

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**ESTUDIO DE CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA MADERA ROLLIZA A
ASERRADA PARA PINO TECUNUMANI (*Pinus tecunumanii* Eguiluz &
Perry) DE LA ZONA DE OXAPAMPA-PERÚ**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

KEVIN ALFREDO SULCA GAMBOA

LIMA, PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“ESTUDIO DE CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA MADERA ROLLIZA
A ASERRADA PARA PINO TECUNUMANI (*Pinus tecunumanii* Eguiluz &
Perry) DE LA ZONA DE OXAPAMPA-PERÚ”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

KEVIN ALFREDO SULCA GAMBOA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Julio Cesar Canchucaja Rojas, Mg. Sc.
Presidente

.....
Ing. Miguel Ángel Meléndez Cárdenas, Dr.
Miembro

.....
Ing. Neptalí Rodolfo Bustamante Guillén
Miembro

.....
Ing. Milciades Leonidas Miguel Castro, Mg. Sc.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por guiarme

A mis padres por darme la vida y ser mi motivación

A mis hermanos por su apoyo incondicional

A mis amigos y seres queridos que siempre estuvieron presentes

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al profesor y asesor Leónidas Miguel Castro por su apoyo, paciencia y aprendizaje en la elaboración de esta tesis.

Al aserradero Frey de Oxapampa por permitirme trabajar en sus instalaciones, y darme las facilidades en la ejecución de la fase experimental, como también al personal del aserradero.

Y a Franklin Maury, mi gran amigo que siempre estuvo apoyándome durante la ejecución de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Página</i>
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Industria Forestal en el Perú.....	3
2.2. Generalidades de la especie de <i>Pinus tecunumanii</i>	4
2.2.1. Distribución de la especie.....	4
2.2.2. Descripción botánica.....	4
2.2.3. Usos del pino tecunumani.....	6
2.3. Plantaciones forestales.....	6
2.4. Calidad de la madera.....	7
2.4.1. Calidad.....	7
2.4.2. Calidad de madera de plantaciones.....	7

2.5.	Clasificación de la madera aserrada.....	9
2.5.1.	Normas de clasificación de madera aserrada seca.....	10
2.5.2.	Normas de clasificación de madera aserrada húmeda.....	11
2.6.	Defecto de madera de plantaciones.....	11
2.6.1.	Nudos.....	12
a.	Origen	12
b.	Inconvenientes de los nudos	15
2.6.2.	Bolsas de resina	17
2.6.3.	Médula.....	18
2.7.	Aserrío de madera de plantaciones	19
2.8.	Rendimiento y factor de conversión	22
2.9.	Factores que influyen en el coeficiente de conversión en el aserrío.....	23
2.10.	Coeficiente de conversión y rendimientos obtenidos en el país.....	25
2.10.1.	Rendimientos de trozas provenientes del bosque natural.....	25
2.10.2.	Rendimientos de trozas provenientes de plantaciones	26
2.11.	Coeficientes de conversión y rendimientos obtenidos en Latinoamérica	26
2.12.	Tabla de rendimiento.....	27
III.	METODOLOGÍA.....	29
3.1.	Lugar de estudio.....	29
3.2.	Materiales y equipos	29
3.2.1.	Materiales	29
3.2.2.	Equipos.....	29
3.3.	Metodología.....	30
3.3.1.	Caracterización de la planta de transformación primaria	30
3.3.2.	Caracterización de las trozas	33

3.3.3.	Cálculo del tamaño de muestra.....	33
3.3.4.	Recopilación de datos.....	34
a.	Selección y marcado de trozas.....	34
b.	Medición de las trozas	34
c.	Proceso de aserrío	35
d.	Medición y evaluación de la madera aserrada	35
e.	Clasificación de la madera aserrada por grados de calidad	36
3.3.5.	Procesamiento de datos	36
a.	Cálculo del volumen de madera rolliza y conicidad.....	36
b.	Evaluación de los defectos de las trozas	37
c.	Cubicación de la madera aserrada.....	38
d.	Clasificación de las calidades de madera aserrada	39
e.	Determinación del rendimiento de aserrío.....	40
3.3.6.	Análisis estadístico de los datos	41
a.	Medidas de tendencia central y dispersión	41
b.	Análisis de correlación entre el volumen rollizo y volumen aserrado.....	41
c.	Análisis de correlación simple del diámetro promedio, longitud y el factor de conversión	42
d.	Análisis de regresión lineal simple y diagrama de dispersión	42
e.	Análisis de regresión múltiple	43
3.3.7.	Elaboración de tablas de rendimiento para la madera aserrada de pino tecunumani	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1.	Tamaño de muestra.....	45
4.2.	Caracterización de la madera rolliza.....	45
4.2.1.	Distribución de diámetros de las trozas.....	45

4.2.2.	Distribución de las longitudes de las trozas	47
4.2.3.	Conicidad.....	48
4.2.4.	Calidad de las trozas	49
4.3.	Caracterización de la madera aserrada.....	50
4.3.1.	Distribución de frecuencias de espesores, anchos y longitudes	50
4.3.2.	Clasificación de las piezas de madera aserrada en base a sus dimensiones comerciales.....	52
4.4.	Clasificación y rendimiento por calidades de la madera aserrada	53
4.4.1.	Clasificación de la madera aserrada	53
4.5.	Análisis estadístico de las variables evaluadas	57
4.5.1.	Medidas de tendencia central y variación.....	57
4.5.2.	Análisis de correlación entre volumen rollizo y volumen aserrado	60
4.5.3.	Análisis de regresión lineal simple.....	61
a.	Análisis de correlación entre el diámetro medio, longitud de troza y el factor de conversión	61
b.	Regresión lineal simple entre diámetro promedio y el factor de conversión.....	62
c.	Diagrama de dispersión del diámetro promedio y el factor de conversión.....	63
d.	ANOVA del diámetro medio y el factor de conversión	64
4.5.4.	Análisis de regresión múltiple	65
4.6.	Construcción de una tabla de rendimiento.....	66
V.	CONCLUSIONES	68
VI.	RECOMENDACIONES	69
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
VIII.	ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Página</i>
Tabla 1: Tabla de rendimiento para <i>Pinus patula</i>	28
Tabla 2: Distribución de áreas de planta del aserradero Frey	30
Tabla 3: Características de las maquinas del aserradero Frey	32
Tabla 4: Clasificación de trozas según categorías de calidad.....	38
Tabla 5: Clasificación por clases comerciales de las piezas de madera aserrada.....	39
Tabla 6: Clasificación por defectos a lo largo de una misma pieza para madera verde.....	40
Tabla 7: Medidas de tendencia central y de variación del pre-muestreo	45
Tabla 8: Distribución de frecuencias para el diámetro promedio de las trozas.....	46
Tabla 9: Distribución de frecuencias de las longitudes de las trozas	47
Tabla 10: Medidas de tendencia central y variación de la conicidad de las trozas	48
Tabla 11: Calidades de las trozas evaluadas	49
Tabla 12: Distribución de frecuencias de espesores de las piezas aserradas.....	50
Tabla 13: Distribución de frecuencias de anchos de las piezas aserradas.....	51
Tabla 14: Distribución de frecuencias de longitudes de las piezas aserradas	52
Tabla 15: Clasificación de madera aserrada en base a sus dimensiones comerciales	52
Tabla 16: Volumen de madera aserrada y rendimientos por calidades	54
Tabla 17: Medidas de tendencia central y variación de las variables evaluadas.....	57
Tabla 18: Análisis de correlación entre el volumen rollizo y el volumen aserrado	61

Tabla 19: Análisis de correlación entre diámetro promedio y el factor de conversión	62
Tabla 20: Análisis de correlación entre la longitud y el factor de conversión	62
Tabla 21: Coeficiente de regresión del modelo de regresión lineal simple.....	63
Tabla 22: ANOVA para el diámetro promedio y el factor de conversión.....	65
Tabla 23: Análisis de correlación múltiple y resumen del modelo	65
Tabla 24: Coeficientes determinados del modelo de regresión lineal múltiple.....	66
Tabla 25: ANOVA de regresión lineal múltiple	66
Tabla 26: Tabla de rendimiento obtenido para trozas provenientes de plantaciones no manejadas de <i>Pinus tecunumanii</i> elaborado en función al diámetro promedio	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Página</i>
Figura 1: Tipo de nudos en una pieza de madera aserrada.....	14
Figura 2: Presencia de nudos arracimados en una pieza de madera de <i>Pinus tecunumanii</i>	16
Figura 3: Efecto de distribución de tensiones de una viga como consecuencia de los nudos..	16
Figura 4: Recubrimiento de madera de pino radiata.	17
Figura 5: Distribución de áreas del aserradero Frey	31
Figura 6: Mediciones realizadas a las trozas de pino tecunumani.....	34
Figura 7: Criterios de medición de una pieza de madera aserrada.....	36
Figura 8: Histograma de frecuencias de los diámetros promedios.....	46
Figura 9: Histograma de frecuencias de las longitudes de las trozas	47
Figura 10: Clases de calidades obtenidas según la norma INTEC C99:2014.	55
Figura 11: Rendimiento de madera obtenida por clases o calidades.....	56
Figura 12: Rendimiento aserrío en relación con las calidades de trozas	60
Figura 13: Diagrama de dispersión del diámetro promedio y el factor de conversión.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

	<i>Página</i>
Anexo 1: Datos tomados en el pre-muestreo de 30 trozas	85
Anexo 2: Registro de cubicación de trozas	86
Anexo 3: Criterios de calidades de las trozas en base a la propuesta de INRENA-UNALM (2008)	90
Anexo 4: Registro de producción de madera aserrada húmeda	92
Anexo 5: Estudios de los supuestos del modelo de regresión lineal simple	111
Anexo 6: Calidad de trozas	114
Anexo 7: Registro fotográfico.....	115

RESUMEN

La presente investigación se realizó en un aserradero de cinta en la ciudad de Oxapampa-Pasco, con el objetivo de determinar el rendimiento de aserrío y la calidad de las piezas aserradas obtenidas en base a la norma INTEC C99:2014. Se trabajó con las trozas de la cosecha final de una plantación no manejada de 18 años provenientes de Chontabamba de la especie de *Pinus tecunumanii*. Se evaluaron 90 trozas de pino que fueron obtenidas a través de un pre-muestreo de 30 trozas en base a la metodología planteada por INRENA-UNALM (2008), que determina el tamaño de muestra a través de la variación del volumen. Las trozas fueron aserradas en su gran mayoría en piezas de una pulgada de espesor, se obtuvo un factor de conversión promedio de 0,509 con un coeficiente de variabilidad de 11,5% y una desviación estándar de 0,059. Se determinó que el diámetro promedio de trozas fue de 26,92cm y las longitudes se distribuyeron principalmente entre los 2,44m (8') y 3,05m (10'). Las decisiones de corte del aserrador influyeron en gran medida en la obtención del rendimiento y la variación de estos, también se encontró que el rendimiento de aserrío aumentó significativamente con el diámetro de las trozas y las calidades. Se determinó tres calidades de la madera aserrada, con un rendimiento de 13,7% para la calidad uno, 29,4% para la calidad dos, 7,8% para la calidad tres. Se elaboró una tabla de rendimiento en base al diámetro promedio y al factor de conversión mediante una ecuación de regresión lineal simple, el cual determinó de forma significativa el grado de asociación entre las variables estudiadas, y fue la que mejor estimó la obtención del volumen aserrado.

Palabras Clave: Factor de conversión, aserrío, calidades, defectos, tabla de rendimiento.

ABSTRACT

This research was carried out in a band sawmill located in the city of Oxapampa-Pasco, the objective was to determine the sawing yield and the quality of the sawn pieces obtained, based on the INTEC C99: 2014 standard. The logs from the final harvest of an 18-year-old unmanaged plantation of *Pinus tecunumanii* species from Chontabamba. For this, 90 pine logs were evaluated, these were obtained through a pre-sampling of 30 logs based on the methodology proposed by INRENA-UNALM (2008) that determines the sample size through the variation of the volume of these. The logs were sawn with a band saw mostly in one-inch-thick pieces, obtaining an average conversion factor of 0.509 with a coefficient of variability of 11.5% and a standard deviation of 0.059. It was determined that the average diameter of logs was 26.92cm and the lengths are mainly distributed between 2.44m (8 ') and 3.05m (10'). Sawmill cutting decisions greatly influenced yield and yield variation and it was also found that sawing yield increases significantly with log diameter and grades. Three qualities of the sawn wood obtained were determined, with a yield of 13.7% for quality one, 29.4% for quality two, 7.8% for quality three of the average yield obtained (50.9%). A yield table was elaborated based on the average diameter and conversion factor through a simple linear regression equation, since this significantly determined the degree of association between the variables studied and it was the one that best estimate of obtaining the sawn volume.

Key words: Conversion factor, sawmill, qualities, defaults, yield table

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el suministro de materia prima para la industria forestal proviene principalmente de los bosques amazónicos, pero con la continua extracción y la falta del manejo adecuado, genera escases del recurso, haciendo que encarezcan los costos de aprovechamiento y transporte. Esta situación, permite abrir brechas para la producción de madera proveniente de plantaciones forestales y que presentan nuevas oportunidades al proveer madera al mercado nacional, buscando satisfacer la alta demanda de los productos maderables con especies de coníferas de rápido crecimiento y con características deseables en la madera. Se ha apostado por plantaciones forestales en las zonas de la selva central con la especie de *Pinus tecunumanii*, cuya madera es muy apreciada por su resistencia, estabilidad dimensional y trabajabilidad, lo que la ha permitido su empleo en una gran cantidad de usos.

El abastecimiento de materia prima proveniente de plantaciones aún se encuentra limitado, no obstante, la madera rolliza que ingresa a los aserraderos proviene de plantaciones forestales que no han sido intervenidas silviculturalmente. La falta del manejo silvicultural y el inadecuado proceso de transformación ocasionan que la madera producida presente gran cantidad de defectos, obteniendo madera de una calidad inferior a lo esperado. A esto se adiciona la escasez de estudios sobre rendimiento de aserrío de la madera rolliza a madera aserrada, productividad, calidad, entre otros (Montenegro, 2015), que permiten planificar la producción. Uno de los principales aspectos para aumentar la producción de la madera de plantaciones, es incrementar el rendimiento en la fase de industrialización. La determinación del rendimiento en el proceso de transformación de la madera a través de evaluaciones continuas desde el ingreso de la troza al aserradero hasta la salida en productos permite identificar las deficiencias en las diferentes fases del proceso de aserrío, el cual ayuda a realizar las correcciones necesarias que conlleven lograr la mayor eficiencia en la transformación forestal primaria (Quiroz, 2005).

Además, la madera aserrada proveniente de plantaciones de coníferas no cuenta con una normatividad referida a la calidad para el país. La clasificación comúnmente se realiza a criterio propio de los aserraderos, en función de que parte de la troza provienen y sin considerar la presencia de defectos. La gran cantidad de defectos presentes en las piezas de madera provenientes de plantaciones no manejadas, hacen que el rendimiento en la obtención de madera sin defectos (*madera clear*) presente valores inferiores, en comparación con la madera de plantaciones manejadas. La mejora en la obtención de madera de calidad tiene una repercusión tan grande en el precio, así entre madera podada y no podada, el valor aumenta entre el 170 y el 220% en maderas blandas y del 220 y el 550% en maderas duras (Vignote *et al.*, 2013; Vignote *et al.*, 2017).

Actualmente no se cuentan con estudios de rendimiento de aserrío para la especie de pino tecunumani, generando necesidad de investigación, debido a que ésta especie es considerada de gran importancia forestal, por su superficie plantada y la creciente demanda de madera en la región.

El presente estudio tuvo como objetivo general: analizar el rendimiento de aserrío de las trozas y la calidad de la madera aserrada obtenida de *Pinus tecunumanii* proveniente de plantaciones no manejadas. Se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el factor de conversión de aserrío de la madera de *Pinus tecunumanii*.
- Clasificar por calidades la madera aserrada obtenida producto del aserrío de las trozas de *Pinus tecunumanii*.
- Determinar el rendimiento de la madera rolliza en la obtención de madera aserrada según calidades.
- Elaborar una tabla de rendimiento para la especie de *Pinus tecunumanii*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Industria Forestal en el Perú

La industria del aserrío es la actividad más importante de transformación de madera en el país, se estima que existe en operación alrededor de 200 aserraderos con una capacidad instalada ligeramente superior al millón de metros cúbicos, ubicadas en las regiones de Ucayali, Junín Loreto, Madre de Dios y San Martín (INRENA-FAO, 2004). Sin embargo, el aporte de la madera a la economía nacional como principal producto del bosque, representa solo una pequeña fracción de lo que podría aportar si la madera fuese aprovechada de manera sostenible, eficiente y con la generación de valor agregado (Guariguata *et al.*, 2017; FAO, 2018). Las deficiencias más notorias de la industria del aserrío en el Perú son su elevada cantidad de producción de desperdicios (más del 40%) de la materia prima, el poco valor agregado de los productos forestales y el déficit de capacidad de secado de la madera aserrada (INRENA-FAO, 2004). Se destacan también, el insuficiente suministro de materia prima proveniente principalmente de los bosques amazónicos y la escasez de estudios enfocados al rendimiento de aserrío de la madera de especies nativas y exóticas (Llavé, 2008).

