



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

**EVALUAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE PINO (*Pinus radiata*) Y EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) PARA LA ELABORACION DE PALLETS TIPO EUROPEO, EMPRESA HAROMADERA., CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: JORGE DARIO CRIOLLO BARAHONA**

**DIRECTOR: Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA**

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

**© 2021, Jorge Dario Criollo Barahona**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JORGE DARIO CRIOLLO BARAHONA, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 5 de abril de 2021.

**Jorge Dario Criollo Barahona**

**0604168849**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

El Tribunal de titulación certifica que: El trabajo de titulación: **EVALUAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE PINO (*Pinus radiata*) Y EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) PARA LA ELABORACION DE PALLETS TIPO EUROPEO, EMPRESA HAROMADERA., CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.,** realizado por el señor: **JORGE DARIO CRIOLLO BARAHONA,** ha sido minuciosamente revisado por los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2021-04-05
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION</b>		2021-04-05
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2021-04-05

## **DEDICATORIA**

A mi mama Carmen Ruiz, Gloria Barahona y padre Jorge Barahona quienes siempre me apoyaron, estando presente en mis buenos y malos momentos, aconsejándome y mostrándome lo bueno que es seguir con mis estudios para mi futuro. A mis amigas Gabriela, María, Valeria y Elizabeth quienes estuvieron conmigo en los momentos de enojo, tristeza y alegrías haciendo que ahora mis recuerdos en la Politécnica sean de los más bonitos que he tenido en mi vida.

**Jorge**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis profesores Ing., Eduardo Salazar, Vilma Noboa y más quienes me compartieron su conocimiento que ahora me sirven como base para mi vida profesional, a amigos que me apoyaron y con su ayuda me ayudaron a superar cada semestre.

**Jorge**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS DE CONTENIDO</b> .....	<b>xii</b>
<b>INDICE DE FIGURA</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....	<b>xv</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xviii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIX</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>XX</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>

## CAPITULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1.</b>	<b>Generalidades</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2.</b>	<b>Aserradero</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.</b>	<b>Pallets</b> .....	<b>5</b>
1.3.1.	Historia _____	5
1.3.2.	Usos _____	6
1.3.3.	Ventajas _____	7
1.3.4.	Tipos de pallets _____	7
<b>1.3.4.1.</b>	Recuperable .....	8
<b>1.3.4.2.</b>	De un solo uso o fondo perdido .....	8
<b>1.3.4.3.</b>	Intercambiable .....	8
<b>1.3.4.4.</b>	Clasificación por material de Fabricación .....	8
<b>1.3.4.5.</b>	Pallet de plástico .....	8
<b>1.3.4.6.</b>	Pallet de cartón.....	9
<b>1.3.4.7.</b>	Pallets de fibra o partículas de madera .....	9

<b>1.3.4.8.</b>	Pallets de metal .....	9
<b>1.4.</b>	<b>Características de los pallets de madera.....</b>	<b>10</b>
1.4.1.	Pallet Europeo _____	10
1.4.2.	Pallet Americano _____	10
<b>1.5.</b>	<b>Estructura del pallet.....</b>	<b>11</b>
1.5.1.	Cuatro (4) Entradas _____	11
1.5.2.	Cuatro (4) Entradas Perimétrico o Enmarcado: _____	11
1.5.3.	Pallet de travesaños o largueros _____	12
1.5.4.	Dos (2) entradas sin maderas bajas _____	12
1.5.5.	Dos (2) entradas Semireversible _____	12
1.5.6.	Dos (2) entradas Reversible o doble cara. _____	12
<b>1.6.</b>	<b>Componentes de un pallet .....</b>	<b>13</b>
1.6.1.	Piso superior _____	13
1.6.2.	Piso inferior _____	13
1.6.3.	Ala _____	13
1.6.4.	Ala Fina _____	13
1.6.5.	Abertura _____	13
1.6.6.	Entrada libre _____	14
1.6.7.	Tabla _____	14
1.6.8.	Tabla puntera a tope _____	14
1.6.9.	Chaflán _____	14
<b>1.6.9.1.</b>	<b>Chaflán continuo .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6.9.2.</b>	<b>Chaflán parcial.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6.9.3.</b>	<b>Chaflán de esquina .....</b>	<b>15</b>
1.6.10.	Tirante _____	15
1.6.11.	Entallada _____	15
1.6.12.	Pie de tirante _____	15
1.6.13.	Apoyo central _____	16
1.6.14.	Taco _____	16
1.6.15.	Piso intermedio _____	16
1.6.16.	Patín _____	16

1.6.17.	Pie _____	16
<b>1.7.</b>	<b>Fijación de la carga .....</b>	<b>17</b>
1.7.1.	“Stretch Film” _____	17
1.7.2.	Fleje (cinta) de acero, PVC o Polipropileno _____	17
1.7.3.	Funda de Plástico Retráctil _____	17
1.7.4.	Exportación 'segura' con pallets de madera _____	18
1.7.5.	Recomendaciones sobre las unidades de carga eficientes _____	18
<b>1.8.</b>	<b>Desarrollo y estructura de los pallets de madera .....</b>	<b>19</b>
1.8.1.	Pallets Estándar _____	19
1.8.2.	Euro pallets _____	19
<b>1.9.</b>	<b>Características de <i>Pinus radiata</i>.....</b>	<b>19</b>
1.9.1.	Taxonomía _____	19
1.9.2.	Descripción botánica _____	20
1.9.3.	Requerimientos en Campo _____	20
<b>1.9.3.1.</b>	<b>Requerimientos climáticos.....</b>	<b>20</b>
<b>1.9.3.2.</b>	<b>Características y tratamientos de la semilla .....</b>	<b>21</b>
<b>1.9.3.3.</b>	<b>Producción en vivero.....</b>	<b>21</b>
<b>1.9.3.4.</b>	<b>Reproducción vegetativa .....</b>	<b>21</b>
<b>1.9.3.5.</b>	<b>Preparación de terreno.....</b>	<b>21</b>
<b>1.9.3.6.</b>	<b>Plantación (diseño y densidad) .....</b>	<b>21</b>
<b>1.9.3.7.</b>	<b>Crecimiento (IMA).....</b>	<b>22</b>
<b>1.9.3.8.</b>	<b>Manejo silvicultural.....</b>	<b>22</b>
<b>1.9.3.9.</b>	<b>Turno o Rotación .....</b>	<b>22</b>
<b>1.9.3.10.</b>	<b>Riesgos o peligros .....</b>	<b>22</b>
1.9.4.	Usos y Propiedades _____	23
<b>1.9.4.1.</b>	<b>Usos de la madera .....</b>	<b>23</b>
<b>1.9.4.2.</b>	<b>Propiedades de la madera .....</b>	<b>23</b>
<b>1.9.4.3.</b>	<b>Trabajabilidad. ....</b>	<b>23</b>
<b>1.9.4.4.</b>	<b>Propiedades físicas y mecánicas. ....</b>	<b>24</b>
1.9.5.	Pallets Semiduro _____	24
<b>1.10.</b>	<b>Características de <i>Eucalyptus globulus</i>.....</b>	<b>24</b>

1.10.1.	Taxonomía _____	25
1.10.2.	Descripción botánica _____	25
<b>1.10.2.1.</b>	Caracteres botánicos.....	25
1.10.3.	Características de Campo _____	26
<b>1.10.3.1.</b>	Ecología y distribución de la especie .....	26
<b>1.10.3.2.</b>	Características edafoclimáticas .....	26
<b>1.10.3.3.</b>	Requerimientos edáficos.....	26
<b>1.10.3.4.</b>	Factores limitantes de crecimiento .....	26
<b>1.10.3.5.</b>	Descripción silvicultural y de manejo de la especie.....	27
<b>1.10.3.6.</b>	Producción en vivero.....	27
<b>1.10.3.7.</b>	Fuentes semilleras .....	27
<b>1.10.3.8.</b>	Reproducción vegetativa .....	28
<b>1.10.3.9.</b>	Preparación del terreno.....	28
<b>1.10.3.10.</b>	Plantación (diseño y densidad) .....	28
<b>1.10.3.11.</b>	Crecimiento (IMA).....	29
<b>1.10.3.12.</b>	Manejo silvicultural.....	29
<b>1.10.3.13.</b>	Turno o Rotación .....	29
<b>1.10.3.14.</b>	Riesgos o peligros .....	29
1.10.4.	Usos y Propiedades _____	30
<b>1.10.4.1.</b>	Usos de la madera .....	30
<b>1.10.4.2.</b>	Propiedades de la madera .....	30
1.10.5.	Durabilidad _____	31
1.10.6.	Trabajabilidad _____	31
1.10.7.	Propiedades físicas y mecánicas _____	31
1.10.8.	Preservación _____	32

## **CAPITULO II**

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
-----------	---------------------------------	-----------

<b>2.1.</b>	<b>Determinar la capacidad de carga de un pallet de PINO (<i>Pinus radiata</i>).....</b>	<b>33</b>
2.1.1.	Formato de los diferentes ensayos.....	34
2.1.1.1.	Ensayo de Compresión.....	34
2.1.1.2.	Ensayo de flexión.....	35
2.1.1.3.	Ensayo de levantamiento de Horquillas .....	37
<b>2.2.</b>	<b>Determinar la capacidad de carga de un pallet de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) .....</b>	<b>38</b>
2.2.1.	Formato de los diferentes ensayos.....	39
2.2.1.1.	Ensayo de Compresión.....	39
2.2.1.2.	Ensayo de flexión.....	40
2.2.1.3.	Ensayo de levantamiento de Horquillas .....	42
<b>2.3.</b>	<b>Determinar la capacidad de carga de un pallet mixto.....</b>	<b>43</b>
2.3.1.	Procedimiento de los diferentes ensayos.....	44
2.3.1.1.	Ensayo de Compresión.....	44
2.3.1.2.	Ensayo de flexión.....	45
2.3.1.3.	Ensayo de levantamiento de Horquillas .....	47
<b>2.4.</b>	<b>Comparación entre los tres tipos de pallets .....</b>	<b>48</b>

### CAPITULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1.</b>	<b>Determinar la capacidad de carga de un pallet de pino (<i>Pinus radiata</i>). .....</b>	<b>49</b>
3.1.1.	Ensayo de compresión.....	49
3.1.2.	Ensayo de flexión.....	60
3.1.3.	Ensayo de levantamiento.....	66
<b>3.2.</b>	<b>Determinar la capacidad de carga de un pallet de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....</b>	<b>73</b>
3.2.1.	Ensayo de compresión.....	73

3.2.2.	Ensayo de Flexión. _____	84
3.2.3.	Ensayo de levantamiento _____	91
<b>3.3.</b>	<b>Evaluar la capacidad de carga de un pallet mixto.....</b>	<b>98</b>
3.3.1.	Ensayo de compresión. _____	98
3.3.2.	Ensayo de Flexión. _____	109
3.3.3.	Ensayo levantamiento de horquillas. _____	116
<b>3.4.</b>	<b>Comparación entre los tres tipos de pallets. ....</b>	<b>124</b>
<b>3.5.</b>	<b>Resumen de los datos obtenidos en los ensayos de Compresión, Flexión y Levantamiento de Horquillas.....</b>	<b>124</b>
3.5.1.	Ensayo de compresión _____	124
3.5.2.	Ensayo de Flexión _____	125
3.5.3.	Ensayo de levantamiento de horquillas _____	126
<b>3.6.</b>	<b>Análisis estadístico de la capacidad de carga de los pallets. ....</b>	<b>127</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>134</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>135</b>
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS DE CONTENIDO

<b>Tabla 1-1:</b>	Características mecánicas de <i>Pinus radiata</i> . _____	24
<b>Tabla 2-1:</b>	Propiedades mecánicas de <i>Eucalyptus globulus</i> . _____	31
<b>Tabla 1-2:</b>	Elementos para la elaboración de pallet europeo 100*120cm. _____	33
<b>Tabla 2-2:</b>	Elementos para la elaboración de pallet europeo de pino escala 1:3. _____	33
<b>Tabla 3-2:</b>	Elementos para la elaboración de pallet europeo 100*120cm. _____	38
<b>Tabla 4-2:</b>	Elementos para la elaboración de pallet europeo de eucalipto escala 1:3. _____	38
<b>Tabla 5-2:</b>	Elementos para la elaboración de pallet europeo 100*120cm. _____	43
<b>Tabla 6-2:</b>	Elementos para la elaboración de pallet europeo mixto escala 1:3. _____	43
<b>Tabla 1-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo de Pino probeta N°1. _____	49
<b>Tabla 2-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo de Pino probeta N°2. _____	52
<b>Tabla 3-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo de Pino probeta N°3. _____	55
<b>Tabla 4-3:</b>	Resumen de del Ensayo de Compresión en <i>Pinus radiata</i> . _____	59
<b>Tabla 5-3:</b>	Datos de ensayo de flexión Pallet de Pino probeta N°1. _____	60
<b>Tabla 6-3:</b>	Datos de ensayo de flexión Pallet de Pino probeta N°2. _____	62
<b>Tabla 7-3:</b>	Datos de ensayo de flexión Pallet de Pino probeta N°3. _____	64
<b>Tabla 8-3:</b>	Resumen ensayo e Flexión en probetas de pallet de <i>Pinus radiata</i> . _____	66
<b>Tabla 9-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de <i>Pinus radita</i> , probeta N°1. _____	66
<b>Tabla 10-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de <i>Pinus radita</i> , probeta N°2. _____	68
<b>Tabla 11-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de <i>Pinus radita</i> , probeta N°3. _____	71
<b>Tabla 12-3:</b>	Resumen de datos de Pallet de <i>Pinus radiata</i> en ensayo de levantamiento de Horquillas. _____	72
<b>Tabla 13-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo de Eucalipto probeta N°1. _____	73
<b>Tabla 14-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo de Eucalipto probeta N°2. _____	76
<b>Tabla 15-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo de Eucalipto probeta N°3. _____	79
<b>Tabla 16-3:</b>	Resumen ensayo de compresión en pallets de <i>Eucalyptus globulus</i> . _____	83
<b>Tabla 17-3:</b>	Datos de ensayo de Flexión pallet de Eucalipto probeta N°1. _____	84

<b>Tabla 18-3:</b>	Datos de ensayo de Flexión pallet de Eucalipto probeta N°2. _____	86
<b>Tabla 19-3:</b>	Datos de ensayo de Flexión pallet de Eucalipto probeta N°3. _____	88
<b>Tabla 20-3:</b>	Resumen ensayo de Flexión pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> . _____	91
<b>Tabla 21-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> , probeta N°1. _____	91
<b>Tabla 22-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> , probeta N°2. _____	94
<b>Tabla 23-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> , probeta N°3. _____	96
<b>Tabla 24-3:</b>	Resumen de datos de Pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> en ensayo de levantamiento de Horquillas. _____	98
<b>Tabla 25-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo Mixto probeta N°1. _____	98
<b>Tabla 26-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo Mixto probeta N°2. _____	101
<b>Tabla 27-3:</b>	Datos de compresión de pallet Europeo Mixto probeta N°3. _____	105
<b>Tabla 28-3:</b>	Resumen ensayo de compresión de pallet Mixto. _____	108
<b>Tabla 29-3:</b>	Datos ensayos de flexión pallet mixto, probeta N°1. _____	109
<b>Tabla 30-3:</b>	Datos ensayos de flexión pallet mixto, probeta N°2. _____	111
<b>Tabla 31-3:</b>	Datos ensayos de flexión pallet mixto, probeta N°3. _____	113
<b>Tabla 32-3:</b>	Resumen ensayo de flexión pallet Mixto. _____	116
<b>Tabla 33-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet Mixto, probeta N°1. ____	116
<b>Tabla 34-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet Mixto, probeta N°2. ____	118
<b>Tabla 35-3:</b>	Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet Mixto, probeta N°3. ____	120
<b>Tabla 36-3:</b>	Resumen de datos de Pallet Mixto en ensayo de levantamiento de Horquillas. __	123
<b>Tabla 37-3:</b>	Resumen de los datos obtenidos en el ensayo de compresión de los diferentes tipos de pallets. _____	124
<b>Tabla 38-3:</b>	Resumen de datos de ensayo de flexión de los diferentes tipos de pallets. _____	125
<b>Tabla 39-3:</b>	Datos del ensayo de levantamiento de horquillas de los diferentes tipos de pallets.	126
<b>Tabla 40-3:</b>	Análisis de varianza en el ensayo de compresión de diferentes tipos de pallets. __	127
<b>Tabla 41-3:</b>	Análisis de varianza de ensayo de flexión en diferentes tipos de pallets. _____	128
<b>Tabla 42-3:</b>	Análisis de varianza del ensayo de levantamiento de horquillas en diferentes tipos de pallets. _____	130

## INDICE DE FIGURA

<b>Figura 1-2:</b>	Ensayo Flexion by Eriksson. _____	35
<b>Figura 2-2:</b>	Diseño de las cargas aplicadas y los soportes, a partir del cual se hará el análisis para la deducción de las fórmulas. _____	36
<b>Figura 3-2:</b>	Diseño de las cargas aplicadas y soportes para ensayo. _____	37
<b>Figura 4-2:</b>	Ensayo Flexion by Eriksson. _____	40
<b>Figura 5-2:</b>	Diseño de las cargas aplicadas y los soportes, a partir del cual se hará el análisis para la deducción de las formulas. _____	41
<b>Figura 6-2:</b>	Diseño de las cargas aplicadas y soportes para ensayo. _____	42
<b>Figura 7-2:</b>	Ensayo Flexion by Eriksson. _____	45
<b>Figura 8-2:</b>	Diseño de las cargas aplicadas y los soportes, a partir del cual se hará el análisis para la deducción de las formulas. _____	46
<b>Figura 9-2:</b>	Diseño de las cargas aplicadas y soportes para ensayo. _____	47

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Pino, Probeta N°1. _____	51
<b>Gráfico 2-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Pino Probeta N°1. _	52
<b>Gráfico 3-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Pino, Probeta N°2- _____	54
<b>Gráfico 4-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Pino Probeta N°2. _	55
<b>Gráfico 5-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Eu. Pino, Probeta N°3. _____	57
<b>Gráfico 6-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Pino Probeta N°3. _	58
<b>Gráfico 7-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de <i>Pinus radiata</i> Probeta N°1 _____	61
<b>Gráfico 8-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de <i>Pinus radiata</i> . Probeta N°2. _____	63
<b>Gráfico 9-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de <i>Pinus radiata</i> ; probeta N°3 _____	65
<b>Gráfico 10-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de <i>Pinus radiata</i> , ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°1. _____	68
<b>Gráfico 11-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de <i>Pinus radiata</i> , ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2. _____	70
<b>Gráfico 12-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de <i>Pinus radiata</i> , ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°3. _____	72
<b>Gráfico 13-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Eucalipto, Probeta N°1. _____	75
<b>Gráfico 14-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Eucalipto Probeta N°1. _____	76
<b>Gráfico 15-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Eu. Eucalipto, Probeta N°2. _____	78

<b>Gráfico 16-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Eucalipto Probeta N°2. _____	79
<b>Gráfico 17-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Eucalipto, Probeta N°3. _____	81
<b>Gráfico 18-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Eucalipto Probeta N°3. _____	82
<b>Gráfico 19-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de <i>Eucalyptus globulus</i> , probeta N°1. _____	86
<b>Gráfico 20-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de <i>Eucalyptus globulus</i> , probeta N°2. _____	88
<b>Gráfico 21-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de <i>Eucalyptus globulus</i> , probeta N°3 _____	90
<b>Gráfico 22-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> , ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2. _____	93
<b>Gráfico 23-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> , ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2. _____	95
<b>Gráfico 24-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de <i>Eucalyptus globulus</i> , ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°3. _____	97
<b>Gráfico 25-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo mixto, Probeta N°1. _____	100
<b>Gráfico 26-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Mixto Probeta N°1. _____	101
<b>Gráfico 27-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo mixto, Probeta N°2. _____	103
<b>Gráfico 28-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Mixto Probeta N°2. _____	104
<b>Gráfico 29-3:</b>	Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo mixto, Probeta N°3. _____	106
<b>Gráfico 30-3:</b>	Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Mixto Probeta N°3. _____	107
<b>Gráfico 31-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets Mixto, Probeta N°1 _____	111

<b>Gráfico 32-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets Mixto, probeta N°2. _____	113
<b>Gráfico 33-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets Mixto, probeta N°3. _____	115
<b>Gráfico 34-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet Mixto, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°1. _____	118
<b>Gráfico 35-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet Mixto, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2. _____	120
<b>Gráfico 36-3:</b>	Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet Mixto, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°3. _____	122
<b>Gráfico 37-3:</b>	nos muestra la diferencia significativa en las cargas medias que presenta el pallet de Eucaliptus globulus con respecto al pallet de pino y mixto. _____	128
<b>Gráfico 38-3:</b>	Los diferentes tipos de pallet no presenta diferencia significativa en cuanto a su resistencia debido a que el ensayo se culminó con fallas en puntos de clavados y no por punto de ruptura de la madera. _____	130
<b>Gráfico 39-3:</b>	El pallet de Eucaliptus globulus tiene la mejor media de carga dinámica realizada, el pallet mixto presenta la segunda media más alta, sin embargo, esta no es significativa con respecto al pallet de <i>Pinus radiata</i> . _____	132

## **INDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ENSAYO DE COMPRESIÓN

**ANEXO B:** ENSAYO DE FLEXIÓN

**ANEXO C:** ENSAYO DE LEVANTAMIENTO DE HORQUILLAS

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la comparación de las características mecánicas entre tres tipos de pallet tipo europeo según el tipo de madera ocupado. En la investigación se realizó tres ensayos por cada tipo de pallet: el primer tipo de pallet europeo con estructura de madera de *Pinus radiata*, el segundo tipo de pallet europeo en su estructura presentó únicamente madera de *Eucalyptus globulus* y el tercer tipo de pallet en su estructura presentó una combinación de madera de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*; los mismos que mostraron el módulo de flexión para carga en rack, la capacidad de carga estática y dinámica de los pallets. Usando la máquina Universal y placas de acero se aplicó diferentes tipos de carga a los pallets hasta obtener un fallo en su estructura y determinar la carga máxima soportada. Los resultados obtenidos indicaron que *Eucalyptus globulus* tiene una capacidad de carga superior en los ensayos de Compresión, Flexión y Levantamiento de Horquillas con una capacidad de 11184,97 Kgf, 1382,40 Kgf y 1446,87 Kgf respectivamente. Pero estadísticamente se concluyó que solo tiene diferencia significativa en dos de los tres ensayos y se recomienda realizar un ensayo de Resistencia por impactos para complementar la investigación.

**Palabras Clave:** <EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*), <PINO (*Pinus radiata*)>, <CARGA DINÁMICA>, <CARGA ESTÁTICA>, <CAPACIDAD>.



2206-DBRA-UTP-2021

## SUMMARY

The aim of this study was to compare the mechanical characteristics of three types of European pallets according to the type of wood used. Three tests were carried out for each type of pallet: the first type of European pallet with *Pinus radiata* wood structure, the second type of European pallet with only *Eucalyptus globulus* wood structure and the third type of pallet with a combination of *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus* wood structure; these tests showed the flexural modulus for rack loading, the static and dynamic load capacity of the pallets. Using the Universal machine and steel plates, different types of loads were applied to the pallets until a failure in their structure was obtained and the maximum load supported was determined. The results obtained indicated that *Eucalyptus globulus* has a superior load capacity in the Compression, Flexure and Fork Lift tests with a capacity of 11184.97 Kgf, 1382.40 Kgf and 1446.87 Kgf respectively. But statistically it was concluded that it only has significant difference in two of the three tests and it is recommended to perform an Impact Resistance test to complement the investigation.

**Keywords:** < Eucalyptus globulus (*Eucalyptus globulus*), <PINE (*Pinus radiata*)>, <DYNAMIC LOAD>, <STATIC LOAD>, <CAPACITY>.



## **I. INTRODUCCION**

Haro Madera inicia en el año 1990 sus primeros pasos en el campo de producción de pallets en madera de pino con alrededor de 10 personas y contando con poca maquinaria el producto pallets era distribuido para las principales exportadoras de fruta en este periodo. Como materia prima para la producción se utiliza el árbol de pino de los cuales obtienen de bosques comprados principalmente de la provincia de Chimborazo y comunidades de Guamote, Alausi, Palmira y San Juan mediante acuerdos entre ENDEFOR (llamado ahora ministerio de medio ambiente) y los propietarios de los bosques; cuyo convenio consiste en proporcionar asesoramiento técnico a las comunidades (Madera 2014, párr. 1-5). Los productos de Haro Madera son armados con materia prima de calidad, la empresa se caracteriza por la variedad de diseños que presenta en pallet europeo y americano, además de flexibilidad al adaptarse a los requerimientos de sus clientes. Un pallet es un armazón que cuenta con una amplia superficie horizontal y es utilizado en el almacenamiento y movimiento de carga. Posee las ventajas de permitir agrupar sobre las grandes cargas, es apilable y muy fácil de mover con los elementos adecuados (transpaletas manuales o automáticas, auto elevadores, etc.). Utilizados como base para agrupar, apilar, almacenar, manipular y transportar mercancías y cargas en general, los pallets entregan un considerable número de ventajas, hasta el punto de que la operativa logística actual no podría realizarse sin su uso (Calvo 2009, párr. 4) .

## **IMPORTANCIA**

De acuerdo al estudio “Pallets para transporte de carga” afirma que el pallet de madera representa entre el 90% y 95% del mercado de pallets a nivel mundial por lo cual es un importante el estudio para la optimización del uso que se le da a este producto, según (Carrasco 2013, párr. 3) el pallet en el Ecuador ha tenido un desarrollo casi a la par de los mercados de banano que son los principales consumidores de este material para sus exportaciones. El Ecuador es el mayor productor mundial de banano, con un volumen de exportaciones que en el año 2008 fue de aproximadamente 5’357.535 toneladas.

Haro Madera es una empresa dedicada a la producción de pallets por lo cual con la presente investigación pretende crear una ficha técnica de los pallets europeos que produce en sus diferentes tipos de madera que utiliza para su fabricación como son *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*. La ficha técnica es importante ya que nos brinda una información más completa la cual proporcionar a los clientes para la correcta elección según los requerimientos que estos tenga.

## **PROBLEMA**

La Empresa manifiesta la necesidad de contar con información sobre las propiedades mecánicas de los pallets en sus distintos tipos. Los datos que se necesitan determinar están relacionados con la capacidad de carga y el módulo de elasticidad (MOE), estos valores dependerán de la especie con la que se va elaborar los pallets.

## **JUSTIFICACION**

Las empresas proveedoras de pallets necesitan conocer las propiedades de carga y flexión con las que producen sus productos, esto nos permitirá generar una ficha técnica de los productos, la cual facilitará a los clientes una correcta elección de los pallets dependiendo del producto a almacenar o transportar.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las propiedades mecánicas de Pino (*Pinus radiata*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) para la elaboración de pallets tipo europeo, empresa HAROMADERA., Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Determinar la capacidad de carga de un pallet de Pino (*Pinus radiata*).
- b. Determinar la capacidad de carga de un pallet de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).
- c. Evaluar la capacidad de carga de un pallet mixto.
- d. Comparación entre los tres tipos de pallets.

### **HIPOTESIS**

#### **HIPÓTESIS NULA**

Los pallets de tipo europeo que elabora la empresa Haro Madera tienen la misma capacidad de carga.

#### **HIPÓTESIS ALTERNANTE**

Al menos uno de los pallets tipo europeo de la empresa Haro Madera tiene una capacidad de carga diferente.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

#### 1.1. Generalidades

Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad del continente y del mundo, con una ubicación geográfica que favorece a la variedad climática, diversidad de especies maderables, velocidad de crecimiento de especies forestales. Se estima que el 52% del territorio ecuatoriano tiene aptitud forestal, de los cuales el 42.38% son bosques naturales y solamente en el 0.01% de territorio nacional se encuentran plantaciones con bosques cultivados, destinados directamente a la industria y economía forestal del país (Chiavenato & Sapiro 2017, p. 10).

- **Las plantaciones forestales.-** Es la masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales, diferentes de las palmas (Chiavenato & Sapiro 2017, p. 25).
- **Las plantaciones forestales.-** Es la masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales, diferentes de las palmas (Chiavenato & Sapiro 2017, p. 25).
- **Los árboles plantados. -** En forma aislada o dispersos que no constituyen plantaciones forestales y que generalmente se encuentran formando parte de sistemas agroforestales, pasturas, linderos, cortinas rompe vientos, barreras vivas, entre otras (Chiavenato & Sapiro 2017, p. 25).
- **Los árboles de la regeneración natural en cultivos.-** Aquellos árboles provenientes del manejo y fomento de la regeneración natural, incluidos árboles de pigüé y balsa, que se desarrollan en huertos, potreros, plantaciones forestales y sistemas agroforestales, que no constituyen parte integrante de un bosque nativo y que no constituyen árboles relictos; y que por su tamaño, apariencia, especie y madurez fisiológica son clasificados como tales (Chiavenato & Sapiro 2017, p. 25).

## **1.2. Aserradero**

García et al. (2002) expresa que las instalaciones industriales donde se efectúa la elaboración de la madera en rollo para obtener madera aserrada, reciben el nombre de serrerías o aserraderos (Alvarez 2004, p. 1-10).

En los aserraderos, aunque es recomendable que la operación de elaboración se complemente con la de secado en cámaras de los productos obtenidos, no tienen por qué incluir necesariamente esta última. Generalmente, los productos finales de aserrado, tablonos, tablas, vigas y viguetas se venden con una humedad del 15 al 20% (Alvarez 2004, p. 1-10)

Reciben el nombre de aserríos porque los elementos o máquinas principales que intervienen en este proceso industrial están constituidas exclusivamente por sierras. Para que los pallets de madera sean prácticos, deben ser capaces de resistir los daños resultantes del uso normal, el enganche con la carretilla elevadora y la caída (Alvarez 2004, p. 1-10)

## **1.3. Pallets**

### ***1.3.1. Historia***

Paletizar (estibar) es agrupar sobre una superficie (pallet, tarima, paleta) una cierta cantidad de objetos que en forma individual son poco manejables, pesados y/o voluminosos; o bien objetos fáciles de desplazar pero numerosos, cuya manipulación y transporte requerirían de mucho tiempo y trabajo; con la finalidad de conformar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada con el mínimo esfuerzo y en una sola operación y en un tiempo muy corto («CCL» 2003, p. 4).

Un pallet es una plataforma horizontal que se emplea para transportes, transporte y distribuir mercancías, como cargas unitarias. Otra definición más concreta la tenemos en la norma UNE ISO 445 que nos dice: "plataforma horizontal rígida, cuya altura está reducida al mínimo compatible con

su manejo mediante carretillas elevadoras, transpaletas o cualquier otro mecanismo elevador adecuado, utilizado como base para agrupar, apilar, cargar, manipular y transportar mercancías y cargas en general "(Castelo 2011, p. 22).

El pallet es una superficie cuya función es soportar cualquier tipo de producto sobre él, brindando estabilidad a la mercadería en la cual puede ser trasladada por diferentes tipos de maquinarias adecuadas para la estiba destinada a la exportación o uso interno de una empresa (Tanya & Mancilla 2017, p. 4).

### ***1.3.2. Usos***

Un pallet es una plataforma horizontal que se emplea para transportes, transporte y distribuir mercancías, como cargas unitarias(Castelo 2011, p. 22).

El pallet de madera se utiliza para el almacenaje y transporte de diversos materiales más o menos pesados. Muchos de los pallets, una vez entregada la carga, no se reutilizan, pero se puede conseguir darles otra “vida” a través del RECICLAJE y de esta forma ayudar a preservar el medioambiente. Los pallets son una tendencia cada vez más utilizada para decorar jardines y el interior de nuestros hogares. Generalmente adaptando el pallet tal y como están contruidos o con pocas modificaciones para las necesidades que queremos cubrir (Carrillo 2012, p. 1,2).

Podemos hacer muebles de todo tipo. La otra tendencia es la de desmontar el pallet aprovechando la materia prima para construir otros muebles más sofisticados, en este segundo caso lógicamente interesa saber la forma de desmontar el pallet. Al final de este artículo hay un video explicativo que puede venir muy bien (Carrillo 2012, p. 1,2).

La tendencia más utilizada es adaptar el pallet tal y como están contruidos o con pocas modificaciones para adaptarlo a las necesidades que queremos cubrir. Podemos hacer muebles de todo tipo, para el jardín, incluso jardines verticales. La otra tendencia es la de desmontar el pallet

aprovechando la materia prima para construir otros muebles más sofisticados, en este segundo caso hay que tener ciertas habilidades y conocimientos sobre bricolaje (Carrillo 2013, p. 2).

### ***1.3.3. Ventajas***

La paletización nos permite obtener considerables ahorros en los sistemas de distribución, y entre sus principales ventajas destacadas:

Aumento en la productividad

- Disminución de los tiempos de carga, descarga y almacenamiento
- Menor cantidad de mano de obra en las operaciones
- Disminución en los costos de carga y descarga
- Mejor aprovechamiento del espacio para almacenamiento sea en piso o en estantería (racks)
- Almacenamiento vertical con el uso de estantes o “racks”
- Mejora los procesos de clasificación de productos en bodega
- Disminuye los daños de los productos al reducirse la manipulación
- Mejora la presentación de los productos favoreciendo la imagen de la marca en el punto de venta
- Hace más eficiente el uso de la flota de transporte
- Racionalización y normalización de los envases y embalajes, mejorando el uso al 100% de la superficie del pallet
- Simplificación en el manejo de los inventarios
- Disminución de los costos de manipulación, almacenamiento y transporte
- Mayor rentabilidad por metro cuadrado de almacenamiento
- Optimización en general de la logística de almacenamiento y distribución
- Permite desarrollar programas de reabastecimiento continuo, como el “CROSS DOCKING”
- Estrecha relaciones entre clientes y proveedores a lo largo de la cadena

### ***1.3.4. Tipos de pallets***

Para el traslado de los productos de diferente tamaño o volumen, hay diferentes tipos de pallets para su manipulación. Según (Castelo 2011, p. 23) para poder satisfacer a todos los sectores e industrias, existen diferentes tipos de paletas según su función o utilización:

#### *1.3.4.1. Recuperable*

Es el pallet adecuado para ser utilizado en múltiples ciclos o rotaciones en la distribución.

#### *1.3.4.2. De un solo uso o fondo perdido*

Pallet destinado a ser desechado después de un solo ciclo de uso.

#### *1.3.4.3. Intercambiable*

Es el pallet que se puede cambiar por otro de iguales características en base a un mutuo convenio entre empresas.

#### *1.3.4.4. Clasificación por material de Fabricación*

También podríamos diferenciar entre los distintos materiales con los que se fabrican actualmente los pallets, madera, plástico, cartón, papel y cartón, etc.

#### *1.3.4.5. Pallet de plástico*

Tiene menor presencia en los mercados. Se presenta como una alternativa al pallet de cartón en envíos internacionales. Generalmente, es el pallet escogido por la constancia de su peso y su higiene. Se destina generalmente a nichos de mercado del sector de la logística industrial donde es muy conveniente para los almacenes automatizados (Carrasco 2013, p. 18).

#### ***1.3.4.6. Pallet de cartón***

Presente en los catálogos de los principales cartoneros, se escoge por sus garantías de higiene al tratarse de un producto desechable. Los pallets de cartón son de un solo uso y se destinan mayoritariamente al mercado agrícola o agroalimentario. Están fabricados en cartón ondulado, encoladas unas partes a otras con lo que no emplean ni grapas ni clavos (Carrasco 2013, p. 19).

#### ***1.3.4.7. Pallets de fibra o partículas de madera***

Están hechos de tableros aglomerados o MDF (Medium density fibre). En la producción de tableros MDF, se usa como materia prima la viruta o fibra que se obtiene de procesos industriales de las trozas de madera y de los propios pallets. Están disponibles en varias medidas y capacidades de carga, de acuerdo al tablero que se utilice, van desde 250 hasta 1.250 kilos (Carrasco 2013, p. 19-20).

Respecto a la duración de pallets confeccionados a partir de fibra o partículas su duración y reposición es similar a los pallets de madera, con la característica adicional que pueden reciclarse en materia prima cuando ingresan a un proceso de reutilización ya que la viruta se puede utilizar 20 para hacer nuevos pallets y otros productos, prensando industrialmente dicha materia prima o fibra de madera (Carrasco 2013, p. 19-20).

#### ***1.3.4.8. Pallets de metal***

Mucho menos utilizados, por su característica física – química, ofrecen los mayores valores de resistencia a la carga. Están hechos principalmente de acero o aluminio, o aleaciones que contienen principalmente estos dos metales. Por su mayor duración respecto a los demás kits de pallets existentes en el mercado, y el costo de materia prima y fabricación también en su precio es considerablemente más alto comparado con los demás pallets, en consecuencia, para su utilización se requiere una mayor inversión inicial (Carrasco 2013, p. 20).

Su larga vida útil puede demostrar rentabilidad en un análisis de costo beneficio; sin embargo, su utilización es limitada, principalmente en sectores en los que funcionan sistemas cerrados o en los que los pallets se recuperan; así como en aquellos en los que tienen que soportar cargas muy altas (militar y aeroespacial) (Carrasco 2013, p. 20).

#### **1.4. Características de los pallets de madera**

Según (Tanya & Mancilla 2017, p. 10) el pallet más utilizado en la actualidad es de madera, debido a la facilidad de su elaboración, por lo que, comúnmente se los puede reconocer por las siguientes características:

##### ***1.4.1. Pallet Europeo***

Los pallets europeos se los puede reconocer por su característica de composición en la parte inferior de ésta estructura se encuentra unos cubos de madera conocidos como TACOS por lo general un pallet europeo siempre debe tener la cantidad de nueve tacos en la parte inferior para que éste se encuentre equilibrado y no tenga dificultad al poner el producto sobre él. Además éste pallet puede ser utilizado de los cuatro lados para que las uñas del gato, montacargas, Yale o diferente maquinaria de estiba se utilice por sus diferentes ángulos facilitando su movilidad con el producto (Tanya & Mancilla 2017, p. 10-11).

##### ***1.4.2. Pallet Americano***

El Pallet Americano a diferencia del europeo éste no lleva tacos en la parte interior, sino que es compuesto por listones que cubre dos laterales del pallet permitiendo el ingreso de la maquinaria de estiba solo por dos lados para que este pueda ser movilizado. El pallet de madera tanto americano como europeo también es adquirido por el lugar donde se realizará una exportación, debido a que

muchas empresas adquieren este producto, distinguiéndolos a donde va a realizar el destino de su comercio en el exterior (Tanya & Mancilla 2017, p. 10-11).

