29.9 | 1354.57 | 1170.90 |
| 23.03 | 0.01 | 34.27 | 28.0 | 1269.71 | 1097.54 |
| 23.17 | 1.45 | 35.72 | 27.0 | 1225.08 | 1058.97 |
| 23.23 | 0.61 | 36.33 | 27.0 | 1224.68 | 1058.62 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYACCHUAMAN, Pricilio



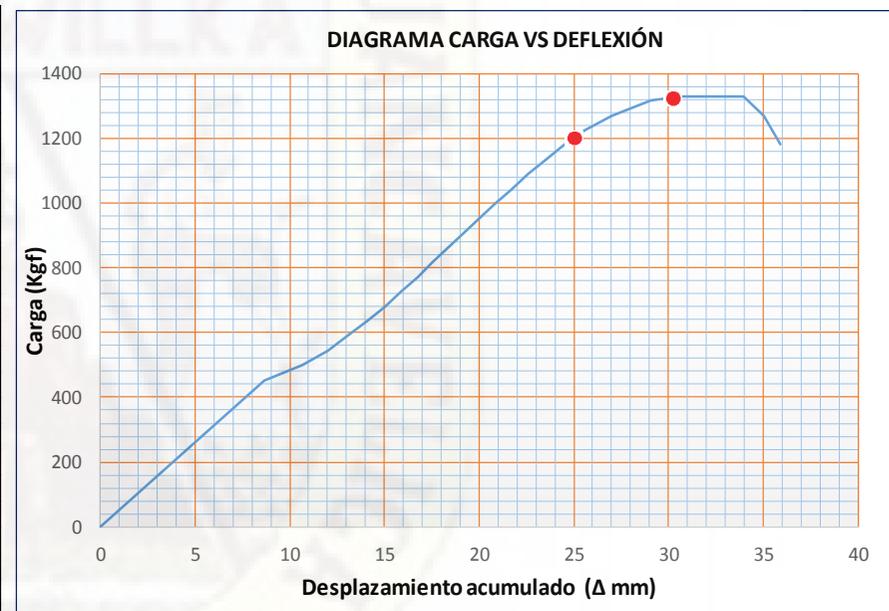
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA Nº 04

| Hi medida de la variacion de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 19.05 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 19.92 | 8.69 | 8.69 | 10 | 453.65 | 410.62 |
| 20.12 | 1.96 | 10.65 | 11 | 499.20 | 451.85 |
| 20.25 | 1.33 | 11.98 | 12 | 544.48 | 492.83 |
| 20.36 | 1.12 | 13.10 | 13 | 590.02 | 534.05 |
| 20.46 | 1.00 | 14.10 | 14 | 635.45 | 575.17 |
| 20.55 | 0.92 | 15.02 | 15 | 680.51 | 615.96 |
| 20.64 | 0.88 | 15.90 | 16 | 725.96 | 657.09 |
| 20.73 | 0.85 | 16.75 | 17 | 771.52 | 698.33 |
| 20.81 | 0.82 | 17.57 | 18 | 816.56 | 739.11 |
| 20.89 | 0.82 | 18.39 | 19 | 862.24 | 780.45 |
| 20.97 | 0.81 | 19.20 | 20 | 907.55 | 821.47 |
| 21.05 | 0.81 | 20.01 | 21 | 952.64 | 862.27 |
| 21.13 | 0.83 | 20.84 | 22 | 998.16 | 903.48 |
| 21.22 | 0.85 | 21.69 | 23 | 1043.60 | 944.61 |
| 21.31 | 0.88 | 22.57 | 24 | 1088.88 | 985.59 |
| 21.40 | 0.93 | 23.50 | 25 | 1134.19 | 1026.60 |
| 21.50 | 1.01 | 24.51 | 26 | 1179.71 | 1067.81 |
| 21.61 | 1.12 | 25.63 | 27 | 1224.74 | 1108.56 |
| 21.75 | 1.36 | 26.99 | 28 | 1270.16 | 1149.68 |
| 21.96 | 2.06 | 29.05 | 29 | 1315.44 | 1190.66 |
| 22.12 | 1.62 | 30.67 | 29 | 1327.17 | 1201.28 |
| 22.27 | 1.54 | 32.21 | 29 | 1327.17 | 1201.28 |
| 22.45 | 1.79 | 34.00 | 29 | 1327.17 | 1201.28 |
| 22.56 | 1.07 | 35.07 | 28 | 1270.21 | 1149.72 |
| 22.64 | 0.83 | 35.90 | 26 | 1179.65 | 1067.75 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LIUYAC HUAMAN, Pricilio