El sector forestal presenta un amplio potencial para ser explotado, pero requiere de las herramientas necesarias para su despegue, por lo que el Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre definió una nueva lista de productos forestales para la industria nacional en donde se presentan 6 categorías con 85 productos forestales (SERFOR, 2019a). Los registros obtenidos por el Ministerio de Agricultura y Riego indican que los principales productos producidos por la industria durante la última década fueron: la madera laminada y chapas decorativas, tableros compensados, parquet, postes, durmientes y madera aserrada (MINAGRI, 2014). Un producto que se encuentra en crecimiento son los pallets, se estima que el mercado nacional demanda alrededor de 12 millones de unidades anuales, las especies más utilizadas para la elaboración son el pino, la bolaina blanca, y entre otras especies maderables de menor valor comercial se

encuentran el roble, almendro, cachimbo blanco, machimango blanco, zapote entre otros (FAO, 2018).

2.2. Generalidades de la especie de *Pinus tecunumanii*

2.2.1. Distribución de la especie

El pino tecunumani, es una especie de árbol conífera originaria de América Central. Se distribuye de forma natural en las zonas montañosas de los estados de Oaxaca y Chiapas, al sur de México, norte de El Salvador, Sudeste de Honduras y Noreste de Nicaragua (Dvorak & Donahue, 1992; CATIE, 1997). La especie presenta un gran rango altitudinal, que abarca los 440 msnm a 2800 msnm (Cordero & Boshier, 2003). El pino tecunumani se desarrolla en zonas donde la precipitación media anual abarca los 1200 a 2400 mm, con suelos fértiles, profundos, ligeramente ácidos (pH de 4,5 a 5,5) y bien drenados (Shimizu & Medrado, 2005; CATIE, 1997).

Esta especie puede crecer en áreas donde precipita a lo largo del año, así como en sitios con estaciones secas de hasta seis meses. Se le encuentra frecuentemente en los valles fértiles o cañones de los ríos, formando pequeños rodales puros asociados con *P. oocarpa*, en las tierras más altas tiende a mezclarse con *P. maximinoi* y bosques de latifoliadas (Cordero & Boshier, 2003).

2.2.2. Descripción botánica

El pino tecunumani es clasificada según la Global Biodiversity Information Facility como:

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: *Pinus* L.

Especie: *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf. ex Eguluz & J. P. Perry.

Esta especie también es conocida con los nombres comunes: pino, pino tecunumani, pinabete, pino ocote, ocote de caretilla.

Tobar (2019) hace una descripción botánica de la especie:

Es un árbol alto de hasta 40m de altura, las plantas jóvenes tienen una copa cónica ancha, mientras que los árboles adultos presentan una copa redondeada con ramas fuertes extendidas y erguidas, cubiertas de hojas. El fuste es recto, agrietado y escamoso con placas de color marrón anaranjado brillante a marrón rojizo, mientras que las ramas jóvenes tienen escamas delgadas que se desprenden y son de color marrón anaranjado brillante. Los nuevos brotes son de color verde glauco, pero luego se vuelven marrón rojizo. Las hojas están dispuestas en grupos de tres, cuatro o cinco acículas; son ligeramente caídas, cortas y muy delgadas, de color verde brillante medio a oscuro, de 8-19,7cm × 0,7-1mm con vainas persistentes de 1-2cm, primero de color marrón claro, pero luego de color marrón grisáceo. Los conos femeninos son de tamaño pequeño a mediano, de forma redonda a ovalada, pero a veces pueden ser muy estrechos, simétricos y generalmente mucho más largos que su ancho con 4-9,1×3,4-6,7cm.

Los frutos son conos pequeños, brillosos con apariencia barnizada, solitarios o en pares. Las semillas son puntiagudas, pequeñas, de color café claro, jaspeados con una ala membranosa y muy quebradiza. La madera es moderadamente pesada con densidad básica (0,51-0,56), de color castaño, amarillenta, textura fina, grano recto, bajo brillo y con menor contenido de resina en comparación al *Pinus caribaea*. Es fácil de secar, preservar, trabajar, y moderadamente resistente al ataque de hongos (Cordero & Boshier, 2003).

El empleo del pino tecunumani en la producción de plántones la hace especial por sus cualidades propagativas. A esto debe sumarse las características de las semillas. Estas son ortodoxas y pueden almacenarse por 5-10 años a temperaturas de 3-4°C con una humedad del 12% en recipientes herméticos. A temperatura ambiente, la semilla permanece viable por 1-2 meses y un kilogramo puede contener de 70000-110000 semillas (Cordero & Boshier, 2003).

2.2.3. Usos del pino tecunumani

El pino tecunumani es considerado como uno de los mejores pinos con mejor forma de fuste y con alta producción maderable en comparación a los pinos mexicanos y centroamericanos (Quispe, 2015; Cordero & Boshier, 2003). Se cultiva en varios países del mundo por su importancia industrial, rápido crecimiento, alto rendimiento y buena calidad de su madera que permiten emplearla en diversos productos (Quispe, 2015).

La madera presenta gran versatilidad, se emplea en construcción pesada, construcción en interiores (puertas y marcos de ventanas), postes tratados, contrachapados, muebles, artesanías, artículos torneados y en menor grado para leña. Como exótica, la especie ha sido plantada principalmente para producción de madera, postes y pulpa para papel (Cordero & Boshier, 2003). En la actualidad esta madera es empleada en uso estructural y no estructural en la construcción de viviendas, elaboración de pisos y carpintería en la zona de selva central del Perú.

2.3. Plantaciones forestales

En las últimas décadas, a nivel mundial las plantaciones forestales comerciales han aumentado de manera acelerada, en promedio unos cuatro millones ha/año desde 1990 y representan el tres por ciento de los bosques del mundo, con una superficie aproximada de 131 millones de hectáreas (FAO, 2020). En América del sur, Brasil, Chile, Uruguay y Colombia son los países que más han contribuido a esta expansión (Cordero, 2011). El Perú, pese a presentar la segunda mayor extensión forestal en América Latina, su participación en el mercado mundial de productos forestales es muy reducida (menos del 1 %), además de una balanza comercial deficitaria en este rubro (Guariguata *et al.*, 2017). Este escenario es explicado debido a que la producción forestal maderable proviene principalmente del bosque amazónico (SERFOR, 2019b).

Una característica de las plantaciones forestales en Perú en la actualidad es su relativa baja productividad. Resultado de un deficiente manejo silvicultural, uso de semillas de mala calidad

genética, escasa aplicación de técnicas de mejoramiento de suelos y de la falta de criterios sólidos para la selección de sitio (Guariguata *et al.*, 2017).

En el Perú en 1979 se suscribieron convenios con la GTZ (Cooperación Técnica Alemana) para ejecutar el proyecto de “Desarrollo forestal y agroforestal en Selva Central”, con la finalidad de generar nuevas técnicas de producción de plantas y manejo de plantaciones, al igual que la introducción de especies forestales exóticas con pinos y eucaliptos (Quispe, 2015), obteniendo buenos resultados con la especie *Pinus tecunumanii* (Palomino *et al.*, 1991). Estos resultados sirvieron de base para el trabajo de Innovación Tecnológica en Plantaciones Forestales realizado por FONDEBOSQUE en el 2004 en la zona central del país; en donde *el Pinus tecunumanii* fue el que arrojó resultados prometedores (Quispe, 2015).

2.4. Calidad de la madera

2.4.1. Calidad

La norma Internacional ISO 9000 indica que la calidad es la totalidad de las características de una entidad (proceso, producto, organismos, sistema o persona) que le confieren aptitud para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas (Carro & González, 2012). Por otra parte, Crosby (1979) define a la calidad como la conformidad con los requerimientos o especificaciones establecidas por el cliente. Los estudiosos de la calidad de los productos subrayan sus diferentes dimensiones (fiabilidad, durabilidad, versatilidad, diseño, imagen, etc.) y la importancia de la apreciación subjetiva de los consumidores al evaluarlo (Heras *et al.*, 2008).

2.4.2. Calidad de madera de plantaciones

El manejo de bosques, entre sus objetivos, busca la forma de mejorar los retornos económicos, mediante el logro de incrementos en los rendimientos, reducción de los costos de producción o mejorando la calidad de los productos (Espinoza & Muñoz, 2005). Las calidades de las trozas afectan los resultados de la producción, debido a características como la conicidad, torceduras,

achatamientos, médula migrante, ramas con nudos vivos o muertos y la presencia de tensiones internas (Serrano, 1991).

La calidad de la madera aserrada es una variable que genera dificultades en su definición, ya que se encuentra enfocado en función al uso que se le pretenda destinar. Así, si son empleados en productos de embalaje, se necesita que la madera sea ligera y blanca, mientras que, si es utilizada en productos como el parquet, lo que se prioriza es la dureza (alta densidad), características resaltantes en color y veteado, apreciado por los consumidores sin olvidar que la madera presente buena resistencia al ataque biológico (Vignote *et al.*, 2013).

La calidad de la madera aserrada puede ser evaluada de dos formas, una por las características naturales y la otra por la precisión de las dimensiones de las piezas (Eleotério *et al.*, 1996). Según Ponce (1993) citado por Eleotério *et al.* (1996) “la variación dimensional es una de las causas que dificultan la comercialización y consecuentemente bajan la competitividad de la industria maderera”. En relación con las características naturales, una madera de calidad con fines aserrables difiere de criterios (mecánicos y físicos) en comparación a otros fines como el de laminado o la elaboración de pulpa (Vignote & Martínez, 2006). La calidad de la madera puede ser medida considerando distintos factores tales como: densidad, uniformidad de los anillos de crecimiento, porcentaje de madera libre de nudos, proporción de madera de verano, producción de celulosa y otros (Espinoza & Muñoz, 2005). “Una de las variables más utilizadas para evaluar la calidad de la madera es la densidad, dado que esta característica está muy relacionada con las propiedades mecánicas, la dureza y el rendimiento en la producción de tableros de partículas y pasta celulósica” (Schimleck & Clark, 2008). Sin embargo, esta definición está más relacionada a la rapidez en realizar la evaluación y control de la madera que a la verdadera definición de calidad (Vignote *et al.*, 2013).

Para la obtención de madera de calidad proveniente de plantaciones, es necesario contar con un adecuado material genético, selección de sitio, fertilización, además de actividades silvícolas que garanticen el buen crecimiento y desarrollo los árboles (mantenimiento, manejo integrado de plagas y enfermedades, podas y raleos) (Trujillo, 2012). Se ha estudiado a profundidad el efecto de las practicas silvícolas y su relación al crecimiento de los árboles y producción de

volumen de madera (González, 2017). Sin embargo, “el efecto de estos tratamientos sobre la calidad y el valor de la madera no es tan conocido, siendo la valoración de la madera un elemento primordial para analizar” (Jiménez, 2008).

2.5. Clasificación de la madera aserrada

La madera aserrada es una materia prima empleada en una gran cantidad usos, las cuales establecen requerimientos de características físico-mecánicas propias de cada especie y como de las diferentes clases de calidad de cada una de estas (Vignote, 2017). Según la INTE 06-07-03 (2011) por ser la madera un material heterogéneo, se ve la necesidad de realizar una clasificación para asegurar que la madera comercializada corresponda a la calidad establecida. La clasificación de la madera en el proceso de aserrío permite determinar el valor de la pieza, así como el potencial uso de su utilización (AHEC, 2018). Así, las piezas que han sido procesadas y evaluadas deben separarse en grupos con características similares u homogéneas (González, 2017). Esta separación permite que a la madera se la destine a un uso y comercialización de forma confiable con un valor económico razonable (INTE 06-07-03, 2011) en donde “los estándares utilizados para el control de la industria del aserrío estén sumamente definidos, lográndose diferentes grados de calidad de acuerdo con el producto o uso que posteriormente se le dará a la madera aserrada” (Viquez, 2012).

Arriaga (1998) y González *et al.* (1995) mencionan que la clasificación de la madera aserrada puede realizarse bajo dos criterios diferentes, el primero es el criterio denominado “estético” o “de aspecto” y corresponde a la madera destinada a usos no resistentes, y el segundo es el criterio “resistente” o “estructural” que corresponde a la madera empleada en la fabricación de piezas estructurales.

Las exigencias de las especies se determinan en función a los diferentes usos que se le pretenda emplear a la madera y las exigencias en función a la calidad, se realizan a través del empleo de normas que permite la clasificación de la madera aserrada (Vignote, 2017). Si la madera se clasifica por su resistencia, interesan aquellas alteraciones de crecimiento que debiliten sus propiedades mecánicas, tamaño, ubicación y frecuencia, esto exige caracterizar las cuatro caras

de la pieza y sus extremos. En cambio, en una norma por aspecto, generalmente se clasifica la mejor cara y se caracterizan, nudos, médula, bolsas de resina, corteza, pecas, entre otros (González *et al.*, 1995). Estas anomalías o irregularidades son conocidas como defectos, que afectan en la calidad y disminuyen el valor comercial de la madera aserrada (González, 2017). “Ante la presencia de defectos y la necesidad de competir en el mercado de la producción de madera, resulta trascendental la clasificación de madera por calidades” (Sánchez *et al.*, 2009 como se citó en González, 2017).

2.5.1. Normas de clasificación de madera aserrada seca

Existe una gran variedad de clasificaciones de calidad que dependen de la especie y de la procedencia de la madera (AITIM, 2015). Países como España, Estado Unidos, Chile, Brasil han venido desarrollando normas de clasificación de la madera aserrada, los cuales han sido ampliamente estudiados y difundidos (Viquez, 2012). A nivel europeo se han definido las normas UNE-EN, pero que todavía no son asumidas completamente por el mercado de la región (AITIM, 2015). Por otra parte, Estados Unidos ha establecido estándares de calidad para el comercio internacional de madera aserrada con especies de latifoliadas provenientes de los bosques tropicales a través de la National Hardwood Lumber Association (NHLA) (Viquez, 2012). Las reglas de la NHLA se encuentran orientadas hacia el mercado interno norteamericano, sin embargo, es esencial que los compradores de todo el mundo tengan un conocimiento necesario de ellas para poder obtener la calidad deseada (AHEC, 2018).

El Perú no presenta una Norma Técnica Peruana (NTP) que pueda emplearse en la clasificación de la madera aserrada en diferentes grados de calidad. La industria nacional ha venido trabajando con un sistema informal derivado de los usos y costumbres regionales enfocados en las dimensiones de las piezas y no a la calidad, por lo tanto, este sistema no resulta de utilidad para del comercio internacional de la madera aserrada (Ríos, 2005).

El comercio mundial de la madera aserrada de maderas duras se hace empleando la regla americana, basada en el sistema de rendimiento de cortes limpios de la National Hardwood Lumber Association (CUPROFOR, 2011). La norma funciona como un instrumento legal

nacional con respaldo internacional, permitiendo no solo capacitar al sector, sino que también agilizar el mercadeo de la madera (Párraga, 2006).

2.5.2. Normas de clasificación de madera aserrada húmeda

La NTP 251.118 establece la clasificación de la madera aserrada por defectos y por rendimientos, así como los requisitos que deben cumplir en el campo de aplicación, abarca madera aserrada seca o húmeda, sin cepillar y para usos generales (NTP 251.118, 2017). Sin embargo, esta norma y las anteriores mencionadas, están enfocadas a especies frondosas tropicales, por lo que se tuvo la necesidad de explorar otras normas que mejor se adapten a los objetivos del estudio, debido a que en la zona de Oxapampa el comercio se realiza principalmente con madera húmeda de especies coníferas de plantaciones. Para esto, la norma INTE C99:2014: Madera aserrada para uso general, tiene como objetivo establecer una clasificación de la madera aserrada de uso general por calidades, también define la condición de humedad y los niveles de tolerancia de dimensiones para la madera y para los defectos (tipo, cantidad, ubicación y magnitud); esta norma establece tres categorías de calidad para madera verde y seca (INTE C99:2014, 2014).

2.6. Defecto de madera de plantaciones

El término defecto corresponde a toda característica de la madera que sea utilizada en las reglas de calidad o clasificación para establecer diferentes grados de una pieza de madera aserrada (INFOR, 2000). Así mismo INFOR (2000) menciona que, en la mayoría de los casos, se considera que la madera *clear* (madera limpia, sin defectos) es la de mejor calidad; por lo tanto, los defectos son desviaciones a partir de la madera *clear*, este criterio es empleado para pino radiata en Chile.