## **1.5. Estructura del pallet**

Según (ANREPA 2015, p. 10), los pallets de tacos generalmente están constituidos por 9 tacos, pero existen también pallets de:

- 4 o 6 tacos, estos son de formato pequeño.
- 12 tacos, estos son de formato grande.

El pallet de tacos permite el paso de las palas del aparato elevador por los cuatro lados (ANREPA 2015, p. 10,11).

### ***1.5.1. Cuatro (4) Entradas***

Un pallet de 4 Entradas, está compuesto generalmente por 9 tacos, estando su parte inferior formada por 3 patines. Puede ser manipulado por todos los aparatos de elevación como son: carretilla elevadora, transpaleta, apilador. Es la estructura más común y más utilizada en la mayoría de los sectores industriales (ANREPA 2015, p. 10,11).

### ***1.5.2. Cuatro (4) Entradas Perimétrico o Enmarcado***

Un pallet de 4 Entradas Perimétrico o Enmarcado, está compuesto generalmente por 9 tacos, estando su parte inferior constituida por 5 maderas formando un marco. Puede ser manipulado por todos los aparatos de elevación, a excepción del apilador. Esta estructura mejora la estabilidad para poder ser remontado (ANREPA 2015, p. 10,11).

### ***1.5.3. Pallet de travesaños o largueros***

Generalmente este pallet está compuesto normalmente por 3 travesaños o largueros, pero existen también pallets de:

- 2 travesaños o largueros, estos son de formato pequeño.
- 4 travesaños o largueros, estos son de formato grande.

En esta estructura, las palas de un aparato de elevación pueden entrar únicamente por los dos lados opuestos del pallet, de ahí el nombre de pallet de 2 Entradas (ANREPA 2015, p. 10,11).

### ***1.5.4. Dos (2) entradas sin maderas bajas***

Está compuesto por varias maderas en la base superior y los correspondientes travesaños. Adecuado para poder ser manipulado por todos los aparatos de elevación. (carretilla elevadora, transpaleta y apilador) (ANREPA 2015, p. 10,11).

### ***1.5.5. Dos (2) entradas Semireversible***

Está compuesto por varias maderas en la base superior, los correspondientes travesaños y tres maderas en la base superior. Es adecuado para poder ser manipulado con carretilla elevadora y transpaleta. Buena estabilidad para poder ser remontado (ANREPA 2015, p. 10,11).

### ***1.5.6. Dos (2) entradas Reversible o doble cara.***

Está compuesto por varias maderas en su base superior, los correspondientes travesaños y las mismas maderas de la base superior, en su base inferior. Las dos bases pueden recibir indistintamente la carga. Solo puede ser manipulado por la carretilla elevadora. Máxima estabilidad a la hora de ser remontado (ANREPA 2015, p. 10,11).

## **1.6. Componentes de un pallet**

Según (Nacional 2014, p. 7,8) un pallet tiene lo siguientes componentes:

### ***1.6.1. Piso superior***

Superficie plana horizontal entera de listone, sobre la cual se aplica la carga  
Tapa: Conjunto de tablas de piso superior y tirantes.

### ***1.6.2. Piso inferior***

Superficie plana horizontal, entera o de listones, donde se distribuye la masa.

### ***1.6.3. Ala***

Parte del piso o pisos que se proyecta más de allá de los largueros o tacos, diseñada para la elevación por medio de grúas.

### ***1.6.4. Ala Fina***

Proyección del piso superior destinada al uso de dispositivos de retención de carga (como envolturas elásticas o encogibles). No está prevista su utilización para el izado.

### ***1.6.5. Abertura***

La prevista en el piso inferior de un pallet de doble piso para permitir que las uñas con ruedas de los transportadores de pallet apoyen en el suelo.

Entrada

Abertura lateral prevista para permitir el pasaje de los dispositivos de elevación de los equipos de manipulación.

**1.6.6. *Entrada libre***

Entrada a través de la cual la uña con ruedas de un transportador de pallets puede pasar sin perder contacto con el suelo.

**1.6.7. *Tabla***

Miembro individual de un piso superior o inferior.

Tabla puntera

**1.6.8. *Tabla puntera a tope***

Tabla puntera que hace tope con una tabla vecina para brindar una resistencia extra contra las fuerzas horizontales extra contra las fuerzas horizontales, Se utiliza solo en el piso superior.

**1.6.9. *Chaflán***

Bisel sobre los bordes superiores del pozo inferior o las tablas inferiores para facilitar el pasaje de las uñas con ruedas de un transportador de pallets y que también puede aplicarse a los bordes inferiores del piso superior.

**1.6.9.1. *Chaflán continuo***

Bisel a lo largo de toda la longitud de una tabla.

#### ***1.6.9.2. Chaflán parcial***

Bisel de longitud limitada.

#### ***1.6.9.3. Chaflán de esquina***

Bisel sobre las esquinas de un pallet.

#### ***1.6.10. Tirante***

Miembro longitudinal continuo inmediatamente debajo del piso superior e inferior, que forma el espaciado para la entrada de las horquillas de elevación y las uñas de los transportadores de pallets.

#### ***1.6.11. Entallada***

Rebajo en la parte más baja de un tirante la entrada de las horquillas en argullo recto respecto del tirante.

Espesor útil del tirante la parte superior del tirante.

#### ***1.6.12. Pie de tirante***

Parte inferior de un tirante. Distancia entre el punto más alto de la entalla situado entre la entalla y el extremo del tirante.

### ***1.6.13. Apoyo central***

Las tablas centrales del piso inferior de un pallet de cuatro parcial.

### ***1.6.14. Taco***

Columna corta (generalmente de sección rectangular o circular) inmediatamente debido del ensamble del piso superior o entre los ensambles de los pisos superior e inferior y que forman el espaciado para la entrada de las horquillas de lo auto elevadores y de las uñas de los trasportadores de pallets.

### ***1.6.15. Piso intermedio***

Miembro horizontal que se une a los tacos y las tablas de piso.

### ***1.6.16. Patín***

Conjunto unitario formado por una tabla del fondo y dos a mas tacos o perfiles metálicos con extremos rectangulares doblados hacia arriba y posiblemente un taco central (de allí el termino pallet patín para el que tiene entradas libres sobre dos lados.

### ***1.6.17. Pie***

Dispositivo para ubicación fijado a la base de pallets cajón o con puntuales para facilitar el estibado.

#### ***Pie copa***

Pie utilizado en pallets con puntuales y que pueden ser redondos o cuadrados

*Pie (listón) provisorio*

Pie ubicado dentro de los costados de un pallet cajón o jaula.

*Pie cónico*

Pie de plástico o de un compuesto que encaja en sí mismo.

## **1.7. Fijación de la carga**

Mantener una carga estable es requisito indispensable en el proceso de paletización. Para esto existen varios métodos de fijar (amarrar) la carga al pallet y las tres principales son:

### **1.7.1. “Stretch Film”**

Es un producto plástico estirable y adherente que se aplica de forma mecanizada o manual envolviendo los pallets, creando paredes laterales de sujeción y tiene como objetivo contener y mantener firme las mercaderías palatizadas, facilitar y asegurar su movimiento, almacenaje o transporte. La tensión se consigue al utilizar plásticos de alta elasticidad. Su costo es mínimo y es de fácil aplicación. De ser posible se recomienda utilizar colores distintos para cada altura de pallet, con el fin de hacer más fácil su manejo e identificación («CCL» 2003, p. 8).

### **1.7.2. Fleje (cinta) de acero, PVC o Polipropileno**

Cuando este se tensa, se aumenta el coeficiente de rozamiento de la carga sujeta y se produce una mayor estabilidad («CCL» 2003, p. 5).

### **1.7.3. Funda de Plástico Retráctil**

Consiste en recubrir la mercadería paletizada con una bolsa de plástico especial a la que posteriormente se le aplica calor en un túnel o con llama manual. El calor produce una contracción permanente que aprisiona la mercancía («CCL» 2003, p. 5).

#### ***1.7.4. Exportación 'segura' con pallets de madera***

Exige dos requisitos imprescindibles: un certificado de origen del pallet y otro del tipo de tratamiento aplicado para su desinfección. Para cumplir con el segundo se permiten dos tratamientos: Tratamiento térmico y fumigación con bromuro de metilo. El térmico, es un tratamiento permanente, mientras que el bromuro de metilo debe ser renovado cada dos meses (Ligeros 2017, p. 2).

El Protocolo de Montreal, firmado por multitud de países, promueve abandonar la utilización de tratamiento químico con bromuro de metilo a partir de 2005 (Ligeros 2017, p. 2).

#### ***1.7.5. Recomendaciones sobre las unidades de carga eficientes***

- La mercancía no debe sobresalir de la base de la paleta, y debe tender a un aprovechamiento del 100% de la superficie de la paleta para optimizar la ocupación de la misma.
- La configuración de la carga paletizada debe facilitar la apertura, desmontado, y extracción de productos.
- Debe ofrecer la máxima accesibilidad por dos o cuatro lados
- Para que pueda facilitar su identificación, se recomienda que la unidad de carga esté acompañada de la etiqueta EAN de la unidad de envío.
- La carga paletizada debe incluir los medios de protección del producto.
- La altura de la carga paletizada (en pallet europeo) se establece en tres rangos de altura máxima: (todas incluyendo el pallet): 1.15 m, 1.45 m, 2 m. Cuando se vayan a apilar dos unidades de carga, la altura máxima de cada una será de 1.35 m.

## **1.8. Desarrollo y estructura de los pallets de madera**

Debido a las diferentes maquinarias de estibas y productos a comercializar, se elabora un pallet adecuado a la estructura de almacenaje de la empresa, por lo cual, es importante saber el peso que un pallet debe soportar tanto estático como dinámico, las medidas exactas que debe cubrir para con esto elegir el pallet adecuado (Tanya & Mancilla 2017, p. 11-12).

Por lo general se conoce los siguientes pallets:

### ***1.8.1. Pallets Estándar***

Este es conocido con este nombre debido a su medida de 100cm x 120cm utilizado en la mayoría de las empresas en las diferentes actividades económicas, por supuesto existen el pallet estándar europeo, americano que este debe ser bien elegido dependiendo la necesidad de los mismos (Tanya & Mancilla 2017, p. 11-12).

### ***1.8.2. Euro pallets***

Es un pallet europeo de medidas de 80cm x 120cm por su mayoría es utilizado en las empresas de la Costa dedicadas a comercialización y exportación de atún. Este pallet también puede ser utilizado para diferentes productos que se adapten a éste. Pallet Industrial. - Es llamado así por su estructura en su mayoría cubierta lo cual los vuelven resistentes por lo general son utilizados para colocar sacos de cualquier producto a granel, tanques de aceites, repuestos de vehículos, entre otros. Sus medidas van desde 120cmx120cm hasta pallets de casi 300cm (Tanya & Mancilla 2017, p. 11-12).

## **1.9. Características de *Pinus radiata***

### ***1.9.1. Taxonomía***

- Reino: Plantae
- División: Pinophyta
- Clase: Pinopsida
- Orden: Pinales
- Familia: Pinaceae
- Género: Pinus
- Especie: P. radiata
- Nombre científico: *Pinus radiata* D. Don

### ***1.9.2. Descripción botánica***

Árbol que alcanza hasta 60m de altura y 100 cm de DAP.

Tronco cónico y recto.

Corteza externa café agrietada; corteza interna crema- rosáceo, segrega una resina transparente

Copa alargada y cónica, monopódica.

Hojas aciculares en fascículos de tres.

Flores masculinas con estambres peltados, las femeninas se encuentran en conos o estróbilos

Fruto cono o estróbilo leñoso, grande parecido a una piña, contiene semillas aladas (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

### ***1.9.3. Requerimientos en Campo***

#### ***1.9.3.1. Requerimientos climáticos***

- Altitud: 1.800 – 3.500 msnm
- Precipitación: 800 – 1.300 mm.

Temperatura: 11 – 17 °C (Vinueza & CAMAFORS 2013, p. 1-20).

### ***1.9.3.2. Características y tratamientos de la semilla***

El rango aproximado de plantas por Kg. de semilla es de 20.900 a 32.700 con un rango de germinación del 50 – 78% (Vinueza 2013a, párr. 1-7).

Tratamiento pre germinativo: Dejar la semilla en remojo por 24 horas.

### ***1.9.3.3. Producción en vivero***

La siembra de las semillas se las puede realizar en envase de funda plástica, bandejas multipots fijas o intercambiables, así como también en jiffy mediante siembra directa. En el caso de la especie es necesario realizar la micorrización, para lo cual se realiza la inoculación del sustrato con el hongo (*Boletuslogus*) una vez que la semilla haya germinado y la planta se encuentre en su estado inicial. Las plantas podrán ser utilizadas en lugar de plantación cuando hayan alcanzado de 20 – 25 cm. de altura (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

### ***1.9.3.4. Reproducción vegetativa***

La propagación mediante estaquillas con hormonas enraizadoras han dado buenos resultados. Además, existen experiencias de micro propagación mediante el cultivo in vitro (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

### ***1.9.3.5. Preparación de terreno***

Se debe remover la tierra y realizar limpieza de malezas.

### ***1.9.3.6. Plantación (diseño y densidad)***

Para plantaciones comerciales el distanciamiento deberá ser de 3m. x 3m. (1.111 plantas/ha.) Así también la especie puede utilizarse en plantaciones de tipo agroforestal para cortinas rompe vientos mediante la aplicación de tres bolillo y en linderaciones de predio con un distanciamiento de 2,5m. x 2,5m. a 3m. x 3m (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

#### **1.9.3.7. Crecimiento (IMA)**

El incremento medio anual de la especie en altura es de 1,22 m. y de diámetro 1,68 cm. El crecimiento es de aproximadamente 20 m<sup>3</sup> /año (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

#### **1.9.3.8. Manejo silvicultural**

El manejo consiste en realizar limpias, podas y raleos sugiriendo la realización de tres raleos: el primero a los 7 años, el segundo a los 12 años y el tercero a los 17 años. La poda se la puede realizar con el primer raleo (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

#### **1.9.3.9. Turno o Rotación**

- El turno de la especie es de 22 años.
- Rendimientos volumétricos
- El rendimiento es de 23 m<sup>3</sup>/ha/año.

#### **1.9.3.10. Riesgos o peligros**

Es atacado en plantaciones por algunos hongos en los brotes terminales. El ataque de *Diplodiapini* puede llegar a ser severo y causar la muerte del árbol. En regiones con una humedad atmosférica alta se reportan otras enfermedades micóticas importantes, causadas por *Cronartium*

*cerebrum*, *Fomesannosus*, y *Armillaria mellea*. Es susceptible a la pudrición basal (damping off) en el vivero (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20).

#### **1.9.4. Usos y Propiedades**

##### **1.9.4.1. Usos de la madera**

Muebles, pulpa y papel, envases, tableros aglomerados, tableros contrachapadas y de fibras, ebanistería, tapicería (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20)..

##### **1.9.4.2. Propiedades de la madera**

Según (Vinueza & CAMAFORS 2013, párr. 1-20). las propiedades organolépticas son :

- Color la albura blanca, con transición gradual a duramen amarillo pálido, aumentando su intensidad a marrón muy pálido.
- Veteado suave con líneas longitudinales oscuras.
- Grano recto.
- Textura fina.
- Olor característico a madera resinosa, fragante cuando está fresca
- Sabor ausente o no distintivo
- Brillo medio
- Durabilidad.
- No es resistente al ataque de hongos e insectos. Posee una duración en uso exterior de un año.

##### **1.9.4.3. Trabajabilidad.**

De fácil trabajabilidad, presenta defectos muy leves en el cepillado y moldurado. Secado fácil y lentamente, presentando Deformaciones leves (Vinueza 2013a, párr. 1-7).

#### 1.9.4.4. Propiedades físicas y mecánicas.

Densidad básica: 0.39

**Tabla 1-1:** Características mecánicas de *Pinus radiata*.

Flexión Estática	Esfuerzo de fibras al límite Proporcional (Kg/cm <sup>2</sup> )		555	
	Módulo de ruptura (Kg/cm <sup>2</sup> )		1780	
	Módulo de Elasticidad (t/cm <sup>2</sup> )		110200	
Compresión Paralela	Esfuerzo de fibras al límite Proporcional (Kg/cm <sup>2</sup> )		299	
	Resistencia Máxima (Kg/cm <sup>2</sup> )		434	
Tracción Paralela (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,58	Dureza	Extremos (Kg)	472
			Lados (Kg)	348
Compresión Perpendicular al grano al límite proporcional (Kg/cm <sup>2</sup> )			74	
Cizallamiento (Kg/cm <sup>2</sup> )	84	Extracción de clavos (Kg)	65	

Fuente: (Vinueza 2013a, párr. 1-7).

#### 1.9.5. Pallets Semiduro

Es más utilizado por el sector bananero por lo general usan pallets europeos o americanos de 102x122; 106x120; 102x120, entre otros su estructura permite la adecuada colocación de las cajas de estos productos (Tanya & Mancilla 2017, p. 11-12).

#### 1.10. Características de *Eucalyptus globulus*

### ***1.10.1. Taxonomía***

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Orden:** Myrtales
- **Familia.** Myrtaceae
- **Nombre Científico.** *Eucalyptus globulus* Labill
- **Nombre Común.** Eucalipto

### ***1.10.2. Descripción botánica***

Tronco cilíndrico, recto, grueso alcanza hasta 2m. De DAP.

Copa alargada e irregular sobre un fuste limpio de ramas hasta en 2/3 de su altura total.

Corteza de 3 cm. de grosor que desprende en tiras al madurar dejando una segunda corteza lisa dando al árbol un aspecto característico en ocasiones expulsa resina (Vinuela & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### ***1.10.2.1. Caracteres botánicos***

- Hojas juveniles opuestas, sésiles, de base cordada, de color gris-azulado, de 8-15 cm. de longitud y 4-8 cm. de anchura. Las adultas alternas, pecioladas, con la base cuneada, linear-lanceoladas, de 15-25 cm de longitud, con el ápice acuminado (Vinuela & CAMAFORS 2013, párr. 1-13).
- Flores axilares, solitarias o en grupos de 2-3, de hasta 3 cm de diámetro, con numerosos estambres de color blanco (Vinuela & CAMAFORS 2013, párr. 1-13).
- Fruto en cápsula campaniforme de color glauco y cubierta de un polvo blanquecino, de 1.4-2.4 cm. de diámetro (Vinuela & CAMAFORS 2013, párr. 1-13).
- Semillas fértiles son negras, rugosas y más grandes, los óvulos abortados son, rojizos y livianos (Vinuela & CAMAFORS 2013, párr. 1-13).

### ***1.10.3. Características de Campo***

#### ***1.10.3.1. Ecología y distribución de la especie***

El eucalipto es australiano; fue introducido en la sierra a alturas entre 2.200 y 3.200 msnm, al interior del callejón Interandino. Su rendimiento decae en zonas con periodos secos, prolongados, son neblina en zonas húmedas, con heladas en zonas secas y vientos frecuentes superiores a 8m/segundo. Generalmente se encuentran en plantaciones puras (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### ***1.10.3.2. Características edafoclimáticas***

Requerimientos climáticos según (Vinueza 2013b, p. 1-13):

- Altitud: 2.200 – 3.300 msnm
- Precipitación: 800 – 1.500 mm
- Temperatura: 10,8 – 16,8 °C

#### ***1.10.3.3. Requerimientos edáficos***

La especie se desarrolla mejor en suelos franco arenosos – arcillosos, o, areno – arcillosos, con un pH de 5 a 7, con buen drenaje y no compactados. La intensidad de la labranza depende del grado de la pendiente (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### ***1.10.3.4. Factores limitantes de crecimiento***

Según (Vinueza 2013b, p. 1-13), los factores limitantes de crecimiento son:

- Falta de boro y fósforo en los suelos (decae su crecimiento)
- La neblina

- Vientos superiores a 8m/s
- Susceptible a las sequías prolongadas.
- Los árboles jóvenes son susceptibles al fuego, pero éste no causa su muerte.

#### **1.10.3.5.**      *Descripción silvicultural y de manejo de la especie*

##### Características y tratamientos de la semilla

Por Kg. de semilla se pueden obtener 55.000 plantas, cuya germinación ocurre entre los 5 y 22 días. Al ser una semilla de tipo ortodoxa se debe almacenar a una temperatura de 3 – 5 °C con un contenido de humedad del 4 – 8%. Como tratamiento pre germinativo se recomienda remojar la semilla (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.3.6.**      *Producción en vivero*

La siembra se la puede realizar en cajones (o semilleros de alta densidad poblacional) para luego de germinadas replicarlas a envases de diferentes materiales, tanto individuales como en bloques; cuando las plantas han alcanzado de 2 – 8 cm. de altura se realiza el trasplante, después de los cual a las dos semanas aproximadamente las plantas deben pasar por un proceso de rusificación (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

Se recomienda un sustrato a base de 1 parte de tierra por 3 de cascarilla de arroz o arena, desinfección con 1 lt. de formol por m<sup>2</sup> al 20% de concentración, o mediante la utilización de 50 g. de Basamid por m<sup>2</sup> con el sustrato húmedo (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.3.7.**      *Fuentes semilleras*

Las fuentes semilleras son seleccionadas de plantaciones puras que presente un buen desarrollo y estado fitosanitario, es importante utilizar semilla certificada para que las plantaciones sean homogéneas y con un alto rendimiento (Vinueza 2013b, p. 1-13).

#### **1.10.3.8.**      *Reproducción vegetativa*

Con estacas provenientes de rebrotes, de longitud de 40 a 80 cm., se corta del tercio inferior del rebrote 2 a 3 estaquillas de 10 a 15 cm. de largo, con dos pares de hojas y un diámetro de 2 mm., se aplica ácido indol butírico en polvo o diluidas en alcohol como enraizante, se introduce la base de la estaca por unos segundos y se siembra inmediatamente en un sustrato franco arenoso (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.3.9.**      *Preparación del terreno*

La intensidad de la labranza depende del grado de la pendiente. En zonas secas con terrenos tipo cangagua, es preferible plantar abriendo surcos que sigan las curvas de nivel, para aprovechar de mejor manera el agua lluvia (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.3.10.**      *Plantación (diseño y densidad)*

Se considera el establecimiento inicial de 1.110 árboles por ha (3 m. x 3m.) con dos raleos que pueden realizarse al quinto y décimo año para fines comerciales; no se recomienda el uso como fines de protección por ser una especie introducida en el país. Como sistemas agroforestales puede ser utilizada como cortinas rompe vientos y en linderaciones de predios, los distanciamientos bajo este sistema dependerán del uso dado (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

La especie presenta una poda natural de ramas, aunque en ciertas ocasiones se tenga que realizar una poda de las ramas bajas para evitar la presencia de nudos en la madera aserrada (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.3.11. Crecimiento (IMA)**

Los incrementos medios anuales son: de 1,2 – 1,6 m. en altura y de 1,1 – 1,2 cm en diámetro con un rendimiento en volumen de 16,76 – 26,24 m<sup>3</sup>/ha/año (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.3.12. Manejo silvicultural**

Los eucaliptos no se plantan con espaciamiento excesivo, se despojan, naturalmente de sus ramas y no requieren prácticas de poda solo en muy contados casos es necesaria la poda (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, p. 1-13).

No es fácil determinar cuándo se deben realizar los aclareos en una masa forestal ya que los eucaliptos de 2 a 3 años crecen sin dificultad tanto en altura como en diámetro, pero a partir de esa edad su copa tiene un crecimiento diametral hasta quedar este estacionario (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, p. 1-13).

#### **1.10.3.13. Turno o Rotación**

En el país el turno previsto para esta especie se encuentra entre los 13 a 15 años.

Rendimientos volumétricos

10-12m<sup>3</sup>/ha/año.

#### **1.10.3.14. Riesgos o peligros**

Puede ser afectado por ataques de insectos y hongos. En vivero es atacado por la gota. Sufre ataques de defoliación por el escarabajo *Gonipterus scutellus*. En plantaciones se han presentado enfermedades y muerte descendente, inducidas por déficit nutricionales. Los hongos patógenos que más afectan las plantaciones son: *Diplodia sp.*, *Armillaria sp.*, *Alterania sp.* y *Corticium*

*salmonicolor* que producen chancros, muerte descendente y pudriciones en las raíces (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

#### **1.10.4. Usos y Propiedades**

##### **1.10.4.1. Usos de la madera**

Como trozas de más de 10 cm. de diámetro se exporta al Japón, Estados Unidos, Europa para pulpa de papel de alta calidad. La industria de la construcción, por ser madera dura la utiliza en todas las formas que integra la llamada construcción estructural (columnas vigas, parquet y otros pisos). La madera aserrada se usa en la fabricación de revestimientos, muebles y carpintería en general (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

También se utiliza como postes, durmientes y mangos de herramientas. Como leña o carbón no se consume tan rápido como el aliso, arde bien deja poca ceniza y se carboniza fácilmente produciendo un carbón de buena calidad (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

##### **1.10.4.2. Propiedades de la madera**

#### **Organolépticas**

- Color la albura es de color crema con poca diferencia a duramen crema oscuro, con tintes grisáceos.
- Veteado líneas verticales, satinado poco pronunciado
- Textura mediana
- Grano recto desviado a entrecruzado por nudosidades
- Olor eucaliptol
- Sabor eucaliptol
- Brillo de bajo a mediano

### **1.10.5. Durabilidad**

Tolera el fuego, y es resistente al ataque de termitas y perforadores marinos. La albura se reporta moderadamente resistente al ataque del *Lyctus* (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

### **1.10.6. Trabajabilidad**

Presenta defectos muy leves de cepillado y moldurado. Los defectos de taladro son leves. Es una madera de secado rápido, bajo al 20% de contenido de humedad en 75 días. En secado al horno, seco sin problemas de defectos mediante el horario suave. La madera puede presentar problemas de rajaduras y colapso (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, párr. 1-13).

### **1.10.7. Propiedades físicas y mecánicas**

**Tabla 2-1:** Propiedades mecánicas de *Eucalyptus globulus*.

Densidad (cm <sup>3</sup> )		0.55g
Contracción	Radial	Tangencial
	(%)	(%)
	5	11.00
Flexión:	Esfuerzo medio (Kg/cm <sup>2</sup> )	873.06
	Módulo de elasticidad medio Kg/cm <sup>2</sup>	133444.89
	Esfuerzo mínimo (Kg/cm <sup>2</sup> )	633.77
	Módulo de elasticidad mínimo Kg/cm <sup>2</sup>	93510.04

Fuente: (Vinueza 2013b, p. 1-13).

### ***1.10.8. Preservación***

Especie imposible de tratar con sales a presión, en igual forma con pentaclorofenol a presión e inmersión (Vinueza & ECUADOR FORESTAL 2013, p. 1-13).

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Determinar la capacidad de carga de un pallet de PINO (*Pinus radiata*).

Para cumplir con el primer objetivo, se realizó probetas a escala del pallet europeo de pino. La estructura del pallet es la siguiente en su estructura normal.

**Tabla 3-2:** Elementos para la elaboración de pallet europeo 100\*120cm.

MATERIAL	CANTIDAD
Tabla de Eucalipto 120*15*2 cm	6
Tabla de Pino 120*9*2cm	6
Tabla de Pino 100*12*2cm	3
Taco de Pino 120*11,5*8,5 cm	9
Clavos de 2”1/2	117

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

Los componentes a escala van a ser de 1:3 teniendo las siguientes dimensiones:

**Tabla 4-2:** Elementos para la elaboración de pallet europeo de pino escala 1:3.

MATERIAL	CANTIDAD
Tabla de Pino 40*3,8*0,6 cm	6
Tabla de Pino 40*3*0,6 cm	6
Tabla de Pino 33,3*4*0,6 cm	3
Taco de Pino 4*3,8*2,8 cm	9
Clavos de 1”	117

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

El porcentaje de Humedad en cada una de los pallets a escala es de <15%.

Para obtener la capacidad de carga se realizó tres ensayos: compresión, flexión y levantamiento de horquillas. Con los cuales conseguimos la carga estática, MOE y carga dinámica del pallet de pino.

### **2.1.1. Formato de los diferentes ensayos.**

#### **2.1.1.1. Ensayo de Compresión**

En la maquina universal se coloca el pallet con una placa de acero en la parte superior y con lo cual simularemos, una distribución uniforme por el pallet, la carga aplicada será analizada con los datos arrojados durante el ensayo.

La Máquina Universal proporciona dos datos: deformación total y carga aplicada.

La deformación total nos permite obtener la deformación absoluta mediante la siguiente formula.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

**Donde:**

- $\delta$  : Deformación Total (Absoluta)
- $\varepsilon$  : Deformación Unitaria
- L: Longitud Inicial

La deformación unitaria y la carga aplicada nos permite obtener el esfuerzo realizado por el pallet de pino.

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

**Donde:**

- $\sigma$ : Esfuerzo
- P: Carga aplicada
- A: Área aplicada

Con los datos de deformación unitaria y esfuerzo realizaremos el diagrama “Esfuerzo – Deformación Unitaria” en donde se analizó las gráficas de las diferentes probetas por cada tipo de pallet. En la gráfica se determinó la zona de fluencia en donde se remienda trabajar y además se llegó hasta el punto de ruptura donde el pallet después de retirar la carga no vuelve a retomar su forma inicial. La obtención del módulo de Elasticidad se realizó con la formula.

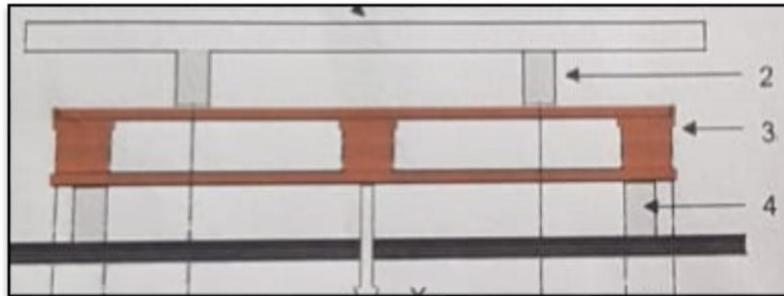
$$y = mx + b$$

Pero también se puede ocupar la fórmula:

$$m = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

#### 2.1.1.2. Ensayo de flexión

El ensayo de flexión se realizó a base de dos puntos de aplicación de carga y dos puntos de apoyo.



**Figura 1-2.** Ensayo Flexion by Eriksson.

*Fuente:* Eriksson, 2019.

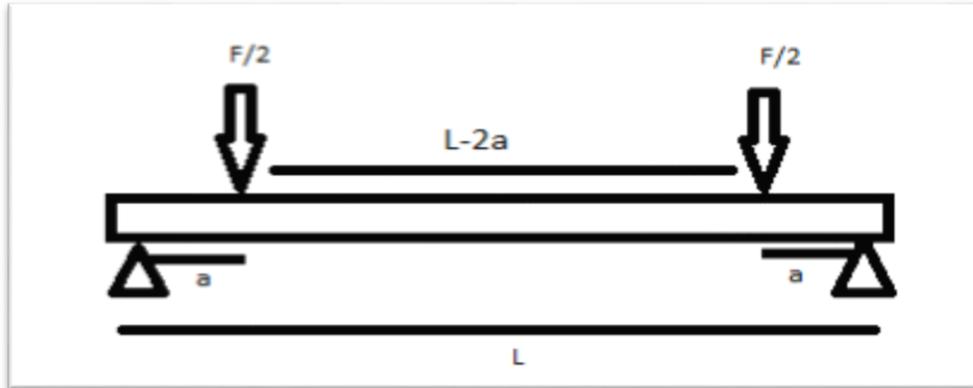
Los dos puntos de carga se encuentran a una distancia de 25cm y los dos puntos de apoyo a 31cm.

Los datos obtenidos de la maquia universal son: deformación en mm y la carga aplicada.

Los datos iniciales nos permiten sacar la deformación en cm y la carga aplicada para los dos puntos de carga y con los cuales se realizan la gráfica carga vs la deformación.

Las fórmulas obtenidas fueron las siguientes:

$$y = \frac{Fa}{6EI}(3La - 3a^2 - a^2)$$



**Figura 2-2.** Diseño de las cargas aplicadas y los soportes, a partir del cual se hará el análisis para la deducción de las fórmulas.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

$$m = 6 * EI / 3(L - 2a) - 4a^2$$

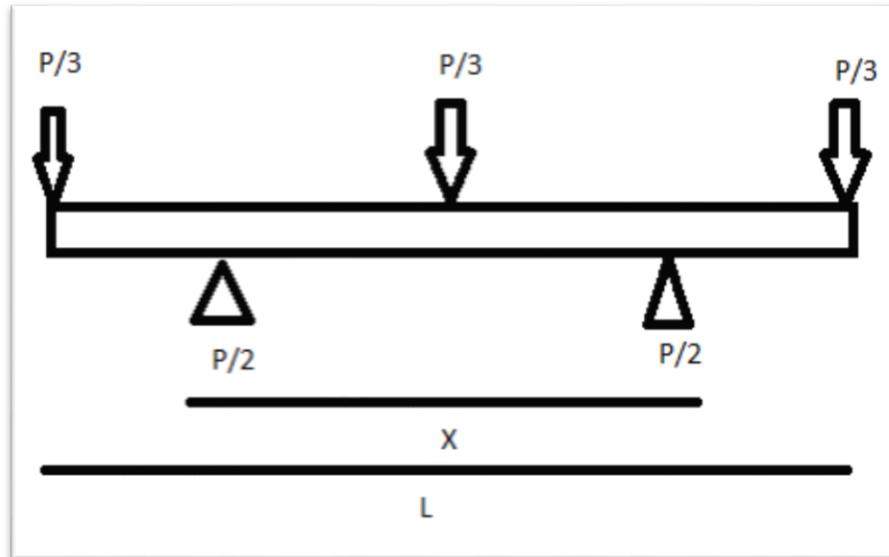
$$E = \frac{3(L - 2a) - 4a^2}{m/6 * I}$$

- L: Longitud total entre los apoyos desde el punto interno.
- L-2<sup>a</sup>: Longitud entre los aplicadores de carga.
- a: Distancia entre el aplicador de carga y el soporte.
- I: Inercia

Para obtener la carga máxima se realizó la gráfica de carga aplicada (Kgf) y la deformación en cm, en donde se analizó cual es la zona de fluencia en cada una de las probetas.

### 2.1.1.3. Ensayo de levantamiento de Horquillas

Para la ejecución del ensayo se requirió de tres aplicadores de cargas y dos soportes, los aplicadores de carga se colocaron en los extremos del pallet y en la parte central, por otra parte, los soportes se ubicaron a una distancia de 19cm.



**Figura 3-2.** Diseño de las cargas aplicadas y soportes para ensayo.

*Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.*

Las fórmulas que fueron utilizados en base al análisis de la aplicación de cargas y soporte son:

$$m = \frac{288 * E * I}{13 * L^3}$$

$$E = \frac{13 * m * L^3}{288 * I}$$

- M: pendiente
- I: Inercia

- L: longitud de tablas traviesa de soporte
- E: módulo de elasticidad.

La máquina universal arroja los datos de deformación (mm) y la carga aplicada (Kgf), con lo cual se hará la transformación de la deformación a cm y realizar el diagrama carga vs deformación.

Para obtener la carga máxima se analizó el diagrama esfuerzo (Kgf) vs deformación (cm) para saber cuál es la zona de fluencia.

## 2.2. Determinar la capacidad de carga de un pallet de eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Para cumplir con el segundo objetivo, se realizó probetas a escala del pallet europeo de eucalipto.

La estructura del pallet es la siguiente en su estructura normal.

**Tabla 5-2:** Elementos para la elaboración de pallet europeo 100\*120cm.

MATERIAL	CANTIDAD
<b>Tabla de Eucalipto 120*15*2 cm</b>	6
<b>Tabla de Pino 120*9*2cm</b>	6
<b>Tabla de Pino 100*12*2cm</b>	3
<b>Taco de Pino 120*11,5*8,5 cm</b>	9
<b>Clavos de 2”1/2</b>	117

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

Los componentes a escala van a ser de 1:3 teniendo las siguientes dimensiones:

**Tabla 6-2:** Elementos para la elaboración de pallet europeo de eucalipto escala 1:3.

MATERIAL	CANTIDAD
<b>Tabla de Eucalipto 40*3,8*0,6 cm</b>	6
<b>Tabla de Eucalipto 40*3*0,6 cm</b>	6
<b>Tabla de Eucalipto 33,3*4*0,6 cm</b>	3
<b>Taco de Eucalipto 4*3,8*2,8 cm</b>	9
<b>Clavos de 1”</b>	117

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

El porcentaje de Humedad en cada una de los pallets a escala es de <15%.

Para obtener la capacidad de carga se realizó tres ensayos: compresión, flexión y levantamiento de horquillas. Con los cuales conseguimos la carga estática, MOE y carga dinámica del pallet de Eucalipto.

### **2.2.1. Formato de los diferentes ensayos.**

#### **2.2.1.1. Ensayo de Compresión**

En la maquina universal se coloca el pallet con una placa de acero en la parte superior y con lo cual simularemos, una distribución uniforme por el pallet, la carga aplicada será analizada con los datos arrojados durante el ensayo.

La Máquina Universal proporciona dos datos: deformación total y carga aplicada.

La deformación total nos permite obtener la deformación absoluta mediante la siguiente formula.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

**Donde:**

- $\delta$  : Deformación Total (Absoluta)
- $\varepsilon$  : Deformación Unitaria
- L: Longitud Inicial

La deformación unitaria y la carga aplicada nos permite obtener el esfuerzo realizado por el pallet de pino.

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

**Donde:**

- $\sigma$ : Esfuerzo

- P: Carga aplicada
- A: Área aplicada

Con los datos de deformación unitaria y esfuerzo realizaremos el diagrama “Esfuerzo – Deformación Unitaria” en donde se analizó las gráficas de las diferentes probetas por cada tipo de pallet. En la gráfica se determinó la zona de fluencia en donde se remienda trabajar y además se llegó hasta el punto de ruptura donde el pallet después de retirar la carga no vuelve a retomar su forma inicial. La obtención del módulo de Elasticidad se realizó con la formula.