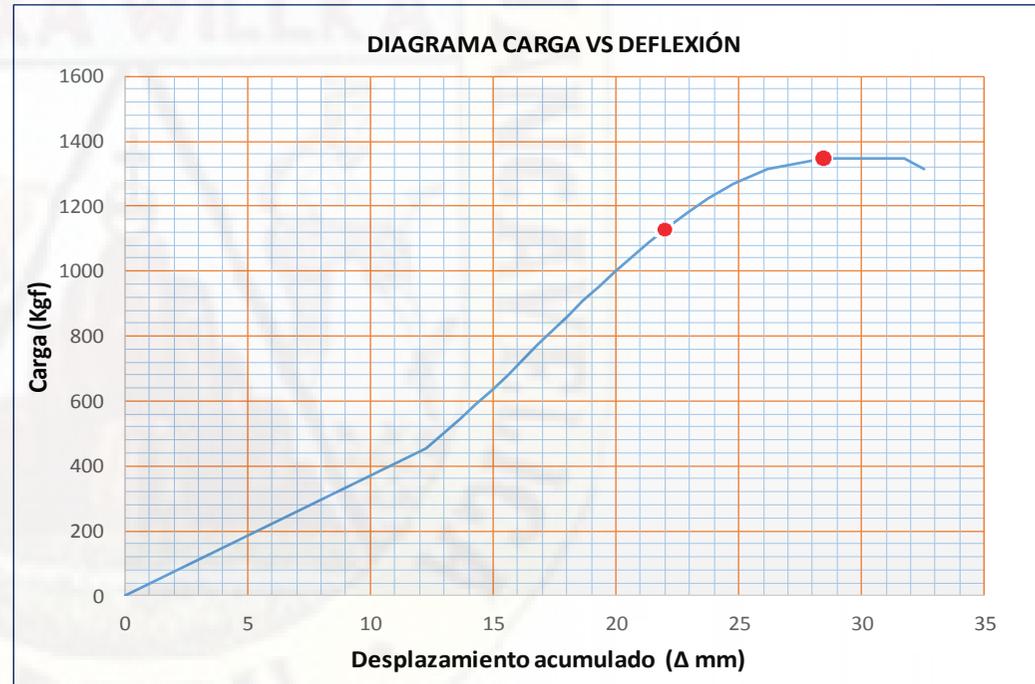
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA Nº 05

| Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm2) |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|-------------|--------------------|
| 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 12.25 | 12.25 | 10 | 453.76 | 414.56 |
| 0.72 | 12.97 | 11 | 499.25 | 456.11 |
| 0.68 | 13.65 | 12 | 544.34 | 497.31 |
| 0.66 | 14.31 | 13 | 589.76 | 538.80 |
| 0.64 | 14.95 | 14 | 635.04 | 580.17 |
| 0.63 | 15.58 | 15 | 680.51 | 621.71 |
| 0.62 | 16.20 | 16 | 725.87 | 663.15 |
| 0.62 | 16.82 | 17 | 771.56 | 704.89 |
| 0.61 | 17.43 | 18 | 816.57 | 746.02 |
| 0.62 | 18.05 | 19 | 862.12 | 787.63 |
| 0.62 | 18.67 | 20 | 907.21 | 828.82 |
| 0.64 | 19.31 | 21 | 952.97 | 870.63 |
| 0.65 | 19.96 | 22 | 998.34 | 912.08 |
| 0.67 | 20.63 | 23 | 1043.63 | 953.45 |
| 0.70 | 21.33 | 24 | 1088.96 | 994.87 |
| 0.74 | 22.07 | 25 | 1134.27 | 1036.26 |
| 0.80 | 22.87 | 26 | 1179.71 | 1077.77 |
| 0.88 | 23.75 | 27 | 1224.77 | 1118.95 |
| 1.04 | 24.79 | 28 | 1270.38 | 1160.61 |
| 1.36 | 26.15 | 29 | 1315.50 | 1201.84 |
| 2.29 | 28.44 | 30 | 1346.98 | 1230.60 |
| 3.30 | 31.74 | 30 | 1346.98 | 1230.60 |
| 0.82 | 32.56 | 29 | 1315.40 | 1201.75 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLIUYACCHUAMAN, Pricilio



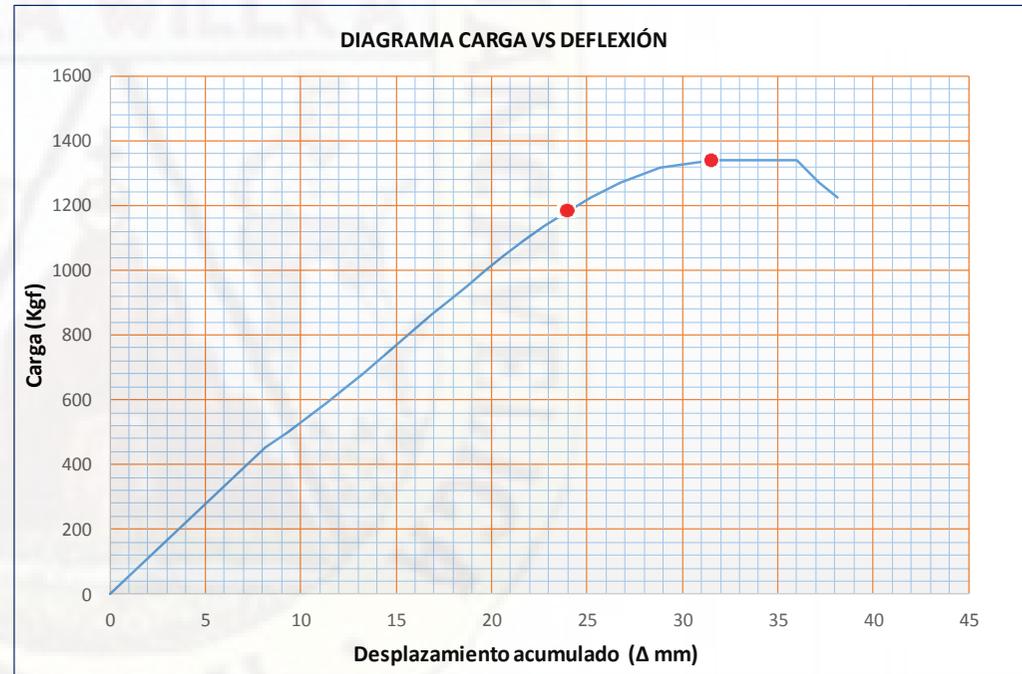
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA Nº 13