Los defectos presentes en las trozas influyen en la pérdida de rendimientos en el proceso de aserrío y/o también existe una transmisión a un porcentaje variable de las piezas obtenidas durante el aserrado (Vignote & Martínez, 2006). Por este motivo, el manejo silvícola de las plantaciones con fines maderables, independiente de la especie debe enfocarse en la calidad de

los productos a obtener (Jiménez, 2008). De esta forma se permite asegurar madera con buenas características y calidad para la industria, el cual logre una mejor cotización en el mercado y permita obtener productos con mayor valor (Sánchez *et al.*, 2009). Así “la mejora de una especie en los aspectos de calidad tiene una repercusión tan grande en el precio de la madera que puede condicionar de forma muy importante la silvicultura que se aplique” (Vignote *et al.*, 2013).

Para Cordero & Boshier (2003) el *Pinus tecunumanii* es una especie que presenta buena autopoda en condiciones naturales, pero en plantaciones para aserrío, es necesario realizar podas para mejorar la calidad del fuste. Asimismo, los mismos autores afirman que es considerado como el mejor pino con una buena forma del fuste entre todos los pinos de México y América Central.

Los defectos en la madera de pino están asociados al crecimiento del árbol y se generan también durante en el procesamiento de la madera (González, 2017). Para los objetivos de esta tesis solo se enfocó en los defectos de estructura que mayormente se presentan durante el crecimiento de los árboles de pino tecunumani y que influyen en el rendimiento de aserrío y la clasificación de la madera aserrada.

2.6.1. Nudos

a. Origen

Chang *et al.* (2002) define al nudo como la porción o superficie del tejido leñoso producto del rastro dejado por el desarrollo de una rama, en donde las características organolépticas y propiedades físico-mecánicas presentan diferencias en comparación a la madera circundante. En otras palabras, el nudo es la inclusión de la porción basal de una rama viva o muerta dentro del fuste del árbol (Vignote & Martínez, 2006; Vignote *et al.*, 2013; González *et al.*, 2004). Los nudos son quizá el defecto más común y natural que se presenta en la madera, en especial en madera de coníferas (Chang *et al.*, 2002; INFOR, 2000). Las ramas dan origen a los nudos, ahora su influencia como defecto es muy variable, ya que depende del proceso seguido de esa rama en el contexto del árbol, y el tipo de transformación industrial que se emplee a ese árbol (Vignote & Martínez, 2006).

En el pino, el lugar de procedencia influye en la cantidad de nudos por unidad de longitud, sin embargo, aunque la distribución de verticilos en el fuste oscila entre los 30-70 cm, la cantidad de nudos está afectado de forma predominante por el efecto de la estación de crecimiento de los árboles que por la misma procedencia de la especie (Vignote y Martínez, 2006). Según Echevarría (1959) menciona que “en el caso del pino silvestre la procedencia influye en aspectos tan importantes como la poda natural” (Vignote & Martínez, 2006).

A los nudos se les puede clasificar como: nudo sano, nudo muerto y nudos arracimados; también se pueden adicionar una clasificación según su tamaño y formas presentes en la pieza de madera.

Nudos vivos

Se le conoce también como nudo fijo o adherente. Según Chang *et al.* (2002) es la porción de rama que se encuentra conectada al tronco y que no se soltará o aflojará durante el proceso de aserrío, secado y puesta en servicio de la madera, y que no presenta rasgos de deterioro y/o de pudrición (Figura 1a). La característica de este tipo de nudo se debe a su formación, donde la rama que se encuentra viva es cubierta por el xilema o leño del fuste, resultando que los tejidos presenten continuidad con los del leño (Chang *et al.*, 2002). Los tejidos se encuentran interconectados y por lo tanto trabajan de una forma conjunta ante esfuerzos mecánicos que puedan someterse, denominándose por esta razón nudo adherente (Vignote & Martínez, 2006). Un nudo vivo contiene madera joven de crecimiento y este nudo, por lo general es más oscuro que la madera circundante, una característica visible es la estructura diferente en la dirección de la fibra (INFOR, 2000).

La posición y orientación del nudo con relación a la superficie de pieza de madera también son importantes. Si el nudo es cortado perpendicular a su dirección de crecimiento, se tiene un nudo redondo; si termina cerca del borde de la pieza de madera y dependiendo del ángulo entre el nudo y el plano de corte, el nudo también puede ser más o menos ovalado (Chang *et al.*, 2002; INFOR, 2000). Estos nudos deben ser clasificados como tales, aun cuando su apariencia visual sea completamente distinta a la de un nudo normal (INFOR, 2000).

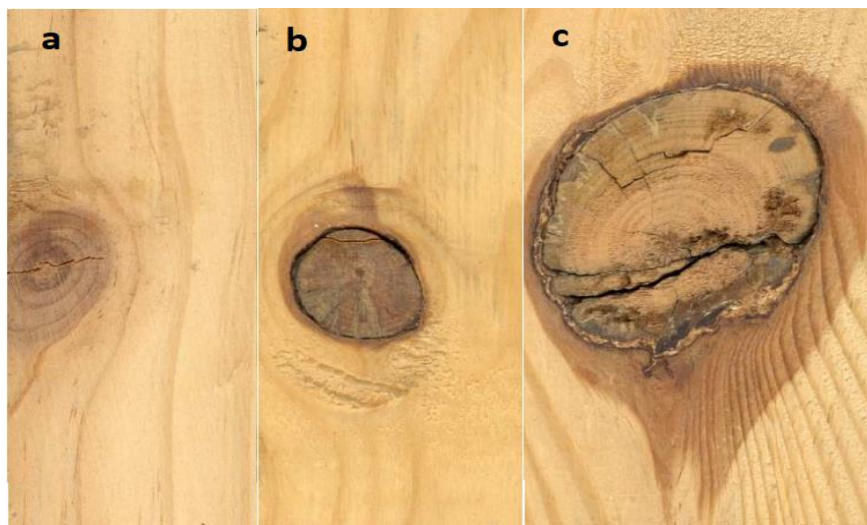


Figura 1: Tipo de nudos en una pieza de madera aserrada. (a) nudo vivo, (b) nudo muerto flojo y (c) nudo muerto con pudrición

Fuente: (Vignote y Martínez, 2017)

Nudos muertos

Es conocido también como nudo flojo o nudo hueco (cuando hay desprendimiento del nudo). La formación de este tipo de nudo se produce con la muerte de una rama, quedando un muñón que es rodeado por los tejidos del fuste (Chang *et al.*, 2002). Al morir la rama por acción mecánica, la zona basal o cercano a esta, inicia un proceso de compartimentalización y duraminización, que evita el posible ataque de patógenos como los hongos de pudrición en la zona afectada (Vignote & Martínez, 2006). También se produce cuando la rama permanece muerta por prolongados períodos de tiempo, en ambos casos, el árbol continúa creciendo en diámetro, englobando el muñón de la rama o a la rama, pero sin que exista adherencia entre ambas partes (Vignote & Martínez, 2017). Esto hace que no exista continuidad entre los tejidos del nudo y los del fuste, debido a esto, los nudos muertos se desprenden con relativa facilidad cuando la madera es aserrada y/o secada (Chang *et al.*, 2002) (Figura 1b).

En el caso de los nudos muertos, pero con presencia de pudrición, Vignote & Martínez (2006) mencionan que estos nudos tienen como origen en una rama que en plena actividad fisiológica se rompe de forma natural o por efecto de poda, la herida producida queda expuesta a la acción de agentes patógenos que encuentran un medio idóneo para su desarrollo, debido a la falta de duraminización de la rama (Figura 1c).

Nudos arracimados

Según Chang *et al.* (2002) son dos o más nudos que se encuentran agrupados por las desviaciones de las fibras que los rodean y alteran en gran proporción el grano de toda la pieza. Esto hace que se presente fibra entrelazada entre los nudos (González *et al.*, 2004; Spavento & Keil, 2008). A la agrupación de los nudos en la pieza se le considera como una sola unidad (NTP 251.102, 2016) (Figura 2).

Las formas de los nudos presentes en las caras de la pieza de madera dependen de la dirección del corte respecto al nudo (Diaz, 2008). Cuando el corte se hace en sentido perpendicular al nudo, éste aparece redondo; si el corte es oblicuo, el nudo aparece ovalado; y si es paralelo al eje de la troza, los nudos presentan formas alargadas (Chang *et al.*, 2002).

b. Inconvenientes de los nudos

Los nudos presentan importancia fundamental para determinar la calidad de la madera, de tal manera que en la mayoría de las especies y principalmente en coníferas es el parámetro que más influye en el valor de la madera. Así mismo, existe una referencia en la variación de precios entre madera podada y no podada, en la que el valor de los árboles puede aumentar entre el 170% y el 220% en maderas blandas y del 220% y el 550% en maderas duras (Vignote *et al.*, 2017). Los nudos también tienen un efecto significativo sobre la resistencia mecánica de la madera, el cual es más perceptible en las coníferas debido a su forma de crecimiento (Dávalos & Limón, 2009). Los caracteres organolépticos y las propiedades físico-mecánicas son diferentes entre los nudos y el leño que lo circunda (Spavento & Keil, 2008).

Vignote & Martínez (2006) han encontrado una serie de inconvenientes que representan los nudos en las piezas de madera aserrada, estos son:

- De orden físico: Son causa de deformaciones en las piezas, producto de la menor resistencia en las secciones donde aparece y dificultan en gran medida la trabajabilidad de la madera.



Figura 2: Presencia de nudos arracimados en una pieza de madera de *Pinus tecunumanii*

- De orden mecánico: Los nudos disminuyen de forma notable la resistencia de la madera, sobre todo a los esfuerzos de tracción y flexión, pudiendo suponerse como símil, la existencia de un agujero en la madera (Figura 3). En este aspecto, cuanto mayor sea el tamaño del nudo, mayor será la pérdida de resistencia. La posición del nudo en la pieza también influye en la pérdida de resistencia, siendo desfavorables los nudos ubicados en el centro (Vignote & Martínez, 2017).

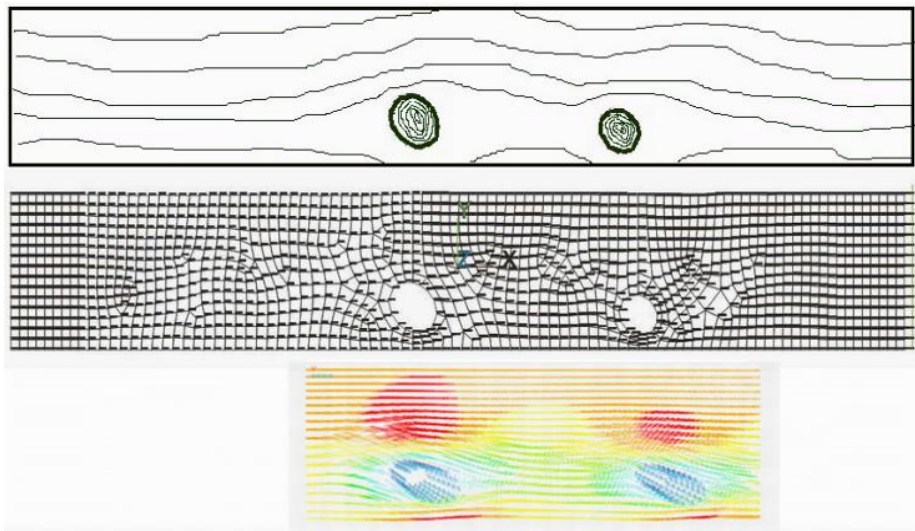


Figura 3: Efecto de distribución de tensiones de una viga como consecuencia de los nudos

Fuente: (Guindos, 2011)

- De orden estético: Los nudos rompen el patrón de diseño del veteado y el color de la madera. Según esto, cuanto mayor sea el nudo y mayor su coloración (caso de nudos oscuros), más se deprecia la pieza de madera (Vignote *et al.*, 2017). Sin embargo, esto puede presentar percepciones relativas, ya que se ha observado que la apariencia estética y el diseño producido genera atracción a los consumidores, empleándose en usos no estructurales y especialmente como recubrimiento (García, 2008) (Figura 4).

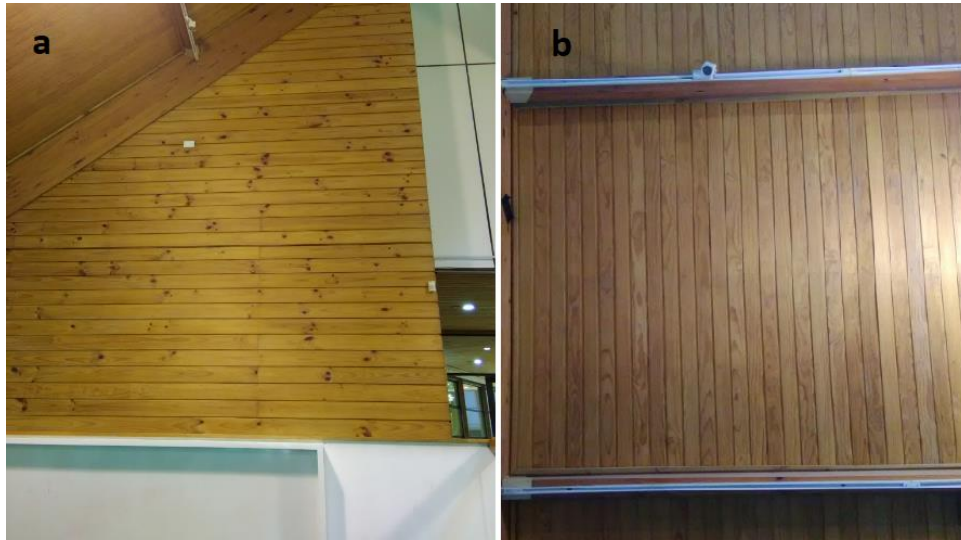


Figura 4: Recubrimiento de madera de pino radiata. Madera con presencia de nudos (a) y madera libre de nudos (b)

2.6.2. Bolsas de resina

Son cavidades llenas de resina entre los estratos que componen los anillos de crecimiento (Chang *et al.*, 2002; González *et al.*, 1995; INFOR, 2000). Suelen tener una forma alargada, se establecen en la dirección del eje longitudinal del árbol y son formados por la mayoría de las coníferas (Guindos, 2011). Se producen como respuesta de defensa ante un fenómeno traumático (Vignote & Martínez, 2006; Guindos, 2011). Sin embargo, también suelen aparecer en la zona afectada de la rama como respuesta al ataque de algún patógeno (Hevia, 2012). Vignote & Martínez (2006) determinaron que la frecuencia, número y tamaño de las bolsas de resina son características hereditarias de la especie. Kollman (1959) indica que las bolsas de resina son más frecuentes en el pino radiata debido a sus canales resiníferos, haciendo que este

efecto desclasifique la madera para ebanistería; aún en el duramen, la bolsa de resina conserva su color claro, alterando aún más su aspecto.

Las bolsas de resina generan efectos físicos que influyen en el proceso de transformación primaria de la madera (Vignote *et al.*, 2013). “En las operaciones de corte con sierra, cuchilla, fresa o desbaste, la resina contenida en la bolsa embota la herramienta, de forma que merma parcial o totalmente su operatividad” (Vignote & Martínez, 2006).

Sus efectos sobre la resistencia mecánica dependen de la cantidad, dimensiones y ubicación en las piezas de madera (Chang *et al.*, 2002). Las bolsas de resina limitan el uso de la madera al reducir sus propiedades mecánicas, sobre todo la resistencia al corte o cizallamiento en uniones con otros elementos de madera (Spavento & Keil, 2008; INFOR, 1979). Al igual que los nudos situados en la zona de tracción, suponen una disminución de la sección eficaz de la pieza (Guindos, 2011). Estéticamente también afectan en la apariencia de la madera en donde adquiere un color tostado y poco agradable (Vignote *et al.*, 2013).

2.6.3. Médula

Es la parte central del tronco que se encuentra constituida especialmente por tejido parenquimático, y que queda incluida dentro de una pieza de madera aserrada, representando una zona blanda con escasa resistencia mecánica, color y susceptibilidad al ataque biológico (Spavento & Keil, 2008; González *et al.*, 1995; Chang *et al.*, 2002, González *et al.*, 2004). La médula en el árbol no es un defecto, sino más bien es un elemento anatómico característico y la consideración como defecto es debido a su constitución por células parenquimáticas que son totalmente diferentes del xilema y la hace desprestigiar a la pieza de madera que la contiene (Vignote & Martínez, 2006; Guindos, 2011). La médula se presenta con mayor frecuencia en piezas de madera procedente de árboles jóvenes en comparación de árboles adultos (González *et al.*, 2004).

El tamaño de la médula oscila normalmente entre 1 y 2 mm (Kollmann, 1959). Presenta sección circular, poligonal o estrellada (Guindos, 2011). Solo algunas especies presentan médulas de

tamaños diferentes, entre las que destacan los 15 mm de diámetro en la madera de palo balsa y los 10-12 mm de diámetro en el sauco y otras especies (Vignote & Martínez, 2006). La médula es más larga que la bolsa de resina, y esta última presenta tamaños diferentes (INFOR, 2000). Para su reconocimiento se debe observar las cabezas o testas de la pieza de madera aserrada, ya que se ubica en la zona concéntrica de los anillos de crecimiento que permite determinar su longitud a lo largo de la pieza (Chang *et al.*, 2002).