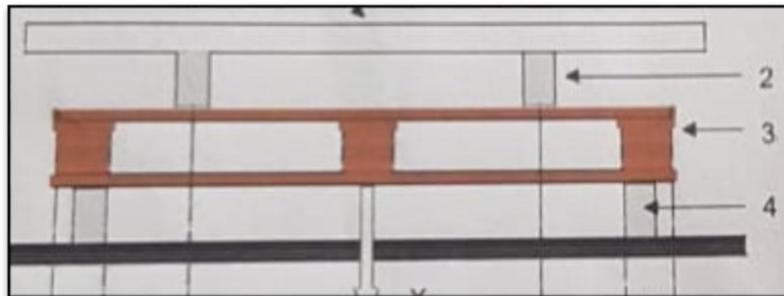
$$y = mx + b$$

Pero también se puede ocupar la fórmula:

$$m = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

#### 2.2.1.2. Ensayo de flexión

El ensayo de flexión se realizó a base de dos puntos de aplicación de carga y dos puntos de apoyo.



**Figura 4-2.** Ensayo Flexion by Eriksson.

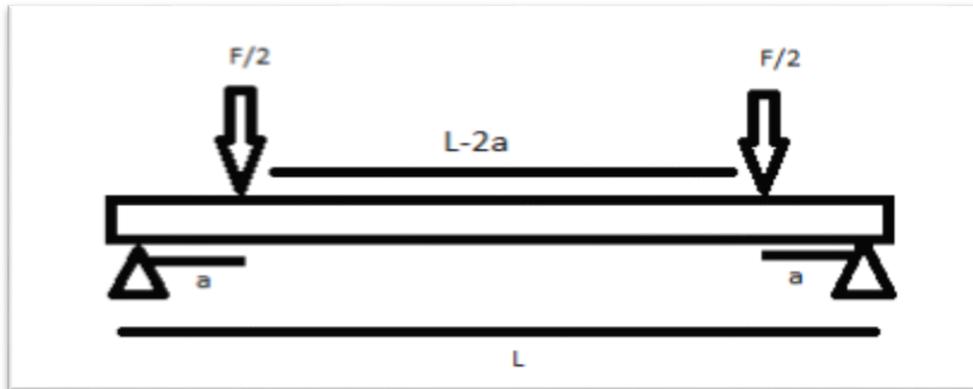
*Fuente: Eriksson, 2019.*

Los dos puntos de carga se encuentran a una distancia de 25cm y los dos puntos de apoyo a 31cm. Los datos obtenidos de la maquina universal son: deformación en mm y la carga aplicada.

Los datos iniciales nos permiten sacar la deformación en cm y la carga aplicada para los dos puntos de carga y con los cuales se realizan la gráfica carga vs la deformación.

Las formulas obtenidas fueron las siguientes:

$$y = \frac{Fa}{6EI}(3La - 3a^2 - a^2)$$



**Figura 5-2.** Diseño de las cargas aplicadas y los soportes, a partir del cual se hará el análisis para la deducción de las formulas.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021

$$m = 6 * EI / 3(L - 2a) - 4a^2$$

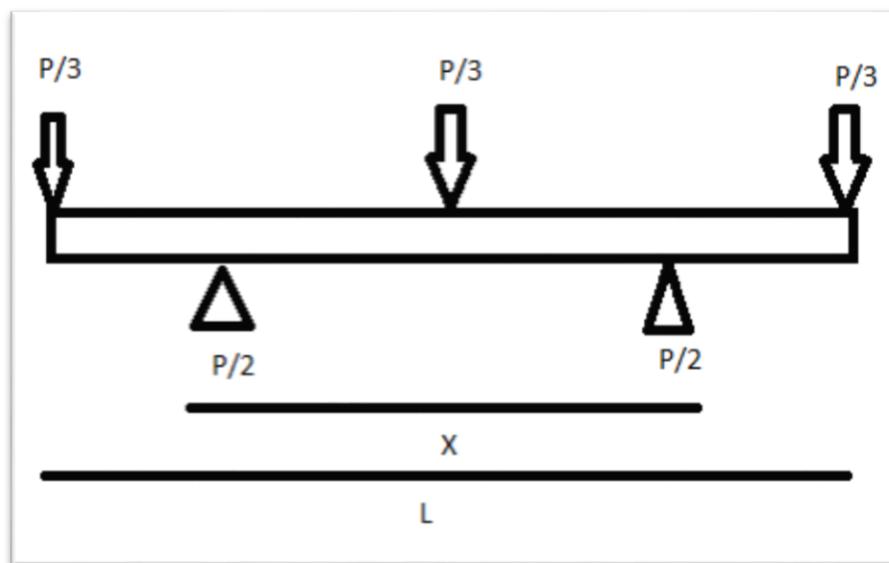
$$E = \frac{3(L - 2a) - 4a^2}{m / 6 * I}$$

- L: Longitud total entre los apoyos desde el punto interno.
- L-2<sup>a</sup>: Longitud entre los aplicadores de carga.
- a: Distancia entre el aplicador de carga y el soporte.
- I: Inercia

Para obtener la carga máxima se realizó la gráfica de carga aplicada (Kgf) y la deformación en cm, en donde se analizó cual es la zona de fluencia en cada una de las probetas.

### 2.2.1.3. Ensayo de levantamiento de Horquillas

Para la ejecución del ensayo se requirió de tres aplicadores de cargas y dos soportes, los aplicadores de carga se colocaron en los extremos del pallet y en la parte central, por otra parte, los soportes se ubicaron a una distancia de 19cm.



**Figura 6-2.** Diseño de las cargas aplicadas y soportes para ensayo.

*Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.*

Las fórmulas que fueron utilizados en base al análisis de la aplicación de cargas y soporte son:

$$m = \frac{288 * E * I}{13 * L^3}$$

$$E = \frac{13 * m * L^3}{288 * I}$$

- M: pendiente
- I: Inercia
- L: longitud de tablas traviesa de soporte
- E: módulo de elasticidad.

La máquina universal arroja los datos de deformación (mm) y la carga aplicada (Kgf), con lo cual se hará la transformación de la deformación a cm y realizar el diagrama carga vs deformación.

Para obtener la carga máxima se analizó el diagrama esfuerzo (Kgf) vs deformación (cm) para saber cuál es la zona de fluencia.

### 2.3. Determinar la capacidad de carga de un pallet mixto

Para cumplir con el tercer objetivo, se realizó probetas a escala del pallet europeo mixto. La estructura del pallet es la siguiente en su estructura normal.

**Tabla 7-2:** Elementos para la elaboración de pallet europeo 100\*120cm.

MATERIAL	CANTIDAD
Tabla de Eucalipto 120*15*2 cm	6
Tabla de Pino 120*9*2cm	6
Tabla de Pino 100*12*2cm	3
Taco de Pino 120*11,5*8,5 cm	9
Clavos de 2"1/2	117

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

Los componentes a escala van a ser de 1:3 teniendo las siguientes dimensiones:

**Tabla 8-2:** Elementos para la elaboración de pallet europeo mixto escala 1:3.

MATERIAL	CANTIDAD
Tabla de Eucalipto 40*3,8*0,6 cm	6
Tabla de Pino 40*3*0,6 cm	6
Tabla de Pino 33,3*4*0,6 cm	3

Taco de Pino 4*3,8*2,8 cm	9
Clavos de 1"	117

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

El porcentaje de Humedad en cada una de los pallets a escala es de <15%.

Para obtener la capacidad de carga se realizó tres ensayos: compresión, flexión y levantamiento de horquillas. Con los cuales conseguimos la carga estática, MOE y carga dinámica del pallet mixto.

### 2.3.1. Procedimiento de los diferentes ensayos

#### 2.3.1.1. Ensayo de Compresión

En la maquina universal se coloca el pallet con una placa de acero en la parte superior y con lo cual simularemos, una distribución uniforme por el pallet, la carga aplicada será analizada con los datos arrojados durante el ensayo.

La Máquina Universal proporciona dos datos: deformación total y carga aplicada.

La deformación total nos permite obtener la deformación absoluta mediante la siguiente formula.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

**Donde:**

- $\delta$  : Deformación Total (Absoluta)
- $\varepsilon$  : Deformación Unitaria
- L: Longitud Inicial

La deformación unitaria y la carga aplicada nos permite obtener el esfuerzo realizado por el pallet de pino.

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

**Donde:**

- $\sigma$ : Esfuerzo
- P: Carga aplicada
- A: Área aplicada

Con los datos de deformación unitaria y esfuerzo realizaremos el diagrama “Esfuerzo – Deformación Unitaria” en donde se analizó las gráficas de las diferentes probetas por cada tipo de pallet. En la gráfica se determinó la zona de fluencia en donde se recomienda trabajar y además se llegó hasta el punto de ruptura donde el pallet después de retirar la carga no vuelve a retomar su forma inicial.

La obtención del módulo de Elasticidad se realizó con la fórmula.

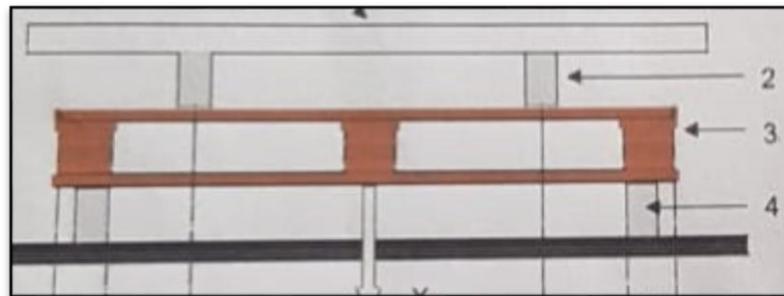
$$y = mx + b$$

Pero también se puede ocupar la fórmula:

$$m = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

*2.3.1.2. Ensayo de flexión*

El ensayo de flexión se realizó a base de dos puntos de aplicación de carga y dos puntos de apoyo.



**Figura 7-2.** Ensayo Flexion by Eriksson.

*Fuente: Eriksson, 2019.*

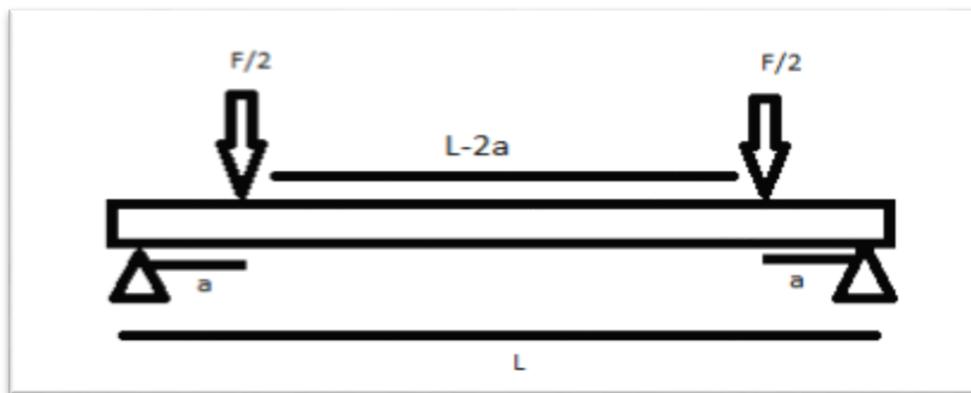
Los dos puntos de carga se encuentran a una distancia de 25cm y los dos puntos de apoyo a 31cm.

Los datos obtenidos de la maquina universal son: deformación en mm y la carga aplicada.

Los datos iniciales nos permiten sacar la deformación en cm y la carga aplicada para los dos puntos de carga y con los cuales se realizan la gráfica carga vs la deformación.

Las formulas obtenidas fueron las siguientes:

$$y = \frac{Fa}{6EI} (3La - 3a^2 - a^2)$$



**Figura 8-2.** Diseño de las cargas aplicadas y los soportes, a partir del cual se hará el análisis para la deducción de las formulas.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021

$$m = 6 * EI / 3(L - 2a) - 4a^2$$

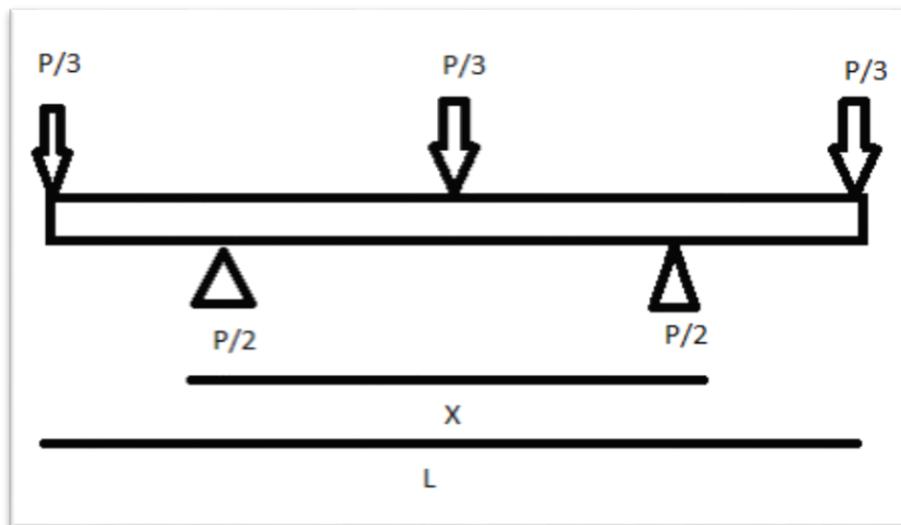
$$E = \frac{3(L - 2a) - 4a^2}{m/6 * I}$$

- L: Longitud total entre los apoyos desde el punto interno.
- L-2<sup>a</sup>: Longitud entre los aplicadores de carga.
- a: Distancia entre el aplicador de carga y el soporte.
- I: Inercia

Para obtener la carga máxima se realizó la gráfica de carga aplicada (Kgf) y la deformación en cm, en donde se analizó cual es la zona de fluencia en cada una de las probetas.

### 2.3.1.3. Ensayo de levantamiento de Horquillas

Para la ejecución del ensayo se requirió de tres aplicadores de cargas y dos soportes, los aplicadores de carga se colocaron en los extremos del pallet y en la parte central, por otra parte, los soportes se ubicaron a una distancia de 19cm.



**Figura 9-2.** Diseño de las cargas aplicadas y soportes para ensayo.

*Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.*

Las fórmulas que fueron utilizados en base al análisis de la aplicación de cargas y soporte son:

$$m = \frac{288 * E * I}{13 * L^3}$$

$$E = \frac{13 * m * L^3}{288 * I}$$

- M: pendiente

- I: Inercia
- L: longitud de tablas traviesa de soporte
- E: módulo de elasticidad.

La máquina universal arrojo los datos de deformación (mm) y la carga aplicada (Kgf), con lo cual se hará la transformación de la deformación a cm y realizar el diagrama carga vs deformación.

Para obtener la carga máxima se analizó el diagrama esfuerzo (Kgf) vs deformación (cm) para saber cuál es la zona de fluencia.

#### **2.4. Comparación entre los tres tipos de pallets**

En la comparación de los tres tipos de pallets se hizo una tabla resumen con los datos máximos obtenidos por cada uno de los tres ensayos.

Con las cargas máximas se hizo un análisis estadístico para los tres ensayos, y comprobar si hay una diferencia significativa entre los tres tipos de pallets.

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Determinar la capacidad de carga de un pallet de pino (*Pinus radiata*).

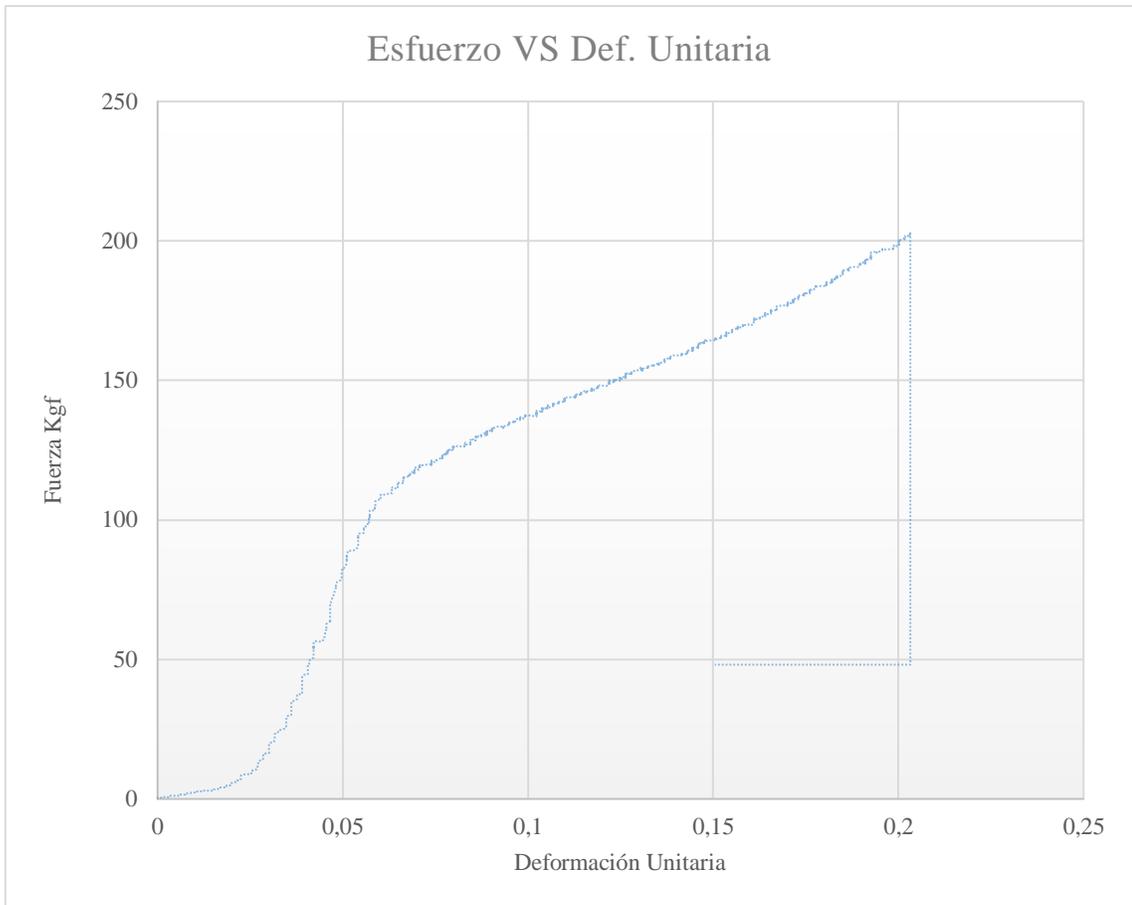
##### 3.1.1. Ensayo de compresión.

**Tabla 9-3:** Datos de compresión de pallet Europeo de Pino probeta N°1.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{Kgf}{cm^2}$
1	0,00077	0,84852	0,00002	0,01048
2	0,07381	38,18340	0,00151	0,47140
3	0,29696	128,12700	0,00606	1,58181
4	0,52323	205,34200	0,01068	2,53509
5	0,81494	302,49700	0,01663	3,73453
6	1,03136	490,44500	0,02105	6,05488
7	1,32312	891,37000	0,02700	11,00457
8	1,48647	1627,04000	0,03034	20,08691
9	1,77034	2694,48000	0,03613	33,26519
10	1,98950	3825,13000	0,04060	47,22383
11	2,28571	5290,48000	0,04665	65,31457
12	2,50247	6888,19000	0,05107	85,03938
13	2,65763	7442,72000	0,05424	91,88543
14	2,80188	8195,61000	0,05718	101,18037
15	3,09940	8936,19000	0,06325	110,32333
16	3,32466	9393,72000	0,06785	115,97185
17	3,61960	9700,66000	0,07387	119,76123
18	3,81502	10044,50000	0,07786	124,00617
19	4,13738	10313,80000	0,08444	127,33086

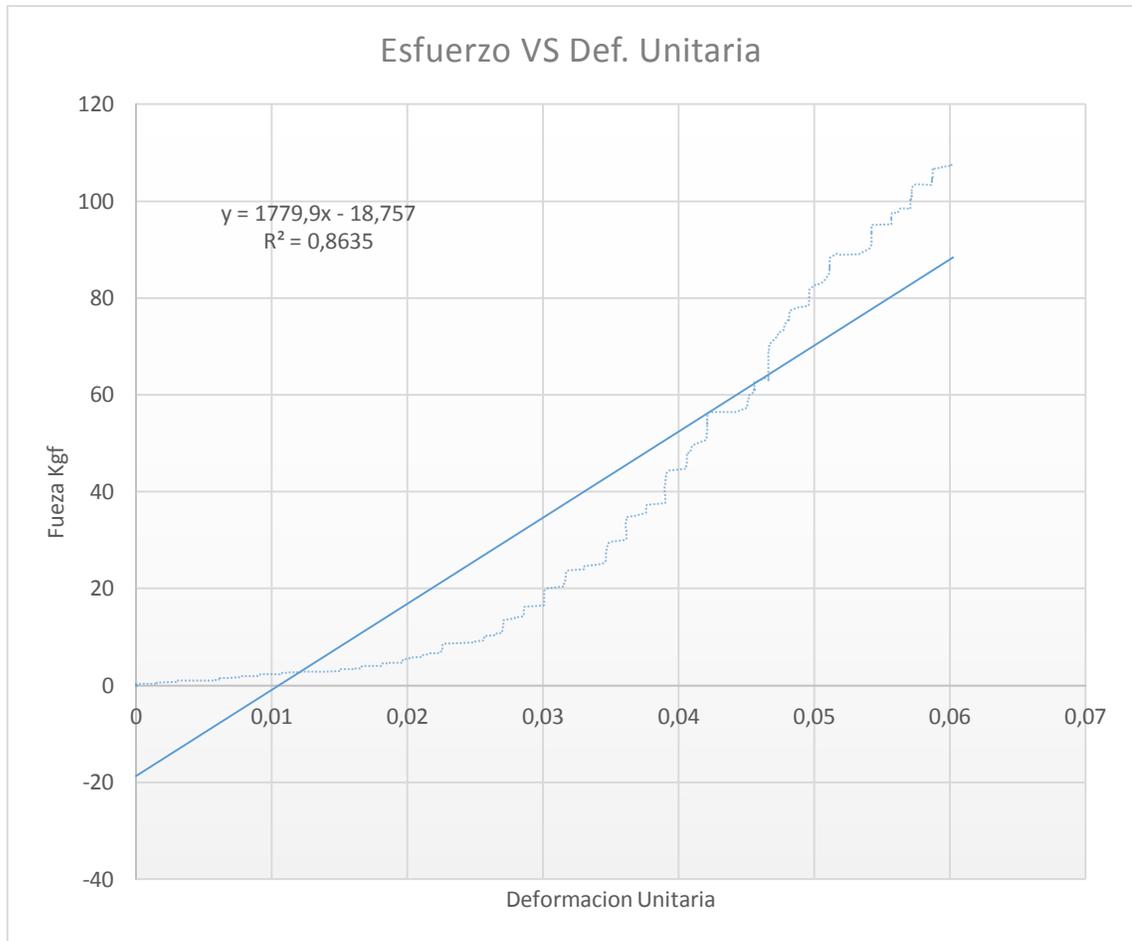
20	4,35196	10622,9	0,08882	131,14691
21	4,64777	10879,2	0,09485	134,31111
22	4,86296	11129,7	0,09924	137,40370
23	5,1609	11367,1	0,10532	140,33457
24	5,3833	11605,3	0,10986	143,27531
25	5,67548	11811,6	0,11583	145,82222
26	5,97427	12130,2	0,12192	149,75556
27	6,19334	12337,9	0,12639	152,31975
28	6,48857	12571	0,13242	155,19753
29	6,78157	12798,4	0,13840	158,00494
30	7,08038	13032,9	0,14450	160,90000
31	7,37892	13340,6	0,15059	164,69877
32	7,59938	13611,3	0,15509	168,04074
33	7,89338	13912,5	0,16109	171,75926
34	8,16667	14199,9	0,16667	175,30741
35	8,41124	14485,8	0,17166	178,83704
36	8,70036	14860,1	0,17756	183,45802
37	8,99055	15164,9	0,18348	187,22099
38	9,88216	16259,5	0,20168	200,73457
39	9,9558	16426,7	0,20318	202,79877

*Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.*



**Gráfico 1-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Pino, Probeta N°1.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 2-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Pino Probeta N°1.

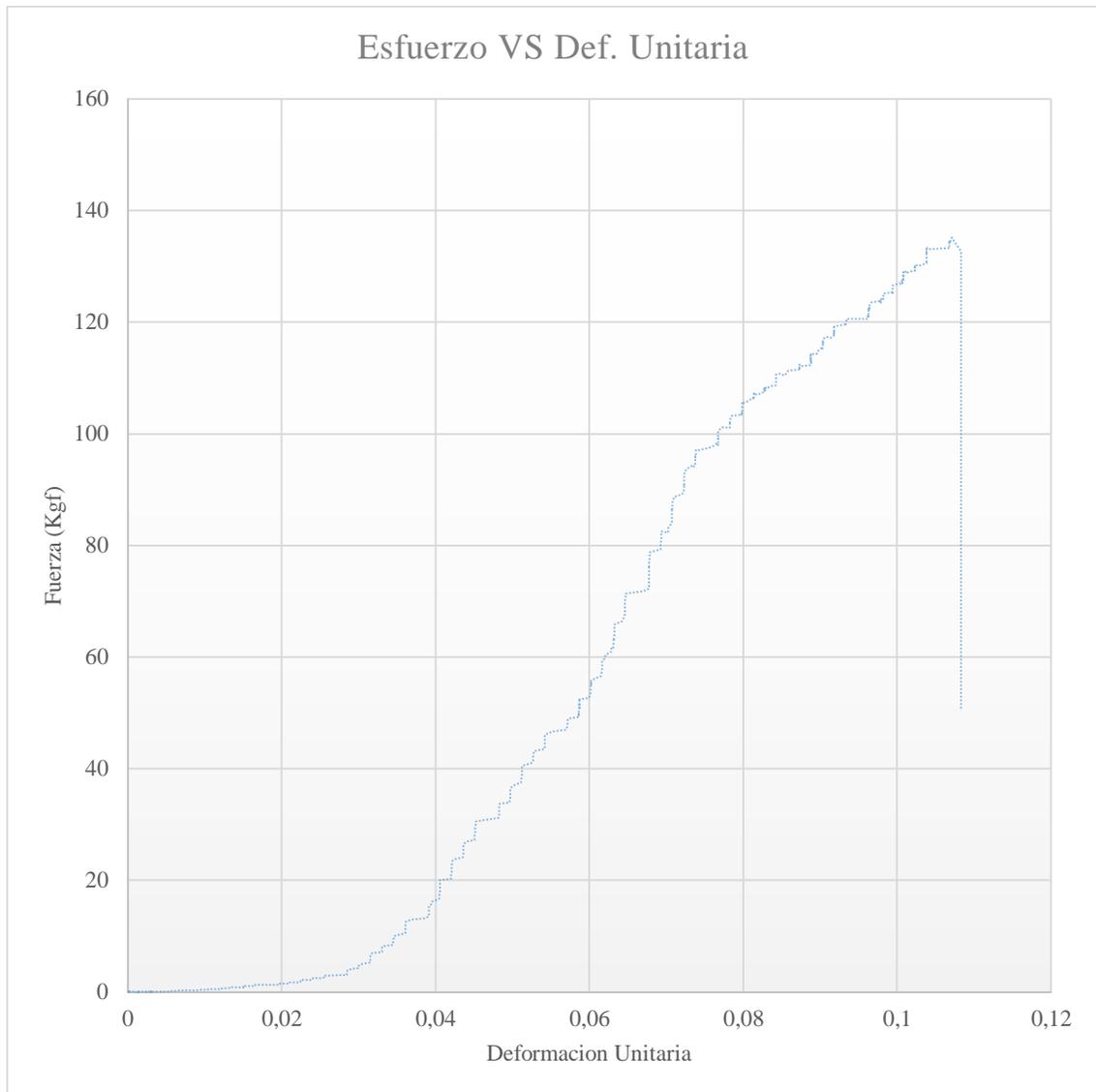
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 10-3:** Datos de compresión de pallet Europeo de Pino probeta N°2.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{Kgf}{cm^2}$
1	0,01453	1,27278	0,00030	0,01571
2	0,06863	0,84852	0,00140	0,01048
3	0,14348	2,12130	0,00293	0,02619
4	0,28851	11,03080	0,00589	0,13618
5	0,44053	25,45560	0,00899	0,31427
6	0,58855	43,69880	0,01201	0,53949

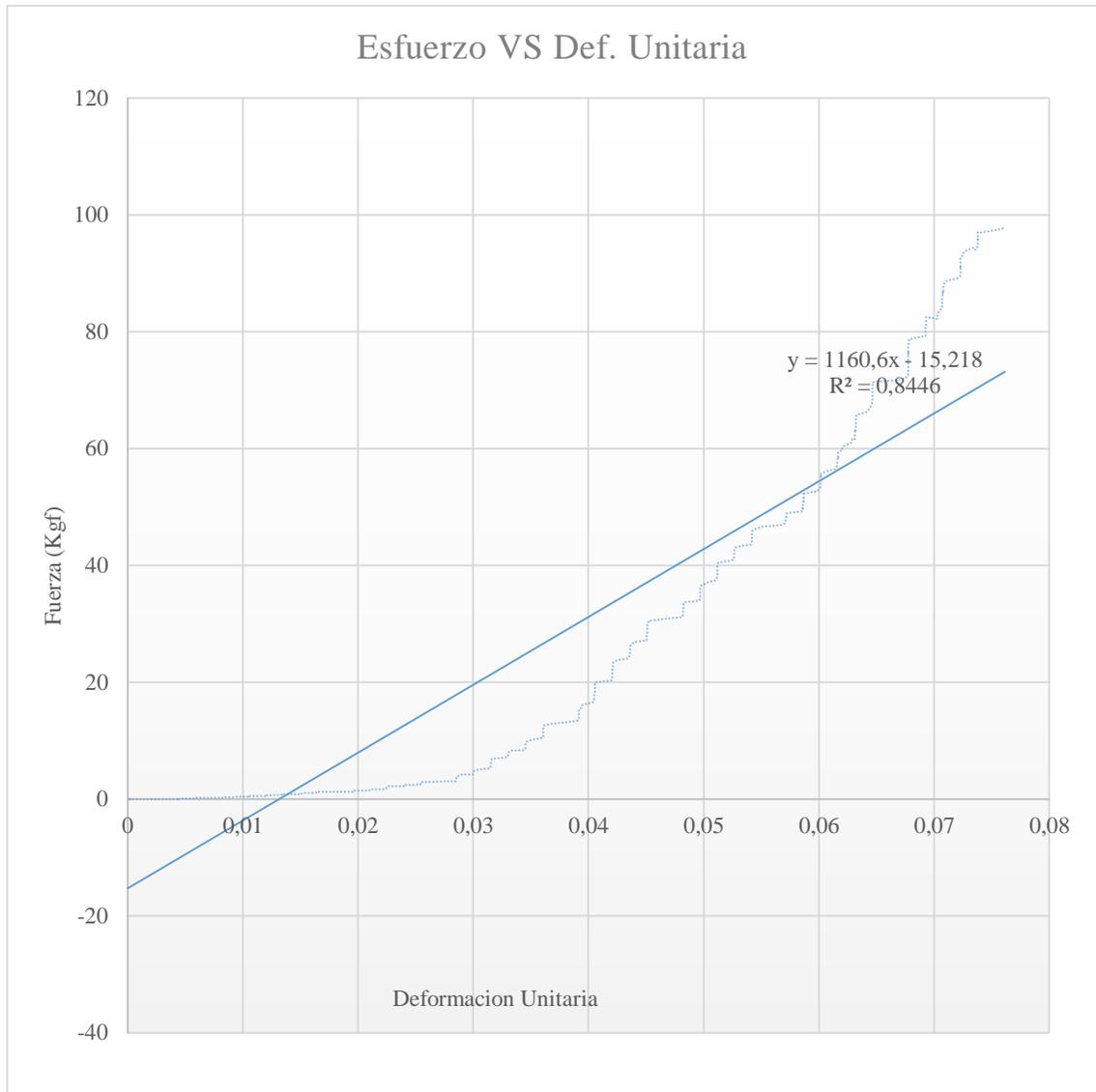
7	0,66332	65,33600	0,01354	0,80662
8	0,80021	88,24610	0,01633	1,08946
9	0,95816	117,09600	0,01955	1,44563
10	1,10118	151,88500	0,02247	1,87512
11	1,39663	266,43500	0,02850	3,28932
12	1,48052	400,50100	0,03021	4,94446
13	1,61936	602,44900	0,03305	7,43764
14	1,76674	889,67300	0,03606	10,98362
15	1,93307	1270,23000	0,03945	15,68185
16	2,05994	1694,92000	0,04204	20,92494
17	2,14584	2161,18000	0,04379	26,68123
18	2,36349	2632,11000	0,04823	32,49519
19	2,46899	3012,67000	0,05039	37,19346
20	2,58032	3408,50000	0,05266	42,08025
21	2,78668	3800,95000	0,05687	46,92531
22	2,87680	4259,60000	0,05871	52,58765
23	3,02149	4746,81000	0,06166	58,60259
24	3,16346	5455,54000	0,06456	67,35235
25	3,28544	5815,33000	0,06705	71,79420
26	3,32063	6255,48000	0,06777	77,22815
27	3,46628	7025,02000	0,07074	86,72864
28	3,60078	7646,15000	0,07349	94,39691
29	3,75982	8081,95000	0,07673	99,77716
30	3,91154	8428,72000	0,07983	104,05827
31	4,02325	8679,20000	0,08211	107,15062
32	4,12865	8915,20000	0,08426	110,06420
33	4,35040	9158,44000	0,08878	113,06716
34	4,42697	9427,02000	0,09035	116,38296
35	4,57492	9736,13000	0,09337	120,19914
36	4,79337	10040,90000	0,09782	123,96173
37	4,93484	10318,90000	0,10071	127,39383
38	5,08688	10615,00000	0,10381	131,04938
39	5,23240	10823,50000	0,10678	133,62346

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 3-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Pino, Probeta N°2-

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 4-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Pino Probeta N°2.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

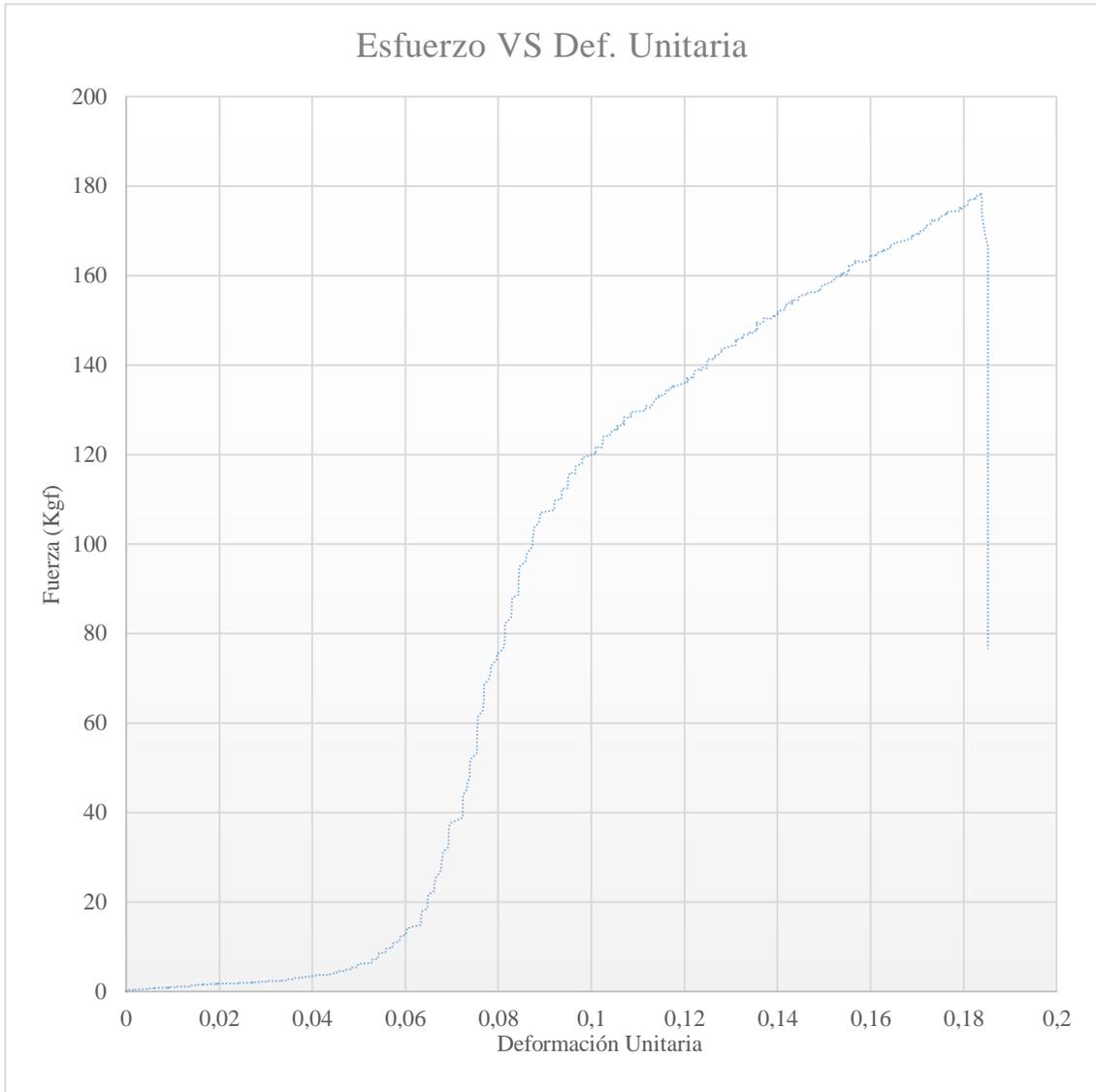
**Tabla 11-3:** Datos de compresión de pallet Europeo de Pino probeta N°3.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{Kgf}{cm^2}$
1	0,00000	0,42426	0,00000	0,00524
2	0,00321	1,27278	0,00007	0,01571

3	0,07344	26,30410	0,00150	0,32474
4	0,21924	46,24430	0,00447	0,57092
5	0,36520	62,79050	0,00745	0,77519
6	0,44263	73,39700	0,00903	0,90614
7	0,66018	88,67030	0,01347	1,09470
8	0,74014	112,85300	0,01510	1,39325
9	0,88682	126,00500	0,01810	1,55562
10	0,96019	137,46000	0,01960	1,69704
11	1,09011	144,67300	0,02225	1,78609
12	1,25686	151,46100	0,02565	1,86989
13	1,33184	163,76400	0,02718	2,02178
14	1,47326	179,88600	0,03007	2,22081
15	1,62749	191,76600	0,03321	2,36748
16	1,79171	241,82800	0,03657	2,98553
17	2,13876	303,34600	0,04365	3,74501
18	2,36625	426,80600	0,04829	5,26921
19	2,66121	691,54400	0,05431	8,53758
20	2,94780	1024,59000	0,06016	12,64926
21	3,25000	1935,47000	0,06633	23,89469
22	3,59062	3658,39000	0,07328	45,16531
23	3,83722	5776,96000	0,07831	71,32049
24	4,13702	7591,85000	0,08443	93,72654
25	4,50684	8709,60000	0,09198	107,52593
26	4,51075	8829,05000	0,09206	109,00062
27	4,80052	9558,05000	0,09797	118,00062
28	5,09831	10100,30000	0,10405	124,69506
29	5,46890	10560,70000	0,11161	130,37901
30	5,72861	10922,70000	0,11691	134,84815
31	6,06384	11290,40000	0,12375	139,38765
32	6,41354	11697,30000	0,13089	144,41111
33	6,68089	12085,30000	0,13634	149,20124
34	7,01115	12506,60000	0,14308	154,40247
35	7,34321	12794,00000	0,14986	157,95062
36	7,60991	13156,70000	0,15530	162,42840
37	7,98062	13402,80000	0,16287	165,46667

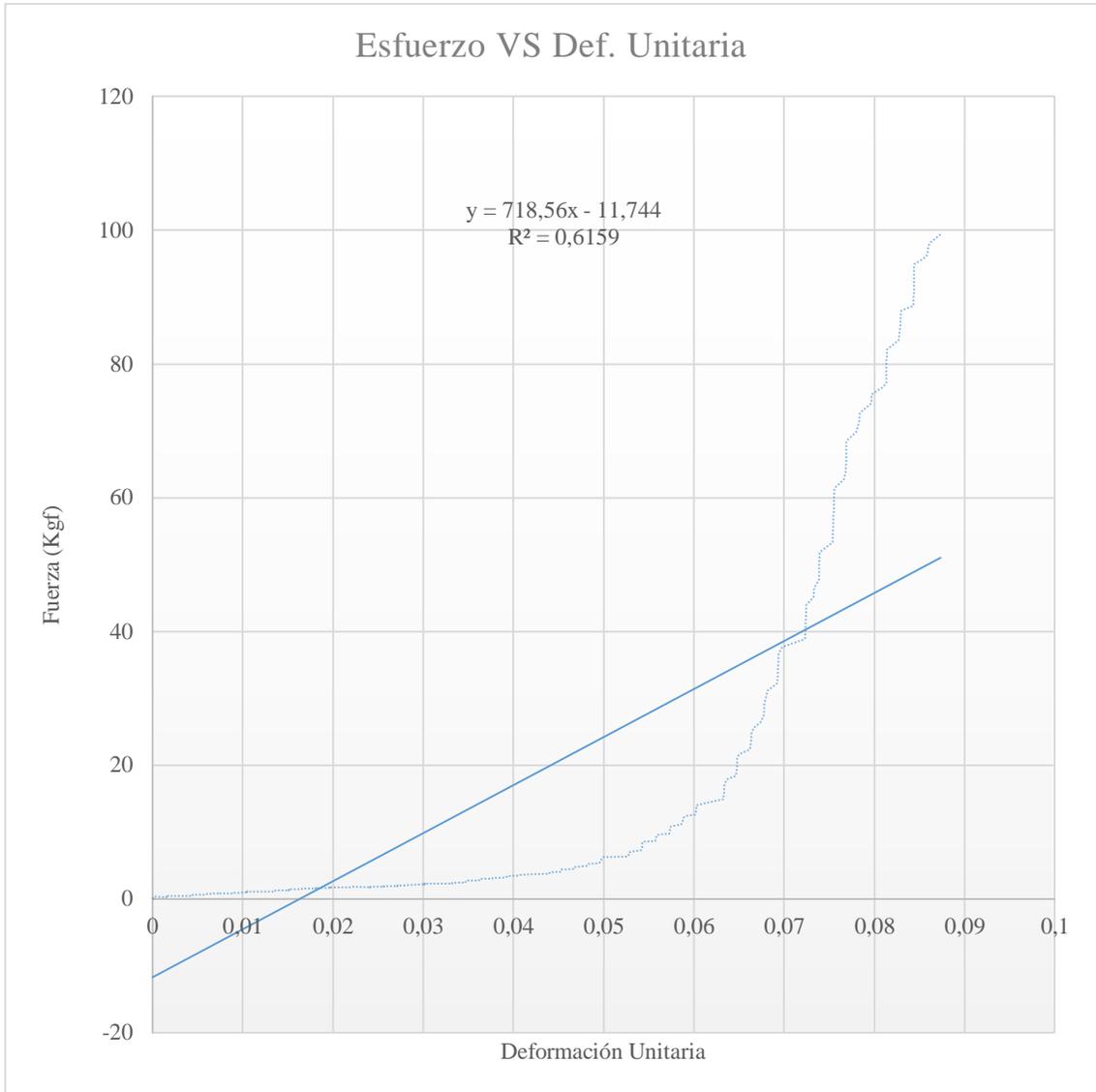
38	8,34603	13712,00000	0,17033	169,28395
39	8,63608	14068,90000	0,17625	173,69012
40	0,00000	0,42426	0,00000	0,00524

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 5-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Eu. Pino, Probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 6-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Pino Probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 12-3:** Resumen de del Ensayo de Compresión en *Pinus radiata*.