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|
| 20.25 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 21.06 | 8.14 | 8.14 | 10 | 453.78 | 393.25 |
| 21.18 | 1.14 | 9.28 | 11 | 499.08 | 432.50 |
| 21.28 | 1.06 | 10.34 | 12 | 544.36 | 471.74 |
| 21.39 | 1.01 | 11.35 | 13 | 589.88 | 511.19 |
| 21.48 | 0.97 | 12.32 | 14 | 635.38 | 550.62 |
| 21.58 | 0.94 | 13.26 | 15 | 680.78 | 589.97 |
| 21.67 | 0.92 | 14.18 | 16 | 726.14 | 629.28 |
| 21.76 | 0.90 | 15.08 | 17 | 771.09 | 668.23 |
| 21.85 | 0.91 | 15.99 | 18 | 816.81 | 707.85 |
| 21.94 | 0.90 | 16.89 | 19 | 861.99 | 747.00 |
| 22.03 | 0.91 | 17.80 | 20 | 907.34 | 786.30 |
| 22.12 | 0.92 | 18.72 | 21 | 952.52 | 825.46 |
| 22.22 | 0.95 | 19.67 | 22 | 998.15 | 865.00 |
| 22.31 | 0.97 | 20.64 | 23 | 1043.31 | 904.13 |
| 22.42 | 1.02 | 21.66 | 24 | 1088.81 | 943.56 |
| 22.52 | 1.08 | 22.74 | 25 | 1134.31 | 982.99 |
| 22.64 | 1.16 | 23.90 | 26 | 1179.53 | 1022.18 |
| 22.77 | 1.30 | 25.20 | 27 | 1224.95 | 1061.54 |
| 22.92 | 1.53 | 26.73 | 28 | 1270.11 | 1100.68 |
| 23.14 | 2.13 | 28.86 | 29 | 1315.40 | 1139.93 |
| 23.41 | 2.72 | 31.58 | 29 | 1337.79 | 1159.33 |
| 23.67 | 2.57 | 34.15 | 29 | 1337.79 | 1159.33 |
| 23.85 | 1.83 | 35.98 | 29 | 1337.79 | 1159.33 |
| 23.97 | 1.22 | 37.20 | 28 | 1270.05 | 1100.62 |
| 24.07 | 0.97 | 38.17 | 27 | 1224.74 | 1061.36 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYACCHUAMAN, Prilio



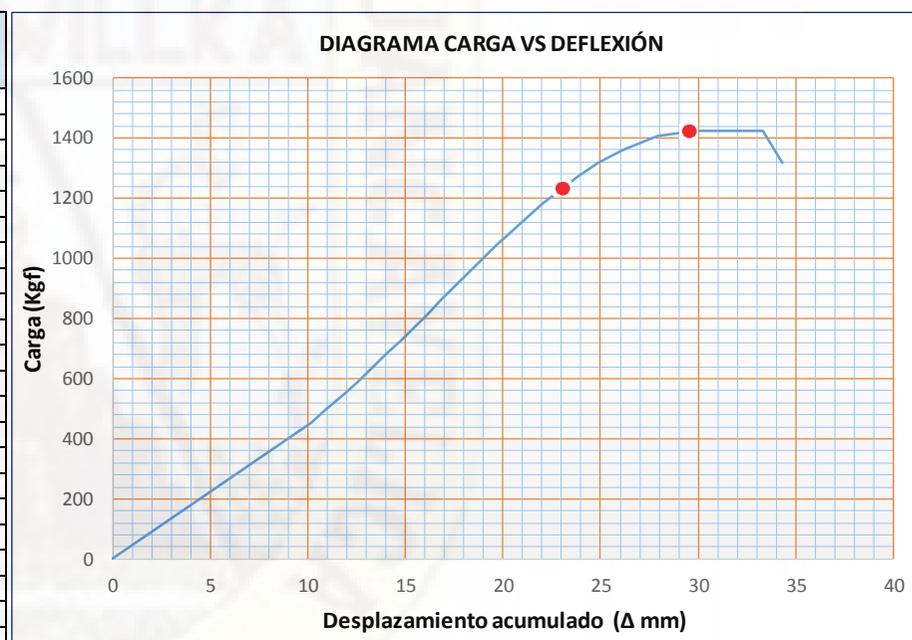
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA



TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"

MUESTRA Nº 19

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/ cm ²) |
|--|-------------------------------|---|------------------|-------------|----------------------------------|
| 19.15 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 20.164 | 10.14 | 10.14 | 10.0 | 453.91 | 408.74 |
| 20.25 | 0.86 | 11 | 11.0 | 499.22 | 449.54 |
| 20.331 | 0.81 | 11.81 | 12.0 | 544.63 | 490.44 |
| 20.408 | 0.77 | 12.58 | 13.0 | 589.90 | 531.20 |
| 20.482 | 0.74 | 13.32 | 14.0 | 635.02 | 571.83 |
| 20.555 | 0.73 | 14.05 | 15.0 | 680.78 | 613.04 |
| 20.626 | 0.71 | 14.76 | 16.0 | 726.21 | 653.95 |
| 20.696 | 0.70 | 15.46 | 17.0 | 771.63 | 694.84 |
| 20.765 | 0.69 | 16.15 | 18.0 | 816.76 | 735.49 |
| 20.834 | 0.69 | 16.84 | 19.0 | 862.02 | 776.24 |
| 20.904 | 0.70 | 17.54 | 20.0 | 907.80 | 817.47 |
| 20.973 | 0.69 | 18.23 | 21.0 | 952.57 | 857.78 |
| 21.044 | 0.71 | 18.94 | 22.0 | 997.99 | 898.68 |
| 21.117 | 0.73 | 19.67 | 23.0 | 1043.75 | 939.89 |
| 21.191 | 0.74 | 20.41 | 24.0 | 1088.86 | 980.51 |
| 21.268 | 0.77 | 21.18 | 25.0 | 1134.13 | 1021.27 |
| 21.349 | 0.81 | 21.99 | 26.0 | 1179.54 | 1062.16 |
| 21.435 | 0.86 | 22.85 | 27.0 | 1224.84 | 1102.96 |
| 21.529 | 0.94 | 23.79 | 28.0 | 1270.39 | 1143.97 |
| 21.634 | 1.05 | 24.84 | 29.0 | 1315.63 | 1184.72 |
| 21.76 | 1.26 | 26.1 | 30.0 | 1360.93 | 1225.51 |
| 21.942 | 1.82 | 27.92 | 31.0 | 1406.19 | 1266.26 |
| 22.135 | 1.93 | 29.85 | 31.4 | 1423.71 | 1282.04 |
| 22.136 | 0.01 | 29.86 | 31.4 | 1423.71 | 1282.04 |
| 22.32 | 1.84 | 31.7 | 31.4 | 1423.71 | 1282.04 |
| 22.479 | 1.59 | 33.29 | 31.4 | 1423.71 | 1282.04 |
| 22.581 | 1.02 | 34.31 | 29.0 | 1315.50 | 1184.60 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYAC HUAMAN, Pricilio



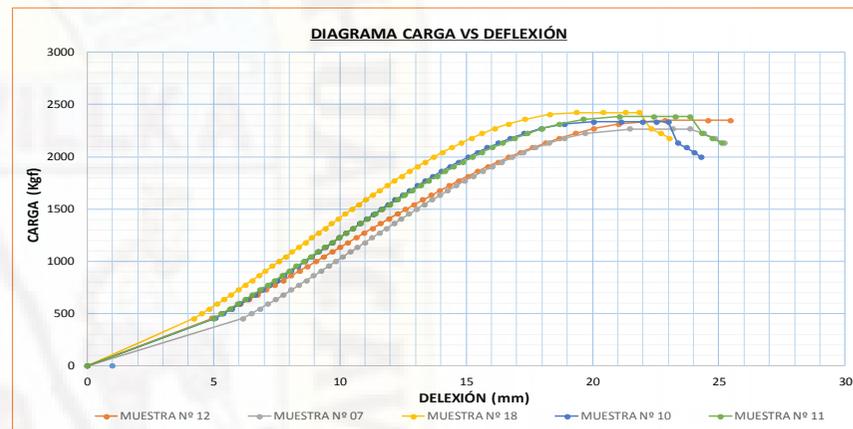
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