Para González *et al.* (2004) la médula se presenta como médula incluida dentro de la pieza o aparece en una de las caras; así se puede obtener:

- Médula incluida dentro de una pieza: la aparición de este defecto después de transformado en un producto produce su descalificación.
- Médula que aparece en la superficie de la pieza: afecta en la apariencia, trabajabilidad y la resistencia mecánica de la madera.

Dado que las características de la médula son bastantes constantes, no se han documentado medidas silvícolas que permitan reducir el tamaño de este defecto, solo se puede reducir su porcentaje en el total de la madera, aumentando el diámetro de turno de corta (Vignote & Martínez, 2006).

2.7. Aserrío de madera de plantaciones

Los aserraderos son instalaciones industriales que procesan las trozas en distintos tipos de madera aserrada, en bruto como las vigas, viguetas, tablones y tablas, y con un mayor proceso como madera canteada, retestadas, calibradas, clasificadas, secas al aire o en hornos de secado (García *et al.*, 2002).

La JUNAC (1989) define al aserrado como la transformación primaria de las trozas y que consiste en dar a la madera rolliza una escuadría determinada empleando sierras manuales o mecánicas, en un mínimo de tiempo y con el menor gasto de energía. Otra definición establecida

para el aserrío, como un proceso mediante el cual se convierte la madera rolliza a tablas, tablones, polines, vigas, durmientes, crucetas, entre otros, empleando maquinarias, equipos, recurso humano, fuente de energía y dinero (García *et al.*, 2001). En este proceso se emplea la materia prima (árboles cortados y trozados), conocidos como trozas o rollizos, para producir madera aserrada con fines diversos, como la madera para construcción, madera para embalaje, muebles, puertas entre otros (Lima, 2016; Meza & Simón, 2007).

La JUNAC (1989) establece que en el proceso de aserrío se deben lograr cinco objetivos fundamentales:

- Obtener calidad de superficies y precisión de cortes.
- Obtener eficiencia en la operación.
- Limitar el desgaste de las herramientas.
- Limitar el consumo de energía.
- Limitar la pérdida de materia prima.

El aserrío convencional de las trozas se consigue utilizando una sierra cinta o una sierra circular simple o doble dependiendo del diámetro de las trozas. Un carro lleva la troza a lo largo de la sierra principal a la que se amordaza, y donde puede voltearse para presentarla a la misma de manera que se consiga el mejor aserrado posible. La sierra principal corta longitudinalmente la troza, definiendo el espesor de la madera, seguidamente, las piezas ingresan a la canteadora en donde se determina el ancho de la tabla. Las piezas canteadas son cortadas con una despuntadora para obtener los largos comerciales requeridos. Estos procesos comprenden el aserrío, sin embargo, pueden presentarse ligeros cambios debido a la posición y/o ordenamiento de la planta, y la incorporación de nuevas máquinas. En el proceso de aserrío la madera rolliza se corta en piezas con espesores, anchos y longitudes según las necesidades del mercado (FAO, 1991).

Rocha (2002) menciona que el sistema de aserrío convencional consiste en aserrar sin realizar una clasificación de calidades a las trozas y sin definir un modelo de corte para cada clase diamétrica y para cada especie. Tal condición, induce a la obtención de un bajo rendimiento de aserrío, generando una gran cantidad de subproductos, muchas veces considerados residuos del proceso (Almeida *et al.*, 2014). Cuando se trata de madera procedente de plantaciones, como el caso de los pinos, los diámetros son menores y homogéneos, lo que facilita el empleo de técnicas de optimización. La clasificación eficiente y el establecimiento del modelo de corte proporcionan buenos resultados (Leite, 1994). Así, el aserrío optimizado emplea un sistema de corte previamente estudiado con la finalidad de maximizar la utilización de la troza, es decir, las trozas son clasificadas y aserradas dentro de un patrón de corte para cada clase diamétrica (Almeida *et al.*, 2014).

El principal objetivo del proceso de aserrío es el aprovechamiento máximo de las trozas con la obtención de la mayor cantidad y buena calidad de las piezas de dimensiones comerciales, además, el aserrío depende exclusivamente de la experiencia del aserrador (Bustamante, 2010). Murara *et al.* (2005) afirman que se pueden producir elevadas pérdidas de materia prima, debido a la ausencia de tecnologías adecuadas, encareciendo el proceso y existiendo la necesidad de consumir mayor volumen de trozas para producir la misma cantidad del producto aserrado. La selección de los operadores para la sierra principal, reaserradoras, canteadoras y despuntadoras presenta gran interés, ya que estos, constantemente se encuentran tomando decisiones que influyen en el buen funcionamiento y correcto corte de las maquinas, decisiones que a su vez se encuentran directamente relacionadas con la productividad, la calidad de las piezas y el porcentaje de recuperación de la materia prima (Murara *et al.*, 2005).

En cuanto a los problemas que pueden presentarse durante el proceso de aserrío, Esteves *et al.* (2010) los define como las variaciones en las dimensiones de las piezas aserradas, pudiendo no cumplir con lo estipulado por las normas de producción. Así mismo señala como principales defectos de un aserrío incorrecto: el sobredimensionado, la variabilidad en el espesor de las tablas y la presencia de corteza. La variación de corte en el espesor es mayor en cuanto al volumen que representa comparativamente hablando en relación con el ancho y al largo (Ramos, 2006). Para Zavala (1994) la variación en el espesor de la madera debido a la variación de corte

por aserrío puede ser bastante significativo, el exceso de dimensionamiento puede representar hasta un 10 % del volumen total de madera verde sin cepillar (Berrospi & Herrera, 2014). Gerwing *et al.* (2001) coinciden que la variación en el espesor de la madera procesada, resultante del empleo de equipos de procesamiento inapropiados o desgastados, provocan pérdidas de más del 8% del volumen durante el aserrío. Asimismo, Zavala (1991) afirma que “la variación del corte se manifiesta a través de la variación en espesor de la madera aserrada, y se le considera como una medida de la precisión mecánica de trabajo de los equipos de aserrío” (Berrospi & Herrera, 2014).

El aserrío en la industria nacional presenta muchos problemas, entre ellos destacan la escasa implementación y desarrollo tecnológico, el insuficiente abastecimiento de materia prima, la falta de planificación y la limitada información básica en cuanto a estudios de rendimiento de aserrado para las especies provenientes del bosque natural y de plantaciones forestales (Llavé, 2008; Bustamante, 2010).

2.8. Rendimiento y factor de conversión

El término rendimiento se define como la relación entre el volumen de madera aserrada resultante y el volumen de madera rolliza producto del aserrío (Quirós *et al.*, 2005; Aguilera *et al.*, 2005; Bustamante, 2010). Cuyo valor es expresado en porcentaje (Biasi, 2005; Rodríguez *et al.*, 2013).

Tuset y Durán (2007) definen como coeficiente de aserrío a la relación del volumen de madera aserrada que se obtuvo y el volumen de las trozas que fue aserrado para producirla. Este término también es conocido como coeficiente de conversión, factor de conversión o factor de recuperación de madera aserrada y constituye un indicador de la tasa de utilización de las trozas en el proceso de aserrío (Quirós, 1990).

García *et al.* (2001) y Nájera *et al.* (2011) indican que el rendimiento de aserrío es uno de los principales indicadores para medir la eficiencia de la industria de transformación primaria, y en este se refiere al grado de utilización de la materia prima que garantiza la comercialización del

producto. Asimismo, Bran *et al.* (2002) afirma que la determinación del rendimiento por troza, en algunos casos es de importancia para la comercialización de la madera en rollo o para cálculos complementarios en los inventarios forestales.

Determinar el rendimiento en el procesamiento de la madera, a través de mediciones detalladas desde que las trozas ingresan al aserradero hasta que salen transformadas en productos finales, es una forma de conocer las deficiencias de las fases específicas del proceso de aserrío, lo cual posibilita realizar mayores ajustes y monitoreos necesarios que conduzcan a lograr una mayor eficiencia en la transformación primaria de la madera (Rueda *et al.*, 2010). Determinar el rendimiento de aserrío con rapidez y con alta confiabilidad, facilita la toma de decisiones sobre el desempeño industrial, uso correcto de la materia prima, además que permite reducir costos y evitar pérdidas durante el proceso productivo (Valerio *et al.*, 2008). De la misma manera, Rocha (2002) indica que el rendimiento puede servir como parámetro de base para los manejadores de los aserraderos, para que evalúen con relativa transparencia si las operaciones de producción están siendo correctamente ejecutadas en la empresa.

2.9. Factores que influyen en el coeficiente de conversión en el aserrío

El rendimiento de aserrío está influenciado por una interacción de diversos factores, tales como características propias de la especie, calidades de las trozas, la maquinaria, patrón de corte, tipo de sierra, calidad y dimensiones de los productos generados, habilidad y capacidad del operario, mantenimiento del equipo y principalmente por los diámetros de las trozas (Murara *et al.*, 2005; Nájera *et al.*, 2010; Esteves, 2010; Almeida, 2014). Mientras que Álvarez *et al.* (2010) citados por Orozco *et al.* (2016) indican que el diámetro, la longitud y la conicidad de las trozas son las variables que presentan mayor incidencia y que afectan en el rendimiento de la madera aserrada. Se ha determinado que conforme disminuyen los diámetros de las trozas, disminuye el rendimiento de aserrío (Quirós *et al.*, 2005). Así, en el aserrado de trozas provenientes del bosque natural con diámetro promedio de 60cm, el rendimiento varía de 45-75%; en cambio al procesar madera de raleo cuyo diámetro promedio es de 15cm, el rendimiento apenas alcanza de 30 a 35% (Serrano 1991). Esto indica, que en una industria trabajando con trozas de pequeños diámetros, necesita procesar un mayor número de trozas para producir el mismo volumen de

madera aserrada en comparación a una industria que trabaja con trozas de diámetros mayores (Biasi, 2005).

El tipo de sierra principal también afecta el rendimiento en la transformación primaria, ya que se encuentra influenciado por la amplitud de corte, y los residuos generados están asociados a la producción de aserrín (Quirós *et al.*, 2005). PROMAMAZONIA (2011) encontró que, al emplear la sierra principal de cinta, se pierde alrededor de cinco a siete por ciento del volumen real de la madera en forma de aserrín. Por otra parte, Serrano (1996) determinó que, al utilizar una sierra circular doble con una hoja de 70cm de diámetro y 7mm de espesor en el corte para el aserrío de trozas de melina (*Gmelina arborea*) con diámetro promedio de 16,4cm, el rendimiento de la madera aserrada fue del 33%. Mientras que, al utilizar un aserradero portátil con sierra de cinta en trozas de la misma especie y diámetro promedio de 19,1cm, el rendimiento fue del 52,75% (Gómez & Chinchilla, 2004).

La variación del aserrío influye también de forma significativa en el rendimiento y calidad de la madera, grandes variaciones en el espesor de las piezas aserradas provocan un menor rendimiento, y que a variaciones elevadas se requieren mayores sobredimensionamientos en las piezas (Nájera *et al.*, 2006). Berrospi & Herrera (2014) encontraron que el porcentaje de volumen perdido por exceso de dimensionamiento de las piezas de madera aserrada fue de hasta 11%, lo que significa una disminución del rendimiento con relación a que si se logran cortar a la dimensión indicada.

Las clases de trozas y su calidad también afectan en el rendimiento debido a las características específicas como la conicidad, torceduras, achatamientos, médula migrante, ramas-nudos vivos o muertos, asociado además de tensiones internas que dificulta el procesar de trozas largas (Serrano, 1991). Según Bryant (1996) citado por Orozco *et al.*, (2016) afirma que el rendimiento por clases de madera aserrada obtenida de las trozas de una especie en particular no es uniforme en los aserraderos de una zona específica, ya que existen muchos factores que pueden influir en la proporción de cada grado de calidad o clase producida. Conocer el rendimiento por clase de madera aserrada de las diferentes especies comerciales y las características de las trozas, permite hacer una discriminación de los grados o clases de madera, y que son información valiosa para

predecir la producción maderera por calidades en una región (Orozco *et al.*, 2016). Nájera (2012) menciona que, al no existir dos aserraderos iguales, las variables que influyen en el rendimiento de aserrío rara vez son las mismas, por lo que es importante conocer como estos factores afectan en el rendimiento y entender el grado de utilización que es posible alcanzar con la materia prima, con la finalidad de establecer mecanismos que permitan incrementar el nivel de aprovechamiento.

2.10. Coeficiente de conversión y rendimientos obtenidos en el país

La Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, establece para el país un coeficiente de rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de 52% (INRENA, 2005).

2.10.1. Rendimientos de trozas provenientes del bosque natural

Huarcaya (2011) encontró rendimientos promedios de 22,75% y 37,12% para las especies *Myroxylon balsamun* y *Dipteryx micrantha* provenientes del bosque natural en la zona de Ñapari-Madre de Dios, empleando sierra principal de cinta. Wong (2014) trabajando con la especie de *Dipteryx micrantha* (shihuahuaco) y empleando sierra cinta, obtuvo un rendimiento de aserrío de 42,77 % en la zona de Iquitos, destinado a la producción de decking. Ramírez (2019) obtuvo rendimientos de 42,2% y 45,4% para las especies de *Copaifera reticulata* y *Ceiba pentandra* respectivamente, de trozas provenientes de concesiones forestales en la provincia de Tahuamanu en Madre de Dios, empleando sierra cinta y produciendo piezas desde 1” a 4” de espesor. Gonzales (2018) determinó un rendimiento de 51,27% para trozas de primera calidad de la especie de huimba negra (*Ceiba samauma*) provenientes del bosque natural en la zona de Ucayali, aserrando con sierra cinta y obteniendo piezas de espesores variables. Ccahuana (2007) obtuvo para la especie de caoba (*Swietenia macrophylla*) un rendimiento de 39,62% de aserrío en Tahuamanu-Madre de Dios empleando sierra cinta. Finalmente, Canchanya (2011) encontró que el rendimiento de aserrío para la especie de leche caspi (*Brosimum utile*) fue de 63,1% para trozas provenientes del bosque en la zona de Villa Rica, Oxapampa-Perú.

2.10.2. Rendimiento de trozas provenientes de plantaciones

Yepes & Linares (2007) obtuvieron un rendimiento promedio de 30% con el uso de sierra cinta para trozas cuyos diámetros promedios fueron de 20-60cm, provenientes del raleo de una plantación forestal de 30 años de la especie de tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en la región de Loreto. Por otra parte, Arroyo (2010) determinó el factor de conversión de 0,65 para trozas de 27,8cm de diámetro promedio para eucalipto (*Eucalyptus globulus*) provenientes de una plantación agroforestal en el valle del Mantaro empleando sierra cinta, donde obtuvo piezas de 1” a 5” de espesor. Yalico (2012) determinó los rendimientos de 65,5% para *Eucalyptus saligna* y 55,8% para *Junglas neotropica*, de trozas provenientes de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en la región Pasco, empleando sierra cinta. Llavé (2008) determinó un factor de conversión de 0,48 para trozas que van desde los 13,5cm a 41,1cm de diámetros provenientes del raleo de una plantación de teca (*Tectona grandis*) para la zona de Chanchamayo, usando sierra cinta y aserrando principalmente piezas de 1” y 2” de espesor. Finalmente, Montenegro (2015) obtuvo un coeficiente de conversión de 0,43 para trozas de 25,1cm de diámetro promedio de *Pinus patula* de 22 años, provenientes del raleo de una plantación en Porcón-Cajamarca aserrando con sierra cinta y obteniendo piezas de ¾” y 1” de espesor.