Madera	PROBETAS	Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/fluencia	Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/rotura	PROMEDIO Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Promedio Kg-fluencia	Promedio kg rotura
<b>Pallet</b> <i>Pinus radiata</i>	Probeta N°1	1779,90	91,88	7442,72	202,00	1779,90	1219,69	85,80	169,81	6949,97	13776,87
	Probeta N°2	1160,60	71,79	5815,33	133,62	1160,60					
	Probeta N°3	718,56	93,73	7591,85	173,80	718,56					

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

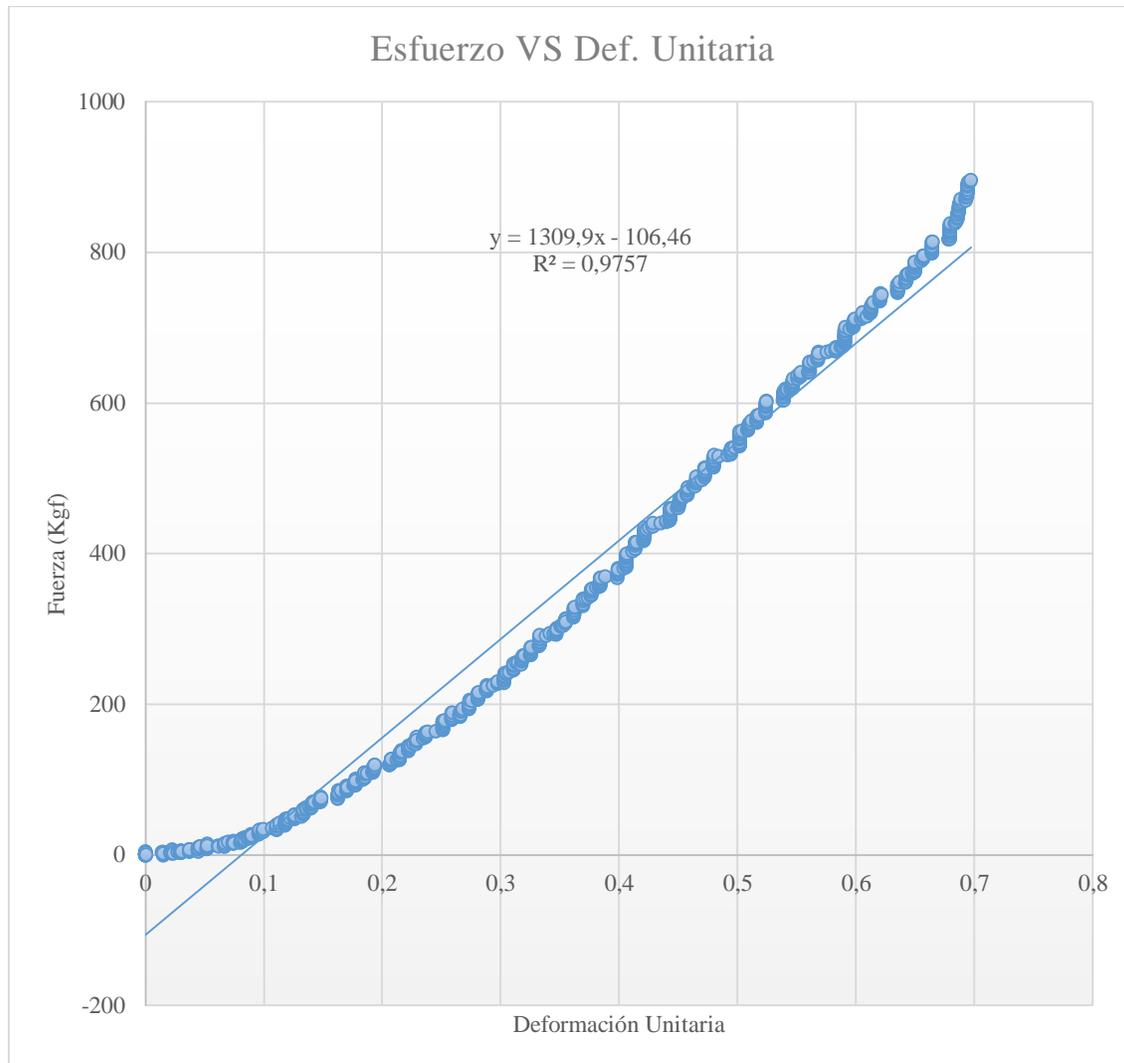
### 3.1.2. Ensayo de flexión

**Tabla 13-3:** Datos de ensayo de flexión Pallet de Pino probeta N°1.

DEFORMACIÓN (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
0,00093	0,00009	0,84852	0,42426
0,00046	0,00005	0,00000	0,00000
0,22721	0,02272	2,96982	1,48491
0,37319	0,03732	6,78816	3,39408
0,61908	0,06191	11,03080	5,51540
0,81574	0,08157	17,81890	8,90945
0,96203	0,09620	27,57690	13,78845
1,18439	0,11844	43,69880	21,84940
1,33612	0,13361	59,82070	29,91035
1,48203	0,14820	73,82120	36,91060
1,70712	0,17071	90,36740	45,18370
1,92073	0,19207	109,88300	54,94150
2,12905	0,21291	126,42900	63,21450
2,29042	0,22904	147,64200	73,82100
2,51457	0,25146	172,25000	86,12500
2,66396	0,26640	190,91700	95,45850
2,81250	0,28125	215,52400	107,76200
3,03640	0,30364	237,58600	118,79300
3,25412	0,32541	266,01100	133,00550
3,47338	0,34734	296,55800	148,27900
3,61915	0,36192	320,74100	160,37050
3,76768	0,37677	352,98400	176,49200
4,06169	0,40617	385,22800	192,61400
4,20720	0,42072	417,04800	208,52400
4,43133	0,44313	448,86700	224,43350
4,57868	0,45787	480,26200	240,13100
4,72884	0,47288	513,77900	256,88950
5,01950	0,50195	543,47700	271,73850
5,11973	0,51197	576,99400	288,49700
5,38961	0,53896	607,96500	303,98250
5,53547	0,55355	636,39000	318,19500
5,61233	0,56123	654,63300	327,31650
5,68554	0,56855	666,93700	333,46850

5,90946	0,59095	692,39200	346,19600
6,12501	0,61250	720,81800	360,40900
6,35518	0,63552	749,24300	374,62150
6,49779	0,64978	774,69900	387,34950
6,79569	0,67957	818,82200	409,41100
6,93043	0,69304	868,88400	434,44200
6,97235	0,69724	896,46100	448,23050

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 7-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de *Pinus radiata* Probeta N°1

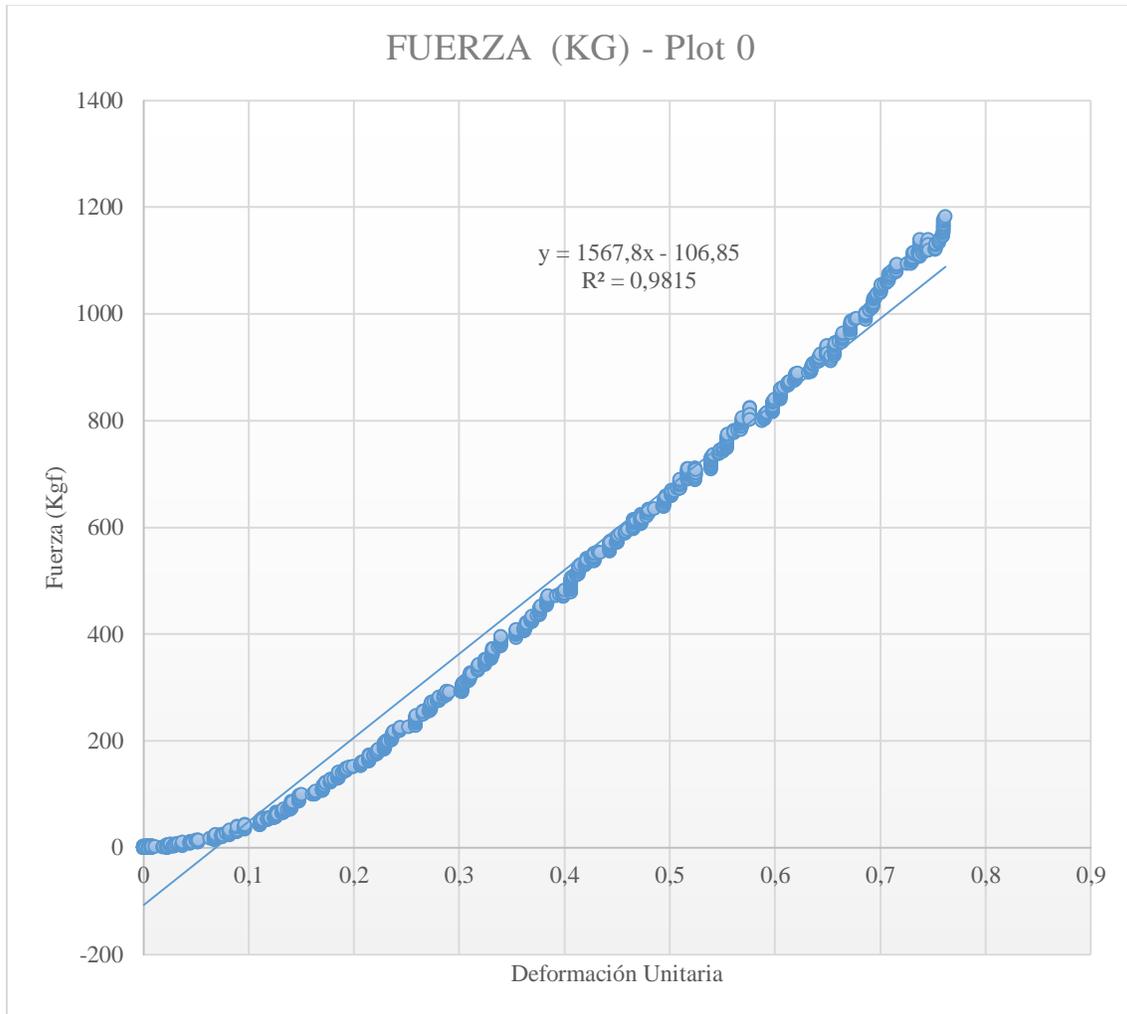
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 14-3:** Datos de ensayo de flexión Pallet de Pino probeta N°2.

<b>DEFORMACIÓN (mm)</b>	<b>Deformación cm</b>	<b>FUERZA (Kgf)</b>	<b>Carga/2</b>
0,03218	0,00322	1,27278	0,63639
0,00140	0,00014	0,42426	0,21213
0,06741	0,00674	1,27278	0,63639
0,07693	0,00769	0,42426	0,21213
0,29761	0,02976	5,51538	2,75769
0,51971	0,05197	11,03080	5,51540
0,74661	0,07466	23,33430	11,66715
0,96251	0,09625	33,94080	16,97040
1,18389	0,11839	53,45680	26,72840
1,40424	0,14042	74,66980	37,33490
1,63086	0,16309	103,51900	51,75950
1,77867	0,17787	128,12700	64,06350
2,06884	0,20688	156,12800	78,06400
2,29254	0,22925	187,94700	93,97350
2,43611	0,24361	220,61500	110,30750
2,71197	0,27120	256,67700	128,33850
2,88400	0,28840	289,34500	144,67250
3,12467	0,31247	326,68000	163,34000
3,31884	0,33188	367,83300	183,91650
3,54182	0,35418	409,41100	204,70550
3,76669	0,37667	445,89700	222,94850
4,06197	0,40620	485,35300	242,67650
4,20994	0,42099	534,56800	267,28400
4,43347	0,44335	571,90200	285,95100
4,65445	0,46545	608,81300	304,40650
4,94695	0,49470	641,05700	320,52850
5,09543	0,50954	681,36200	340,68100
5,39133	0,53913	714,45400	357,22700
5,54330	0,55433	769,60800	384,80400
5,67463	0,56746	783,60800	391,80400
5,76220	0,57622	813,73100	406,86550
5,98061	0,59806	835,79200	417,89600
6,19481	0,61948	876,94500	438,47250

6,42106	0,64211	916,82600	458,41300
6,60643	0,66064	948,64500	474,32250
6,93260	0,69326	1017,80000	508,90000
7,10923	0,71092	1079,74000	539,87000
7,37620	0,73762	1127,68000	563,84000
7,56205	0,75621	1139,99000	569,99500
7,62224	0,76222	1183,26000	591,63000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 8-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de *Pinus radiata*. Probeta N°2.

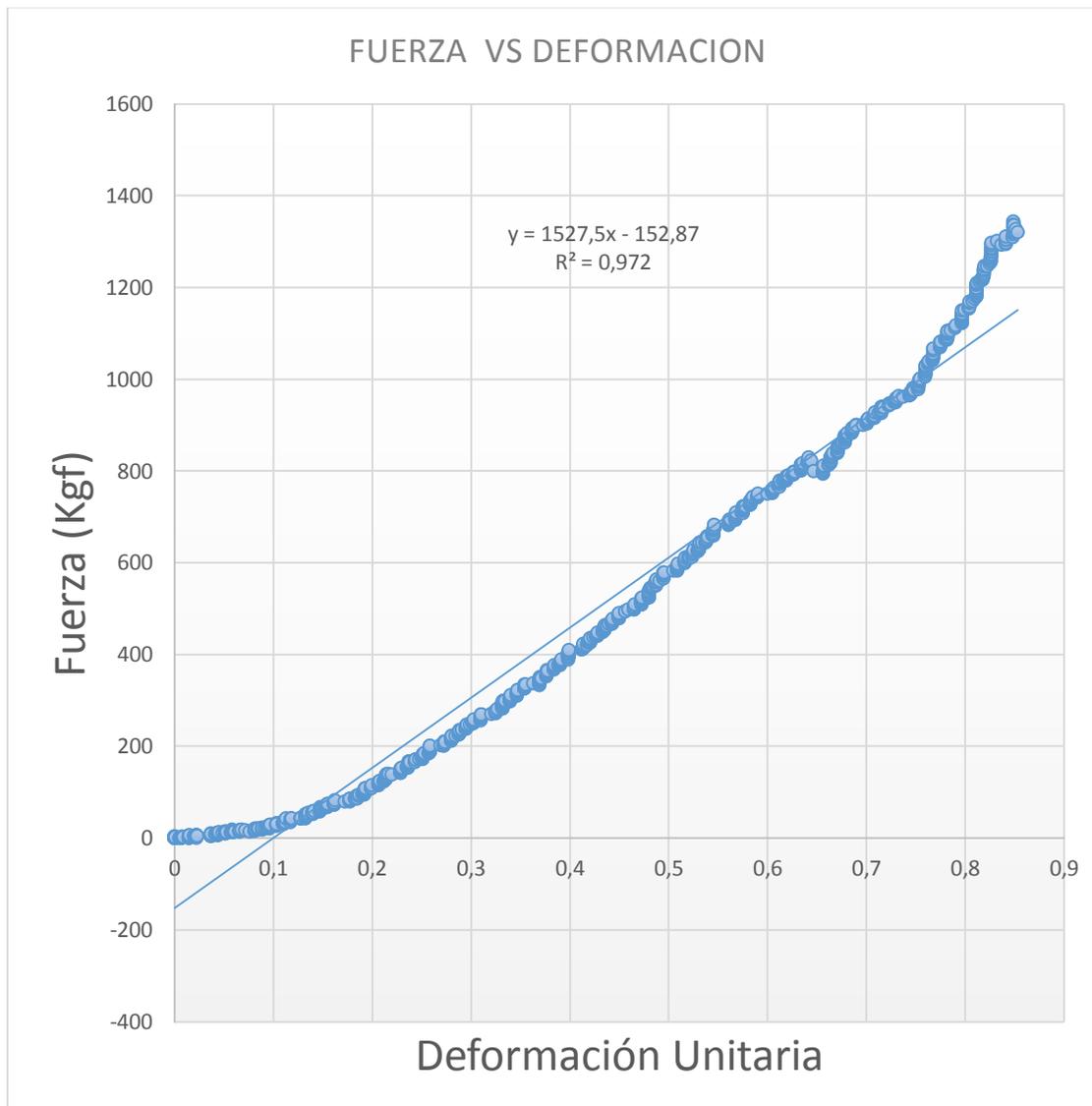
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 15-3:** Datos de ensayo de flexión Pallet de Pino probeta N°3.

<b>DEFORMACIÓN (mm)</b>	<b>Deformación cm</b>	<b>FUERZA (Kgf)</b>	<b>Carga/2</b>
0,00000	0,00000	0,84852	0,42426
0,07048	0,00705	0,84852	0,42426
0,22566	0,02257	4,24260	2,12130
0,50886	0,05089	11,03080	5,51540
0,81039	0,08104	15,27340	7,63670
0,95688	0,09569	26,30410	13,15205
1,17583	0,11758	42,85030	21,42515
1,47226	0,14723	60,66920	30,33460
1,61728	0,16173	78,48810	39,24405
1,91674	0,19167	99,27680	49,63840
2,11720	0,21172	123,03500	61,51750
2,36425	0,23643	153,15800	76,57900
2,51445	0,25145	181,15900	90,57950
2,80199	0,28020	215,10000	107,55000
3,01321	0,30132	249,88900	124,94450
3,32032	0,33203	285,95100	142,97550
3,46624	0,34662	316,07400	158,03700
3,76509	0,37651	353,83300	176,91650
3,98422	0,39842	392,44100	196,22050
4,20553	0,42055	425,10900	212,55450
4,39740	0,43974	466,68600	233,34300
4,72239	0,47224	508,68800	254,34400
4,87080	0,48708	551,96200	275,98100
5,16221	0,51622	601,17600	300,58800
5,37027	0,53703	643,17800	321,58900
5,60917	0,56092	687,72500	343,86250
5,82541	0,58254	727,18200	363,59100
6,06524	0,60652	763,24400	381,62200
6,12037	0,61204	767,06200	383,53100
6,26637	0,62664	796,33600	398,16800
6,56513	0,65651	798,88200	399,44100
6,71230	0,67123	854,03500	427,01750
7,00697	0,70070	907,06800	453,53400
7,23188	0,72319	946,52400	473,26200
7,52672	0,75267	982,58600	491,29300
7,67672	0,76767	1064,47000	532,23500

7,97034	0,79703	1134,05000	567,02500
8,17494	0,81749	1216,35000	608,17500
8,41191	0,84119	1297,39000	648,69500
8,53413	0,85341	1320,30000	660,15000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 9-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de *Pinus radiata*; probeta N°3

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 16-3:** Resumen ensayo e Flexión en probetas de pallet de *Pinus radiata*.

Madera	PROBETAS	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga	promedio Moe
Pallet <i>Pinus radiata</i>	Probeta de Pallet de Pino N°1	654,00	896,46	2050,50	1133,34	2298,61
	Probeta de Pallet de Pino N°2	783,75	1183,26	2454,21		
	Probeta de Pallet de Pino N°3	763,50	1320,30	2391,13		

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

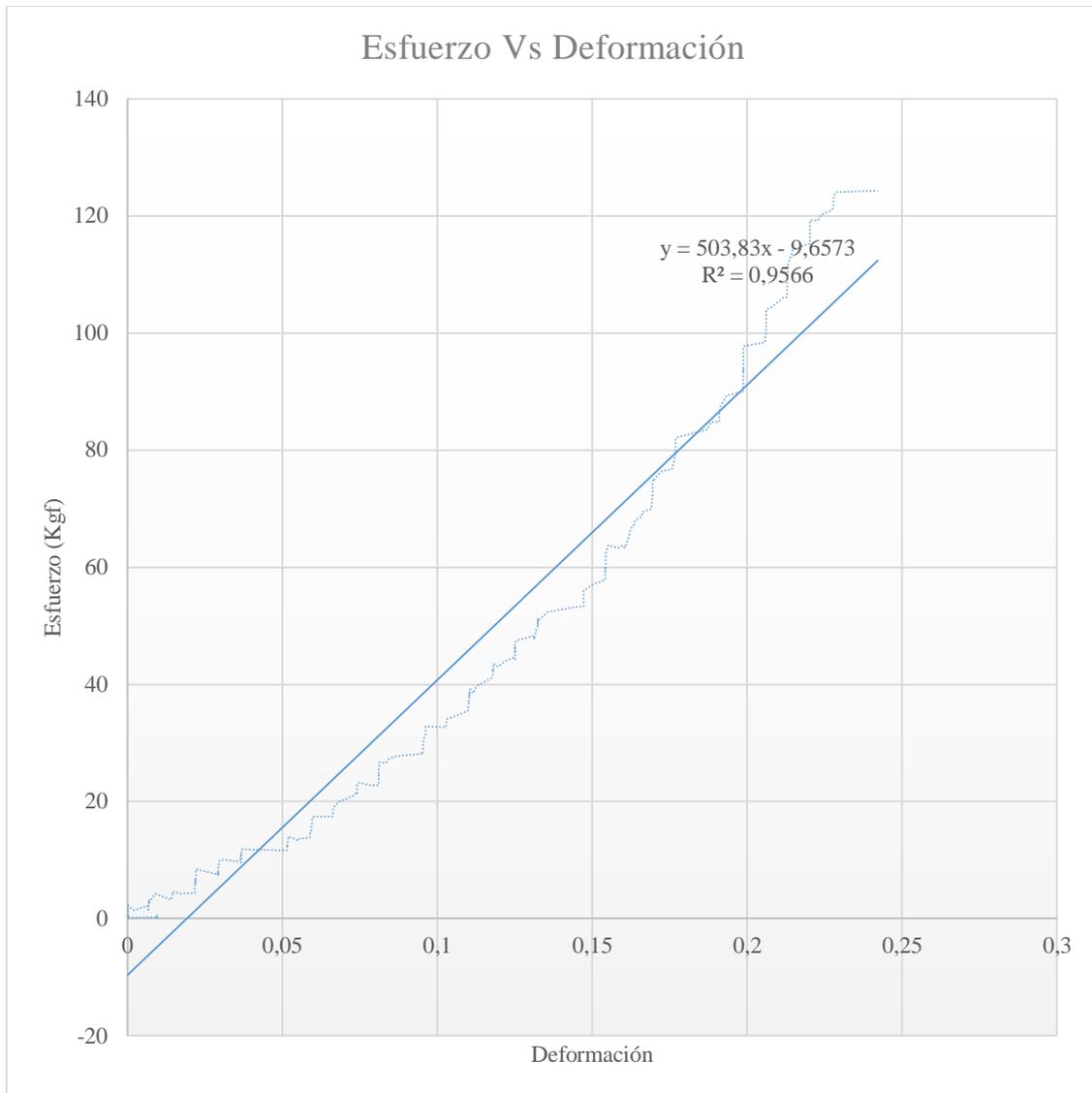
### 3.1.3. Ensayo de levantamiento.

**Tabla 17-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de *Pinus radiata*, probeta N°1.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,09590	0,00959	0,84852
2	0,00257	0,00026	0,42426
3	0,00079	0,00008	1,69704
4	0,07052	0,00705	8,06094
5	0,21840	0,02184	15,27340
6	0,29238	0,02924	23,75860
7	0,36619	0,03662	28,84970
8	0,51638	0,05164	39,03190
9	0,59416	0,05942	47,09290
10	0,68194	0,06819	59,82070
11	0,81135	0,08113	73,39700
12	0,95178	0,09518	84,00350
13	1,02682	0,10268	98,00410
14	1,10413	0,11041	115,82300

15	1,19674	0,11967	128,97500
16	1,31364	0,13136	142,97600
17	1,47216	0,14722	162,91600
18	1,54377	0,15438	184,55300
19	1,66123	0,16612	206,19000
20	1,72126	0,17213	228,67600
21	1,88358	0,18836	254,55600
22	1,98833	0,19883	281,28400
23	2,06121	0,20612	300,37600
24	2,13015	0,21302	328,80200
25	2,20307	0,22031	357,65100
26	2,42605	0,24261	383,10700
27	2,50291	0,25029	409,41100
28	2,57714	0,25771	435,71500
29	2,64854	0,26485	459,89800
30	2,87105	0,28711	484,50500
31	2,94274	0,29427	507,83900
32	3,02436	0,30244	490,02000
33	3,09044	0,30904	511,65800
34	3,09775	0,30978	505,71800

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 10-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de *Pinus radiata*, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°1.

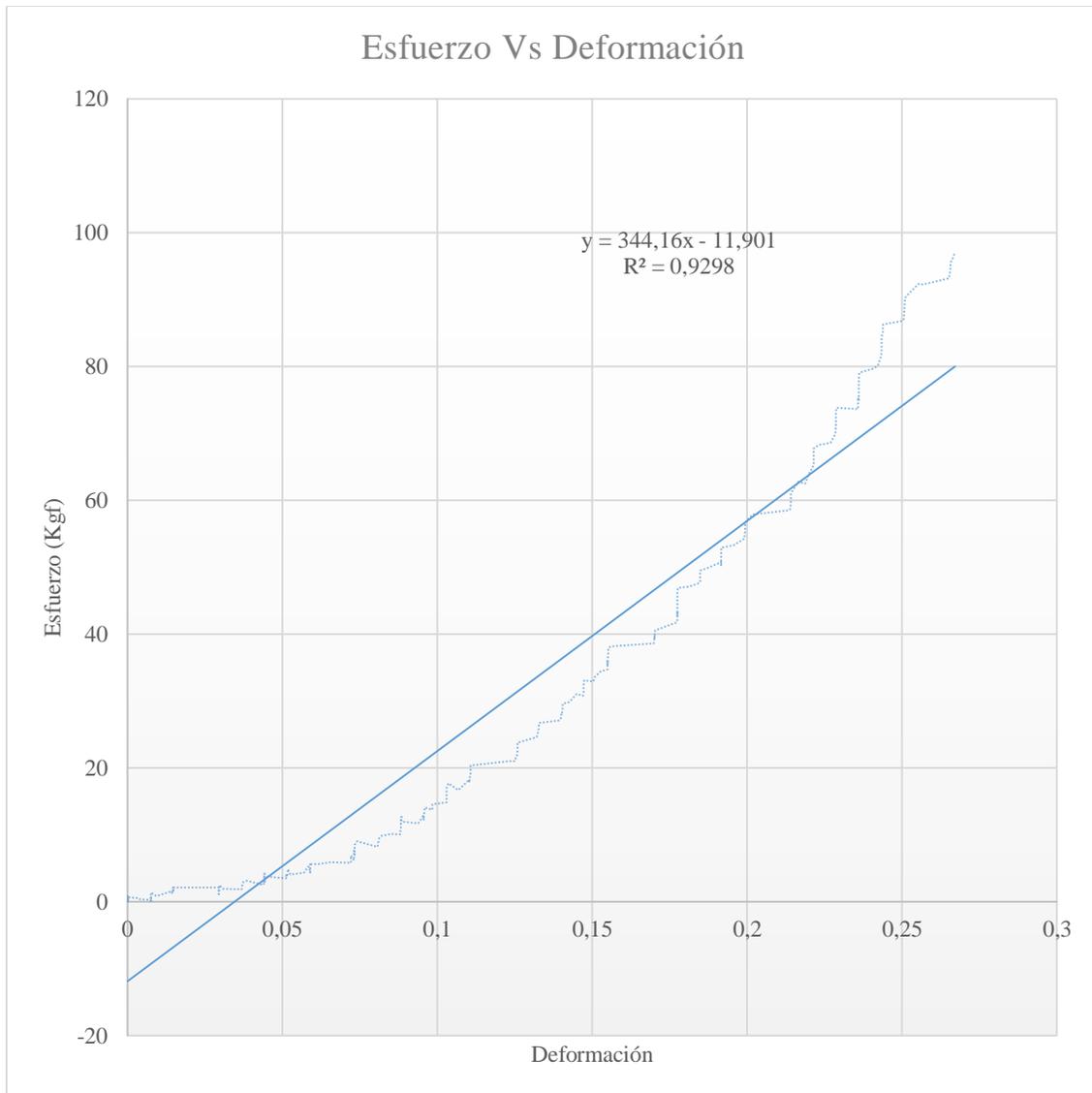
**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 18-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de *Pinus radiata*, probeta N°2.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,00068	0,00007	0,42426
2	0,00117	0,00012	0,42426
3	0,14266	0,01427	4,66686

4	0,30753	0,03075	5,93964
5	0,44170	0,04417	9,75798
6	0,59040	0,05904	13,15210
7	0,74193	0,07419	27,15260
8	0,88336	0,08834	36,48640
9	1,02997	0,10300	47,09290
10	1,25285	0,12529	64,48750
11	1,40016	0,14002	84,00350
12	1,50784	0,15078	100,55000
13	1,70230	0,17023	120,91400
14	1,81283	0,18128	141,27900
15	1,99256	0,19926	162,91600
16	2,18679	0,21868	187,52300
17	2,28668	0,22867	218,07000
18	2,43464	0,24346	246,49500
19	2,65195	0,26520	279,58700
20	2,73359	0,27336	317,77100
21	2,87819	0,28782	355,10600
22	2,95646	0,29565	389,47100
23	3,18956	0,31896	422,98700
24	3,38714	0,33871	457,77700
25	3,46630	0,34663	489,59600
26	3,68522	0,36852	518,87000
27	3,83008	0,38301	546,44700
28	3,91156	0,39116	572,32700
29	4,12500	0,41250	586,32700
30	4,33110	0,43311	641,05700
31	4,56841	0,45684	653,78500
32	4,79156	0,47916	673,30100
33	5,01462	0,50146	691,12000
34	5,12200	0,51220	621,11700
35	5,30533	0,53053	625,78300
36	5,30643	0,53064	632,14700

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

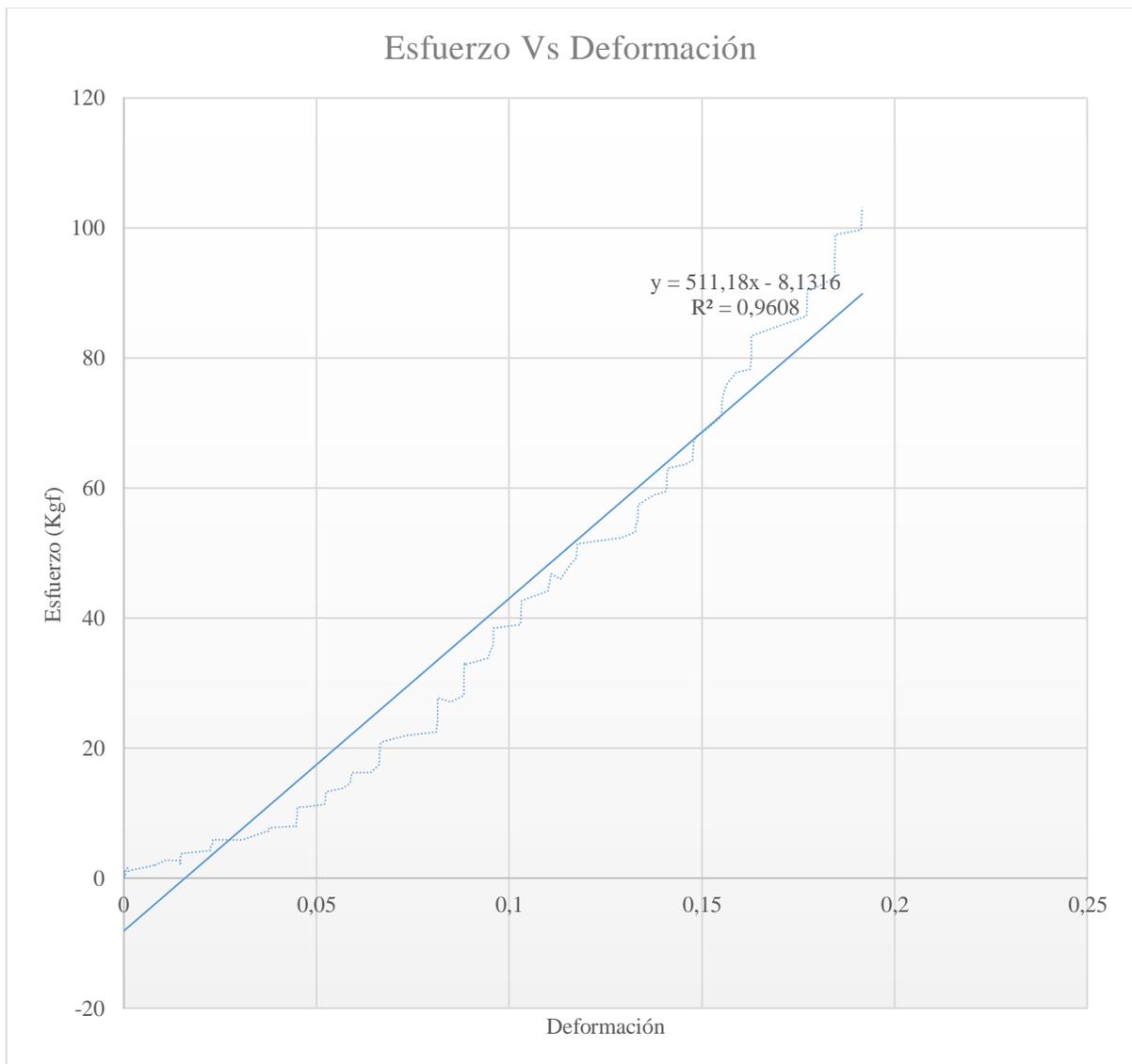


**Gráfico 11-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de *Pinus radiata*, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 19-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de Pinus radita, probeta N°3.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,00020	0,00002	3,39408
2	0,00100	0,00010	2,54556
3	0,07928	0,00793	5,93964
4	0,22662	0,02266	14,84910
5	0,44859	0,04486	27,15260
6	0,58776	0,05878	43,69880
7	0,66802	0,06680	62,79050
8	0,88206	0,08821	87,82180
9	0,95911	0,09591	112,00500
10	1,10766	0,11077	140,43000
11	1,33182	0,13318	164,61300
12	1,47752	0,14775	197,28100
13	1,58956	0,15896	233,34300
14	1,77443	0,17744	271,52600
15	1,91642	0,19164	309,28600
16	2,06084	0,20608	351,71200
17	2,28583	0,22858	403,89600
18	2,36252	0,23625	456,50400
19	2,51303	0,25130	506,14200
20	2,72840	0,27284	554,93200
21	2,87834	0,28783	602,02500
22	2,94684	0,29468	649,11800
23	3,17479	0,31748	691,96800
24	3,32215	0,33222	725,06000
25	3,39644	0,33964	759,85000
26	3,53771	0,35377	793,79000
27	3,76315	0,37632	823,06400
28	3,86902	0,38690	848,09600
29	3,98476	0,39848	858,70200
30	4,20670	0,42067	886,27900
31	4,35321	0,43532	904,09800
32	4,42520	0,44252	925,73500
33	4,68598	0,46860	944,82700
34	4,71853	0,47185	950,34200



**Gráfico 12-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de *Pinus radiata*, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 20-3:** Resumen de datos de Pallet de *Pinus radiata* en ensayo de levantamiento de Horquillas.