CONSOLIDADOS DE ENSAYOS DE ESFUERZO A FLEXIÓN EN ESTADO SECO

| MUESTRA Nº 07 | | MUESTRA Nº 10 | | MUESTRA Nº 11 | | MUESTRA Nº 12 | | MUESTRA Nº 18 | |
|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| DESPL. (mm) | ESFUERZO (Kg/cm ²) |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.16 | 453.84 | 5.06 | 454.16 | 5.01 | 453.66 | 4.95 | 453.94 | 4.22 | 453.78 |
| 6.50 | 499.15 | 5.40 | 499.51 | 5.33 | 499.03 | 5.32 | 498.93 | 4.53 | 499.45 |
| 6.83 | 544.76 | 5.72 | 544.98 | 5.64 | 544.62 | 5.69 | 544.39 | 4.83 | 544.77 |
| 7.15 | 590.24 | 6.04 | 590.33 | 5.95 | 590.31 | 6.05 | 590.19 | 5.13 | 590.31 |
| 7.46 | 635.37 | 6.34 | 635.35 | 6.25 | 635.25 | 6.40 | 635.55 | 5.41 | 635.17 |
| 7.77 | 680.73 | 6.64 | 680.60 | 6.55 | 680.83 | 6.74 | 681.01 | 5.70 | 680.81 |
| 8.08 | 726.16 | 6.94 | 725.96 | 6.85 | 726.22 | 7.08 | 725.79 | 5.98 | 726.32 |
| 8.38 | 771.57 | 7.23 | 771.30 | 7.14 | 771.33 | 7.41 | 771.12 | 6.25 | 771.63 |
| 8.67 | 816.85 | 7.51 | 816.50 | 7.43 | 816.86 | 7.75 | 816.95 | 6.52 | 816.62 |
| 8.97 | 861.88 | 7.80 | 862.28 | 7.71 | 861.96 | 8.07 | 861.83 | 6.79 | 862.07 |
| 9.26 | 907.36 | 8.08 | 907.74 | 8.00 | 907.37 | 8.40 | 907.76 | 7.06 | 907.91 |
| 9.55 | 953.22 | 8.35 | 953.79 | 8.28 | 953.02 | 8.72 | 952.57 | 7.33 | 953.22 |
| 9.84 | 998.60 | 8.63 | 998.16 | 8.56 | 998.06 | 9.05 | 998.32 | 7.59 | 997.94 |
| 10.13 | 1043.42 | 8.90 | 1043.81 | 8.84 | 1043.24 | 9.37 | 1043.52 | 7.85 | 1043.73 |
| 10.41 | 1089.19 | 9.17 | 1088.81 | 9.13 | 1089.31 | 9.69 | 1088.84 | 8.11 | 1088.80 |
| 10.70 | 1134.28 | 9.44 | 1133.95 | 9.41 | 1134.60 | 10.01 | 1134.21 | 8.37 | 1133.97 |
| 10.99 | 1179.40 | 9.72 | 1180.00 | 9.69 | 1179.87 | 10.33 | 1179.58 | 8.64 | 1180.06 |
| 11.27 | 1225.29 | 9.99 | 1225.21 | 9.97 | 1225.08 | 10.65 | 1224.89 | 8.90 | 1225.26 |
| 11.56 | 1270.30 | 10.26 | 1270.36 | 10.25 | 1270.16 | 10.97 | 1270.09 | 9.16 | 1270.41 |
| 11.85 | 1315.95 | 10.53 | 1315.40 | 10.53 | 1315.86 | 11.29 | 1315.81 | 9.42 | 1315.44 |
| 12.14 | 1361.38 | 10.80 | 1361.08 | 10.82 | 1361.33 | 11.62 | 1361.30 | 9.68 | 1361.16 |
| 12.44 | 1406.53 | 11.08 | 1406.51 | 11.10 | 1406.52 | 11.94 | 1406.50 | 9.95 | 1406.66 |
| 12.73 | 1452.09 | 11.35 | 1451.61 | 11.39 | 1452.14 | 12.27 | 1452.03 | 10.21 | 1451.87 |
| 13.03 | 1497.23 | 11.63 | 1497.14 | 11.68 | 1497.35 | 12.60 | 1497.13 | 10.48 | 1497.58 |