2.11. Coeficientes de conversión y rendimientos obtenidos en Latinoamérica

Vilches (2005) obtuvo valores de aprovechamiento del 60% para trozas provenientes de la clase diamétrica 30-36cm de la especie *Pinus radiata* en la zona de Valdivia-Chile, empleando sierra cinta. Murara *et al.* (2005) determinaron rendimientos que varían entre 35,24% a 43,92% para el aserrío tradicional y rendimientos de 41,65% a 63,04% para el aserrío optimizado usando sierra cinta en trozas cuyos diámetros promedios abarcaron de 18 a 44cm para la especie *Pinus taeda* en Brasil. Bermúdez *et al.* (2006) encontraron un rendimiento promedio de 63,4% en el aserrío de trozas de diámetros menores (16-24cm) de *Gmelina arborea* provenientes de una plantación forestal en Costa Rica, empleando sierra cinta. Esteves *et al.* (2010) empleando un aserradero portátil de sierra cinta, obtuvieron un rendimiento superior al 66% para trozas provenientes de una plantación en Brasil de *Pinus elliottii*, cuyo diámetro promedio fue 34 cm. Ortiz *et al.* (2016) determinaron el coeficiente de aprovechamiento promedio de 48,27% para

trozas del género *Pinus*, empleando sierra cinta en la región de Oaxaca-México. Orozco *et al.* (2016) obtuvieron rendimientos de aserrío para cuatro especies de pinos; *Pinus leophylla* (44,84%), *Pinus strobiformis* (49,40%), *Pinus durangensis* (43,18%) y *Pinus teocote* (47,47%) empleando sierra cinta, para la zona de Durango, México. Valerío (2009) empleando sierra cinta, determinó el rendimiento de aserrío de 49,2% para trozas de *Araucaria angustifolia* provenientes de plantaciones forestales en Paraná, Brasil. Quirós *et al.* (2005) obtuvieron rendimientos de 39%, 30% y 27% para las especies de *Gmelina arborea*, *Acacia mangium* y *Terminalia ivorensis* respectivamente, provenientes de trozas del primer raleo comercial de 6 y 8 años en Costa Rica, utilizando sierra cinta en el proceso de aserrío. Aldás (2014) determinó un rendimiento de aserrado de 45% empleando sierra cinta y un 35% de aprovechamiento utilizando sierra circular para la especie de *Pinus radiata* proveniente de plantaciones en Ecuador. Guerra (2016) determinó para la especie *Pinus oocarpa*, un rendimiento promedio de aserrío de 54,31% para trozas provenientes de bosque natural y 53,33% para trozas provenientes de sistemas silvopastoriles en Honduras usando sierra cinta. Finalmente, Cevallos *et al.* (2017) detalla que para la especie de *Pinus radiata* obtuvo rendimientos de 34,94% de troza a bloque, 43,29% de bloque a tabla y 15,08% en la transformación directa de troza a tabla, en la elaboración de pallets en Ecuador usando sierra cinta.

2.12. Tabla de rendimiento

Es una tabla que determina el volumen probable de madera aserrada a obtener a partir de la madera rolliza distribuidas en diámetros y longitudes (Bustamante, 2010). Por otra parte, Henry *et al.* (2004) menciona que es un método empleado para obtener estimaciones confiables de madera aserrada, y consiste en obtener a partir de una muestra el volumen real, y después relacionarlo con la variable deseada de la troza que sea de fácil medición como el diámetro y/o longitud, así mediante ajustes matemáticos se obtiene una ecuación que permite relacionar las variables de estudio y construir la tabla de rendimiento. Montenegro (2015) indica que las tablas de rendimiento deben responder a la variación de las dimensiones de las trozas y a las especies que se procesan.

Se han venido trabajando en la creación de tablas de rendimiento a nivel nacional a través de los años. Uno de ellos fue Bazán (1986) quien elaboró tablas de rendimiento para las especies de cedro (*Cedrela odorata*) y tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en la zona de Pucallpa, estas tablas se orientaron en el factor de conversión en aserrío. Se utilizó 100 trozas de cada especie, y mediante un análisis de regresión lineal simple entre el diámetro promedio de las trozas y el factor de conversión, obtuvo una ecuación que permitió obtener el factor de conversión de una troza de diámetro conocido.

Del Pozo (1996) elaboró una tabla de rendimiento para *Pinus patula* con trozas de madera provenientes del raleo de una plantación de 11 años en el aserradero de ADEFOR-Cajamarca, empleando las variables de factor de conversión y el diámetro de la troza. Arroyo (2010) trabajó en la creación de una tabla de rendimiento, encontró una correlación lineal entre el factor de conversión y el diámetro de la troza; mas no para la relación entre el factor de conversión y la longitud de la troza, para trozas de *Eucalyptus glubulus* procedentes de una plantación agroforestal en el valle del Mantaro. Asimismo, Montenegro (2015) construyó una tabla de rendimiento para *Pinus patula* con trozas provenientes del raleo de una plantación de 22 años en Cajamarca (Tabla 1).

Tabla 1: Tabla de rendimiento para *Pinus patula*

Diámetro de la troza		Longitud de trozas en pies y metros						
		4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
Pulgadas	cm	(1,22m)	(1,52m)	(1,83m)	(2,13m)	(2,44m)	(2,74m)	(3,05m)
6	15,2	3	4	5	6	7	8	9
10	25,4	11	14	17	19	22	25	28
11	27,9	13	17	20	24	27	31	34
12	30,5	16	21	25	29	33	37	42
13	33,0	20	25	30	35	40	45	50
14	35,6	23	29	35	41	47	52	58
15	38,1	27	34	41	47	54	61	68
16	40,6	31	39	47	55	63	71	78
17	43,2	36	45	54	63	72	81	90
18	45,7	41	51	61	71	82	92	102
19	48,3	46	57	69	81	92	104	115
20	50,8	51	64	77	90	103	116	129

Fuente: (Montenegro, 2015)

III. METODOLOGÍA

3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones del aserradero Frey, ubicado en Prolog. Av. San Martín S/N, en la ciudad de Oxapampa, provincia de Oxapampa, en la región Pasco.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- 90 trozas de pino tecunumani
- 2 cintas métricas de 5m con precisión $\pm 1\text{mm}$
- 2 vernieres digitales Ubermann con precisión $\pm 0.01\text{mm}$
- Marcadores indelebles
- Tizas de colores
- Pintura en aerosol de colores
- Norma técnica INTE C99:2014
- Libretas, lápiz y borrador

3.2.2. Equipos

- Cámara fotográfica de Huawei P20 Leica Summilux-H1:1.6/27 ASPH
- Laptop HP OMEN 15-en00011a con software estadístico

3.3. Metodología

3.3.1. Caracterización de la planta de transformación primaria

El aserradero Frey, se encuentra clasificado según INRENA-UNALM (2008) con la denominación de aserradero pequeño y perteneciente al grupo “C”. Cuenta con una capacidad instalada de 5,9 m³ (2500 Pt) por turno. Realiza el aserrado de las trozas para la comercialización de la madera en húmeda o seca (secado natural) y también realiza servicio de aserrío a terceros. El abastecimiento de la madera se produce a través de la compra bosques plantados, en donde el personal realiza las tareas de tumbado, trozado, carguío y transporte hacia el aserradero. Eventualmente compra las trozas por “cargas o camionadas” a los propietarios de las plantaciones que comercializan la madera directamente en puerta. El aserradero trabaja principalmente con la especie de *Pinus tecunumanii* debido a la abundancia en la zona, sin embargo, también asierra otras especies exóticas como *Pinus oocarpa*, *P. patula*, *Cupressus sp.*, *Eucalyptus sp.*, y nativas en menor medida como nogal (*Junglans neotropica*), ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii*), chontaquiro (*Hymenolobium sp.*), entre otros. El aserradero cuenta con superficie de 3197 m² distribuido en diferentes áreas como se muestra en la Figura 5 y se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2: Distribución de áreas de planta del aserradero Frey

Nro	Áreas del aserradero	Superficie (m²)
1	Patio de trozas-patio de secado	1363,67
2	Depósito de madera	529,95
3	Área de transformación primaria-secundaria	352,66
4	Almacén de madera	211,55
5	Servicios higiénicos	20,96
6	Almacén	221,86
7	Área de machimbrado-canteado	164,72
8	Taller de afilado	153,61
9	Taller de mecánica	87,80
10	Oficina	62,59
11	Garaje	27,63
	Total	3197,00

El aserradero Frey cuenta con el siguiente personal:

Personal Administrativo

- 01 técnico de aserrado, encargado del aserradero
- 01 administrador, encargado de ventas.

Personal de Producción

- 5 operarios
- 1 mecánico

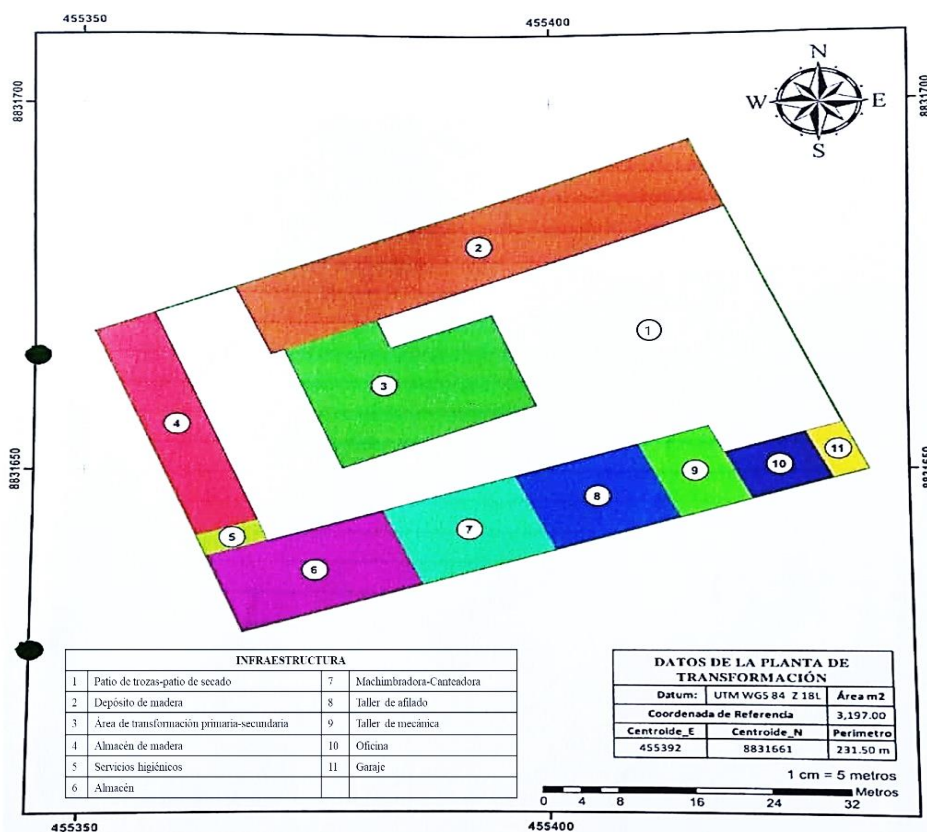


Figura 5: Distribución de áreas del aserradero Frey

El grado de capacitación de los operadores es bajo, debido al aprendizaje empírico. Solo los operadores de la sierra principal, canteadora, fresadora, molduradora y máquina de afilado, manifiestan instrucción técnica a través de capacitaciones periódicas. El personal de producción continuamente recibe charlas sobre seguridad en el empleo de máquinas y herramientas. En la Tabla 3, se detalla las maquinas que se emplean en el aserradero Frey.

Tabla 3: Características de las maquinas del aserradero Frey

Maquinas del aserradero	Descripción
Sierra cinta principal	<p> Marca: William Guillet (Francia) Fabricación: 1960 aproximadamente Motor: Trifásico de 29,4 kW (40 HP), marca Normacem (Francia) Volante: 110 cm (43") Ancho de cinta: 8,81 cm (3½") Tipo de dientes: Simples sin estilizado tipo lobo Ancho de corte: 3 mm Mantenimiento: Engrase semanal y mantenimiento completo cada dos meses. Aserrín: Liberación a fosa. </p>
Carro portatroza	<p> Marca: William Guillet (Francia) Fabricación: 1960 aproximadamente Motor del winche: trifásico de 3,5 kW (5 HP) marca Patay Sistema de puesta a medida de las escuadras: Electromecánico Cable del winche: 20 m de longitud y 7,94 mm (5/16") de diámetro. Longitud de rieles: 15 m y distancia entre rieles: 1,2 m Ancho del carro: 5,5 m Ruedas: 10 ruedas y 3 escuadras, modificadas con dos escuadras funcionales. Graduación de corte: mecánico de 0-3 pulgadas, hasta 2 mm mínimo. Volteo de trozas: manual Mantenimiento: Engrase semanal y mantenimiento completo cada dos meses. </p>
Canteadora	<p> Marca: Fabricada en Oxapampa Motor: Trifásico de 6,7 kW (9 HP), marca DELCROSA (Perú). Transmisión: 2 fajas en "v" Diámetro de disco: 40,6cm (16") Tipo de dientes de disco: Fijos Afilado: Después de cantar cada 1000 pies tablares Numero de guías: Una guía con una escuadra Capacidad máxima de corte: 12,7cm (5") Ancho de corte: 5mm Mantenimiento: Engrase semanal y mantenimiento completo cada dos meses. </p>

3.3.2. Caracterización de las trozas

Las trozas provenientes de las plantaciones de pino tecunumani, son aserrados a partir de 15,2cm (6 pulgadas) de diámetro en el extremo menor. Para el presente estudio, las trozas procedieron de la cosecha final de una plantación de *Pinus tecunumanii* no manejada de 18 años de la zona de Chontabamba-Oxapampa, ubicadas entre las coordenadas UTM 447532-8828030m E y 448406-8828065m N (Zona 18 L). La selección de las trozas se realizó al azar en el patio de trozas del lote que se encontraba presente.

3.3.3. Cálculo del tamaño de muestra

Para la determinación del número de trozas con las que se trabajó, se empleó la metodología propuesta por el INRENA-UNALM (2008) que establece el tamaño de muestra a partir de la aproximación de la variabilidad del volumen de las trozas. El cálculo del coeficiente de variabilidad se realizó a partir de un pre-muestreo en base a 30 trozas de la especie estudiada.

El tamaño de muestra se obtuvo a partir del Coeficiente de Variabilidad (CV) del volumen de madera rolliza, el error de muestreo y el valor tabular de la función t-student. Se aplicó la siguiente expresión matemática:

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E^2}$$

Donde:

n : tamaño de la muestra redondeado al inmediato superior a partir de 0,5.

t : valor de la tabla t-student para (30-1) grados de libertad con 95% de probabilidad ($t \approx 2$).

CV : Coeficiente de variabilidad en porcentaje.

E : Error de muestreo del 10% que refleja el grado de imprecisión al estimar el parámetro poblacional a partir de la muestra.

3.3.4. Recopilación de datos

a. Selección y marcado de trozas

Una vez obtenido el tamaño de la muestra, se seleccionaron de forma aleatoria las trozas que fueron utilizadas en el estudio, estas fueron separadas de la pila a una zona de evaluación a medida que se avanzaba con el proceso de aserrío con la finalidad de no generar desorden en el patio de trozas.

Seguidamente, se procedió a pintar uno de los extremos de cada troza con pintura en aerosol de colores (resistente al agua) para diferenciarse entre ellas, debido a que las trozas estuvieron sometidas a las continuas lluvias de la temporada. Además, se codificaron ambos extremos con una numeración ordenada y consecutiva.

b. Medición de las trozas

Las mediciones se realizaron a los diámetros y a las longitudes de las trozas (Figura 6):

- Diámetro mayor: se realizó en el extremo mayor de la troza, se tomó dos medidas en cruz sin considerar la corteza y en centímetros.
- Diámetro menor: se realizó en el extremo menor de la troza, se tomó dos medidas en cruz, sin considerar la corteza y en centímetros.
- Longitud de la troza: se tomó del extremo mayor al extremo menor o viceversa en metros.

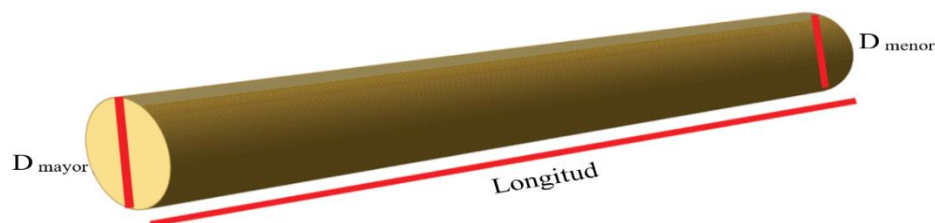


Figura 6: Mediciones realizadas a las trozas de pino tecunumani

Modificado de: (CARDER, 2013).

Adicionalmente, se tomaron las características y defectos de las trozas seleccionadas, seguidamente se continuó con el proceso de aserrío.

c. Proceso de aserrío

El proceso de aserrío inició con el cargado de forma manual de las trozas al carro porta trozas. Seguidamente, las trozas fueron aserradas en la sierra principal de cinta realizando volteos manuales. En este punto se definió el espesor de las piezas. Se trabajó aserrando a piezas de una pulgada de espesor principalmente; sin embargo, las ultimas porciones de las trozas despiezadas, fueron de una pulgada y media o dos pulgadas de espesor, esto debido a la porción que sujeta la uña del carro portatrozas. Todas las piezas resultantes del aserrío fueron identificadas con el mismo código de la troza de procedencia anteponiendo la letra “P”. Las piezas que necesitaron ser canteadas, pasaron a la canteadora para definir su escuadría. Finalizado el proceso, la madera fue apilada para su posterior registro de piezas aserradas sin la operación del despuntado.

d. Medición y evaluación de la madera aserrada

Las piezas de madera aserrada húmeda fueron evaluadas en el patio de madera aserrada. Para la medición de las tablas, fueron tomadas en base a INRENA-UNALM (2008) como se observa en la Figura 7.

- Espesor: se tomó tres medidas sobre la escuadría, consignando la menor medida
- Ancho: se tomó tres medidas sobre una de las caras, consignando la menor medida
- Longitud: se tomó la distancia en el eje central, entre los extremos de la pieza aserrada.