Madera	Probetas	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga (Kgf)	promedio Moe

Pallet <i>Pinus radiata</i>	Probeta de Pallet de Pino N°1	503,83	505,71	175130,12	696,07	157481,44
	Probeta de Pallet de Pino N°2	344,16	632,14	119629,20		
	Probeta de Pallet de Pino N°3	511,18	950,34	177684,97		

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

### 3.2. Determinar la capacidad de carga de un pallet de eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

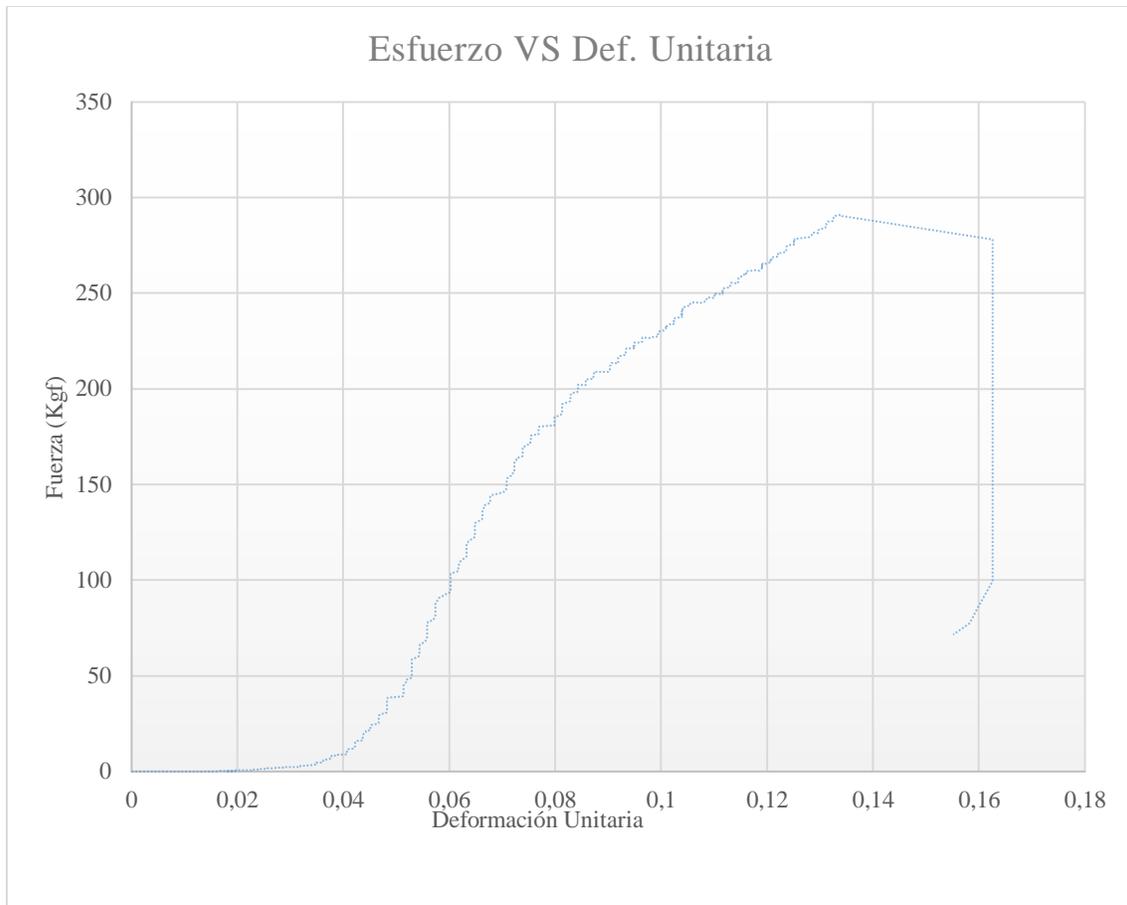
#### 3.2.1. Ensayo de compresión.

**Tabla 21-3:** Datos de compresión de pallet Europeo de Eucalipto probeta N°1.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{Kgf}{cm^2}$
1	0,00043	3,81834	0,00001	0,04714
2	0,00041	2,54556	0,00001	0,03143
3	0,00081	0,42426	0,00002	0,00524
4	0,15123	1,69704	0,00309	0,02095
5	0,37000	0,84852	0,00755	0,01048
6	0,73895	5,93964	0,01508	0,07333
7	0,96116	15,69760	0,01962	0,19380
8	0,88712	7,63668	0,01810	0,09428
9	0,96153	40,30470	0,01962	0,49759
10	1,17777	87,82180	0,02404	1,08422
11	1,32902	147,64200	0,02712	1,82274
12	1,55704	216,79700	0,03178	2,67651
13	1,70472	343,22600	0,03479	4,23736
14	1,85065	640,63300	0,03777	7,90905
15	2,07015	1187,08000	0,04225	14,65531
16	2,21627	1964,32000	0,04523	24,25086
17	2,36448	2979,15000	0,04825	36,77963
18	2,59339	4565,83000	0,05293	56,36827
19	2,79126	6411,12000	0,05696	79,14963

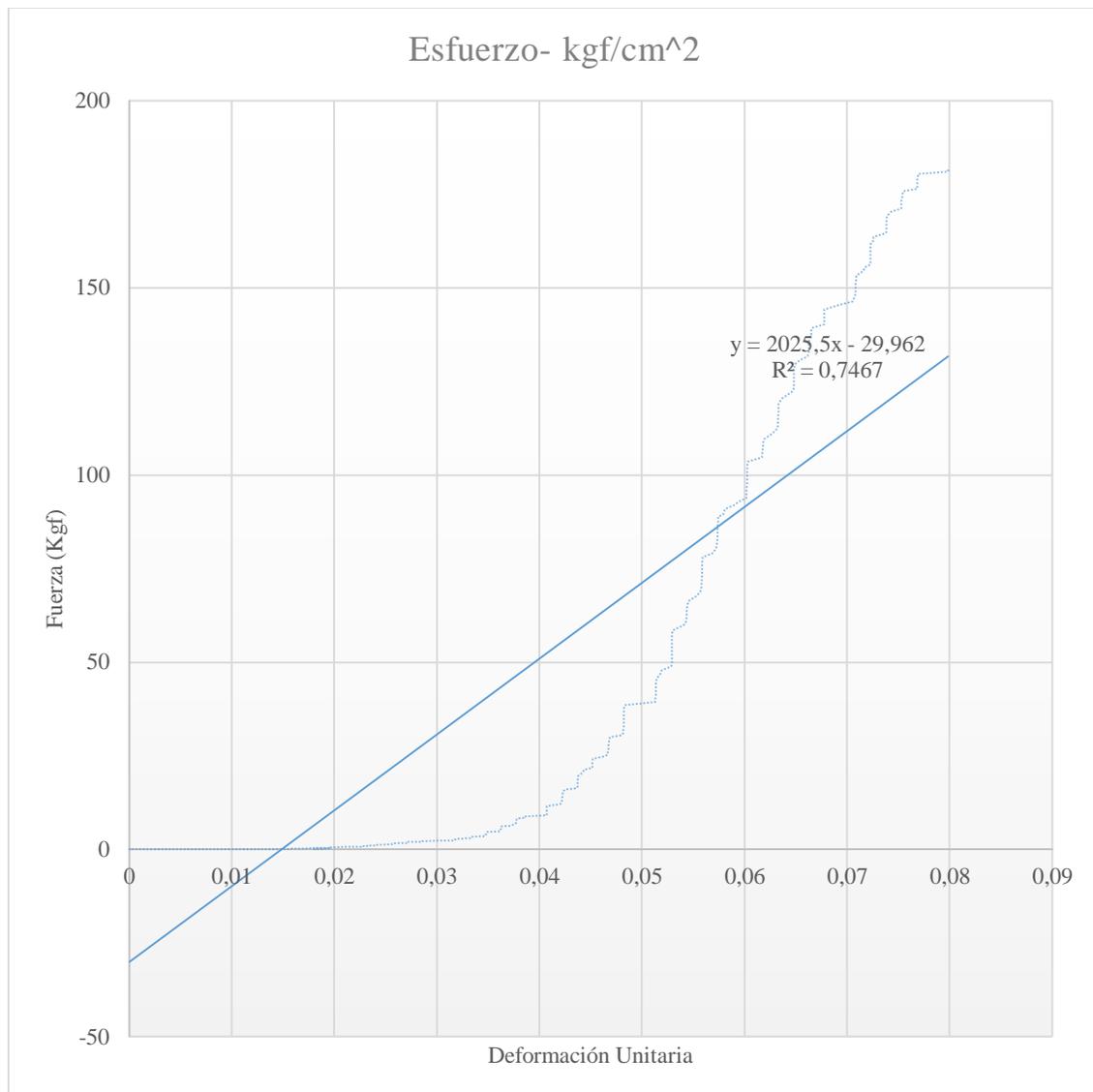
20	2,95139	8269,45000	0,06023	102,09198
21	3,17383	9951,87000	0,06477	122,86259
22	3,31965	11431,60000	0,06775	141,13086
23	3,54281	12984,40000	0,07230	160,30124
24	3,69518	14173,10000	0,07541	174,97654
25	3,98373	15141,00000	0,08130	186,92593
26	4,07306	15965,60000	0,08312	197,10617
27	4,50192	17443,80000	0,09188	215,35556
28	4,65136	18089,60000	0,09493	223,32840
29	4,91579	18684,60000	0,10032	230,67407
30	5,09362	19318,80000	0,10395	238,50370
31	5,22642	19847,30000	0,10666	245,02840
32	5,46693	20334,50000	0,11157	251,04321
33	5,61420	20907,10000	0,11458	258,11235
34	5,83570	21395,00000	0,11910	264,13580
35	5,98134	21936,50000	0,12207	270,82099
36	6,13402	22523,60000	0,12518	278,06914
37	6,38139	22992,00000	0,13023	283,85185
38	6,56736	23567,50000	0,13403	290,95679
39	6,57055	23532,80000	0,13409	290,52840

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 13-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Eucalipto, Probeta N°1.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 14-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Eucalipto Probeta N°1.

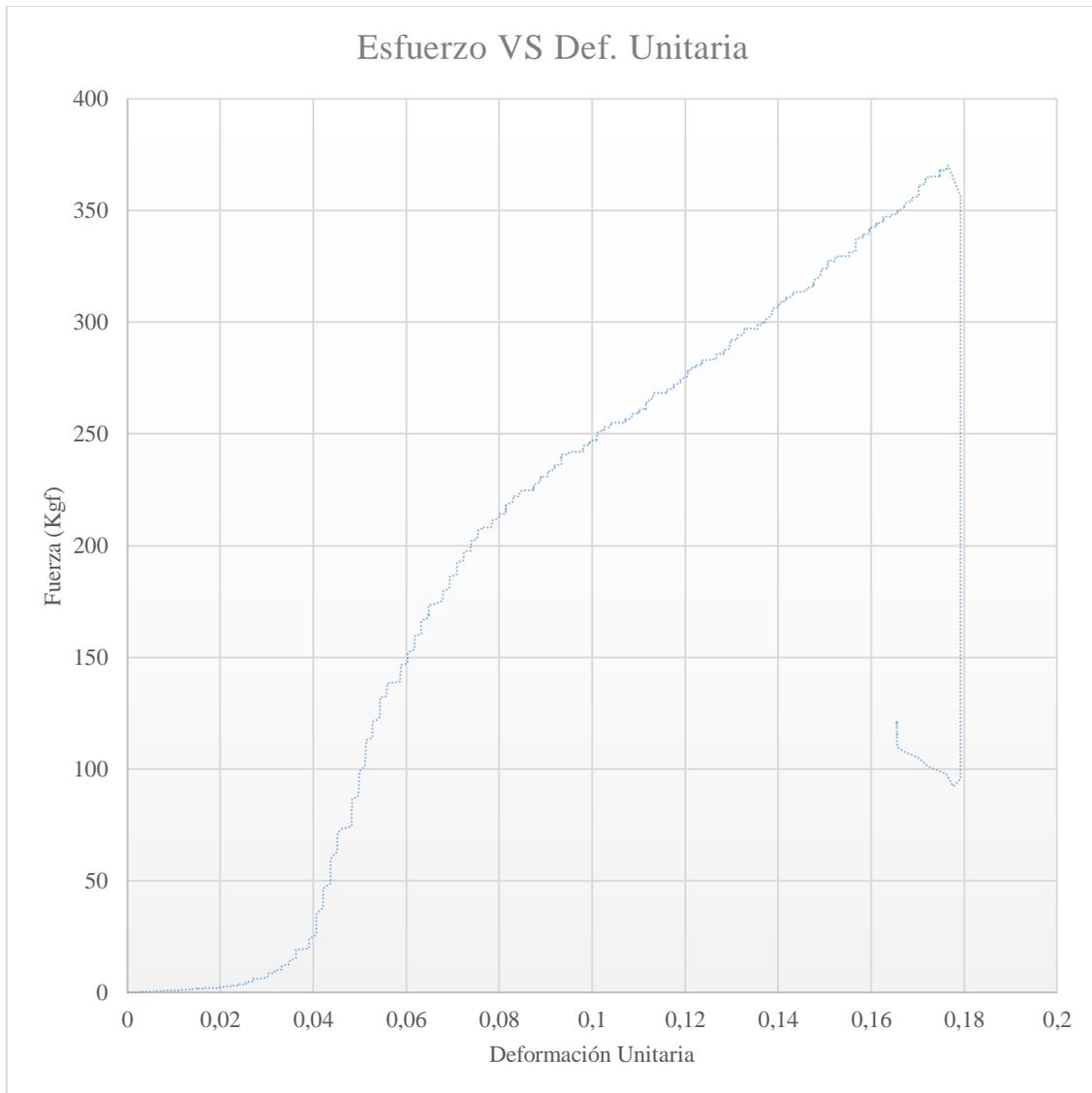
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 22-3:** Datos de compresión de pallet Europeo de Eucalipto probeta N°2.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{kgf}{cm^2}$
1	0,00115	1,69704	0,00002	0,02095
2	0,07517	4,66686	0,00153	0,05762
3	0,29452	39,45620	0,00601	0,48711
4	0,51611	76,79110	0,01053	0,94804
5	0,67353	125,15700	0,01375	1,54515
6	0,95700	188,79600	0,01953	2,33081

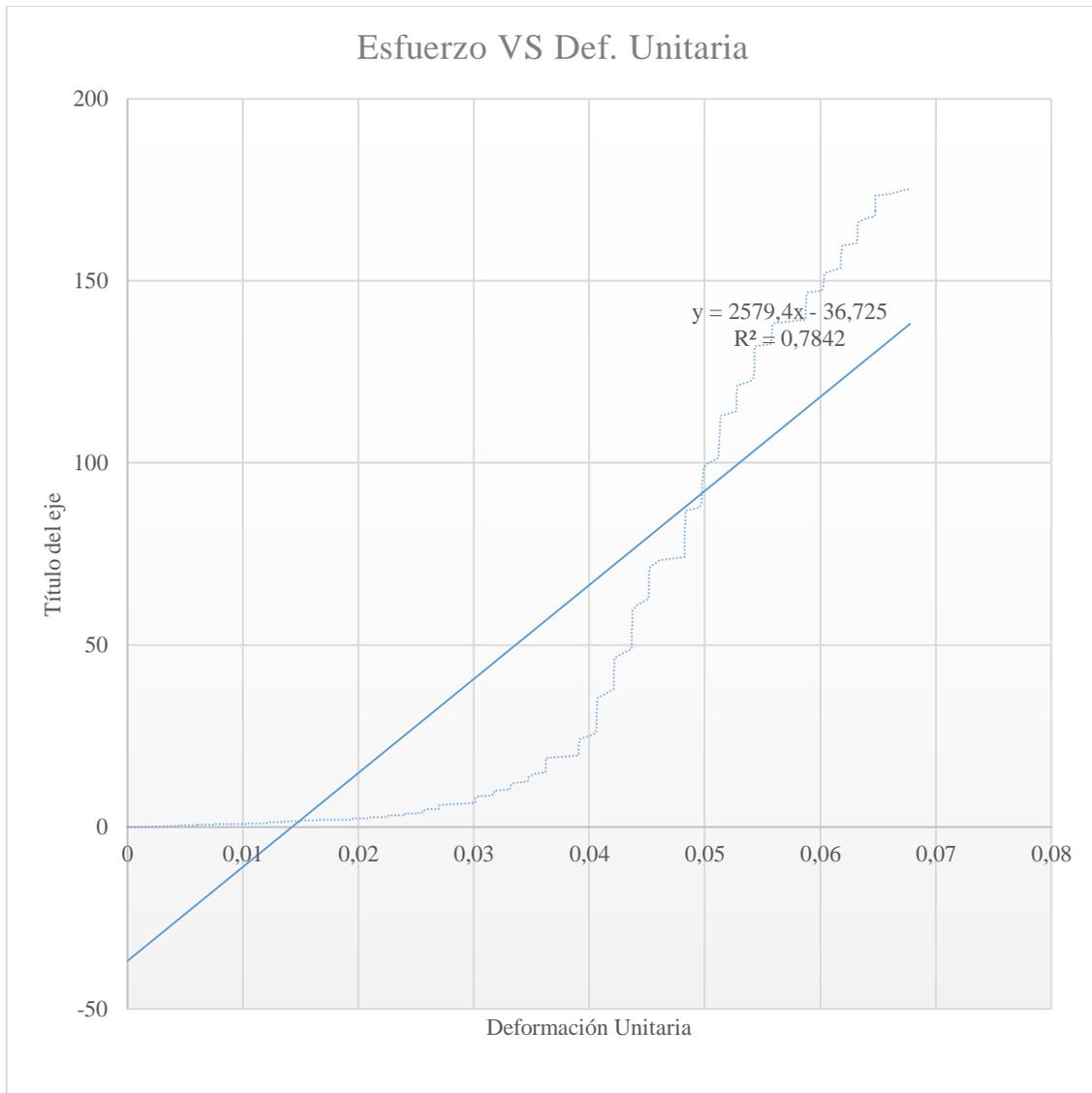
7	1,17807	273,22300	0,02404	3,37312
8	1,32326	462,86800	0,02701	5,71442
9	1,62468	848,52000	0,03316	10,47556
11	2,06351	3170,92000	0,04211	39,14716
12	2,21834	5784,92000	0,04527	71,41877
13	2,51107	8644,45000	0,05125	106,72161
14	2,73797	11148,50000	0,05588	137,63580
15	3,02696	12435,70000	0,06177	153,52716
16	3,17519	13888,60000	0,06480	171,46420
17	3,47286	15280,70000	0,07087	188,65062
18	3,64892	16396,30000	0,07447	202,42346
19	3,91946	17266,50000	0,07999	213,16667
20	4,13447	18054,80000	0,08438	222,89877
21	4,36204	18687,50000	0,08902	230,70988
22	4,57619	19309,40000	0,09339	238,38765
23	4,86800	19905,90000	0,09935	245,75185
24	5,02773	20497,40000	0,10261	253,05432
25	5,32400	20912,90000	0,10865	258,18395
26	5,53704	21523,90000	0,11300	265,72716
27	5,68515	21724,40000	0,11602	268,20247
28	5,76225	22050,20000	0,11760	272,22469
29	5,98554	22662,60000	0,12215	279,78519
30	6,28258	23131,00000	0,12822	285,56790
31	6,42926	23826,00000	0,13121	294,14815
32	6,72184	24319,70000	0,13718	300,24321
33	6,90525	25029,20000	0,14092	309,00247
34	7,16648	25545,30000	0,14625	315,37407
35	7,38542	26256,90000	0,15072	324,15926
36	7,60636	26823,10000	0,15523	331,14938
37	7,82163	27594,00000	0,15963	340,66667
38	7,97332	28103,70000	0,16272	346,95926
39	8,20635	28616,20000	0,16748	353,28642
40	8,41431	29497,30000	0,17172	364,16420
41	8,65131	29985,90000	0,17656	370,19630

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 15-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Eu. Eucalipto, Probeta N°2.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 16-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Eucalipto Probeta N°2.

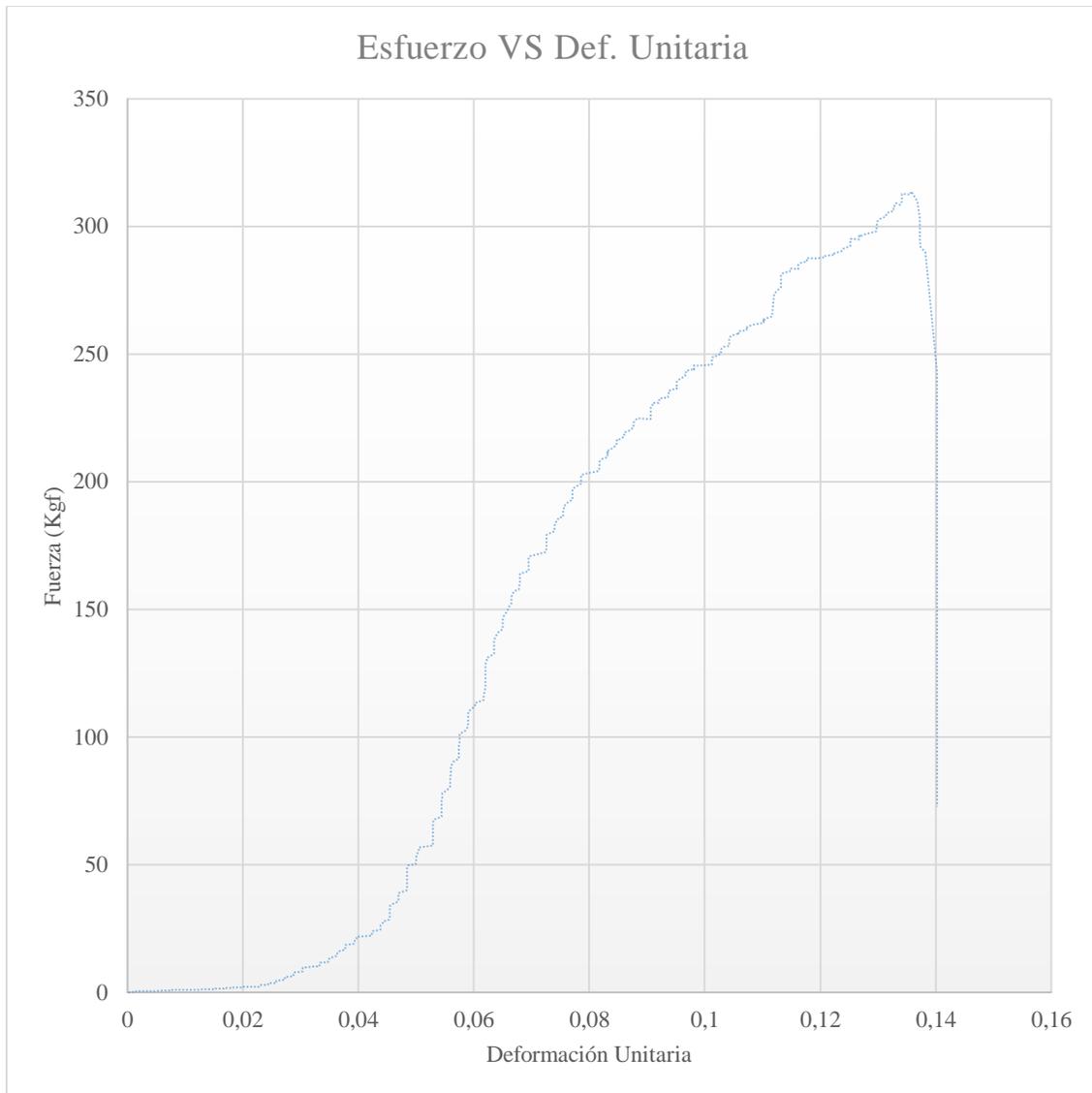
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 23-3:** Datos de compresión de pallet Europeo de Eucalipto probeta N°3.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{kgf}{cm^2}$
1	0,00504	1,69704	0,00010	0,02095
2	0,00716	0,42426	0,00015	0,00524
3	0,07410	25,87990	0,00151	0,31950
4	0,23412	50,06270	0,00478	0,61806
5	0,37954	80,18510	0,00775	0,98994
6	0,52762	90,79160	0,01077	1,12088

7	0,68563	105,21600	0,01399	1,29896
8	0,82259	139,15700	0,01679	1,71799
9	0,96723	179,88600	0,01974	2,22081
10	1,19286	266,86000	0,02434	3,29457
11	1,33382	416,62300	0,02722	5,14349
12	1,46316	658,02700	0,02986	8,12379
13	1,63358	906,64400	0,03334	11,19314
14	1,78162	1240,96000	0,03636	15,32049
15	1,92173	1580,79000	0,03922	19,51593
16	2,14733	1993,17000	0,04382	24,60704
17	2,22544	2628,29000	0,04542	32,44802
18	2,37379	3660,09000	0,04844	45,18630
19	2,59424	5127,60000	0,05294	63,30370
20	2,74206	6805,67000	0,05596	84,02062
21	2,88984	8530,07000	0,05898	105,30951
22	3,03739	10282,00000	0,06199	126,93827
23	3,11196	10974,80000	0,06351	135,49136
24	3,33298	13185,70000	0,06802	162,78642
25	3,55747	14354,80000	0,07260	177,21975
26	3,70062	15300,30000	0,07552	188,89259
27	3,84957	16142,20000	0,07856	199,28642
28	4,02603	16925,50000	0,08216	208,95679
29	4,21630	17621,90000	0,08605	217,55432
30	4,44259	18190,90000	0,09067	224,57901
31	4,51645	18844,60000	0,09217	232,64938
32	4,66576	19398,40000	0,09522	239,48642
33	4,81061	19902,30000	0,09818	245,70741
34	5,03529	20304,80000	0,10276	250,67654
35	5,18312	20862,20000	0,10578	257,55803
36	5,39573	21219,80000	0,11012	261,97284
37	5,46919	21440,60000	0,11162	264,69877
38	5,54549	22383,20000	0,11317	276,33580
39	5,76706	23246,10000	0,11770	286,98889
40	6,13371	23771,00000	0,12518	293,46914
41	6,43316	24606,40000	0,13129	303,78272
42	6,57396	25103,70000	0,13416	309,92222

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 17-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo de Eucalipto, Probeta N°3.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 18-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Eucalipto Probeta N°3.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 24-3:** Resumen ensayo de compresión en pallets de *Eucalyptus globulus*.

Madera	PROBETAS	Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/fluencia	Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/rotura	PROMEDIO Módulo de elasticidad E-Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Promedio Kg-fluencia	Promedio kg rotura
<b>Pallet</b> <i>Eucalyptus globulus</i>	Probeta N°1	2025,50	141,13	11431,60	290,52	23532,80	2188,47	138,08	323,54	11184,97	26207,47
	Probeta N°2	2579,40	137,63	11148,50	370,19	29985,90					
	Probeta N°3	1960,50	135,49	10974,80	309,92	25103,70					

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

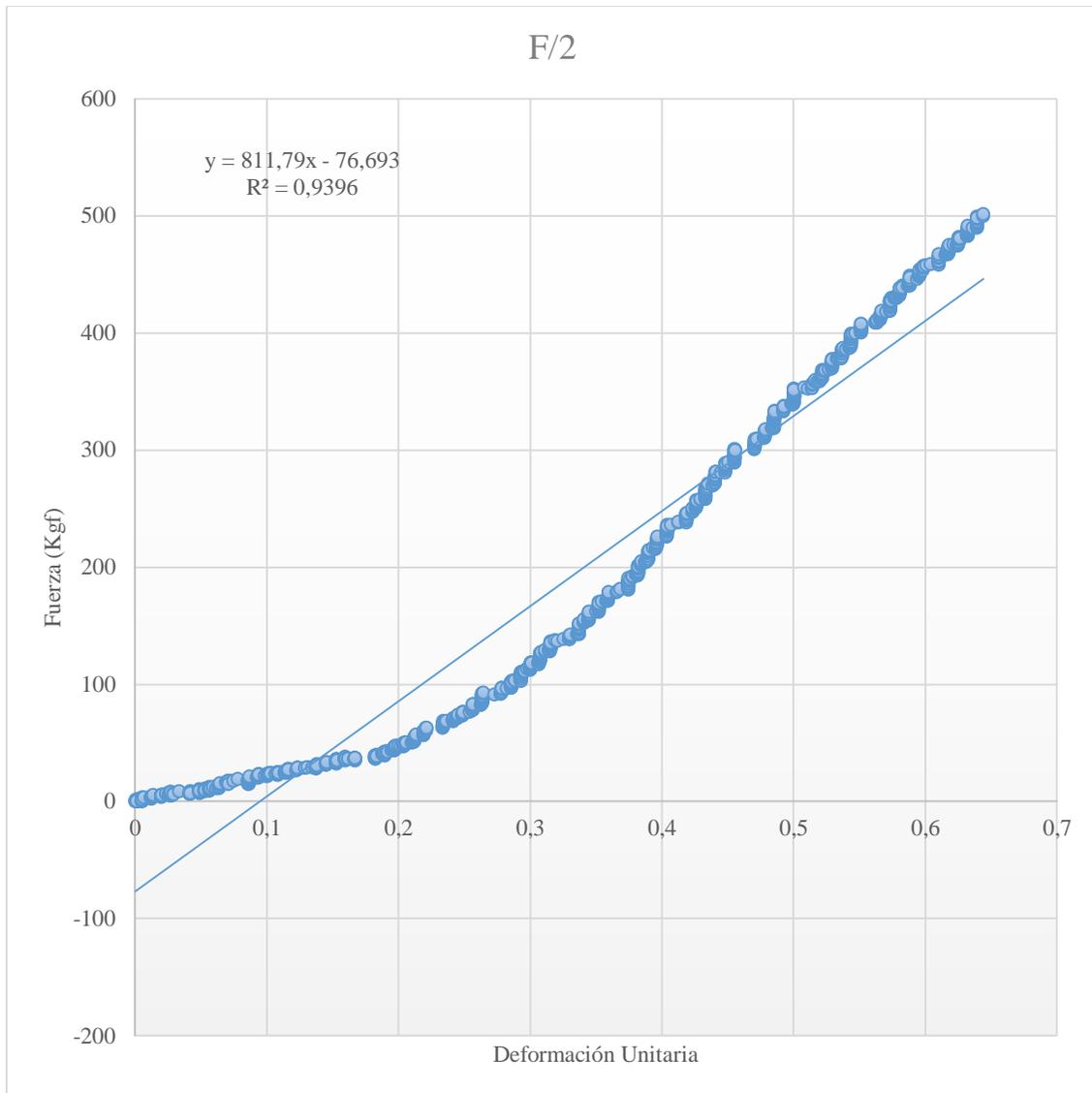
### 3.2.2. Ensayo de Flexión.

**Tabla 25-3:** Datos de ensayo de Flexión pallet de Eucalipto probeta N°1.

DEFORMACIÓN Total (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
0,00971	0,00097	0,84852	0,42426
0,05457	0,00546	4,66686	2,33343
0,20174	0,02017	10,60650	5,30325
0,42068	0,04207	14,42480	7,21240
0,56498	0,05650	21,21300	10,60650
0,71227	0,07123	35,63780	17,81890
0,93753	0,09375	46,24430	23,12215
1,08497	0,10850	47,51710	23,75855
1,23224	0,12322	55,15380	27,57690
1,45282	0,14528	65,76030	32,88015
1,59553	0,15955	73,82120	36,91060
1,82468	0,18247	75,94250	37,97125
1,97079	0,19708	90,36740	45,18370
2,12111	0,21211	108,61100	54,30550
2,33746	0,23375	125,58100	62,79050
2,48743	0,24874	147,21800	73,60900
2,63599	0,26360	170,55300	85,27650
2,85563	0,28556	202,37200	101,18600
3,00431	0,30043	233,34300	116,67150
3,15676	0,31568	263,46500	131,73250
3,37136	0,33714	297,83100	148,91550
3,52195	0,35220	335,16500	167,58250
3,74907	0,37491	377,16700	188,58350
3,89482	0,38948	424,68400	212,34200
4,04189	0,40419	467,95900	233,97950
4,29511	0,42951	515,05200	257,52600
4,40669	0,44067	557,47800	278,73900
4,55420	0,45542	601,60100	300,80050
4,85300	0,48530	640,20800	320,10400
5,00200	0,50020	680,08900	340,04450
5,21840	0,52184	723,36300	361,68150
5,36654	0,53665	765,36500	382,68250

5,51401	0,55140	808,21500	404,10750
5,51249	0,55125	810,33700	405,16850
5,73303	0,57330	845,55000	422,77500
5,88371	0,58837	887,12800	443,56400
6,10433	0,61043	929,55400	464,77700
6,32201	0,63220	965,61600	482,80800
6,44136	0,64414	1003,37000	501,68500
6,68988	0,66899	1040,29000	520,14500

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 19-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de *Eucalyptus globulus*, probeta N°1.

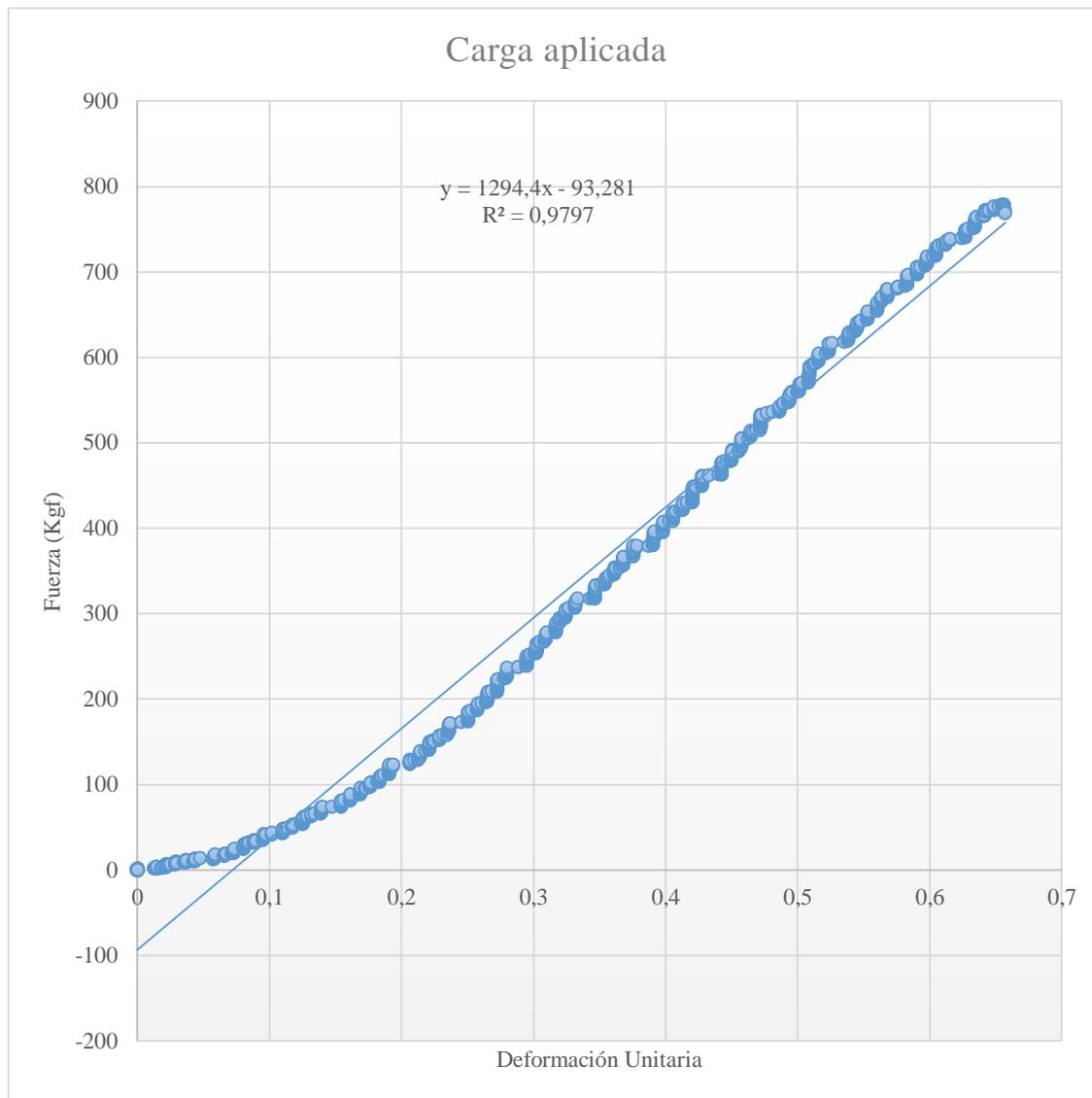
**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 26-3:** Datos de ensayo de Flexión pallet de Eucalipto probeta N°2.