| 13.34 | 1542.61 | 11.91 | 1542.21 | 11.98 | 1542.86 | 12.94 | 1542.42 | 10.75 | 1542.88 |
| 13.64 | 1588.16 | 12.20 | 1588.31 | 12.27 | 1587.83 | 13.28 | 1587.80 | 11.02 | 1587.70 |
| 13.96 | 1633.02 | 12.49 | 1633.98 | 12.57 | 1632.93 | 13.62 | 1633.19 | 11.30 | 1633.63 |
| 14.28 | 1678.55 | 12.78 | 1678.48 | 12.88 | 1678.82 | 13.97 | 1678.47 | 11.58 | 1678.92 |
| 14.61 | 1723.89 | 13.08 | 1723.89 | 13.19 | 1723.90 | 14.33 | 1724.18 | 11.87 | 1724.30 |
| 14.94 | 1769.60 | 13.39 | 1769.68 | 13.51 | 1769.51 | 14.70 | 1769.54 | 12.16 | 1769.65 |
| 15.29 | 1814.79 | 13.70 | 1814.62 | 13.84 | 1814.80 | 15.07 | 1814.42 | 12.45 | 1814.87 |
| 15.65 | 1859.98 | 14.03 | 1860.31 | 14.17 | 1860.31 | 15.45 | 1859.85 | 12.75 | 1859.82 |
| 16.02 | 1905.54 | 14.36 | 1905.24 | 14.51 | 1905.19 | 15.85 | 1905.58 | 13.06 | 1905.09 |
| 16.41 | 1950.53 | 14.70 | 1950.51 | 14.87 | 1950.54 | 16.26 | 1950.79 | 13.38 | 1950.47 |
| 16.82 | 1995.81 | 15.07 | 1996.37 | 15.24 | 1996.07 | 16.69 | 1996.26 | 13.72 | 1996.40 |
| 17.26 | 2041.40 | 15.44 | 2041.16 | 15.62 | 2041.41 | 17.14 | 2041.56 | 14.06 | 2041.25 |
| 17.74 | 2086.60 | 15.85 | 2086.67 | 16.03 | 2086.74 | 17.62 | 2086.69 | 14.42 | 2086.68 |
| 18.28 | 2131.97 | 16.28 | 2132.03 | 16.46 | 2132.04 | 18.13 | 2131.86 | 14.80 | 2132.18 |
| 18.90 | 2177.34 | 16.76 | 2177.53 | 16.92 | 2177.53 | 18.69 | 2177.26 | 15.20 | 2177.72 |
| 19.69 | 2222.88 | 17.30 | 2222.60 | 17.43 | 2222.99 | 19.32 | 2222.73 | 15.64 | 2223.00 |
| 21.48 | 2267.96 | 17.96 | 2268.17 | 18.01 | 2268.28 | 20.06 | 2268.01 | 16.12 | 2268.33 |
| 23.18 | 2267.96 | 18.90 | 2313.33 | 18.69 | 2313.40 | 21.04 | 2313.32 | 16.66 | 2313.49 |
| 23.87 | 2267.96 | 20.04 | 2333.55 | 19.64 | 2358.75 | 22.86 | 2347.97 | 17.33 | 2358.82 |
| 24.40 | 2222.89 | 21.13 | 2333.55 | 21.06 | 2385.18 | 24.59 | 2347.97 | 18.30 | 2404.12 |
| 24.83 | 2177.47 | 21.98 | 2333.55 | 22.42 | 2385.18 | 25.46 | 2347.97 | 19.37 | 2421.93 |
| 25.21 | 2132.17 | 22.55 | 2333.55 | 23.27 | 2385.18 | | | 20.41 | 2421.93 |
| | | 23.00 | 2333.55 | 23.86 | 2385.18 | | | 21.29 | 2421.93 |
| | | 23.38 | 2132.08 | 24.34 | 2222.84 | | | 21.87 | 2421.93 |
| | | 23.72 | 2086.60 | 24.75 | 2177.61 | | | 22.33 | 2267.98 |
| | | 24.03 | 2041.46 | 25.12 | 2132.23 | | | 22.71 | 2223.13 |
| | | 24.31 | 1996.33 | | | | | 23.06 | 2177.62 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LIUYACC HUAMAN, Pricilio