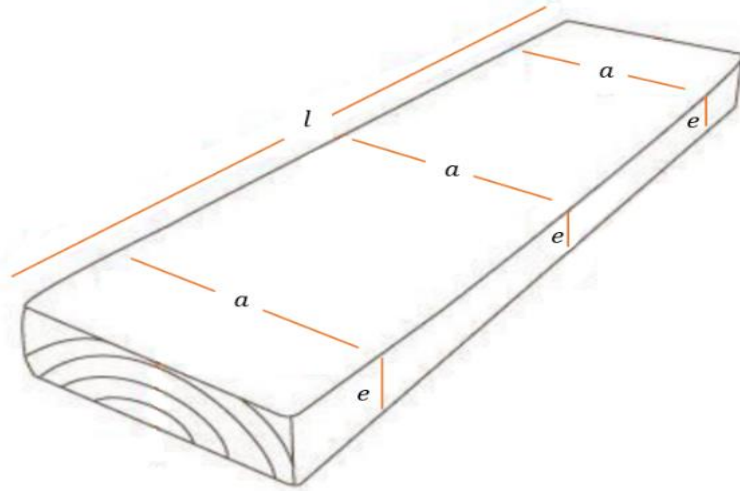


Figura 7: Criterios de medición de una pieza de madera aserrada

e. Clasificación de la madera aserrada por grados de calidad

Se clasificó la madera aserrada empleando la norma INTE C99:2014: “Madera aserrada para uso general. Requisitos”. Esta norma fue presentada el 2014 en base a los criterios de clasificación y niveles de tolerancia establecidos en tres categorías de calidad.

3.3.5. Procesamiento de datos

a. Cálculo del volumen de madera rolliza y conicidad

Las trozas de pino tecunumani fueron cubicadas mediante el método de Smalian y en metros cúbicos. La ecuación empleada fue la siguiente:

$$V(ssc) = \frac{\pi}{8} \times (D^2 + d^2) \times L$$

Donde:

$V(ssc)$: Volumen de la madera sólido sin corteza en metros cúbicos

D : diámetro promedio del extremo mayor en metros

d : diámetro promedio del extremo menor en metros

L : longitud en metros

Para la determinación de la conicidad de la troza se calculó con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{D - d}{L}$$

Donde:

C : conicidad cm/m

D : diámetro promedio del extremo mayor en cm

d : diámetro promedio del extremo menor en cm

L : longitud en m

b. Evaluación de los defectos de las trozas

La evaluación de los defectos de las trozas, se realizó tomando en cuenta la propuesta elaborada en el 2008 por el Instituto Nacional de Recursos Naturales y la Universidad Nacional Agraria la Molina, que establecen tres categorías de calidad (Tabla 4). Según este sistema de clasificación de trozas; para que una troza sea considerada dentro de una de estas categorías, deberá cumplir, al menos con tres de las variables propuestas (INRENA-UNALM, 2008).

Esta metodología fue reformulada para el presente estudio de la siguiente manera:

- Para que una troza corresponda a categoría I, debe cumplir con todas variables de calificación, de esta forma se eleva de tres variables planteadas en un inicio, a nueve variables para su aprobación. De la misma manera, para que una troza corresponda a la categoría II o III, debe cumplir con los nueve requisitos que contemplan independientemente estas categorías.

Tabla 4: Clasificación de trozas según categorías de calidad

VARIABLE	CALIDAD POR CATEGORÍAS		
	PRIMERA (I)	SEGUNDA (II)	TERCERA (III)
Forma de sección	Circular	Ovalada	Irregular
Conicidad	Cilíndrica Coeficiente de ahusamiento es: ≤ 2 cm/m	Semicilíndrica Coeficiente de ahusamiento es: > 2 cm/m y ≤ 5 cm/m	Ahusada Coeficiente de ahusamiento es: ≥ 5 cm/m
Rectitud	Derecha	Semisinuosa	Sinuosa o torcida
Acañonado o Hueco	Ninguno	Hasta 25%	Mas de 25%
Rajadura	No presenta	Solo una (01) ancho(abertura) $< 2,5$ cm profundidad $< 25\%$ del largo de la troza	Mas de Una (01) ancho(abertura) $< 5,0$ cm profundidad $< 50\%$ del largo de la troza
Grieta	Solo una (01) largo $\leq 5\%$ del largo de la troza profundidad \leq 5% del radio (r)	Hasta tres (03) largo $> 5\%$ y $< 10\%$ del largo de la troza profundidad $> 5\%$ y \leq 50% del radio (r)	Mas de cuatro (04) largo $> 10\%$ del largo de la troza profundidad $> 50\%$ del radio (r)
Abultamiento	No presenta	Solo uno (01)	Mas de uno (01)
Ataque de insectos	No presenta	Ligero	Si presenta
Mancha y/o Pudrición	No presenta	Solo mancha (hongo cromógeno)	Planchas y/o pudriciones (hongo xilófago)

Fuente: (INRENA-UNALM, 2008)

c. Cubicación de la madera aserrada

El volumen de las piezas aserradas se cubicó como un sólido geométrico (paralelepípedo), para esto se utilizó la siguiente expresión matemática:

$$V(m^3) = \frac{e(mm) \times a(mm) \times l(mm)}{10^9}$$

Donde:

V : Volumen de la pieza en metros cúbicos.

e : espesor de la pieza en milímetros

a : ancho de la pieza en milímetros

l : longitud de la pieza en milímetros

Las piezas de madera aserrada obtenidas se agruparon según la clasificación comercial por productos comúnmente utilizados en el mercado nacional que realizó el INRENA-UNALM (2008) tal como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5: Clasificación por clases comerciales de las piezas de madera aserrada

CATEGORÍA	TIPO	DIMENSIONES		
		Espesor (e)	Ancho (a)	Largo (l)
Comercial	Comercial (C)	$\geq 25,4\text{mm}$	$> 15,24\text{cm}$	$> 1,83\text{m}$
		$\geq 1''$	$> 6''$	$> 6'$
Recuperación	Larga angosta (LA)	$\geq 25,4\text{mm}$	$\leq 12,70\text{cm}$	$\geq 1,83\text{m}$
		$\geq 1''$	$\leq 5''$	$\geq 6'$
	Corta (CO)	$\geq 25,4\text{mm}$	$\geq 2,54\text{cm}$	$\leq 1,52\text{m}$
		$\geq 1''$	$\geq 1''$	$\leq 5'$
Especial (E)		$\geq 12\text{mm}$	$\geq 2,54\text{cm}$	$\geq 1,83\text{m}$
		$\geq \frac{1}{2}''$	$\geq 1''$	$\geq 6'$

Fuente: (INRENA-UNALM, 2008)

d. Clasificación de las calidades de madera aserrada

La clasificación de la madera aserrada húmeda se realizó de acuerdo con la Norma INTE C99:2014 (Tabla 6). Norma “Madera aserrada para uso general. Requisitos” de Costa Rica. Esta norma establece la clasificación de la madera aserrada húmeda, seca, cepillada como sin cepillar, para uso general. Se empleó la norma INTE C99:2014 debido que la clasificación de la madera aserrada de *Pinus tecunumanii* se adapta a la mencionada norma. Los criterios de clasificación y los niveles tolerancias fueron distribuidos en tres categorías de calidad, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Clasificación por defectos a lo largo de una misma pieza para madera verde

DEFECTOS	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
Marcas de motosierra	No se permiten	No se permiten	Se permiten
Nudos	Se permiten vivos o sanos	Se permiten	Se permiten
Pudrición	No se permite	No se permite	En un área concentrada igual a máximo el 10 % de la superficie de la pieza.
Rajaduras	No se permiten	Se permiten rajaduras cortas (menor o igual que el ancho de la pieza)	Se permiten rajaduras medianas (mayor que el ancho de la pieza, pero menor que dos veces el ancho)
Agujero (mm)	Diámetro menor que 4	Diámetro entre 4 y 25	Diámetro mayor que 25 pero inferior a un 33 % del ancho de la pieza
Corteza incluida	No se permiten	No se permiten	No se permiten
Arista faltante	No se permite	Se admite siempre y cuando abarque hasta un cuarto de la longitud y un ancho máximo igual a un cuarto del espesor de la pieza.	Se admite siempre y cuando abarque hasta la mitad de la longitud y un ancho máximo igual a la mitad del espesor de la pieza.

Fuente: (INTE C99:2014)

e. Determinación del rendimiento de aserrío

La determinación del rendimiento de aserrío se obtuvo mediante la relación entre el volumen de madera aserrada de salida y el volumen de madera rolliza de entrada, se aplicó la siguiente relación:

$$R\% = \frac{V_{aserrado}}{V_{rollizo}} \times 100\%$$

Donde:

$R\%$: Rendimiento de aserrío

$V_{aserrado}$: Volumen de madera aserrada en m^3

$V_{rollizo}$: Volumen de madera rolliza en m^3

En esta etapa también se determinaron los rendimientos según calidades de la madera aserrada.

3.3.6. Análisis estadístico de los datos

Para el análisis estadístico se empleó el software de IBM SPSS Statistics 25 y Minitab 19, en cambio para la generación de los diagramas se utilizó IBM SPSS Statistic 25.

a. Medidas de tendencia central y dispersión

Se calcularon las medidas de tendencia central y de dispersión teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Diámetro promedio de la troza (X_1), variable independiente
- Longitud de la troza (X_2), variable independiente
- Coeficiente de conversión de aserrío (Y_1), variable dependiente

b. Análisis de correlación entre el volumen rollizo y volumen aserrado

Se relacionó la variable independiente (X: volumen rollizo) con la variable dependiente (Y: volumen aserrado), empleando un nivel de significancia de 5% ($\alpha: 0,05$). Se efectuó utilizando los datos muestrales bivariados, en donde se obtuvo el coeficiente de correlación (r); de esta forma se concluyó la existencia o no de la relación entre las dos variables a través de una prueba de hipótesis:

$$H_0 : r_{xy} = 0 \text{ (No existe una correlacion lineal)}$$

$$H_1 : r_{xy} \neq 0 \text{ (Existe una correlacion lineal)}$$

c. Análisis de correlación simple del diámetro promedio, longitud y el factor de conversión

Se relacionó las variables independientes de X₁: diámetro promedio, X₂: longitud de troza con la variable dependiente Y₁: factor de conversión de aserrío, se aplicó un nivel de significancia de 5% (α : 0,05). Asimismo, se determinó el grado de asociación entre las variables estudiadas para determinar que variable tuvo el mejor comportamiento. Se utilizó la siguiente hipótesis:

$$H_0 : r_{xy} = 0 \text{ (No existe una correlación lineal significativa)}$$

$$H_1 : r_{xy} \neq 0 \text{ (Existe una correlación lineal significativa)}$$

La mejor correlación generada, se empleó en la construcción de la tabla de rendimiento.

d. Análisis de regresión lineal simple y diagrama de dispersión

Determinado la mejor correlación entre las variables independientes y la variable dependiente (factor de conversión en aserrío) establecidos en el punto anterior, se construyó el modelo de ecuación de regresión que mejor representó la relación empleando la técnica de los mínimos cuadrados. La ecuación fue expresada de la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

En donde:

y : Factor de conversión

β_0 : Intercepto y de la ecuación de regresión

β_1 : Pendiente de la ecuación de regresión

x : Diámetro promedio

Se realizó el Análisis de varianza (ANOVA) y se verificó la significancia de la ecuación, a través una prueba de hipótesis:

$H_0 : \beta_1 = 0$ (La pendiente de la ecuación de regresión es igual a cero)

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ (La pendiente de la ecuación de regresión es diferente de cero)

Asimismo, se elaboró un diagrama de dispersión entre la variable independiente y la dependiente que mejor comportamiento obtuvo con el modelo de regresión lineal.

e. Análisis de regresión múltiple

Se determinó un modelo de ecuación para la regresión múltiple en base a las dos variables independientes (x_1 : diámetro de la troza en centímetros y x_2 : longitud de la troza en metros) y la variable dependiente (\hat{y} : factor de conversión). Se explicó con un nivel de significancia de 5%, el cual fue contrastado con la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0 : \beta_1 = 0$ (La pendiente de la ecuación de regresión múltiple es igual a cero)

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ (La pendiente de la ecuación de regresión múltiple es diferente de cero)

3.3.7. Elaboración de tablas de rendimiento para la madera aserrada de pino tecunumani

Se construyó la tabla de rendimiento de madera aserrada de pino tecunumani en base a la mejor ecuación que se ajustó a la relación de las variables independientes con la variable dependiente. La elaboración de esta tabla fue en base a la propuesta hecha por Llavé (2008) el cual tuvo los siguientes pasos:

- a. Considerando la frecuencia de las longitudes de las trozas y la amplitud variable de sus diámetros promedios, se calculó el volumen rollizo en metros cúbicos, para cada una de las posibles combinaciones pre-determinadas (diámetro promedio-longitud de troza).
- b. Utilizando la ecuación de regresión determinada, se estimó el factor de conversión para cada uno de los diámetros promedios de las trozas. Así mismo, se utilizó el diámetro promedio y las longitudes para contrastar los volúmenes.

- c. Se estimó el volumen en metros cúbicos de la madera aserrada de cada una de las posibles combinaciones, multiplicando el volumen rollizo por su respectivo factor de conversión.
- d. Teniendo en cuenta que un metro cúbico de madera aserrada es equivalente a 424pt, se transformó el volumen de madera aserrada de metros cúbicos a pies tablares.
- e. Los volúmenes obtenidos fueron ordenados en una tabla de doble entrada, en la parte superior de esta se indica la longitud de las trozas en pies y en metros, y en el lado izquierdo, en sentido vertical se indican los diámetros promedio de las trozas en pulgadas y centímetros, sin corteza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tamaño de muestra

Se obtuvo un coeficiente de variabilidad (CV) volumétrico de 47,7% de las 30 trozas pre-muestreadas como se observa en la Tabla 7. Considerando un Error de 10% y el valor t-student (30-1 grados de libertad) equivalente a dos, se encontró que el tamaño de muestra a trabajar fue de 90,9 trozas y que por motivos de la demanda de trabajo en el aserradero y el tiempo que propuso el estudio, se decidió trabajar con 90 trozas. Los datos tomados de las 30 trozas del pre-muestreo se encuentran en el Anexo 1.

Tabla 7: Medidas de tendencia central y de variación del pre-muestreo

Variable	Promedio (m³)	Desviación estándar (m³)	Coefficiente de variabilidad (%)
Volumen rollizo	0,136	0,065	47,7

4.2. Caracterización de la madera rolliza

4.2.1. Distribución de diámetros de las trozas

La construcción de la tabla de distribución de frecuencias se realizó mediante la regla de Sturges, donde se obtuvo 8 clases diamétricas. El diámetro promedio de las trozas fue de 26,92cm con valores mínimos y máximos de 17,5cm y 38,3cm respectivamente. En la Tabla 8 se muestran las distribuciones de las frecuencias para el diámetro promedio de las trozas. Se aprecia que la clase diamétrica número cuatro es la más frecuente y que las clases diamétricas tres, cuatro y cinco representan el 68,9% del total de las trozas. Este resultado se obtuvo debido a que las trozas que ingresaron al aserradero fueron mezcladas en una sola pila en el patio de trozas, sin considerar las clases diamétricas. En la Figura 8 se puede apreciar que el histograma de

frecuencias diamétricas plasma un patrón en forma de campana, producto de que las trozas provinieron de una población (lote) cuya distribución fue normal, y que la mayor cantidad de trozas se distribuyen en el centro de la curva, esto explica la distribución de las clases diamétricas obtenidas. Los datos tomados se encuentran en el Anexo 2.