DEFORMACIÓN Total (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
0,00144	0,00014	1,27278	0,63639
0,00161	0,00016	2,54556	1,27278
0,21820	0,02182	12,72780	6,36390

0,36805	0,03680	20,36450	10,18225
0,58957	0,05896	33,51650	16,75825
0,73386	0,07339	47,51710	23,75855
0,88452	0,08845	69,57860	34,78930
1,10449	0,11045	93,76150	46,88075
1,25202	0,12520	115,82300	57,91150
1,39558	0,13956	143,82400	71,91200
1,61575	0,16158	169,70400	84,85200
1,76701	0,17670	201,52300	100,76150
1,91149	0,19115	238,01000	119,00500
2,14313	0,21431	275,34500	137,67250
2,29212	0,22921	313,52800	156,76400
2,50360	0,25036	367,40900	183,70450
2,65498	0,26550	416,62300	208,31150
2,79889	0,27989	468,38300	234,19150
3,02410	0,30241	525,65800	262,82900
3,17592	0,31759	579,53900	289,76950
3,31890	0,33189	627,90500	313,95250
3,55097	0,35510	684,75600	342,37800
3,68142	0,36814	733,54600	366,77300
3,91181	0,39118	787,00200	393,50100
4,05936	0,40594	838,76200	419,38100
4,21048	0,42105	899,00700	449,50350
4,42724	0,44272	954,16100	477,08050
4,62862	0,46286	1011,86000	505,93000
4,86338	0,48634	1075,92000	537,96000
5,01442	0,50144	1132,35000	566,17500
5,13493	0,51349	1188,35000	594,17500
5,38513	0,53851	1245,63000	622,81500
5,38688	0,53869	1249,02000	624,51000
5,53158	0,55316	1302,90000	651,45000
5,67970	0,56797	1357,63000	678,81500
5,90719	0,59072	1408,12000	704,06000
6,05035	0,60504	1453,09000	726,54500
6,33307	0,63331	1504,00000	752,00000
6,48888	0,64889	1548,12000	774,06000
6,52561	0,65256	1555,34000	777,67000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 20-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de *Eucalyptus globulus*, probeta N°2.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

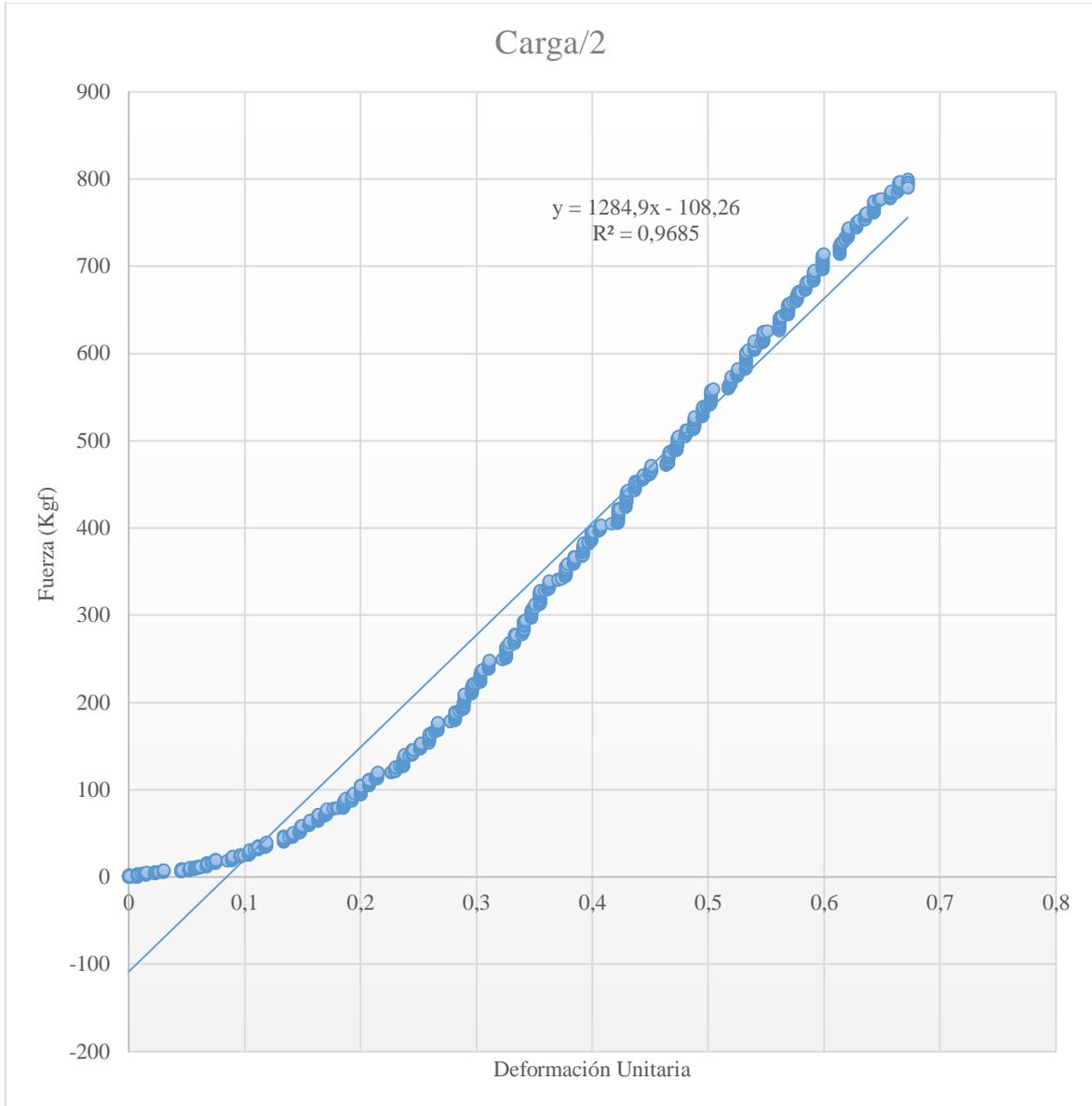
**Tabla 27-3:** Datos de ensayo de Flexión pallet de Eucalipto probeta N°3.

DEFORMACIÓN Total (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
------------------------	----------------	--------------	---------

0,00264	0,00026	1,27278	0,63639
0,00284	0,00028	0,84852	0,42426
0,15185	0,01519	8,48520	4,24260
0,45118	0,04512	12,72780	6,36390
0,56759	0,05676	21,21300	10,60650
0,67396	0,06740	30,97100	15,48550
0,88953	0,08895	42,00170	21,00085
1,08520	0,10852	62,79050	31,39525
1,33569	0,13357	83,57920	41,78960
1,47973	0,14797	108,61100	54,30550
1,63015	0,16302	133,64200	66,82100
1,85291	0,18529	161,64300	80,82150
2,00127	0,20013	192,61400	96,30700
2,14105	0,21411	226,13100	113,06550
2,36853	0,23685	265,16200	132,58100
2,51921	0,25192	305,89100	152,94550
2,66578	0,26658	352,98400	176,49200
2,89292	0,28929	411,53200	205,76600
3,03611	0,30361	470,92900	235,46450
3,32709	0,33271	534,99200	267,49600
3,47462	0,34746	600,75200	300,37600
3,60987	0,36099	658,87600	329,43800
3,83937	0,38394	719,96900	359,98450
3,99141	0,39914	778,09300	389,04650
4,21866	0,42187	837,06500	418,53250
4,36608	0,43661	896,88600	448,44300
4,65584	0,46558	950,76700	475,38350
4,74197	0,47420	1004,22000	502,11000
4,95255	0,49526	1064,89000	532,44500
5,17625	0,51763	1127,68000	563,84000
5,32616	0,53262	1193,02000	596,51000
5,61169	0,56117	1252,42000	626,21000
5,63572	0,56357	1284,66000	642,33000
5,70156	0,57016	1314,36000	657,18000
5,90911	0,59091	1376,30000	688,15000
6,13455	0,61346	1434,42000	717,21000
6,20844	0,62084	1486,61000	743,30500

6,42768	0,64277	1540,06000	770,03000
6,64797	0,66480	1592,25000	796,12500
6,72406	0,67241	1551,52000	775,76000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 21-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets de *Eucalyptus globulus*, probeta N°3

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 28-3:** Resumen ensayo de Flexión pallet de *Eucalyptus globulus*.

Madera	PROBETAS	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga	promedio Moe
Pallet <i>Eucalyptus globulus</i>	Probeta de Pallet de Eucalipto N°1	811,79	1040,29	2541,53	1382,40	3538,92
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°2	1294,40	1555,40	4052,48		
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°3	1284,90	1551,52	4022,74		

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

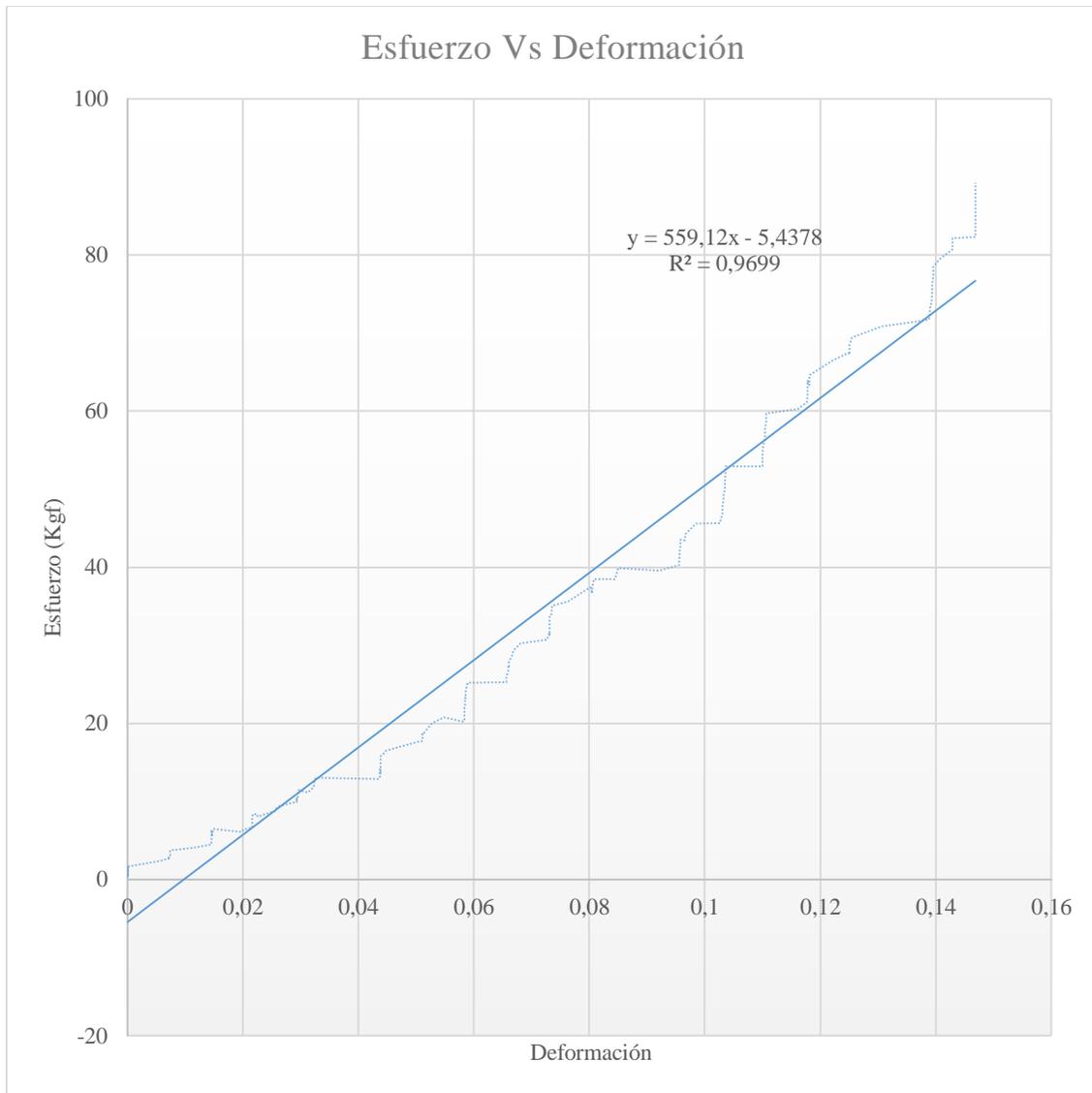
### 3.2.3. Ensayo de levantamiento

**Tabla 29-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de *Eucalyptus globulus*, probeta N°1.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,00031	0,00003	0,84852
2	0,07130	0,00713	8,06094
3	0,14898	0,01490	19,51600
4	0,29292	0,02929	30,97100
5	0,43839	0,04384	47,51710
6	0,58519	0,05852	66,60880
7	0,66078	0,06608	83,57920
8	0,80182	0,08018	112,42900
9	0,96665	0,09666	132,79300
10	1,10056	0,11006	166,73400
11	1,24894	0,12489	202,37200
12	1,42911	0,14291	242,25200

13	1,51293	0,15129	289,77000
14	1,62161	0,16216	345,34800
15	1,76398	0,17640	400,50100
16	1,98370	0,19837	479,83800
17	2,06249	0,20625	560,02300
18	2,20608	0,22061	639,36000
19	2,35421	0,23542	722,09100
20	2,50207	0,25021	799,30600
21	2,63016	0,26302	863,79300
22	2,71961	0,27196	938,03900
23	2,93737	0,29374	1002,95000
24	3,01214	0,30121	1063,20000
25	3,13338	0,31334	1120,47000
26	3,31694	0,33169	1169,68000
27	3,45812	0,34581	1221,02000
28	3,60542	0,36054	1261,32000
29	3,75251	0,37525	1299,93000
30	3,90345	0,39035	1332,18000
31	3,98877	0,39888	1361,87000
32	4,12481	0,41248	1392,00000
33	4,27315	0,42732	1411,51000
34	4,41987	0,44199	1426,36000
35	4,48973	0,44897	1408,54000

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



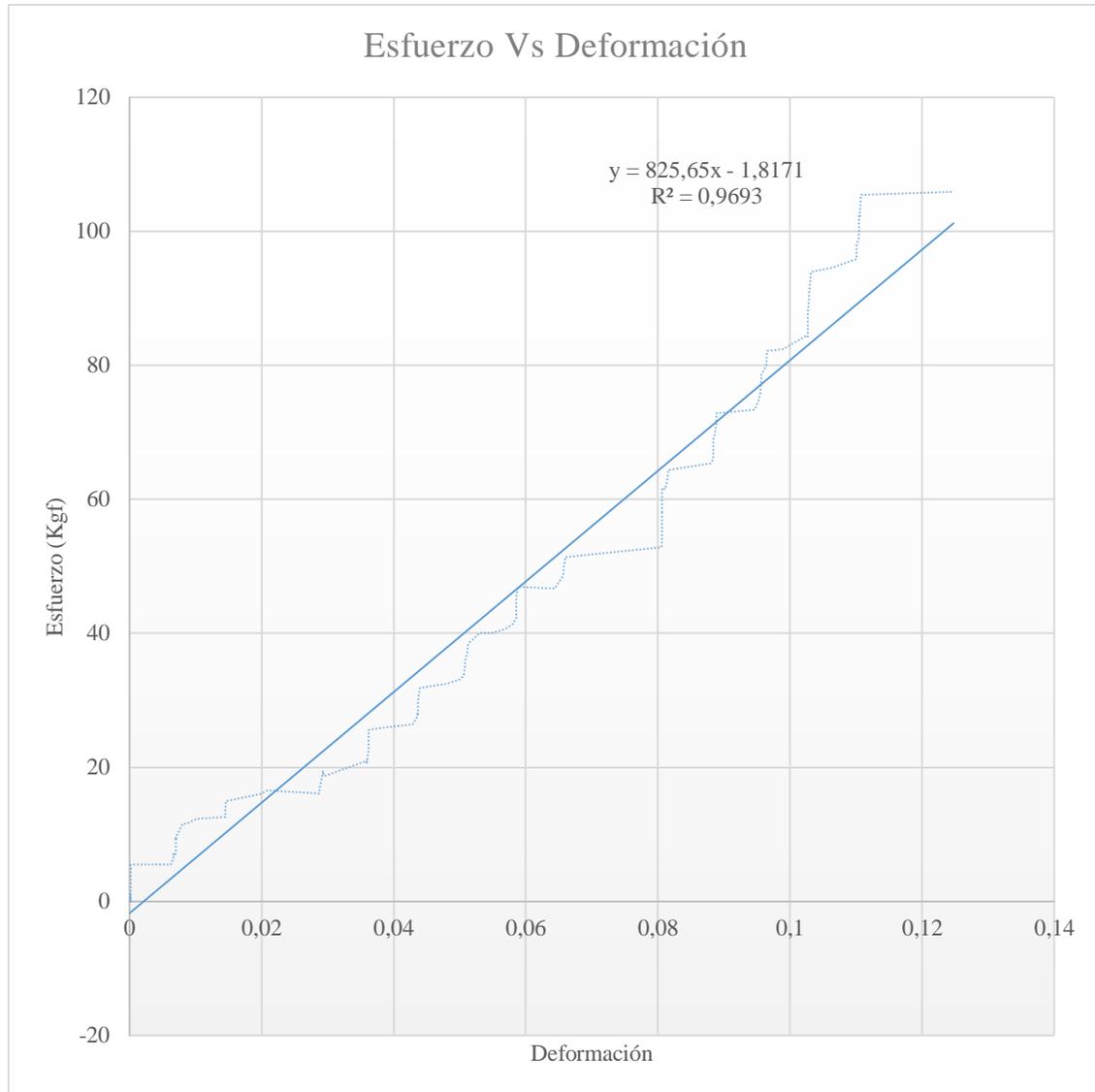
**Gráfico 22-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de *Eucalyptus globulus*, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 30-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de *Eucalyptus globulus*, probeta N°2.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,00055	0,00006	3,81834
2	0,00165	0,00016	15,69760
3	0,08617	0,00862	34,78930
4	0,29458	0,02946	56,00230
5	0,43623	0,04362	84,42770
6	0,51212	0,05121	113,70200
7	0,65632	0,06563	145,94500
8	0,81482	0,08148	189,64400
9	0,95664	0,09566	235,88900
10	1,10063	0,11006	287,64800
11	1,26296	0,12630	351,28700
12	1,39573	0,13957	420,01700
13	1,48712	0,14871	494,26300
14	1,62048	0,16205	565,11400
15	1,83314	0,18331	641,48100
16	1,91009	0,19101	713,18100
17	2,06143	0,20614	779,36600
18	2,22363	0,22236	848,09600
19	2,35298	0,23530	910,88600
20	2,49787	0,24979	967,31300
21	2,57368	0,25737	1022,04000
22	2,79491	0,27949	1065,74000
23	2,87591	0,28759	1102,23000
24	3,01997	0,30200	1143,38000
25	3,23763	0,32376	1171,38000
26	3,36656	0,33666	1183,69000
27	3,45837	0,34584	1202,78000
28	3,68307	0,36831	1229,08000
29	3,76432	0,37643	1240,11000
30	3,90082	0,39008	1254,11000
31	4,12415	0,41242	1271,51000
32	4,20137	0,42014	1283,39000
33	4,34218	0,43422	1301,63000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



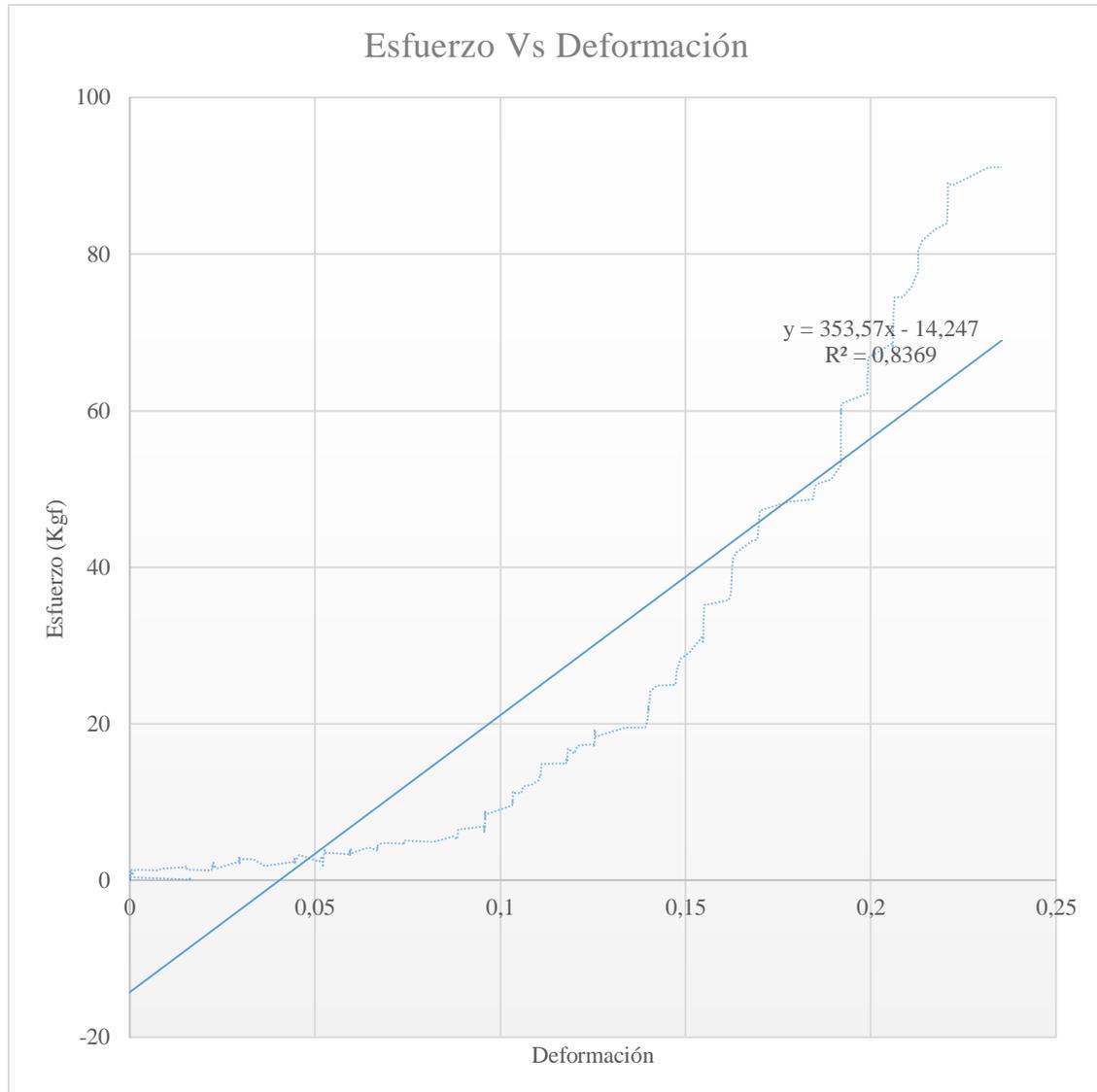
**Gráfico 23-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de *Eucalyptus globulus*, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 31-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet de *Eucalyptus globulus*, probeta N°3.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,16304	0,01630	0,42426
2	0,00072	0,00007	1,69704
3	0,22296	0,02230	5,93964
4	0,44800	0,04480	7,63668
5	0,59920	0,05992	10,60650
6	0,73973	0,07397	15,27340
7	0,95905	0,09591	24,60710
8	1,10687	0,11069	40,72900
9	1,25835	0,12584	55,15380
10	1,47841	0,14784	81,03370
11	1,62476	0,16248	117,52000
12	1,85452	0,18545	151,88500
13	1,99076	0,19908	187,52300
14	2,12733	0,21273	241,40400
15	2,35794	0,23579	289,34500
16	2,51109	0,25111	356,80300
17	2,65453	0,26545	442,07900
18	2,87628	0,28763	532,87100
19	3,02469	0,30247	629,60200
20	3,24176	0,32418	730,57600
21	3,39488	0,33949	831,12500
22	3,54163	0,35416	931,25100
23	3,76416	0,37642	1022,04000
24	3,91083	0,39108	1119,62000
25	4,05385	0,40539	1198,53000
26	4,27861	0,42786	1279,14000
27	4,42192	0,44219	1342,78000
28	4,57271	0,45727	1403,03000
29	4,79323	0,47932	1455,21000
30	4,94332	0,49433	1492,97000
31	5,16538	0,51654	1529,03000
32	5,36650	0,53665	1560,85000
33	5,45347	0,54535	1590,13000
34	5,67146	0,56715	1610,07000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 24-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet de *Eucalyptus globulus*, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 32-3:** Resumen de datos de Pallet de *Eucalyptus globulus* en ensayo de levantamiento de Horquillas.

Madera	PROBETAS	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga (Kgf)	promedio Moe
Pallet <i>Eucalyptus globulus</i>	Probeta de Pallet de Eucalipto N°1	559,12	1408,54	194348,80	1446,87	201414,30
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°2	825,65	1308,42	286994,00		
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°3	353,57	1623,64	122900,10		

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

### 3.3. Evaluar la capacidad de carga de un pallet mixto.

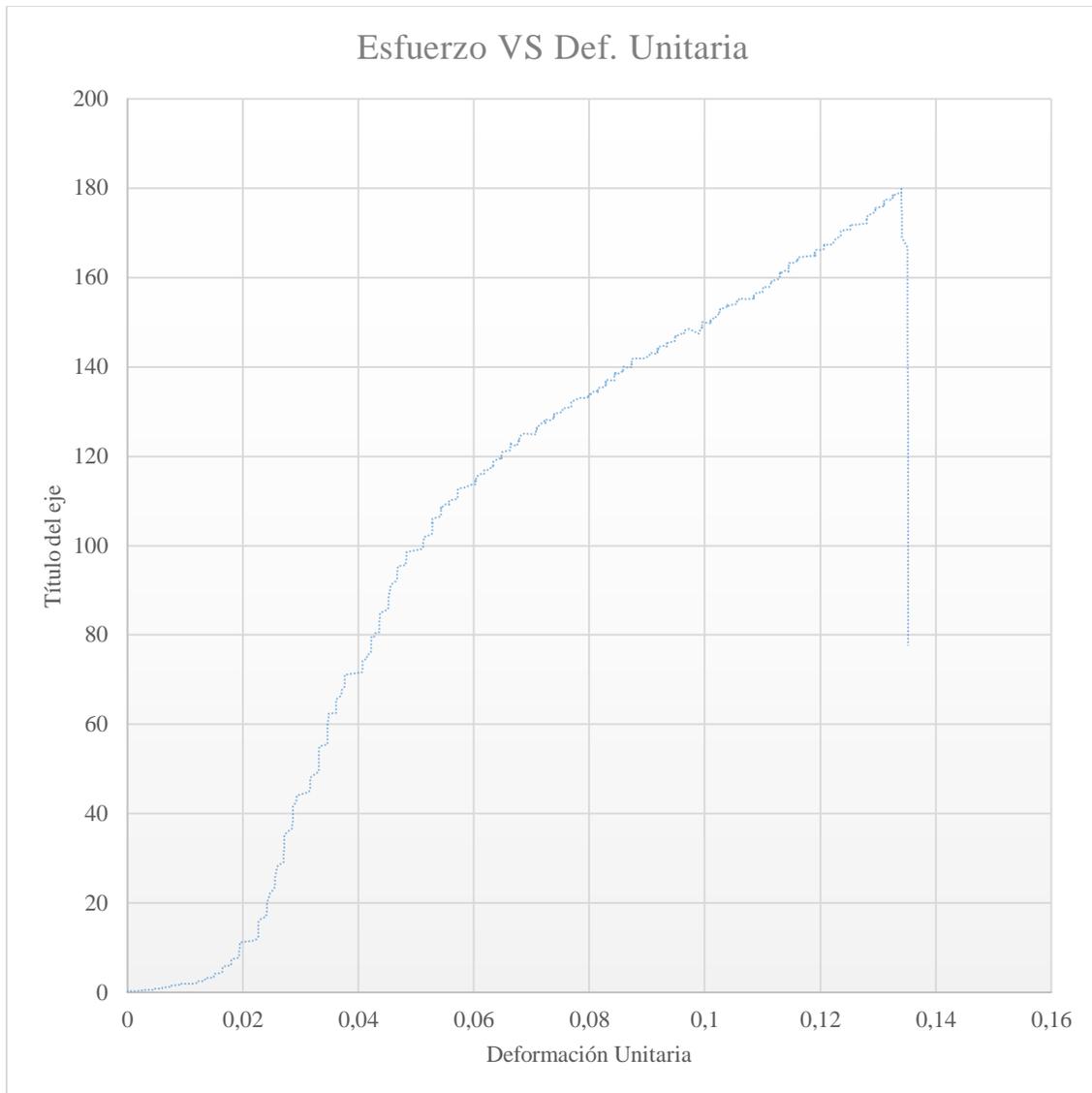
#### 3.3.1. Ensayo de compresión

**Tabla 33-3.** Datos de compresión de pallet Europeo Mixto probeta N°1.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{Kgf}{cm^2}$
1	0,00137	5,09112	0,00003	0,06285
2	0,00062	16,54610	0,00001	0,20427
3	0,20525	47,94140	0,00419	0,59187
4	0,29821	92,48870	0,00609	1,14184
5	0,43899	144,24800	0,00896	1,78084
6	0,65639	225,70600	0,01340	2,78649
7	0,80597	400,07700	0,01645	4,93922
8	0,95121	769,18300	0,01941	9,49609

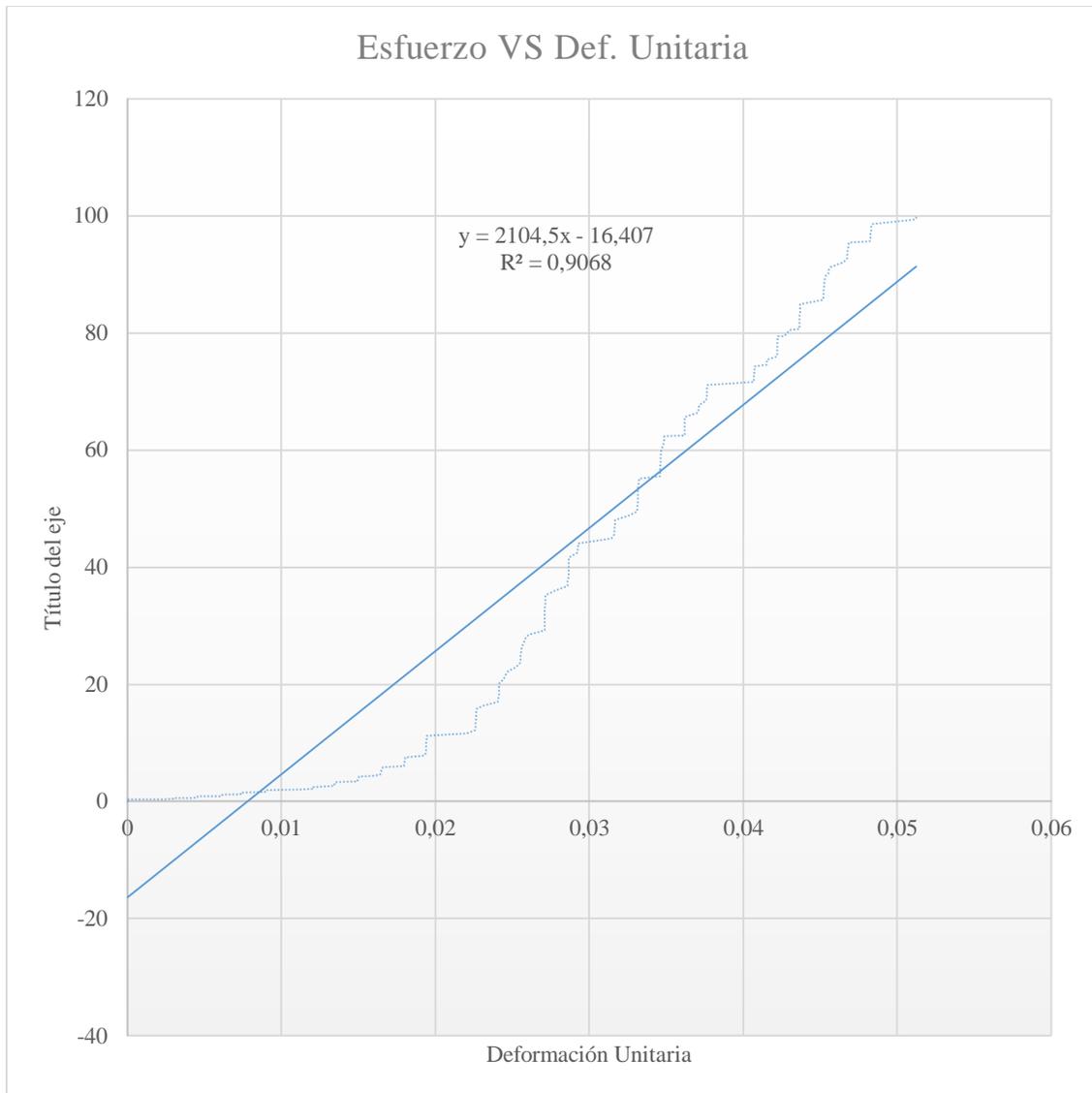
9	1,18075	1428,06000	0,02410	17,63037
10	1,27661	2305,85000	0,02605	28,46728
11	1,40465	3308,38000	0,02867	40,84420
12	1,62360	4334,17000	0,03313	53,50827
13	1,77322	5217,36000	0,03619	64,41185
14	1,99511	6012,24000	0,04072	74,22519
15	2,14197	6812,91000	0,04371	84,11000
16	2,36787	7942,96000	0,04832	98,06123
17	2,51230	8226,02000	0,05127	101,55580
18	2,66124	8719,01000	0,05431	107,64210
19	2,80177	9098,35000	0,05718	112,32531
20	3,03284	9458,87000	0,06189	116,77617
21	3,17647	9760,02000	0,06483	120,49407
22	3,32411	10032,90000	0,06784	123,86296
23	3,54350	10361,60000	0,07232	127,92099
24	3,69214	10581,70000	0,07535	130,63827
25	3,91297	10833,60000	0,07986	133,74815
26	4,06022	11087,70000	0,08286	136,88519
27	4,20838	11264,40000	0,08589	139,06667
28	4,43282	11535,10000	0,09047	142,40864
29	4,57700	11733,50000	0,09341	144,85803
30	4,85054	11943,40000	0,09899	147,44938
31	4,98114	12203,30000	0,10166	150,65803
32	5,15095	12470,40000	0,10512	153,95556
33	5,31606	12571,80000	0,10849	155,20741
34	5,34760	12686,10000	0,10913	156,61852
35	5,53309	12945,30000	0,11292	159,81852
36	5,61224	13180,60000	0,11454	162,72346
37	5,83728	13447,00000	0,11913	166,01235
38	6,05566	13712,00000	0,12358	169,28395
39	6,27418	13966,80000	0,12804	172,42963
40	6,42372	14315,70000	0,13110	176,73704

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 25-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo mixto, Probeta N°1.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 26-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Mixto Probeta N°1.