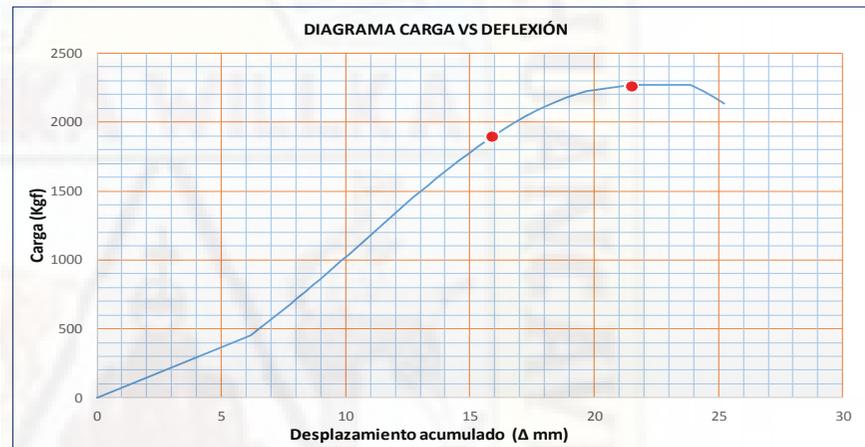
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



MUESTRA N° 07

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm2) |
|--|-----------------------|---------------------------------|------------------|-------------|--------------------|
| 18.98 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 19.60 | 6.16 | 6.16 | 10 | 453.84 | 339.77 |
| 19.63 | 0.34 | 6.50 | 11 | 499.15 | 373.69 |
| 19.66 | 0.33 | 6.83 | 12 | 544.76 | 407.84 |
| 19.70 | 0.32 | 7.15 | 13 | 590.24 | 441.88 |
| 19.73 | 0.31 | 7.46 | 14 | 635.37 | 475.68 |
| 19.76 | 0.31 | 7.77 | 15 | 680.73 | 509.63 |
| 19.79 | 0.31 | 8.08 | 16 | 726.16 | 543.65 |
| 19.82 | 0.30 | 8.38 | 17 | 771.57 | 577.65 |
| 19.85 | 0.29 | 8.67 | 18 | 816.85 | 611.54 |
| 19.88 | 0.29 | 8.97 | 19 | 861.88 | 645.26 |
| 19.91 | 0.29 | 9.26 | 20 | 907.36 | 679.30 |
| 19.94 | 0.29 | 9.55 | 21 | 953.22 | 713.64 |
| 19.96 | 0.28 | 9.84 | 22 | 998.60 | 747.61 |
| 19.99 | 0.29 | 10.13 | 23 | 1043.42 | 781.16 |
| 20.02 | 0.29 | 10.41 | 24 | 1089.19 | 815.43 |
| 20.05 | 0.29 | 10.70 | 25 | 1134.28 | 849.19 |
| 20.08 | 0.29 | 10.99 | 26 | 1179.40 | 882.97 |
| 20.11 | 0.29 | 11.27 | 27 | 1225.29 | 917.33 |
| 20.14 | 0.29 | 11.56 | 28 | 1270.30 | 951.02 |
| 20.17 | 0.29 | 11.85 | 29 | 1315.95 | 985.20 |
| 20.19 | 0.29 | 12.14 | 30 | 1361.38 | 1019.21 |
| 20.22 | 0.29 | 12.44 | 31 | 1406.53 | 1053.01 |
| 20.25 | 0.29 | 12.73 | 32 | 1452.09 | 1087.12 |
| 20.28 | 0.30 | 13.03 | 33 | 1497.23 | 1120.91 |
| 20.31 | 0.31 | 13.34 | 34 | 1542.61 | 1154.89 |
| 20.34 | 0.30 | 13.64 | 35 | 1588.16 | 1188.99 |
| 20.38 | 0.32 | 13.96 | 36 | 1633.02 | 1222.57 |
| 20.41 | 0.32 | 14.28 | 37 | 1678.55 | 1256.66 |
| 20.44 | 0.33 | 14.61 | 38 | 1723.89 | 1290.61 |
| 20.47 | 0.34 | 14.94 | 39 | 1769.60 | 1324.82 |
| 20.51 | 0.35 | 15.29 | 40 | 1814.79 | 1358.66 |
| 20.55 | 0.36 | 15.65 | 41 | 1859.98 | 1392.49 |
| 20.58 | 0.37 | 16.02 | 42 | 1905.54 | 1426.59 |
| 20.62 | 0.39 | 16.41 | 43 | 1950.53 | 1460.28 |
| 20.66 | 0.41 | 16.82 | 44 | 1995.81 | 1494.18 |
| 20.71 | 0.44 | 17.26 | 45 | 2041.40 | 1528.31 |
| 20.75 | 0.48 | 17.74 | 46 | 2086.60 | 1562.15 |
| 20.81 | 0.53 | 18.28 | 47 | 2131.97 | 1596.11 |
| 20.87 | 0.63 | 18.90 | 48 | 2177.34 | 1630.08 |
| 20.95 | 0.79 | 19.69 | 49 | 2222.88 | 1664.17 |
| 21.13 | 1.79 | 21.48 | 50 | 2267.96 | 1697.92 |
| 21.30 | 1.69 | 23.18 | 50 | 2267.96 | 1697.92 |
| 21.37 | 0.70 | 23.87 | 50 | 2267.96 | 1697.92 |
| 21.42 | 0.53 | 24.40 | 49 | 2222.89 | 1664.18 |
| 21.46 | 0.44 | 24.83 | 48 | 2177.47 | 1630.18 |
| 21.50 | 0.38 | 25.21 | 47 | 2132.17 | 1596.27 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LIUYAC HUAMAN, Prilicio



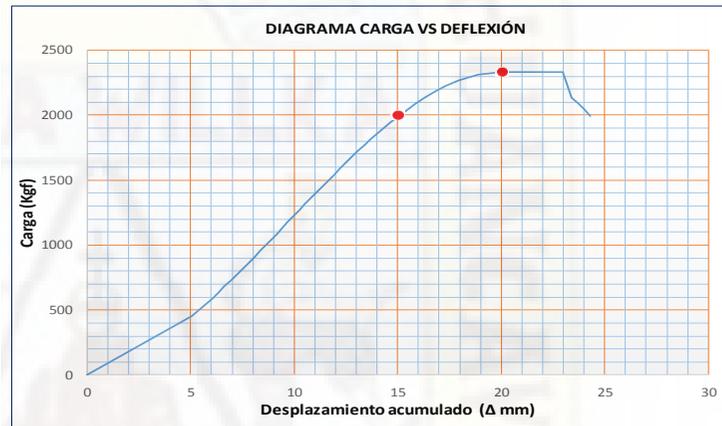
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA A FLEXOCOMPRESIÓN EN ROLLIZOS DE EUCALIPTO"