Tabla 8: Distribución de frecuencias para el diámetro promedio de las trozas

Nro	Clase diamétrica (cm)	Marca de clase	Frecuencia			
			absoluta (fi)	absoluta acumulada (Fi)	relativa (hi) (%)	relativa acumulada (Hi) (%)
1	16,1 - 19,0	17,5	1	1	1,1	1,1
2	19,1 - 22,0	20,5	11	12	12,2	13,3
3	22,1 - 25,0	23,5	20	32	22,2	35,6
4	25,1 - 28,0	26,5	27	59	30,0	65,6
5	28,1 - 31,0	29,5	15	74	16,7	82,2
6	31,1 - 34,0	32,5	10	84	11,1	93,3
7	34,1 - 37,0	35,5	5	89	5,6	98,9
8	37,1 - a más	38,5	1	90	1,1	100,0

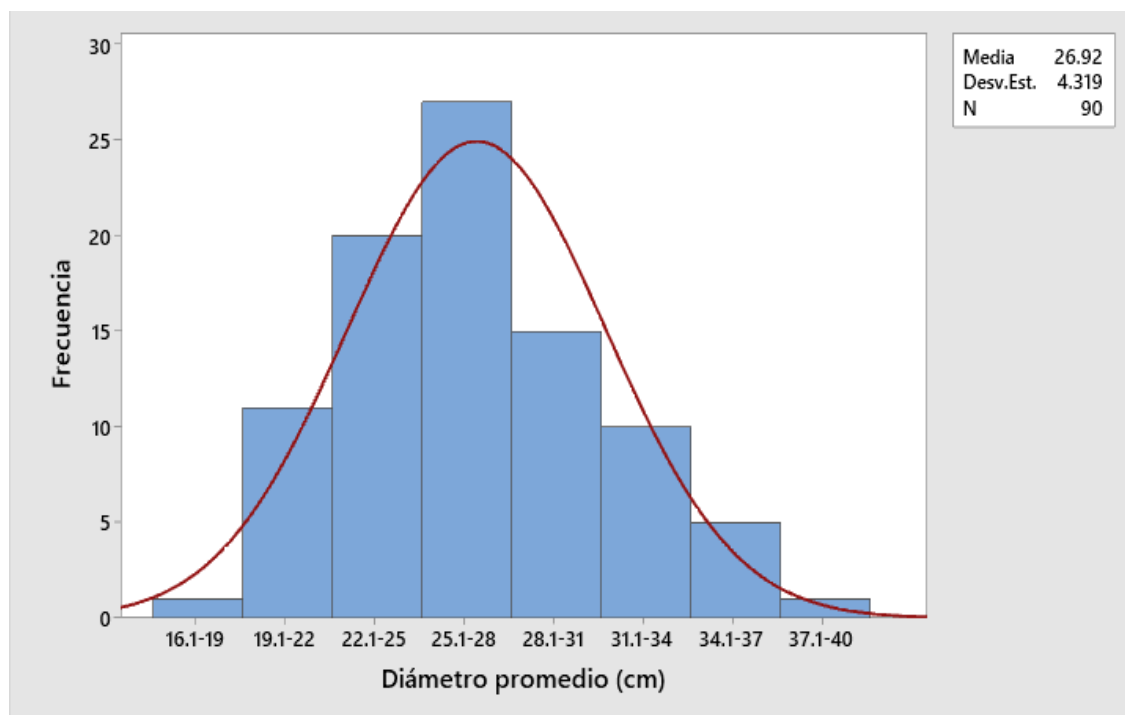


Figura 8: Histograma de frecuencias de los diámetros promedios

4.2.2. Distribución de las longitudes de las trozas

Tabla 9: Distribución de frecuencias de las longitudes de las trozas

Nro	Clase longitudinal (m)	Frecuencia			
		absoluta (fi)	absoluta acumulada (Fi)	relativa (hi) (%)	relativa acumulada (Hi) (%)
1	2,41 - 2,50	17	17	18,9	18,9
2	2,51 - 2,60	26	43	28,9	47,8
3	2,61 - 2,70	1	44	1,1	48,9
4	2,71 - 2,80	0	44	0,0	48,9
5	2,81 - 2,90	0	44	0,0	48,9
6	2,91 - 3,00	0	44	0,0	48,9
7	3,01 - 3,10	44	88	48,9	97,8
8	3,11 - a más	2	90	2,2	100,0

Para la distribución de frecuencias de longitudes, también se aplicó la regla de Sturges. Se obtuvo ocho clases longitudinales, como se indica en la Tabla 9. Teniendo en cuenta que en Oxapampa casi en su totalidad, los aserraderos cortan las trozas a 2,438m (8 pies) o a 3,048m (10 pies), la frecuencia de longitudes se ubicó en las clases uno, dos, tres, siete y ocho. Estas representaron las longitudes más comunes y son las comerciales en la zona; en caso se quisiera obtener otras longitudes, las trozas deben ser preparadas de forma especial.

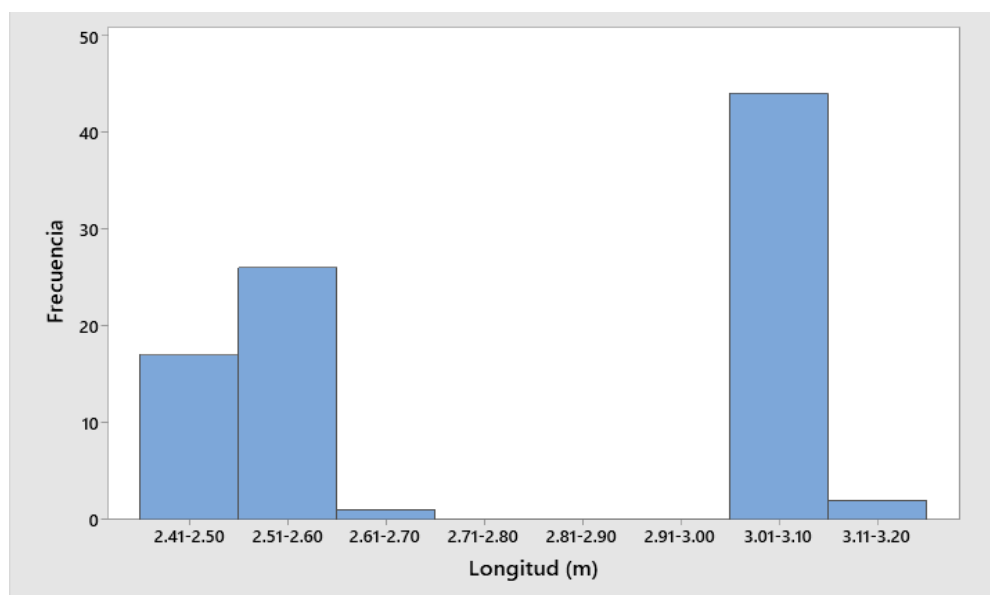


Figura 9: Histograma de frecuencias de las longitudes de las trozas

En la Figura 9 se aprecia el histograma de frecuencias longitudinales. Se observa una distribución irregular debido a que las clases se encuentran rondando los ocho pies y 10 pies de longitud. Adicionalmente, se induce que gran parte los árboles fueron trozados a las longitudes mencionadas, casi exactas y no se tomaron en consideración las cuatro pulgadas adicionales de sobredimensionamiento que se debe proporcionar a la troza para corregir desvíos de corte, daño en las cabezas, ingreso de hongos, entre otros. Los datos de las longitudes de las trozas se encuentran en el Anexo 2.

4.2.3. Conicidad

En la Tabla 10 se observan las medidas de tendencia central y variación de la conicidad. Las trozas evaluadas presentaron valores de conicidad máximos de 2,3cm/m y mínimos de 0cm/m, con un valor promedio de 0,64cm/m. Tomando de guía el estudio realizado por el INRENA-UNALM (2008) las trozas evaluadas son consideradas como cilíndricas ya que se encuentran debajo de los 2cm/m establecidos para esta clase. El valor promedio de conicidad presentó aproximaciones con otras especies como las estudiadas por Orozco *et al.* (2016) los que determinaron la conicidad para pinos mexicanos como; *P. leiophylla*, *P. strobiformis*, *P. durangensis*, *P. teocote*, obteniendo valores de 0,23, 0,25, 0,31 y 0,24cm/m respectivamente. Asimismo, Ortiz *et al.* (2016) encontraron que el 81,2% de las trozas de los pinos centroamericanos (*P. ayachuite*, *P. oaxacana* y *P. oocarpa*) presentaron una conicidad fluctuante entre 0 y 3cm/m. Por otro lado, difieren significativamente con los valores obtenidos por Pérez (2018) que obtuvo una conicidad media de 1,22cm/m trabajando con *Pinus oocarpa* en Nicaragua. En comparación con los estudios anteriores de *Pinus* tropicales, se infiere que el *Pinus tecunumanii* presentó una conicidad con valores bajos, y que las trozas obtenidas fueron casi cilíndricas. Los datos de conicidad obtenidos del total de trozas se muestran en el Anexo 2.

Tabla 10: Medidas de tendencia central y variación de la conicidad de las trozas

Variable	Promedio (cm/m)	Desviación Estándar	Coefficiente de variabilidad (%)
Conicidad	0,64	0,398	62,5

4.2.4. Calidad de las trozas

Las trozas evaluadas presentaron una gran cantidad de defectos, cerca del 50% de las trozas presentaron curvatura. Asimismo, se encontraron defectos como abultamientos y manchas, pero en menores cantidades. Los defectos de curvatura y abultamientos se deben principalmente a que no se realizaron actividades silvícolas como podas y raleos en la plantación. Lo expuesto se comparte con Espinoza y Muñoz (2005) en donde las actividades de podas y raleos permiten manejar la forma de los árboles y mejoran la calidad del rodal residual. Por otra parte, la presencia de manchas grises o azules en las trozas, indican que permanecieron por mucho tiempo en el bosque o patio de trozas, haciendo que sufrieran el ataque de hongos manchadores. Los datos obtenidos de los defectos se detallan en el Anexo 2.

En la Tabla 11 se determinaron las cantidades y calidades de las trozas trabajadas en base a la propuesta de INRENA-UNALM (2008). Se encontró que las trozas evaluadas pertenecieron principalmente a la calidad II o segunda con un 54,4% del total. El 25,6% de las trozas pertenecieron a la primera calidad y el 20% restante a la tercera calidad. Esto indica, que a pesar de que no existió un manejo en la plantación, la especie presentó un comportamiento favorable en la producción de madera rolliza, y se comparte lo mencionado con Cordero & Boshier (2003) y Quispe (2015) que afirman que el pino tecunumani es considerado como uno de los mejores pinos con mejor forma de fuste y alta producción en comparación entre todos los pinos. En el Anexo 3 se detallan los criterios y las calidades de las trozas estudiadas. En el Anexo 6 se observan las tres calidades de trozas con las que se trabajaron.

Tabla 11: Calidades de las trozas evaluadas

Calidad de trozas	Cantidad de trozas	Frecuencia relativa (%)
Primera (I)	23	25,6
Segunda (II)	49	54,4
Tercera (III)	18	20,0
Total	90	100

4.3. Caracterización de la madera aserrada

Producto del proceso de aserrío de las 90 trozas, se obtuvieron un total de 840 piezas de madera de *Pinus tecunumanii*, las cuales se detallan en el Anexo 4.

4.3.1. Distribución de frecuencias de espesores, anchos y longitudes

Se determinó que cada troza aserrada en promedio produjo 9,33 piezas, con valores máximos de 16 piezas y mínimos de 4 piezas. Este resultado fue influenciado por los diámetros de las trozas y los espesores de corte. La variación de las piezas fue conformada por madera comercial, madera larga angosta y madera corta, la primera provino directamente de la sierra principal en cambio las dos últimas, fueron del área de recuperación. En las Tablas 12, 13 y 14 se presentan las distribuciones de espesor, ancho y longitud de las piezas obtenidas.

Tabla 12: Distribución de frecuencias de espesores de las piezas aserradas

Nro	Espesor (mm)	Espesor (pulgadas)	Cantidad de piezas	Frecuencia relativa (%)
1	12,70	½	62	7,4
2	19,05	¾	308	36,7
3	25,40	1	376	44,8
4	38,10	1½	28	3,3
5	50,80	2	66	7,9
Total			840	100 %

En la Tabla 12 se aprecia la distribución de frecuencias de los espesores aserrados. Se obtuvo que el 44,8% del total de piezas fue de madera de 25,40mm (1”) de espesor, seguido del 36,7% de madera de 19,05mm (¾”). Producto de aserrío también se obtuvieron espesores de 12,70mm (½”) o de 50,80mm (2”) pero con menores valores porcentuales. Este comportamiento de la madera se presentó debido a que el aserradero comercializa el pino tecunumani en tablas de 19,05mm y 25,40mm, y que son muy demandadas en el mercado interno para su empleo como madera no estructural o carpintería.

Una observación preocupante fue el exceso de sobredimensionamiento, produciendo madera descalibrada que generó pérdidas de volumen producto de la variación de corte. Se identificaron

las causas que generaron este problema, los cuales fueron: uso de maquinaria y equipos desgastados (escuadras del carro portatroz, rieles), tensando de la cinta, decisión incorrecta del aserrador, entre otros. En el Anexo 4, se detallan los espesores de corte de las piezas.

En la Tabla 13 se puede observar las frecuencias de los anchos de corte. Se presentó una distribución más o menos equitativa entre los 8,62cm (3”) a 20,32cm (8”). El ancho que mayor frecuencia relativa presentó fue 12,7cm (5”) con 16,9% de total, por otra parte, las piezas cuyos anchos fueron de 22,86cm (9”) y 25,40cm (10”) se presentaron en menor cantidad con 5,8% para ambos tipos. Estos resultados obtenidos, se deben a los diámetros pequeños que caracterizan a las trozas provenientes de plantaciones que aún no han llegado a la madurez, en comparación a los grandes diámetros que provienen del bosque natural. También se deben al tipo de corte y a la realización de volteos durante el proceso de aserrío. Valores parecidos fueron obtenidos por Montenegro (2015) en donde el aserrío de trozas de *Pinus patula* con diámetros promedios de 25,1cm concentró el 91,8% de las piezas entre los anchos de 10,16cm (4”) a 22,86cm (9”).

Tabla 13: Distribución de frecuencias de anchos de las piezas aserradas

Nro	Ancho (cm)	Ancho (pulgadas)	Cantidad de piezas	Frecuencia relativa (%)
1	2,54	1	5	0,6
2	5,08	2	48	5,7
3	7,62	3	114	13,6
4	10,16	4	125	14,9
5	12,70	5	142	16,9
6	15,24	6	129	15,4
7	17,78	7	92	11,0
8	20,32	8	137	16,3
9	22,86	9	29	3,5
10	25,40	10	19	2,3
Total			840	100%

En la Tabla 14 se observa la distribución de longitudes de las piezas aserradas, la mayoría (83%) de las piezas presentaron valores de 2,44m (8 pies) y 3,05m (10 pies) de longitud. Esto se debe

a que son las longitudes comerciales de la zona y que procedieron de las mismas. Longitudes menores a 1,83m (6 pies) corresponden a madera corta y/o paquetería, provenientes de la zona de recuperación. También se ha encontrado madera de 2,74m (9 pies) y 2,13m (7 pies) que procedieron de piezas de 3,05m (10 pies) y 2,44m (8 pies) respectivamente, pero que fueron reducidos debido a que presentaron algún defecto en uno o en ambos extremos.

Tabla 14: Distribución de frecuencias de longitudes de las piezas aserradas

Nro	Longitud (m)	Longitud (pies)	Cantidad de piezas	Frecuencia relativa (%)
1	0,91	3	19	2,3
2	1,22	4	15	1,8
3	1,52	5	19	2,3
4	1,83	6	37	4,4
5	2,13	7	40	4,8
6	2,44	8	337	40,1
7	2,74	9	13	1,5
8	3,05	10	360	42,9
Total			840	100 %

4.3.2. Clasificación de las piezas de madera aserrada en base a sus dimensiones comerciales

En la Tabla 15 se observa las clases comerciales obtenidas según la propuesta INRENA-UNALM (2008).

Tabla 15: Clasificación de madera aserrada en base a sus dimensiones comerciales

Nro	Tipo	Cantidad de piezas	Frecuencia relativa (%)	Volumen (m3)	Volumen (Pt)	Volumen relativo (%)
1	Comercial (C)	234	27,9	3,242	1368 ⁹	42,5
2	Larga angosta (LA)	214	25,5	1,847	776 ⁴	24,1
3	Corta (CO)	53	6,3	0,111	48 ⁴	1,5
4	Especial (E)	339	40,4	2,430	1025 ¹¹	31,9
Total		840		7,630	3219⁶	100,0

El proceso de aserrío de las 90 trozas arrojó 840 piezas de madera aserrada, representando un volumen de 7,630m³ (3219⁶ pt). Se determinó que la mayor cantidad de piezas obtenidas fueron de madera Especial (E) con un 40,4% del total, seguido de la madera Comercial (C) con 27,9% (234 piezas), Larga angosta (LA) con 25,5% y en menor cantidad 6,3% de madera Corta (CO).

Al analizar los volúmenes aserrados obtenidos, se determinó que la madera Comercial representó el 42,5% (3,242m³) del volumen total, en cambio la madera Especial fue de 31,9% (2,430m³), madera Larga angosta 24,1% (1,847m³) y 1,5% (0.111 m³) de madera Corta. Estos resultados se explican producto a que el aserrador, cortó teniendo en cuenta las dimensiones comerciales de la madera aserrada (Tabla 5) y a los requerimientos del mercado interno. También se ha notado que, al tener una pieza de madera de una pulgada de espesor y el mayor ancho posible, la madera presenta un mayor valor. La información detallada de las piezas de madera se encuentra en el Anexo 4.