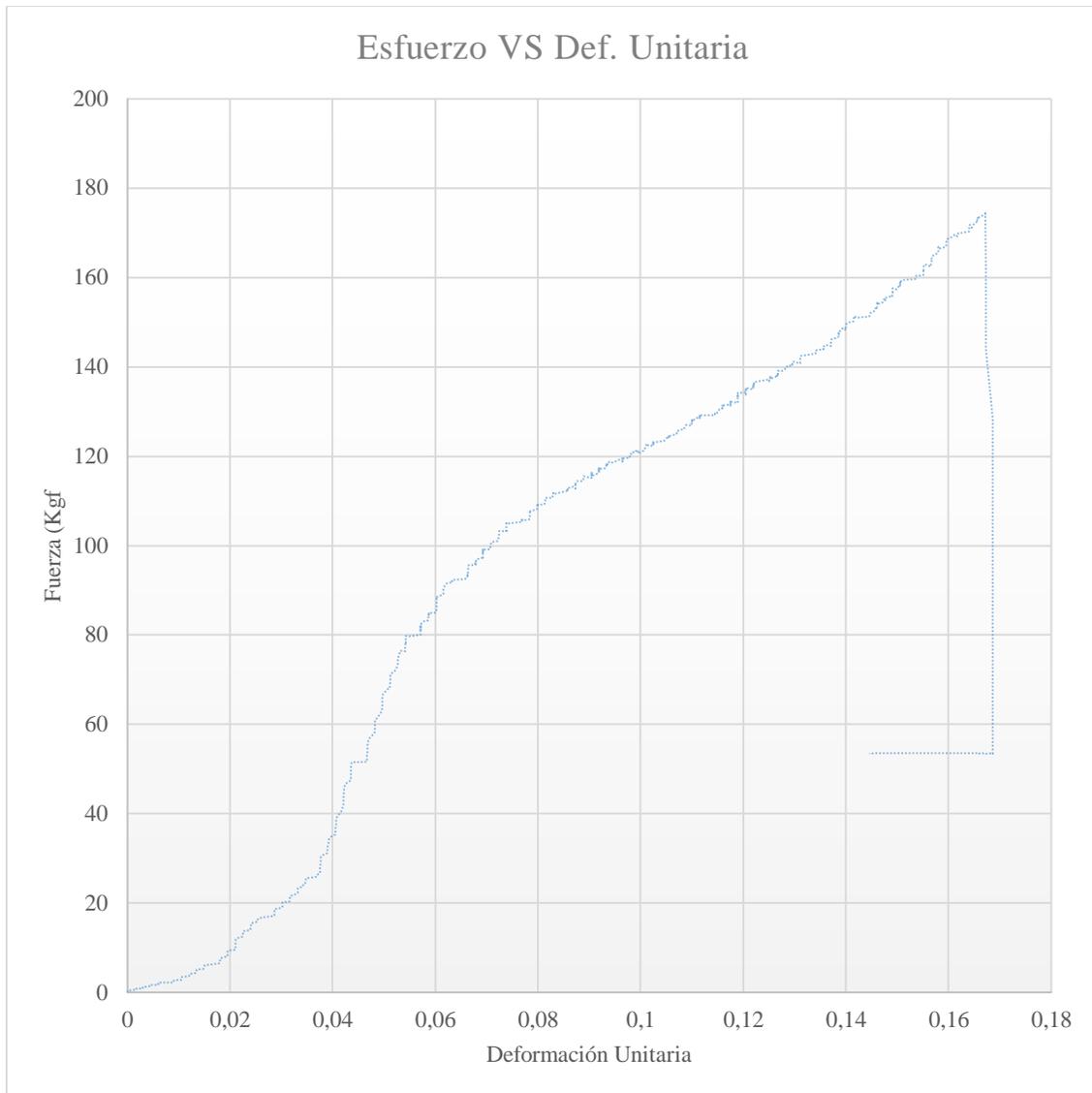
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 34-3:** Datos de compresión de pallet Europeo Mixto probeta N°2.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{kgf}{cm^2}$
1	0,00102	0,42426	0,00002	0,00524
2	0,07131	55,15380	0,00146	0,68091
3	0,20858	110,73200	0,00426	1,36706
4	0,29478	180,73500	0,00602	2,23130

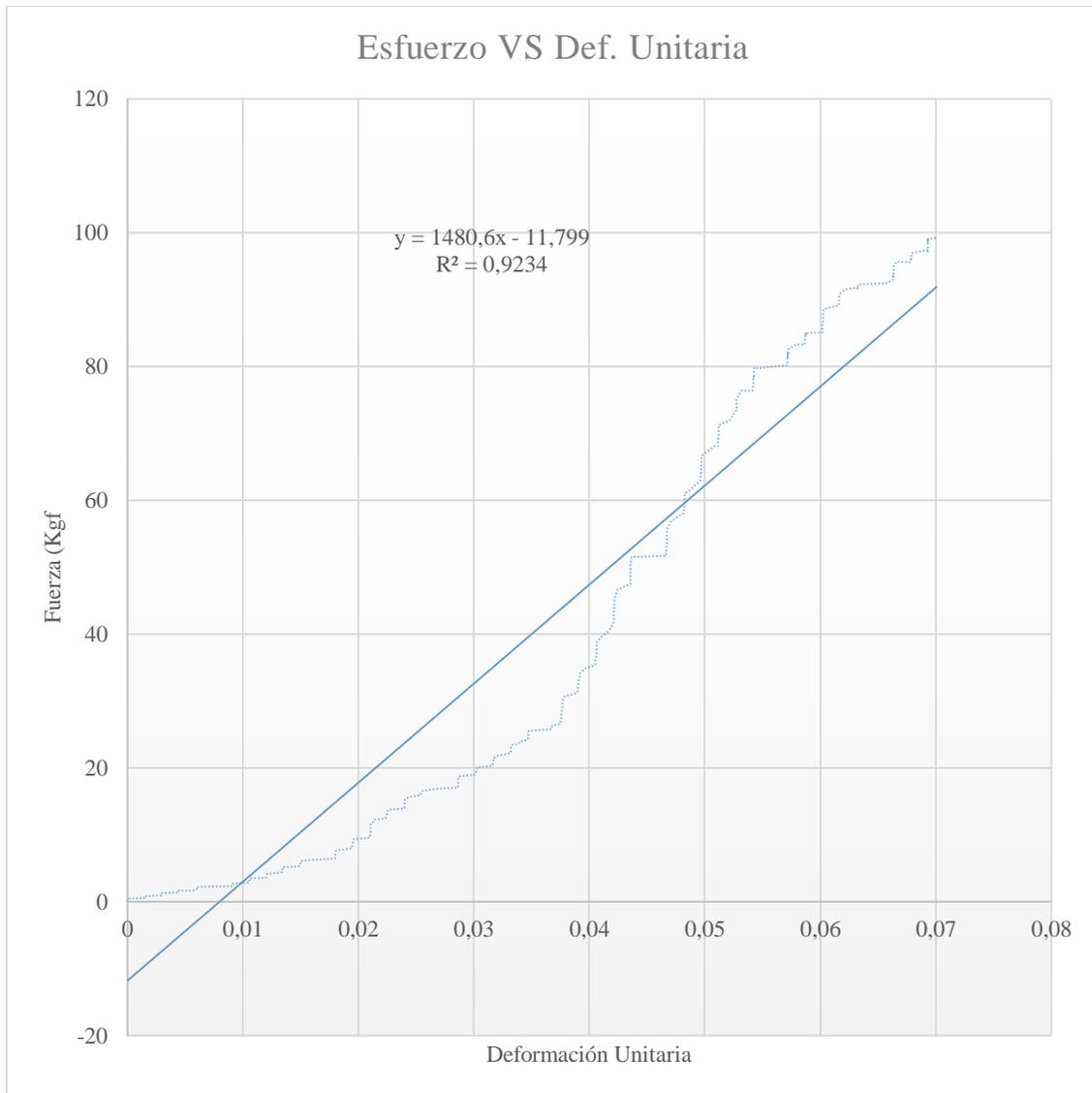
5	0,51963	282,55700	0,01060	3,48836
6	0,73558	483,23200	0,01501	5,96583
7	1,02943	777,66900	0,02101	9,60085
8	1,17481	1131,50000	0,02398	13,96914
9	1,40463	1482,36000	0,02867	18,30074
10	1,62548	1826,86000	0,03317	22,55383
11	1,84351	2326,22000	0,03762	28,71877
12	2,01278	3210,38000	0,04108	39,63432
13	2,29005	4359,51000	0,04674	53,82111
14	2,50722	5514,90000	0,05117	68,08519
15	2,67471	6453,84000	0,05459	79,67704
16	2,95010	6990,99000	0,06021	86,30852
17	3,09897	7443,45000	0,06324	91,89444
18	3,39589	7893,01000	0,06930	97,44457
19	3,54597	8357,77000	0,07237	103,18235
20	3,83959	8689,33000	0,07836	107,27568
21	4,05972	8988,31000	0,08285	110,96679
22	4,50142	9458,15000	0,09187	116,76728
23	4,72839	9683,29000	0,09650	119,54679
24	4,95870	9951,87000	0,10120	122,86259
25	5,24376	10125,60000	0,10702	125,00741
26	5,39087	10363,80000	0,11002	127,94815
27	5,68359	10629,50000	0,11599	131,22840
28	5,83089	10868,40000	0,11900	134,17778
29	6,12727	11074,70000	0,12505	136,72469
30	6,34818	11375,80000	0,12955	140,44198
31	6,64568	11670,50000	0,13563	144,08025
32	6,79481	11970,20000	0,13867	147,78025
33	7,09405	12317,70000	0,14478	152,07037
34	7,30482	12676,00000	0,14908	156,49383
35	7,52580	12929,40000	0,15359	159,62222
36	7,60025	13016,30000	0,15511	160,69506
37	7,74077	13418,00000	0,15797	165,65432
38	8,03615	13802,40000	0,16400	170,40000
39	8,18912	14106,50000	0,16712	174,15432

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021



**Gráfico 27-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo mixto, Probeta N°2.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 28-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Mixto Probeta N°2. }

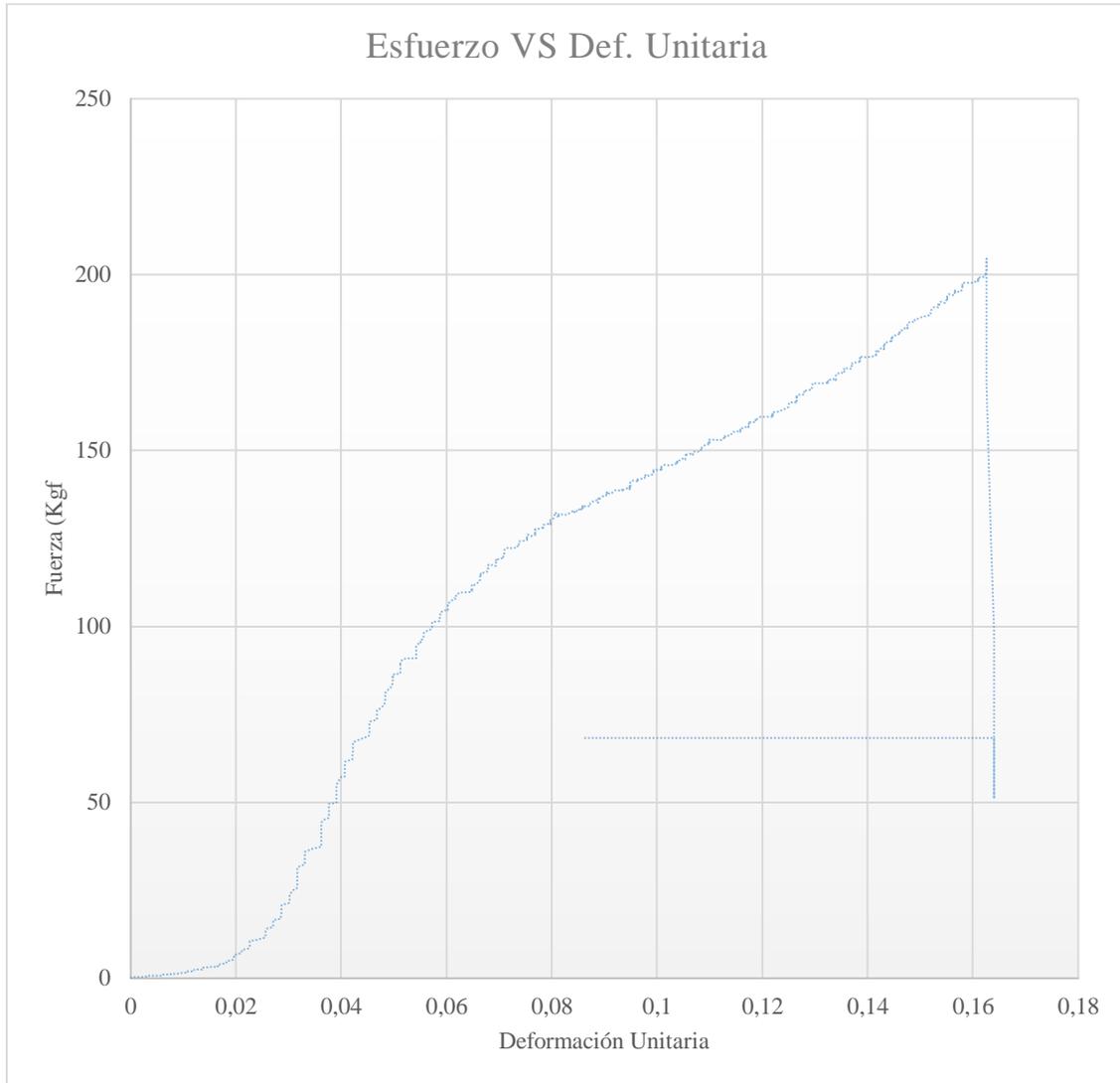
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 35-3:** Datos de compresión de pallet Europeo Mixto probeta N°3.

DATOS	DEFORMACIÓN Total (mm)	FUERZA (Kgf)	Def. Unitaria	Esfuerzo- $\frac{Kgf}{cm^2}$
1	0,00045	1,27278	0,00001	0,01571
2	0,00118	8,48520	0,00002	0,10476
3	0,14299	44,97160	0,00292	0,55520
4	0,37284	95,03420	0,00761	1,17326
5	0,59087	161,21900	0,01206	1,99036
6	0,80970	268,55700	0,01652	3,31552
7	0,95958	461,59500	0,01958	5,69870
8	1,18704	883,73400	0,02423	10,91030
9	1,40219	1475,15000	0,02862	18,21173
10	1,54850	2296,52000	0,03160	28,35210
11	1,77326	3451,36000	0,03619	42,60938
12	1,96174	4635,32000	0,04004	57,22617
13	2,22142	5738,59000	0,04534	70,84679
14	2,51031	7164,01000	0,05123	88,44457
15	2,80963	8205,02000	0,05734	101,29654
16	3,02652	8765,34000	0,06177	108,21407
17	3,25864	9282,95000	0,06650	114,60432
18	3,47452	9755,68000	0,07091	120,44049
19	3,69182	10170,50000	0,07534	125,56173
20	3,90973	10428,20000	0,07979	128,74321
21	4,15663	10764,80000	0,08483	132,89877
22	4,35256	11025,50000	0,08883	136,11728
23	4,62794	11279,60000	0,09445	139,25432
24	4,78719	11519,90000	0,09770	142,22099
25	4,94076	11725,50000	0,10083	144,75926
26	5,16587	12021,60000	0,10543	148,41482
27	5,38549	12363,30000	0,10991	152,63333
28	5,67474	12571,00000	0,11581	155,19753
29	5,83178	12884,50000	0,11902	159,06790
30	6,12431	13197,20000	0,12499	162,92840
31	6,27104	13468,70000	0,12798	166,28025
32	6,45376	13694,60000	0,13171	169,06914
33	6,52562	13802,40000	0,13318	170,40000
34	6,71403	14111,60000	0,13702	174,21728
35	6,94661	14398,20000	0,14177	177,75556

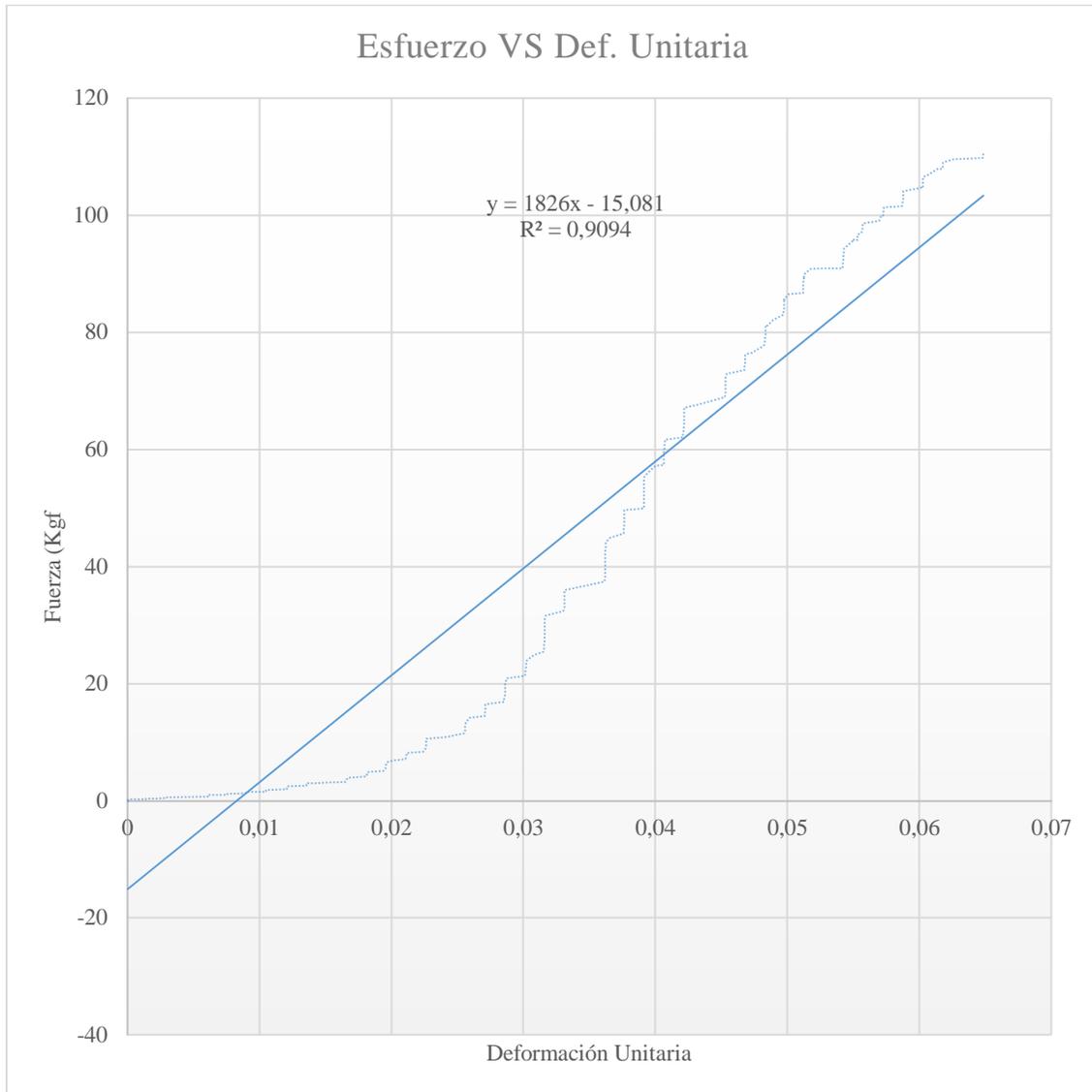
36	7,15488	14825,40000	0,14602	183,02963
37	7,30607	15164,90000	0,14910	187,22099
38	7,59932	15599,20000	0,15509	192,58272
39	7,74128	15933,70000	0,15799	196,71235
40	7,96371	16280,50000	0,16252	200,99383

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 29-3.** Comportamiento del pallet durante todo el proceso Esfuerzo VS Def. Unitaria, Pallet Europeo mixto, Probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 30-3.** Comportamiento del pallet hasta el límite de fluencia pallet Mixto Probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 36-3:** Resumen ensayo de compresión de pallet Mixto.

Madera	PROBETAS	Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/fluencia	Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/rotura	PROMEDIO Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Promedio Kg- fluencia	Promedio kg rotura
<b>Pallet mixto</b>	Probeta N°1	2104,50	98,06	7942,96	176,73	14315,70	1803,70	88,72	183,96	7186,94	14900,90
	Probeta N°2	1480,60	79,67	6453,84	174,15	14106,50					
	Probeta N°3	1826,00	88,44	7164,01	200,99	16280,50					

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

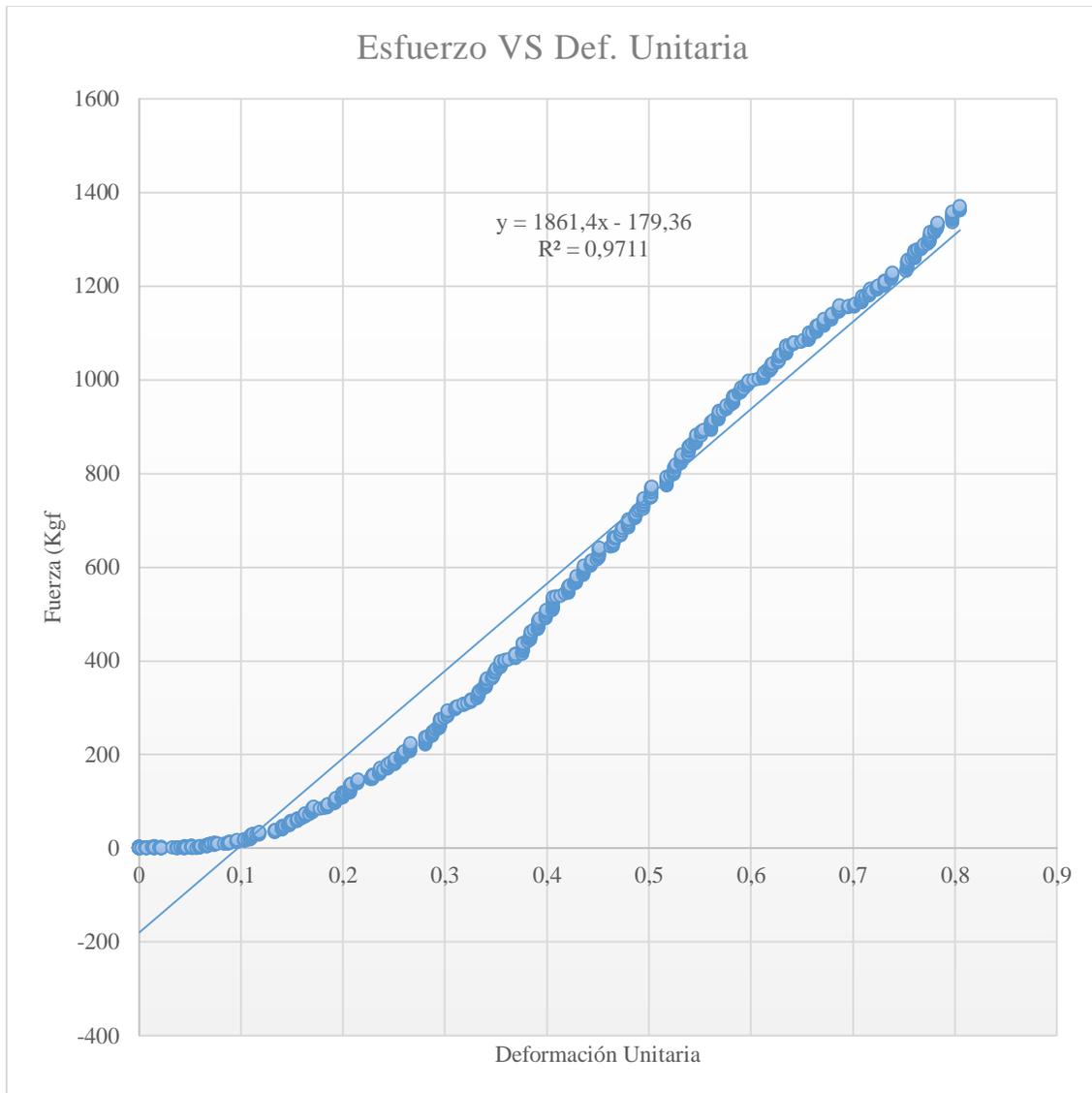
### 3.3.2. Ensayo de Flexión.

**Tabla 37-3:** Datos ensayos de flexión pallet mixto, probeta N°1.

DEFORMACIÓN Total (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
0,00264	0,00026	2,12130	1,06065
0,00316	0,00032	0,00000	0,00000
0,12961	0,01296	2,54556	1,27278
0,37159	0,03716	1,69704	0,84852
0,52122	0,05212	2,96982	1,48491
0,70787	0,07079	9,75798	4,87899
0,96112	0,09611	14,84910	7,42455
1,10486	0,11049	28,00120	14,00060
1,40810	0,14081	44,12300	22,06150
1,55652	0,15565	62,79050	31,39525
1,84989	0,18499	87,39760	43,69880
1,99848	0,19985	114,97400	57,48700
2,14774	0,21477	143,82400	71,91200
2,44014	0,24401	172,25000	86,12500
2,65683	0,26568	209,16000	104,58000
2,88020	0,28802	249,04100	124,52050
3,02931	0,30293	286,37500	143,18750
3,33089	0,33309	328,37700	164,18850
3,50091	0,35009	377,16700	188,58350
3,76689	0,37669	430,20000	215,10000
3,91811	0,39181	481,95900	240,97950
4,09367	0,40937	537,11300	268,55650
4,35977	0,43598	587,60000	293,80000
4,62433	0,46243	644,02700	322,01350
4,80151	0,48015	701,72600	350,86300
5,02139	0,50214	759,42500	379,71250
5,24682	0,52468	812,45800	406,22900
5,46426	0,54643	866,76300	433,38150
5,68578	0,56858	921,06800	460,53400
5,88331	0,58833	971,55500	485,77750
6,12971	0,61297	1015,68000	507,84000
6,34856	0,63486	1055,98000	527,99000

6,57155	0,65716	1094,59000	547,29500
6,79181	0,67918	1131,93000	565,96500
7,01709	0,70171	1159,93000	579,96500
7,18940	0,71894	1189,63000	594,81500
7,53312	0,75331	1238,84000	619,42000
7,67690	0,76769	1281,69000	640,84500
7,82828	0,78283	1327,09000	663,54500
7,83257	0,78326	1335,57000	667,78500

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 31-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets Mixto, Probeta N°1

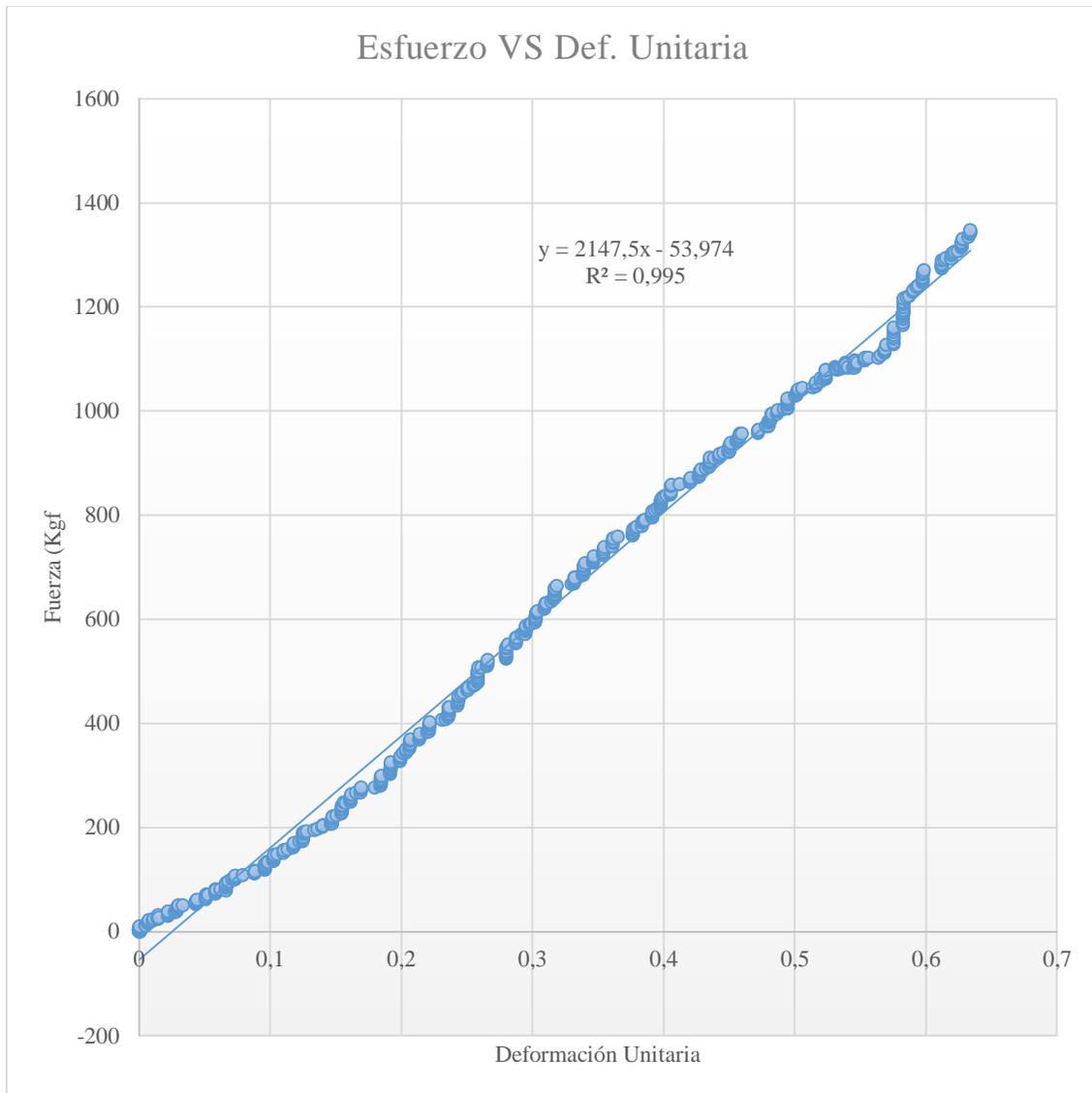
**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 38-3:** Datos ensayos de flexión pallet mixto, probeta N°2.

DEFORMACIÓN Total (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
0,00819	0,00082	0,00000	0,00000
0,00086	0,00009	5,09112	2,54556
0,07710	0,00771	22,06150	11,03075

0,27671	0,02767	37,75910	18,87955
0,44207	0,04421	57,27510	28,63755
0,62220	0,06222	81,45790	40,72895
0,73514	0,07351	105,64100	52,82050
0,98376	0,09838	134,91500	67,45750
1,18044	0,11804	163,34000	81,67000
1,28307	0,12831	193,03800	96,51900
1,54761	0,15476	229,94900	114,97450
1,65960	0,16596	267,28400	133,64200
1,91870	0,19187	307,58800	153,79400
2,04113	0,20411	350,43900	175,21950
2,21537	0,22154	396,68300	198,34150
2,43516	0,24352	440,38200	220,19100
2,58449	0,25845	488,74800	244,37400
2,80401	0,28040	533,29500	266,64750
2,95216	0,29522	580,38800	290,19400
3,09761	0,30976	623,66200	311,83100
3,30247	0,33025	667,36100	333,68050
3,46313	0,34631	708,51400	354,25700
3,61587	0,36159	747,54600	373,77300
3,84659	0,38466	789,97200	394,98600
3,98295	0,39830	828,15600	414,07800
4,27399	0,42740	875,24800	437,62400
4,42712	0,44271	910,03800	455,01900
4,57326	0,45733	943,55400	471,77700
4,80184	0,48018	980,46500	490,23250
4,94626	0,49463	1013,98000	506,99000
5,16434	0,51643	1054,29000	527,14500
5,31614	0,53161	1082,29000	541,14500
5,46159	0,54616	1094,17000	547,08500
5,70234	0,57023	1126,83000	563,41500
5,82993	0,58299	1189,63000	594,81500
5,98101	0,59810	1265,57000	632,78500
6,27314	0,62731	1313,93000	656,96500
6,41476	0,64148	1331,33000	665,66500
6,44368	0,64437	1329,21000	664,60500

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 32-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets Mixto, probeta N°2.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

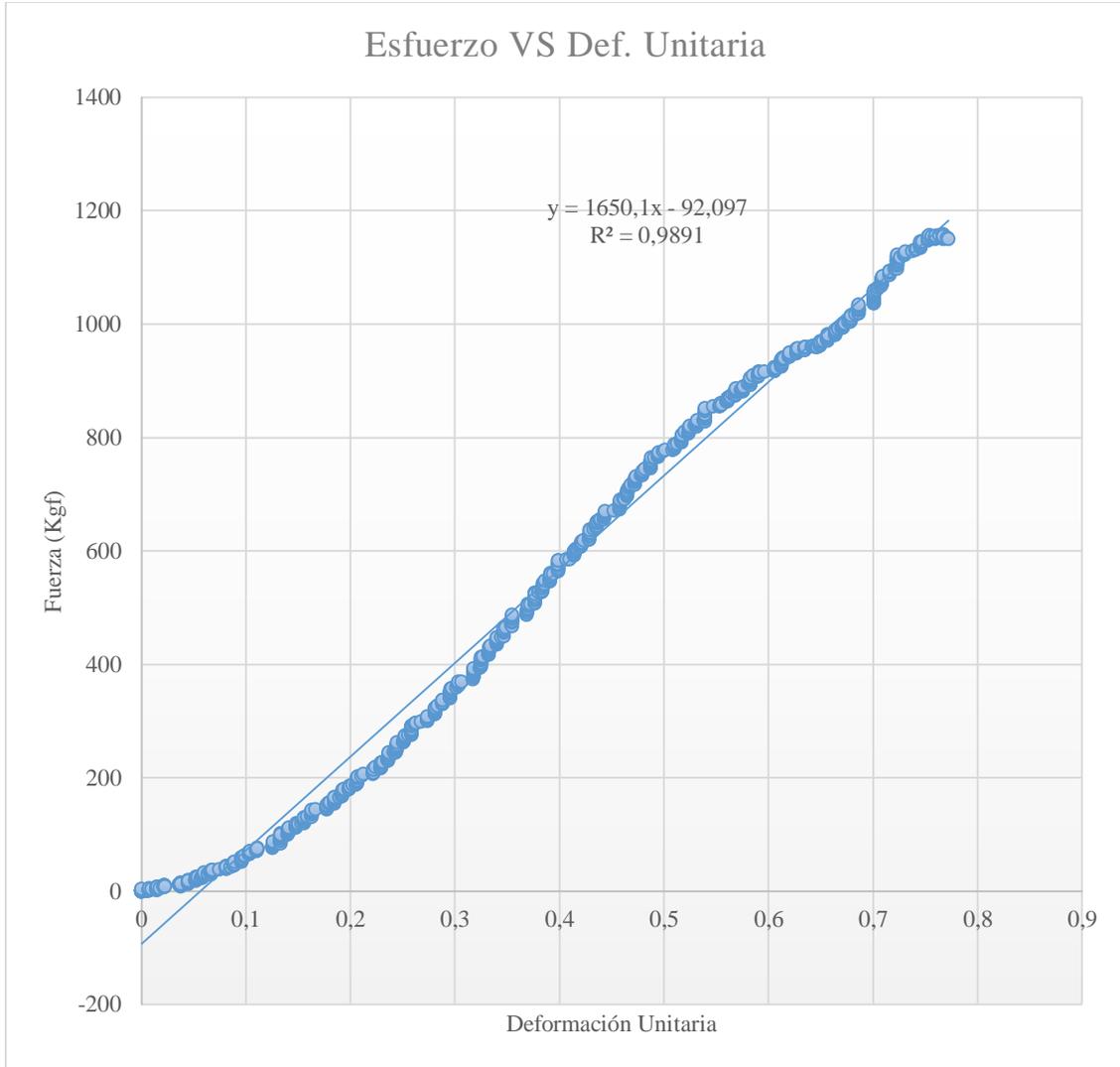
**Tabla 39-3:** Datos ensayos de flexión pallet mixto, probeta N°3.

DEFORMACIÓN Total (mm)	Deformación cm	FUERZA (Kgf)	Carga/2
0,00036	0,00004	0,42426	0,21213
0,03006	0,00301	0,42426	0,21213
0,07220	0,00722	2,96982	1,48491

0,21704	0,02170	8,06094	4,03047
0,44935	0,04493	15,27340	7,63670
0,59492	0,05949	28,00120	14,00060
0,81255	0,08125	42,00170	21,00085
1,33500	0,13350	92,91290	46,45645
1,48113	0,14811	114,55000	57,27500
1,62831	0,16283	138,73300	69,36650
1,84899	0,18490	162,49200	81,24600
1,99556	0,19956	186,25000	93,12500
2,22184	0,22218	215,10000	107,55000
2,36922	0,23692	243,95000	121,97500
2,51729	0,25173	269,40500	134,70250
2,67815	0,26782	299,10300	149,55150
2,88279	0,28828	336,86200	168,43100
3,06455	0,30646	369,53000	184,76500
3,25356	0,32536	411,10800	205,55400
3,44412	0,34441	448,44300	224,22150
3,68897	0,36890	492,14200	246,07100
3,83724	0,38372	529,90100	264,95050
3,98832	0,39883	566,38700	283,19350
4,21065	0,42107	610,93400	305,46700
4,35705	0,43571	644,45100	322,22550
4,57947	0,45795	684,33100	342,16550
4,71950	0,47195	716,99900	358,49950
4,87528	0,48753	755,60700	377,80350
5,10114	0,51011	786,57800	393,28900
5,39572	0,53957	847,24700	423,62350
5,64039	0,56404	872,27900	436,13950
5,76493	0,57649	889,24900	444,62450
6,12627	0,61263	938,03900	469,01950
6,27303	0,62730	954,58500	477,29250
6,52191	0,65219	970,70700	485,35350
6,66853	0,66685	993,19300	496,59650
6,86053	0,68605	1024,16000	512,08000
7,08359	0,70836	1067,86000	533,93000
7,23010	0,72301	1097,98000	548,99000
7,45325	0,74533	1135,32000	567,66000

7,60112	0,76011	1155,68000	577,84000
7,73970	0,77397	1139,14000	569,57000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 33-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Unitaria ensayo de Flexión, Pallets Mixto, probeta N°3.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 40-3:** Resumen ensayo de flexión pallet Mixto.

Madera	PROBETAS	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga	promedio Moe
Pallet mixto	Probeta de Pallet mixto N°1	930,70	1335,57	2913,81	1267,97	2952,84
	Probeta de Pallet mixto N°2	1073,73	1329,21	3361,67		
	Probeta de Pallet mixto N°3	825,00	1139,14	2583,05		

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

### 3.3.3. Ensayo levantamiento de horquillas.

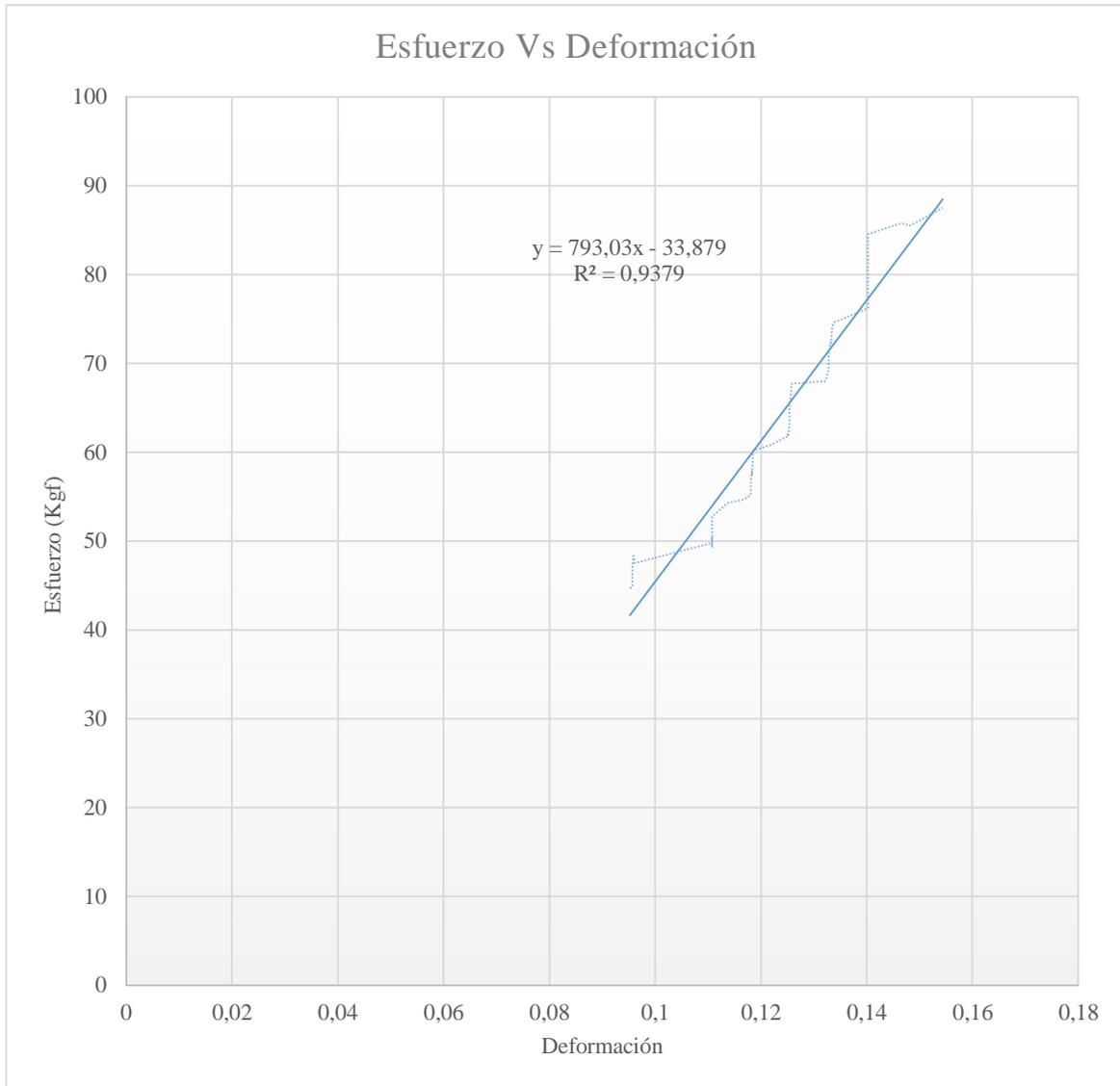
**Tabla 41-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet Mixto, probeta N°1.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,95289	0,09529	134,06600
2	1,10759	0,11076	151,03700
3	1,18293	0,11829	173,52200
4	1,25150	0,12515	185,40200
5	1,32815	0,13282	208,31200
6	1,40271	0,14027	232,49400
7	1,48215	0,14822	256,67700
8	1,54701	0,15470	288,07300
9	1,62182	0,16218	319,04400
10	1,75769	0,17577	350,86300
11	1,82984	0,18298	385,22800
12	1,91088	0,19109	417,47200
13	2,06023	0,20602	457,77700
14	2,06740	0,20674	494,26300
15	2,16035	0,21604	532,02200
16	2,21902	0,22190	571,05400
17	2,32713	0,23271	608,38900
18	2,41568	0,24157	643,17800

19	2,53616	0,25362	678,81600
20	2,58165	0,25817	714,45400
21	2,65600	0,26560	741,18200
22	2,72369	0,27237	775,12300
23	2,79980	0,27998	801,00300
24	2,89042	0,28904	828,58000
25	3,01815	0,30182	850,21700
26	3,09424	0,30942	852,76300
27	3,16583	0,31658	871,00600
28	3,24020	0,32402	890,09700
29	3,24435	0,32444	901,97700

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Gráfico 34-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet Mixto, ensayo de levantamiento de



horquillas probeta N°1.