MUESTRA Nº 10

| Hi medida de la variación de altura (cm) | Desplazamiento (Δ mm) | Desplazamiento acumulado (Δ mm) | Carga (Lbfx 100) | Carga (Kgf) | ESFUERZO (Kgf/cm2) |
|--|-----------------------|---------------------------------|------------------|-------------|--------------------|
| 19.65 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 20.16 | 5.06 | 5.06 | 10 | 454.16 | 387.63 |
| 20.19 | 0.34 | 5.40 | 11 | 499.51 | 426.34 |
| 20.22 | 0.33 | 5.72 | 12 | 544.98 | 465.15 |
| 20.25 | 0.32 | 6.04 | 13 | 590.33 | 503.86 |
| 20.28 | 0.31 | 6.34 | 14 | 635.35 | 542.29 |
| 20.31 | 0.30 | 6.64 | 15 | 680.60 | 580.91 |
| 20.34 | 0.30 | 6.94 | 16 | 725.96 | 619.62 |
| 20.37 | 0.29 | 7.23 | 17 | 771.30 | 658.32 |
| 20.40 | 0.29 | 7.51 | 18 | 816.50 | 696.90 |
| 20.43 | 0.29 | 7.80 | 19 | 862.28 | 735.97 |
| 20.46 | 0.28 | 8.08 | 20 | 907.74 | 774.77 |
| 20.49 | 0.28 | 8.35 | 21 | 952.79 | 813.22 |
| 20.51 | 0.28 | 8.63 | 22 | 998.16 | 851.96 |
| 20.54 | 0.28 | 8.90 | 23 | 1043.81 | 890.91 |
| 20.57 | 0.27 | 9.17 | 24 | 1088.81 | 929.33 |
| 20.59 | 0.27 | 9.44 | 25 | 1133.95 | 967.85 |
| 20.62 | 0.28 | 9.72 | 26 | 1180.00 | 1007.15 |
| 20.65 | 0.27 | 9.99 | 27 | 1225.21 | 1045.74 |
| 20.68 | 0.27 | 10.26 | 28 | 1270.36 | 1084.28 |
| 20.70 | 0.27 | 10.53 | 29 | 1315.40 | 1122.72 |
| 20.73 | 0.27 | 10.80 | 30 | 1361.08 | 1161.71 |
| 20.76 | 0.28 | 11.08 | 31 | 1406.51 | 1200.48 |
| 20.79 | 0.27 | 11.35 | 32 | 1451.61 | 1238.98 |
| 20.81 | 0.28 | 11.63 | 33 | 1497.14 | 1277.85 |
| 20.84 | 0.28 | 11.91 | 34 | 1542.21 | 1316.31 |
| 20.87 | 0.29 | 12.20 | 35 | 1588.31 | 1355.66 |
| 20.90 | 0.29 | 12.49 | 36 | 1632.98 | 1393.79 |
| 20.93 | 0.29 | 12.78 | 37 | 1678.48 | 1432.62 |
| 20.96 | 0.30 | 13.08 | 38 | 1723.89 | 1471.38 |
| 20.99 | 0.31 | 13.39 | 39 | 1769.08 | 1509.95 |
| 21.02 | 0.32 | 13.70 | 40 | 1814.62 | 1548.82 |
| 21.05 | 0.32 | 14.03 | 41 | 1860.31 | 1587.82 |
| 21.09 | 0.33 | 14.36 | 42 | 1905.24 | 1626.17 |
| 21.12 | 0.35 | 14.70 | 43 | 1950.51 | 1664.81 |
| 21.16 | 0.37 | 15.07 | 44 | 1996.37 | 1703.95 |
| 21.19 | 0.38 | 15.44 | 45 | 2041.16 | 1742.17 |
| 21.23 | 0.41 | 15.85 | 46 | 2086.67 | 1781.02 |
| 21.28 | 0.44 | 16.28 | 47 | 2132.03 | 1819.73 |
| 21.33 | 0.48 | 16.76 | 48 | 2177.53 | 1858.57 |
| 21.38 | 0.54 | 17.30 | 49 | 2222.60 | 1897.04 |
| 21.45 | 0.66 | 17.96 | 50 | 2268.17 | 1935.93 |
| 21.54 | 0.94 | 18.90 | 51 | 2313.33 | 1974.48 |
| 21.65 | 1.14 | 20.04 | 51 | 2333.55 | 1991.74 |
| 21.76 | 1.10 | 21.13 | 51 | 2333.55 | 1991.74 |
| 21.85 | 0.85 | 21.98 | 51 | 2333.55 | 1991.74 |
| 21.90 | 0.57 | 22.55 | 51 | 2333.55 | 1991.74 |
| 21.95 | 0.45 | 23.00 | 51 | 2333.55 | 1991.74 |
| 21.99 | 0.39 | 23.38 | 47 | 2132.08 | 1819.78 |
| 22.02 | 0.34 | 23.72 | 46 | 2086.60 | 1780.96 |
| 22.05 | 0.31 | 24.03 | 45 | 2041.46 | 1742.43 |
| 22.08 | 0.28 | 24.31 | 44 | 1996.33 | 1703.91 |



TESISTAS:
 Bach. GARCIA RIVERA, Freddy
 Bach. LLUYACC HUAMAN, Pricilio