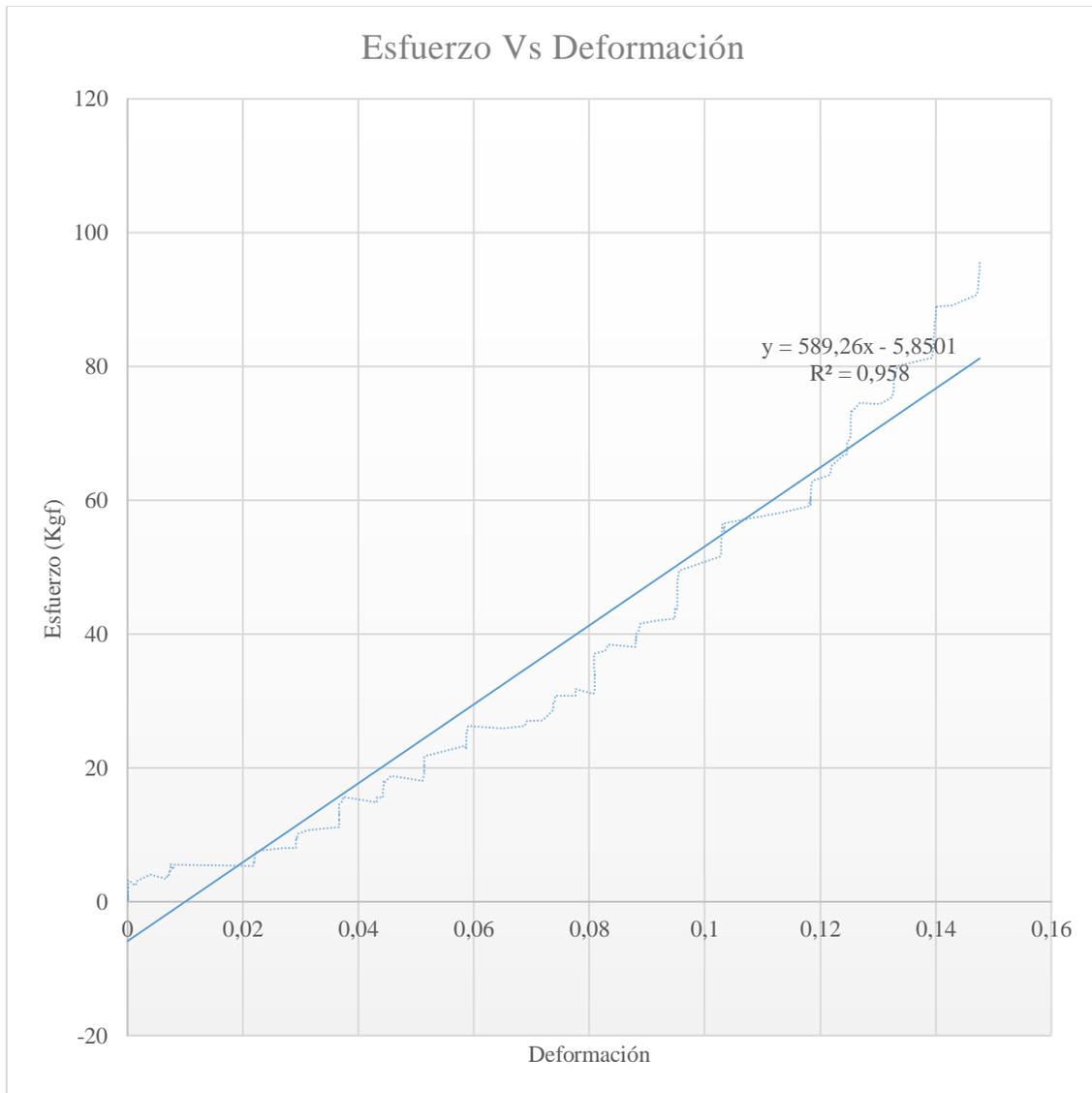
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 42-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet Mixto, probeta N°2.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)

1	0,00102	0,00010	2,96982
2	0,00162	0,00016	5,93964
3	0,08137	0,00814	16,54610
4	0,29473	0,02947	30,54670
5	0,44288	0,04429	50,48690
6	0,58726	0,05873	68,30590
7	0,77586	0,07759	95,45850
8	0,88517	0,08852	121,33800
9	1,02853	0,10285	156,55200
10	1,21906	0,12191	193,46300
11	1,32735	0,13274	230,37300
12	1,47395	0,14740	277,89000
13	1,68950	0,16895	327,10400
14	1,77039	0,17704	378,01600
15	1,91464	0,19146	428,07800
16	2,13849	0,21385	482,80800
17	2,21295	0,22130	534,14300
18	2,36070	0,23607	584,20600
19	2,49439	0,24944	630,87500
20	2,71309	0,27131	683,05900
21	2,80556	0,28056	727,60600
22	2,94596	0,29460	770,88000
23	3,16630	0,31663	802,27600
24	3,31437	0,33144	837,91400
25	3,47346	0,34735	864,64200
26	3,60650	0,36065	890,09700
27	3,75203	0,37520	913,43200
28	3,89713	0,38971	932,94800
29	4,09433	0,40943	949,91800
30	4,19838	0,41984	965,61600
31	4,34109	0,43411	984,70700
32	4,49382	0,44938	999,55700
33	4,63853	0,46385	1013,56000
34	4,78838	0,47884	1033,50000
35	4,93185	0,49319	1035,62000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 35-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet Mixto, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°2.

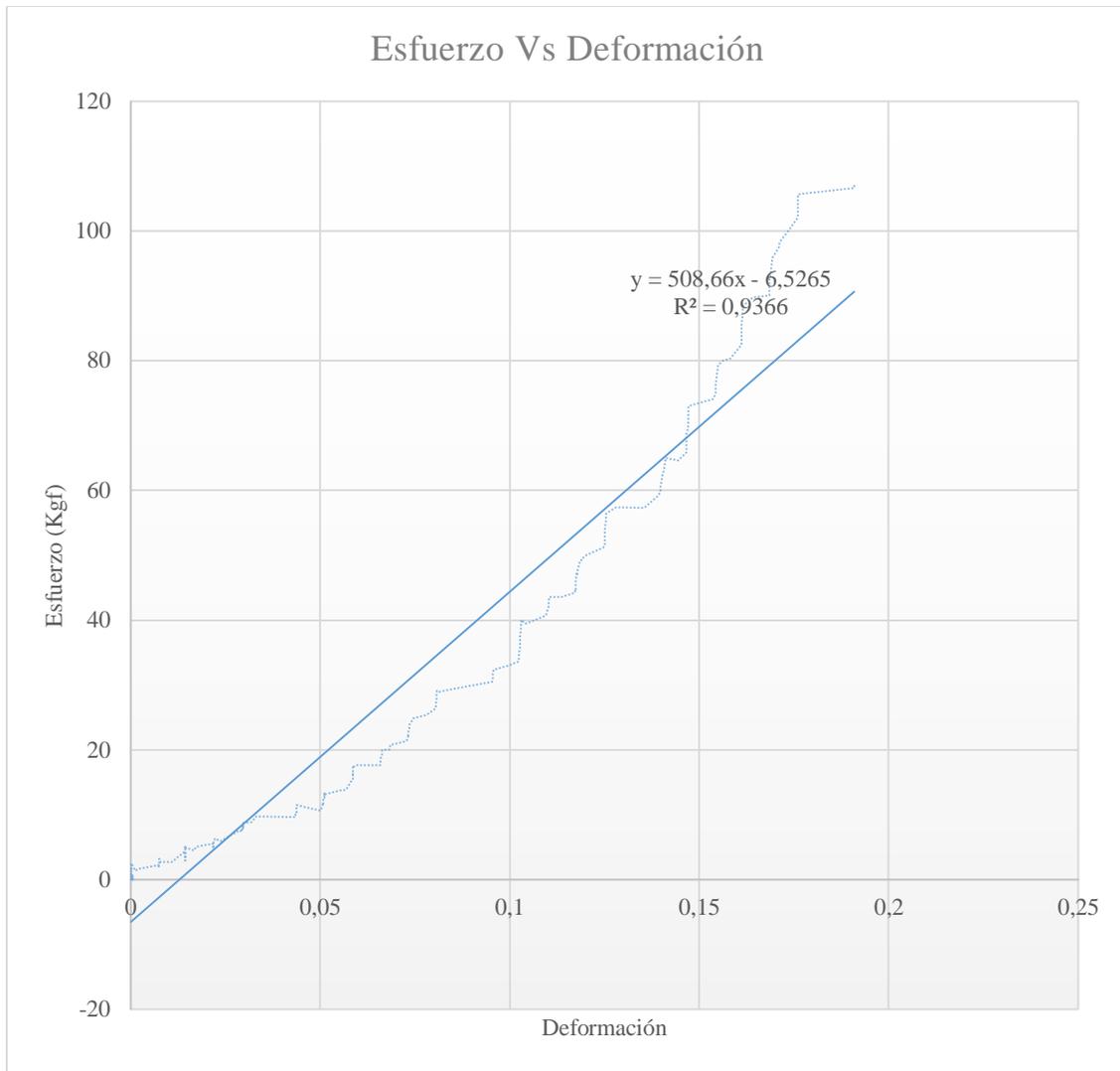
**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 43-3:** Datos ensayo de levantamiento de horquillas, en pallet Mixto, probeta N°3.

DATOS	DEFORMACIÓN Absoluta (mm)	Deformación Total (cm)	FUERZA (Kgf)
1	0,00000	0,00000	0,00000

2	0,00119	0,00012	0,84852
3	0,00159	0,00016	1,27278
4	0,02103	0,00210	5,09112
5	0,14451	0,01445	13,57630
6	0,28815	0,02881	22,91000
7	0,43826	0,04383	30,12250
8	0,56746	0,05675	41,57750
9	0,66258	0,06626	57,27510
10	0,77646	0,07765	75,94250
11	0,95636	0,09564	95,45850
12	1,02874	0,10287	114,97400
13	1,17465	0,11747	138,73300
14	1,25272	0,12527	164,61300
15	1,44442	0,14444	193,88700
16	1,54624	0,15462	233,34300
17	1,68561	0,16856	277,46600
18	1,90953	0,19095	329,22600
19	1,98834	0,19883	394,13800
20	2,13051	0,21305	470,08000
21	2,20413	0,22041	547,29500
22	2,35628	0,23563	620,26800
23	2,50407	0,25041	689,84700
24	2,64680	0,26468	759,00100
25	2,79983	0,27998	827,73100
26	2,94329	0,29433	887,12800
27	3,02283	0,30228	941,43300
28	3,16846	0,31685	994,04100
29	3,31633	0,33163	1044,10000
30	3,45998	0,34600	1092,89000
31	3,53362	0,35336	1133,62000
32	3,75625	0,37563	1170,11000
33	3,86441	0,38644	1189,63000
34	3,97659	0,39766	1213,38000
35	4,12118	0,41212	1227,38000
36	4,26927	0,42693	1245,63000

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 36-3.** Diagrama Esfuerzo Vs Deformación Pallet Mixto, ensayo de levantamiento de horquillas probeta N°3.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 44-3:** Resumen de datos de Pallet Mixto en ensayo de levantamiento de Horquillas.

<b>Madera</b>	<b>PROBETAS</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Carga fluencia</b>	<b>MOE</b>	<b>Promedio Carga (Kgf)</b>	<b>promedio Moe</b>
Pallet mixto	Probeta de Pallet mixto N°1	793,03	901,97	275655,36	1061,08	219096,60
	Probeta de Pallet mixto N°2	589,26	1035,62	204825,39		
	Probeta de Pallet mixto N°3	508,66	1245,63	176809,02		

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

### 3.4. Comparación entre los tres tipos de pallets.

### 3.5. Resumen de los datos obtenidos en los ensayos de Compresión, Flexión y Levantamiento de Horquillas.

#### 3.5.1. Ensayo de compresión

Tabla 45-3: Resumen de los datos obtenidos en el ensayo de compresión de los diferentes tipos de pallets.

TABLA RESUMEN											
Madera	PROBETAS	Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/fluencia	Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Kg/rotura	PROMEDIO Módulo de elasticidad E- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Esfuerzo de fluencia- Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Resistencia última- Kgf/cm <sup>2</sup>	Promedio Kg- fluencia	Promedio kg rotura
<b>Pallet <i>Pinus radiata</i></b>	Probeta N°1	1779,90	91,88	7442,72	202,00	16426,70	1219,69	85,80	169,83	6949,97	13776,87
	Probeta N°2	1160,60	71,79	5815,33	133,70	10823,50					
	Probeta N°3	718,56	93,73	7591,85	173,80	14080,40					
<b>Pallet <i>Eucalyptus globulus</i></b>	Probeta N°1	2025,50	141,13	11431,60	290,52	23532,80	2188,47	138,08	323,54	11184,97	26207,47
	Probeta N°2	2579,40	137,63	11148,50	370,19	29985,90					
	Probeta N°3	1960,50	135,49	10974,80	309,92	25103,70					
<b>Pallet mixto</b>	Probeta N°1	2104,50	98,06	7942,96	176,76	14315,70	1803,70	88,72	183,64	7186,94	14900,90
	Probeta N°2	1480,60	79,67	6453,84	174,15	14106,50					
	Probeta N°3	1826,00	88,44	7164,01	200,00	16280,50					

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021

### 3.5.2. Ensayo de Flexión

**Tabla 46-3:** Resumen de datos de ensayo de flexión de los diferentes tipos de pallets.

Pallet	Probetas	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga	Promedio Moe
Pallet de <i>Eucalyptus globulus</i>	Probeta de Pallet de Eucalipto N°1	811,79	1040,29	2541,53	1382,40	3538,92
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°2	1294,40	1555,40	4052,48		
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°3	1284,90	1551,52	4022,74		
Pallet de <i>Pinus radiata</i>	Probeta de Pallet de Pino N°1	654,00	896,46	2050,50	1133,34	2298,61
	Probeta de Pallet de Pino N°2	783,75	1183,26	2454,21		
	Probeta de Pallet de Pino N°3	763,50	1320,30	2391,13		
Pallet mixto	Probeta de Pallet mixto N°1	930,70	1335,57	2913,81	1267,97	2952,84
	Probeta de Pallet mixto N°2	1073,73	1329,21	3361,67		
	Probeta de Pallet mixto N°3	825,00	1139,14	2583,05		

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

### 3.5.3. Ensayo de levantamiento de horquillas

**Tabla 47-3:** Datos del ensayo de levantamiento de horquillas de los diferentes tipos de pallets.

Pallets	PROBETAS	Pendiente	Carga fluencia	MOE	Promedio Carga (Kgf)	promedio Moe
Pallet <i>Eucalyptus globulus</i>	Probeta de Pallet de Eucalipto N°1	559,12	1408,54	194348,80	1446,87	201414,30
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°2	825,65	1308,42	286994,00		
	Probeta de Pallet de Eucalipto N°3	353,57	1623,64	122900,10		
Pallet <i>Pinus radiata</i>	Probeta de Pallet de Pino N°1	503,83	505,71	175130,12	696,07	157481,44
	Probeta de Pallet de Pino N°2	344,16	632,14	119629,20		
	Probeta de Pallet de Pino N°3	511,18	950,34	177684,97		
Pallet mixto	Probeta de Pallet mixto N°1	793,03	901,97	275655,36	1061,08	219096,60
	Probeta de Pallet mixto N°2	589,26	1035,62	204825,39		
	Probeta de Pallet mixto N°3	508,66	1245,63	176809,02		

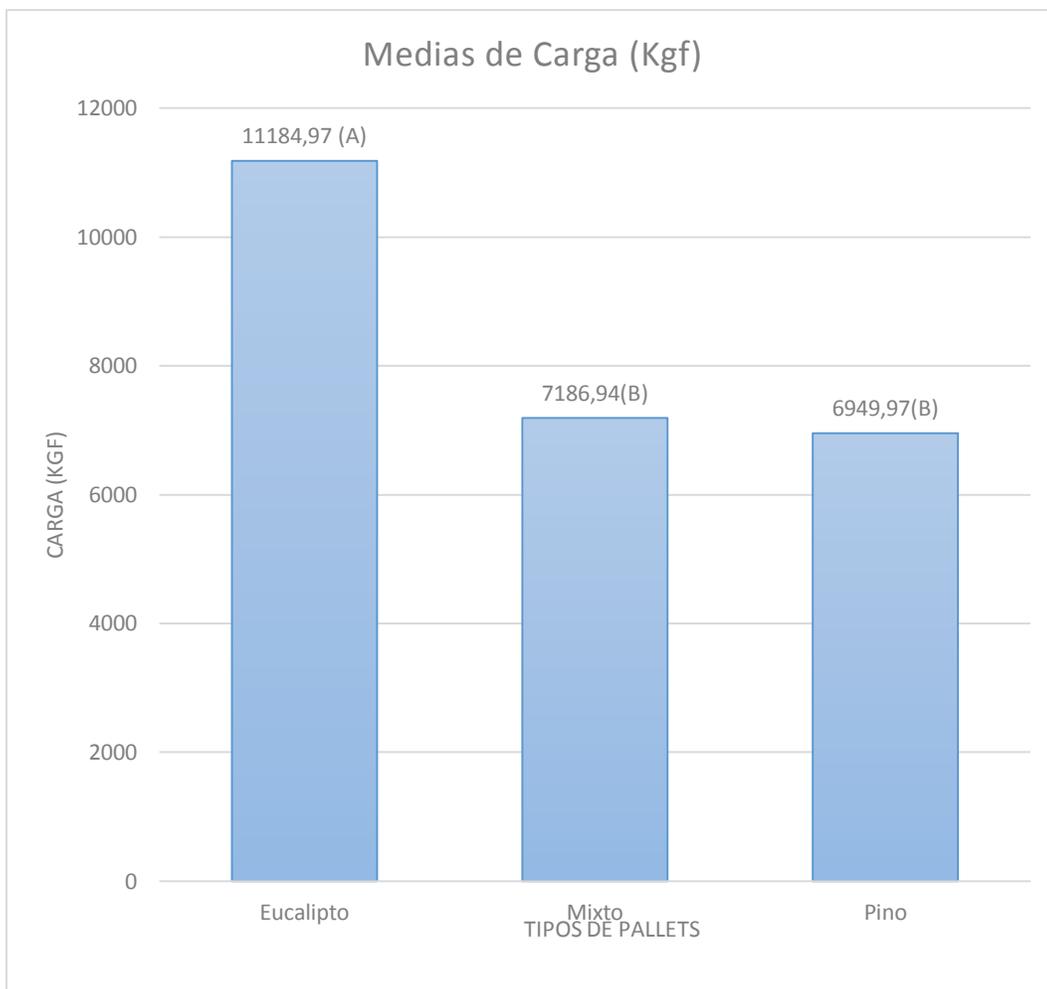
Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

### 3.6. Análisis estadístico de la capacidad de carga de los pallets.

**Tabla 48-3:** Análisis de varianza en el ensayo de compresión de diferentes tipos de pallets.

<b>ANALISIS ESTADISTICO EN COMPRESIÓN</b>					
<b>CARGA (Kgf)</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Aj</b>	<b>CV</b>
CARGA	(Kgf)	9	0,91	0,89	8,6
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	33975623,7	2	16987811,8	32,27	0,0006
PROBETAS	33975623,7	2	16987811,8	32,27	0,0006
Error	3158075,91	6	526345,98		
Total	37133699,6	8			
<b>Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1449,46676</b>					
Error: 526345,985 gl: 6					
<b>PROBETAS</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
Eucalipto	11184,97	3	418,87	A	
Mixto	7186,94	3	418,87	B	
Pino	6949,97	3	418,87	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).					

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 37-3.** nos muestra la diferencia significativa en las cargas medias que presenta el pallet de *Eucaliptus globulus* con respecto al pallet de pino y mixto.

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.

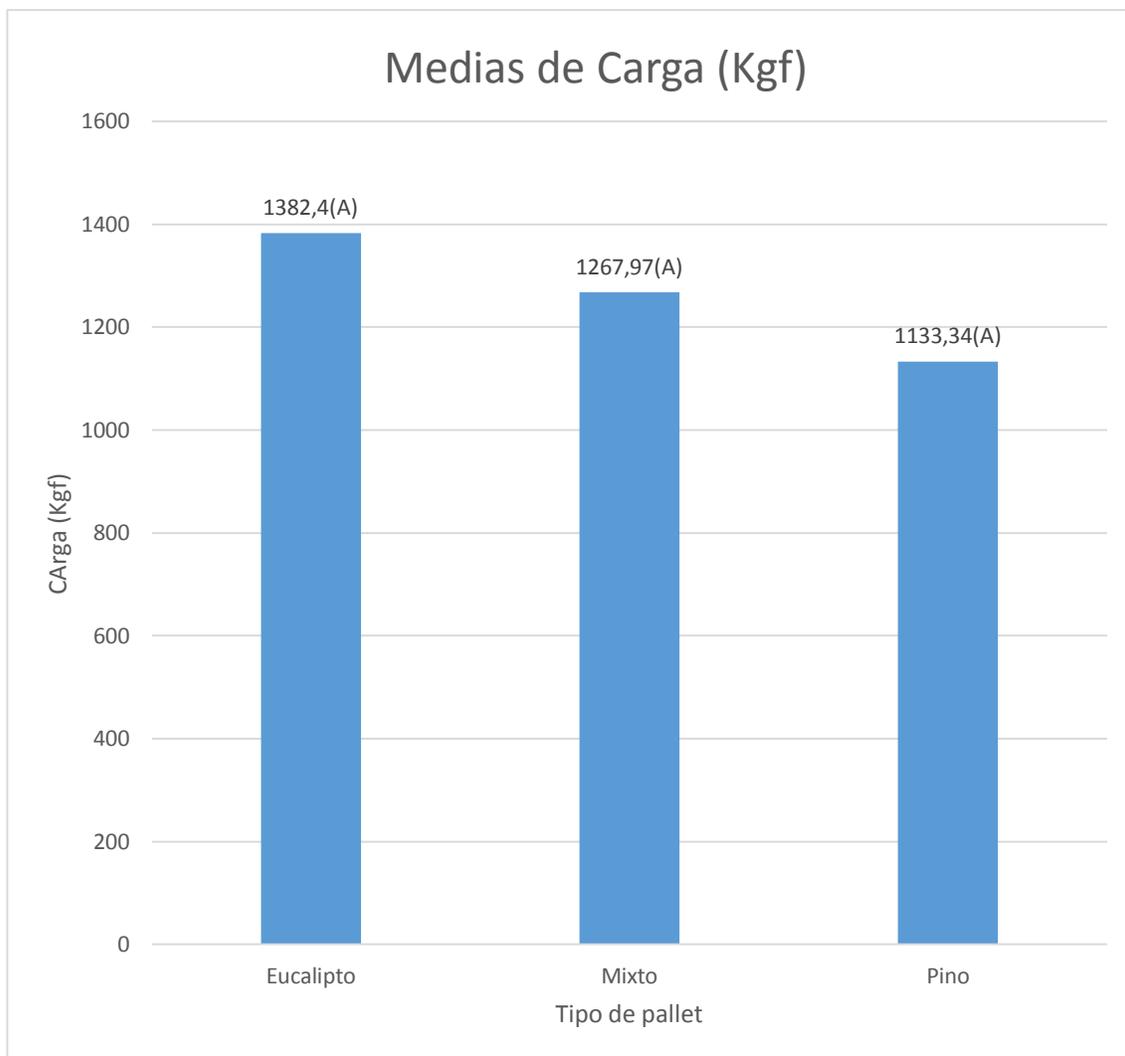
**Tabla 49-3:** Análisis de varianza de ensayo de flexión en diferentes tipos de pallets.

ANALISIS ESTADISTICO EN FLEXION					
CARGA (Kgf)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
CARGA	(Kgf)	9	0,24	0	17,55

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	93252,9	2	46626,45	0,95	0,4376
PROBETAS	93252,9	2	46626,45	0,95	0,4376
Error	294045,28	6	49007,55		
Total	387298,18	8			
<b>Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=552,28690</b>					
Error:	49007,5459	gl: 6			
<b>PROBETAS</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
Eucalipto	1382,4	3	127,81	A	
Mixto	1267,97	3	127,81	A	
Pino	1133,34	3	127,81	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).					

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 38-3.** Los diferentes tipos de pallet no presenta diferencia significativa en cuanto a su resistencia debido a que el ensayo se culminó con fallas en puntos de clavados y no por punto de ruptura de la madera.

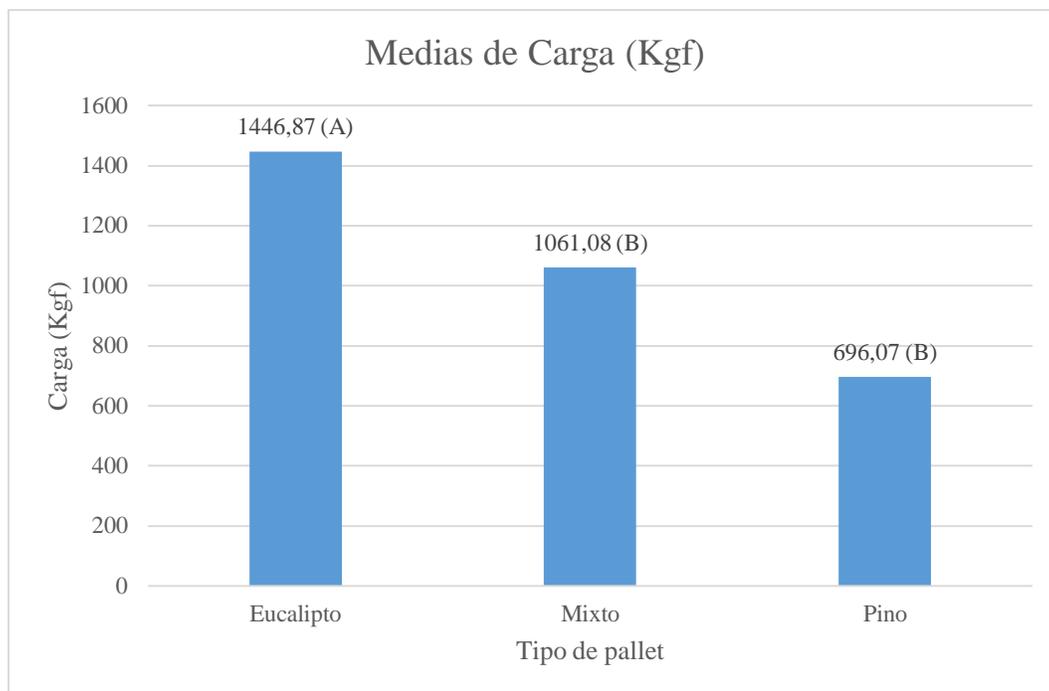
**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

**Tabla 50-3:** Análisis de varianza del ensayo de levantamiento de horquillas en diferentes tipos de pallets.

ANALISIS ESTADISTICO EN LEVANTAMIENTO DE HORQUILLAS					
CARGA	(Kgf)				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
CARGA	(Kgf)	9	0,8	0,73	17,8

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	845761,7	2	422880,85	11,7	0,0085
PROBETAS	845761,7	2	422880,85	11,7	0,0085
Error	216880,19	6	36146,7		
Total	1062641,89	8			
<b>Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=379,84544</b>					
Error: 36146,6978      gl: 6					
<b>PROBETAS</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
Eucalipto	1446,87	3	109,77	A	
Mixto	1061,08	3	109,77		B
Pino	696,07	3	109,77		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).					

Realizado por: Criollo Barahona, Jorge, 2021.



**Gráfico 39-3.** El pallet de *Eucaliptus globulus* tiene la mejor media de carga dinámica realizada, el pallet mixto presenta la segunda media más alta, sin embargo, esta no es significativa con respecto al pallet de *Pinus radiata*.

**Realizado por:** Criollo Barahona, Jorge, 2021.

## DISCUSIÓN

Según CHEP (CHEP [sin fecha], p. 1) recomienda un peso máximo de 1.500 kg como carga de seguridad y no exceder de 6.000 kg cuando se apilen pallets cargados en una superficie sólida y lisa.

RM (RM Forwarding 2016, párr. 11) menciona que los pallets de fibra de madera. No presenta clavos ni tornillos ni grapas. Están disponibles en varias medidas y capacidades que van desde 250 hasta 1.250 kilos.

La carga estática es la carga máxima por pallet de pie inmóvil en el suelo. Es utilizado en caso de que no vayas a moverlo y sea para apoyar productos. Tiene una capacidad de carga estática de 4.000 kg (POLIPALET S.L. 2017, párr. 5)

La carga dinámica se entiende por la carga máxima del pallet mientras está siendo transportado. Su capacidad de carga es de 1.500 kg (POLIPALET S.L. 2017, párr. 6).

El pallet de contenedor de 1140 x 1140 mm con una capacidad de carga estática de 4.000 kg, el pallet CP9 dispone de una capacidad de carga dinámica de 1.500 kg y carga en estantería de 1.000 kg (ROTOM 2014, párr. 3).

## CONCLUSIONES

El pallet europeo de *Pinus radiata* mediante el análisis estadístico demuestra que tiene una capacidad de carga similar al pallet mixto, donde en los tres ensayos no tiene una diferencia significativa en las medias de cargas obtenidas.

El pallet mixto es el segundo tipo de pallet con mejor media de carga, sin embargo, estadísticamente la diferencia que tiene con el pallet de *Pinus radiata* no es significativa en los tres ensayos realizados.

El pallet europeo de *Eucalyptus globulus* muestra los mejores resultados teniendo diferencia significativa en sus medias de cargas en dos ensayos: compresión y levantamiento de horquillas.

Los ensayos muestran que el pallet de *Eucalyptus globulus* es el mejor aceptando la hipótesis alternante, esto se debe a que su estructura es completamente de una madera semidura y tiene propiedades mecánicas superior a *Pinus radiata*.

## **RECOMENDACIONES**

Para hacer un análisis de la resistencia en el clavado se puede hacer ensayos de impactos o caída de esquina con lo cual se podría analizar lo resistencia cuando el pallet es manipulado con el montacargas cuando es arrastrado o empujado de sus esquinas.

Los análisis de los soportes pueden ser completados con el ensayo de compresión de bloques y largueros para saber cuál es el comportamiento de los componentes de la estructura simulando una carga que no es uniformemente distribuida.

## GLOSARIO

**Pallet:** Paletizar (estibar) es agrupar sobre una superficie (pallet, tarima, paleta) una cierta cantidad de objetos que en forma individual son poco manejables, pesados y/o voluminosos («CCL» 2003, p. 4).

**Pallet Europeo:** Los pallets europeos se los puede reconocer por su característica de composición en la parte inferior de ésta estructura se encuentra unos cubos de madera conocidos como TACOS (Tanya & Mancilla 2017, p. 4).

**Eucalipto:** *Eucalyptus globulus* Labill. en plantaciones es un árbol esbelto que puede alcanzar grandes dimensiones (García Villabrille 2015, p. 5).

**Pino:** Es una especie exótica muy difundida en la serranía, debido a su alta adaptabilidad, rápido crecimiento y a la rentabilidad de su producción (ECUADOR FORESTAL 2009, p. 1).

**Carga dinámica:** está asociada a las posturas de trabajo y a la actividad (Soto 2000, p. 1).

**Carga estática:** se refiere a lo que se suele entender como actividad física y está íntimamente relacionada con el gasto energético (Soto 2000, p. 1).

## BIBLIOGRAFIA

**ALVAREZ, D.**, 2004. "*Eficiencia de los aserraderos*". [en línea]. [Consulta: 9 septiembre 2019].

Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos17/aserraderos/aserraderos.shtml>.

**ANREPA, A. de R. de P.**, 2015. "*Estructura de los Pallets*". [en línea]. [Consulta: 12 septiembre 2019].

Disponible en: [http://www.anrepa.com/estructura\\_palets/](http://www.anrepa.com/estructura_palets/).

**CALVO, P.**, 2009. *ANÁLISIS DE MEJORA EN EL CIRCUITO DE PALLETS VACÍOS*. S.l.: s.n.

**CARRASCO, J.**, "*Estudio para la creación de una empresa de pallets en el austro*

*ecuatoriano*". *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2013. vol. 53, no. 9, pp. 1-248. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.

**CARRILLO, J.**, "*Palets de madera. Producto estrella para realizar muebles reciclados. Educación Ambiental.*", 2012. pp. 1-2.

**CARRILLO, J.**, 2013. "*Los Palets como tendencia de reciclaje y decoración*". [en línea]. [Consulta: 12 septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.concienciaeco.com/2013/05/12/30-formas-creativas-para-reciclar-palets/>.

**CASTELO, A.**, "*ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LAS TROZAS DE PINO (Pinus radiata) PARA LA ELABORACION DE PALLETS EN LA INDUSTRIA HARO MADERA, PARROQUIA CALPI, CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.*", 2011. pp. 1-104.

«CCL», C.C.D.L., "*Manual De Logistica De Paletización*".2 [en línea], 2003. pp. 1-27. Disponible en:

<http://logisgroup.wikispaces.com/file/view/costa+rica+manual+paletizacion.pdf>.

**CHEP**, "1200 x 1000 mm PALLET 1200 x 1000 mm PALLET". [en línea], [sin fecha]. vol. 44, pp. 1. [Consulta: 28 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.chep.com/es/es/fresh/product/wooden-pallet-1200x1000mm-00001>.

**CHIAVENATO, I. & SAPIRO, A.**, "*Planificación Estratégica Plantaciones Forestales en el Ecuador*"., 2017. pp. 10.

**ECUADOR FORESTAL**, 2009. "*Ficha técnica No.11 Pino*". [en línea]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/download/contenido/pino.pdf>.

**GARCÍA VILLABRILLE, J.D.**, "*Modelización del crecimiento y la producción de plantaciones de Eucalyptus globulus Labill. en el Noroeste de España. Tesis Doctoral. Universidad Santiago de Compostela España*"., 2015. pp. 207.

**LIGEROS, L.**, "*El Pallet*".Educarm [en línea], 2017. pp. 1,2. Disponible en: [http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/30/el\\_pallet.pdf](http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/30/el_pallet.pdf).

**MADERA, G.H.**, 2014. "*Historia - Pallets Ecuador*". [en línea]. Disponible en: <https://www.palletsecuador.ec/historia/>.

**NACIONAL, U.T.**, "*Pallets*"., 2014. pp. 1-18.

**POLIPALET S.L.**, 2017. "*Todo sobre los palets: medidas y capacidad - Palets Barcelona*". [en línea]. [Consulta: 28 febrero 2021]. Disponible en: <http://palets-barcelona.com/los-palets-medidas-capacidad/>.

**RM FORWARDING**, 2016. "*Los Pallets, tipos y recomendaciones / RM Forwarding*". [en línea].

[Consulta: 28 febrero 2021]. Disponible en: <http://rm-forwarding.com/2016/11/07/los-pallets-tipos-recomendaciones/>.

**ROTOM**, 2014. "*Capacidad de carga de los palets - Articles*". [en línea]. 6 agosto 2014. pp. 1. [Consulta: 28 febrero 2021]. Disponible en: <https://rotom.es/articulos/post/capacidad-de-carga-de-palets>.

**SOTO, A.**, "8/9.- *Carga Estática y Dinámica*". *Procedimiento de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales*, 2000. pp. 51-63.

**TANYA, E. & MANCILLA, P.**, *IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE PALLETS DE MADERA, DESARROLLANDO ÁREAS DE RECICLAJE Y RESÍDUOS DE LA PRODUCCIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO TOTAL DE LA MATERIA PRIMA UBICADA EN EL CANTÓN SAN JACINTO DE YAGUACHI, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR*. 2017. S.l.: s.n. ISBN 0984857664.

**VINUEZA, M. & CAMAFORS**, 2013. "*Ficha Técnica No. 13 Pino (Pinus radiata)*". [en línea]. [Consulta: 28 enero 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>.

**VINUEZA, M. & ECUADOR FORESTAL**, "*Ficha Técnica No. 15 EUCALYPTUS GLOBULUS LABILL*". *Ecuador Forestal* [en línea], 2013. [Consulta: 28 enero 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-15-eucalyptus-globulus-labill/#comments>.

## ANEXOS

### ANEXO A: ENSAYO DE COMPRESIÓN



## ANEXO B. ENSAYO DE FLEXIÓN



## ANEXO C. ENSAYO DE LEVANTAMIENTO DE HORQUILLAS