4.4. Clasificación y rendimiento por calidades de la madera aserrada

4.4.1. Clasificación de la madera aserrada

Las clases o calidades de madera aserrada encontradas según la norma INTE C99:2014 (Tabla 6) fueron tres. En la Figura 10 se aprecian las distintas calidades de las piezas obtenidas. Se puede observar que la calidad uno (Figura 10-a), comprendió a las piezas sin nudos o con nudos sanos y vivos, no se permitieron la presencia de pudrición, arista faltante o rajaduras y en el caso de agujeros, se permitieron con diámetro menor que 4mm. La calidad dos, permitió la presencia de nudos, pero no pudrición como se observa en la Figura 10-b, aceptó tolerancias de rajaduras y de aristas faltantes. La calidad tres (Figura 10-c) admitió pudrición, pero esta tuvo un máximo del 10% de la superficie de la pieza, aumentó las tolerancias de rajaduras, agujeros y arista faltante. Ninguna de las clases permitió la presencia de corteza en las piezas.

En cuanto a la norma de calidad, permitió realizar una clasificación rápida y que no demande una alta especialización, como es el caso de la clasificación propuesta por la NHLA u otras normas. Además, fue empleada en madera húmeda de pino tecunumani, ya que es la forma más común del comercio de la madera aserrada en la zona.

Esta propuesta de clasificación proporciona una estandarización de la madera aserrada de plantaciones de pino tecunumani. Además, ayudaría a los comercializadores a conocer lo que se está ofreciendo a la venta y aumentaría el valor de la madera aserrada, beneficiando a los productores forestales; lo que conllevaría a una mejora del manejo de las plantaciones. Así, Vignote *et al.*, (2003) indica que la mejora de la calidad de la madera para obtener buenos precios tiene una repercusión tan grande que condiciona el manejo silvícola de las plantaciones.

4.1.1. Rendimiento por calidades

En la Tabla 16 y Figura 11 presentan los volúmenes y rendimientos por calidades, así como la frecuencia relativa.

Tabla 16: Volumen de madera aserrada y rendimientos por calidades

Calidades de la madera aserrada	Volumen (m³)	Frecuencia relativa (%)	Rendimiento por calidades (%)
Calidad uno	2,050	26,9	13,7
Calidad dos	4,410	57,8	29,4
Calidad tres	1,170	15,4	7,8
Total	7,630	100,0	50,9

En la Tabla 16 se observa que el volumen de madera aserrada obtenida fue de 7,630m³, distribuidos en las tres calidades establecidas por la norma INTE C99:2014. El 57,8% de la madera aserrada fue de la clase o calidad dos, seguido de la calidad uno con 26,9% y la calidad tres con 15,4%. Los resultados difieren de los valores obtenidos por Ortiz *et al.* (2016) con madera de *Pinus ayacahuite*, *P. oaxacana* y *P. oocarpa* procedentes de bosque naturales (donde no se realizaron practicas silvícolas), empleando una norma mexicana con similitud de criterios de clasificación, en donde se encontró que solo un 15% correspondió a la clase primera, 34% a una clase media y 51% a clases inferiores. Esta comparativa nos permitió inferir que el *Pinus tecunumanii* produjo madera aserrada con baja cantidad de defectos, producto de su crecimiento y comportamiento en plantaciones no manejadas. Asimismo, Zavala & Hernández (2000) determinaron para las especies *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, especies muy similares al *P. tecunumanii*; que existe una relación directa entre la calidad de troza y las calidades de madera aserrada.



Figura 10: Clases de calidades obtenidas según la norma INTEC C99:2014. Calidad uno (a), Calidad dos (b), Calidad tres (c)

En la Figura 11 se muestran los rendimientos por calidades obtenidas en comparación al rendimiento de aserrío. Se determinó que la calidad dos representa el 29,4% del rendimiento promedio (50,9%), seguido por la calidad uno con 13,7% y calidad tres con 7,8%. Estos resultados se deben principalmente a la nula ejecución de las practicas silvícolas como podas y raleos; en consecuencia; la madera producida cuya finalidad fue aserrable presentó una gran cantidad de defectos, especialmente la presencia de nudos vivos y huecos que es asociado a las características propias de las coníferas. Estas características fueron decisivas para que las piezas de madera conformaran la calidad dos, lo que nos lleva a determinar que la producción de madera aserrada de plantaciones de *Pinus tecunumanii* no manejadas obtuvieron una calidad intermedia. Sin embargo, también se registró un considerable 13.7% de buena calidad (calidad uno), lo cual se corrobora con los estudios de Quispe (2015) y Cordero & Boshier (2003) que afirman que ésta especie presenta buena autopoda influyendo en la ocurrencia de nudos y además presenta una de las mejores formas de fuste y calidad de madera entre todos los pinos. El potencial de la producción de madera de alta calidad pasa por el conocimiento del recurso, los productos a obtener y las consecuencias que tienen las practicas silvícolas como el raleo y la poda (Gonzales *et al.*, 1995).

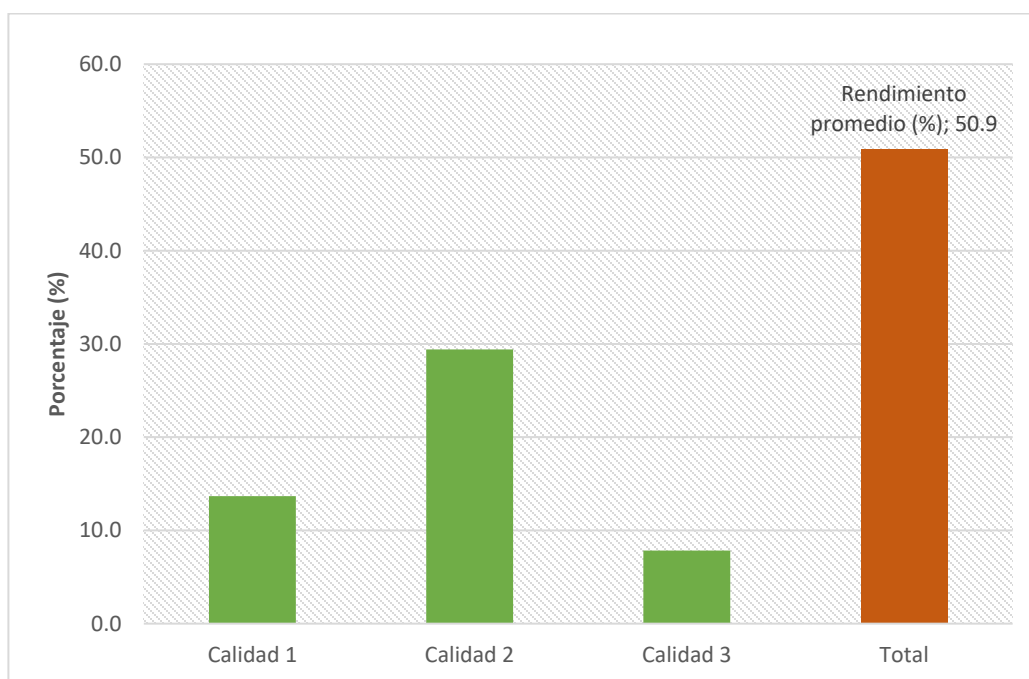


Figura 11: Rendimiento de madera obtenida por clases o calidades

Se debe tener en cuenta que la presencia de los nudos huecos y/o muertos descalifican a la pieza de madera para ser empleadas en uso estructural, haciendo que disminuya el valor de la madera. La cantidad y tipos de nudos influyen significativamente en la calidad del producto final y por lo tanto en su precio (Meza & Torres, 2004). Se ha hablado mucho que la calidad de la madera está relacionado al precio, pero esto ha sido desarrollado fuertemente en lugares donde presentan una industria forestal más desarrollada y competitiva, en cambio en la industria nacional aún no existe esfuerzos de comercializar la madera procedente de plantaciones por calidades. Esto hace que hasta hoy se continúe comercializando la madera proveniente de plantaciones manejadas y no manejadas a precios similares. Urge que existan normas o criterios de clasificación que permitan diferenciar a las maderas y eleven el valor de estas, fomentando el manejo silvícola de las plantaciones y que repercuten en una industria con producción de productos de calidad para satisfacer la demanda de madera para los diferentes usos y requerimientos del mercado.

4.2. Análisis estadístico de las variables evaluadas

4.2.1. Medidas de tendencia central y variación

Los resultados de las medidas de tendencia central y variación se aprecian en la Tabla 17, en donde se encontraron valores de diámetros promedios, longitudes de trozas y el factor de conversión o coeficiente de conversión para la especie de *Pinus tecunumanii*.

Tabla 17: Medidas de tendencia central y variación de las variables evaluadas

Nro	Estadístico	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Factor de conversión
1	Promedio aritmético	26,92	2,80	0,509
2	Varianza	18,658	0,081	0,003
3	Desviación estándar	4,319	0,285	0,059
4	Coeficiente de variabilidad (%)	16,05 %	10,16 %	11,50 %

Los diámetros obtenidos tuvieron una variación de 38,25cm a 17,50cm, con un valor promedio de 26,92cm. Estos valores se deben a la plantación de procedencia, cuya edad fue de 18 años, y que explica la presencia de trozas de diámetros menores. Asimismo, esta plantación no fue intervenida silviculturalmente, influyendo en la obtención de estos resultados. Al respecto

Espinoza & Muñoz (2005) indican que la aplicación del raleo en una plantación permite obtener mayores diámetros y que estos presenten menor variabilidad, corroborando los resultados obtenidos. Por otra parte, la variación diamétrica también fue influenciado por la mezcla de las trozas de distintas clases diamétricas en una sola pila en el patio de trozas.

En cuanto a las longitudes de las trozas, se determinó un valor promedio de 2,80m, debido a que provinieron de longitudes comerciales de 3,048m (10') y 2,438m (8'). Dentro de estas longitudes comerciales, también existen sobredimensionamientos productos del trozado.

Analizando el factor de conversión de aserrío, se obtuvo valores máximos de 0,64 y valores mínimos de 0,35, con un valor promedio de 0,509. Es decir, el rendimiento promedio de aserrío para *Pinus tecunumanii* fue de 50,9%. Este rendimiento presentó una desviación estándar de 0,059 en donde la variación de los valores respecto a la media fue relativamente pequeña. El rendimiento obtenido no superó el valor de 52% establecido por el INRENA (2005) que es utilizado a nivel nacional de carácter oficial. En cambio, se encuentra dentro de los rangos promedios obtenidos para pinos mexicanos, así como los demuestran Orozco *et al.* (2016) quienes obtuvieron rendimientos de 43,18% a 52,48% con diámetros de 33 a 44cm. Por otra parte, el resultado obtenido fue superior a los encontrados por Ortiz *et al.* (2016) quienes determinaron un rendimiento de 44,18% para el género *Pinus*, donde se incluye al *Pinus oocarpa*. Aldaz (2014) obtuvo un rendimiento de 45% de aserrío con cinta para trozas de *Pinus radiata* y Almeida *et al.*, (2014) con trozas de diámetro promedio de 27,5cm obtuvieron un rendimiento de 42,1% para *Pinus sp.* En contraste, el rendimiento obtenido fue superior al de los otros autores que trabajaron con pinos centroamericanos, lo que indica que el pino tecunumani es una especie con excelente calidad de fuste, y que presentó buenas características de las trozas a pesar de que provinieron de una plantación no manejada.

Un aspecto que mencionar es que, si las piezas de madera aserrada húmeda obtenida son medidas con sus dimensiones reales en el sistema métrico decimal, el rendimiento de aserrío aumenta a 62,5%, obteniéndose piezas descalibradas y con sobredimensionamientos.

La obtención de piezas de madera aserrada descalibradas producto de la variación de corte, el sobredimensionamiento y la no aplicación de un diagrama de corte predefinido, generaron mermas en el proceso de aserrío. Así, el diseño de un plano de corte aplicado a una clase diamétrica específica influye en el rendimiento de aserrío por la geometría que limita la máxima cantidad de madera útil factible de ser aprovechada (Esteves *et al.*, 2010). También se observa que la optimización del aserrío a través de un diagrama de corte proporciona mayores rendimientos como los encontrados por Vilchez (2005) para *Pinus radiata*, quien reportó un rendimiento del 60% con diámetros de trozas de 30 a 36cm. Considerando el proceso de optimización del aserrío, es posible incrementar los rendimientos como los obtenidos por Murara *et al.* (2005) que determinaron diferencias en rendimientos de 44,93% para aserrío convencional y 53,60% para aserrío optimizado en *Pinus taeda*, aserrando trozas de 18-44cm de diámetro.

En este estudio, el aserrío se realizó de forma convencional basándose en la pericia del aserrador, así se compara con los resultados obtenidos por Montenegro (2014) en *Pinus patula*, con rendimientos de 43,2% con diámetro promedio de 25,1cm, en donde las trozas fueron aserradas con características similares a este estudio.

Se ha observado que aserrar trozas con mayores diámetros presentan mayores rendimientos, esto es corroborado por Meza & Simón (2007) quienes mencionan que en rendimientos de aserrío para trozas de diámetros menores (madera de plantaciones), el rendimiento aumenta con el incremento de los diámetros. No obstante, otros autores como Gómez y Chinchilla (2004) indican que no solo se debe tener en cuenta el tamaño de la troza, sino que también su calidad. Según la propuesta de calidades de trozas hecha por INRENA-UNALM (2008), las trozas pertenecieron en su gran mayoría a la calidad II, además se encontró que casi el 50% de las trozas evaluadas presentaron curvatura, asociados a otros defectos como abultamientos y manchas.

Al analizar las calidades de las trozas y los rendimientos como se muestra en la Figura 12. Se encontró valores de 52,1% para la calidad I, 50,6% para calidad II y 50,2% para la calidad III. Esto evidencia que el rendimiento obtenido no solo fue influenciado por el diámetro, sino que

también por la calidad de las trozas. Así, una troza con gran cantidad de defectos presentó un valor inferior de rendimiento al de una troza de buena calidad con el mismo diámetro. Este resultado es compartido con los estudios de Gómez y Chinchilla (2004) con trozas provenientes de plantaciones de *Gmelina arborea*, donde el rendimiento obtenido mostró una relación directa con las calidades de las trozas y por Vignote y Martínez (2006) que determinaron que los defectos de la madera rolliza llevan consigo la pérdida de rendimiento en el proceso de aserrío. Otros autores como Esteves *et al.*, (2010) sostienen que la conicidad excesiva también contribuye en una disminución en el aprovechamiento de la madera. Sin embargo, no se presentó este caso, ya que la conicidad registrada obtuvo valores inferiores que puedan influir de forma considerable en el rendimiento. También sabemos que el rendimiento está asociado a otros aspectos como el nivel tecnológico de las máquinas, tipo de aserradero, tipo de sierra y los productos a obtener, coincidiendo con Murara *et al.*, (2005) y Nájera *et al.*, (2010).

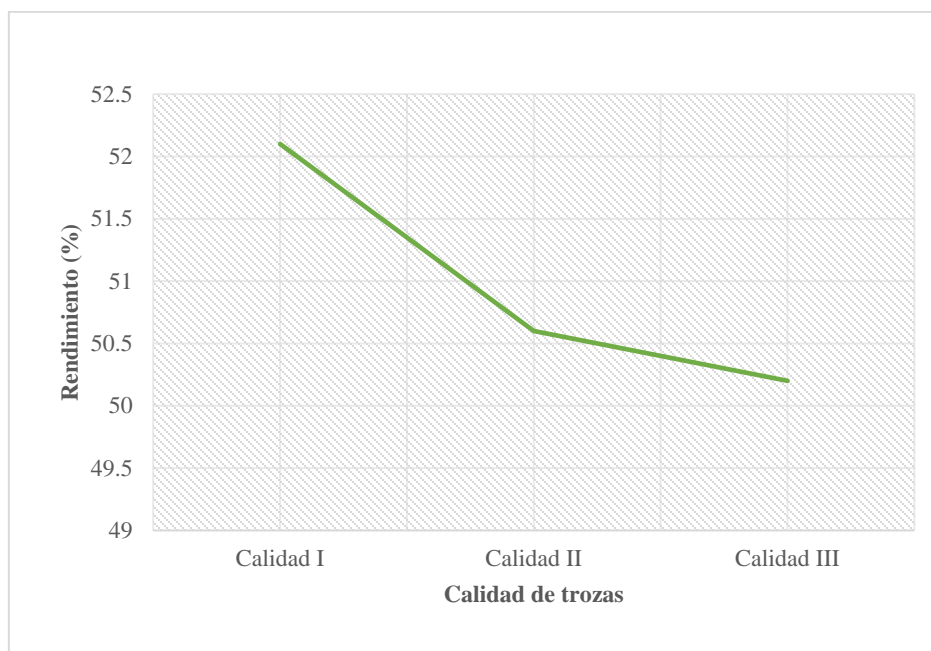


Figura 12: Rendimiento aserrío en relación con las calidades de trozas

4.2.2. Análisis de correlación entre volumen rollizo y volumen aserrado

En la Tabla 18 se observa la correlación entre el volumen rollizo y volumen aserrado. El coeficiente de correlación de Pearson (r) fue de 0,967, que indica una alta fuerza de correlación

positiva entre las variables establecidas. La significancia bilateral o error obtenido cuyo valor de p calculado ($p = 0$), es inferior al nivel significancia de 0,05 (error máximo permisible) ($p \leq 0,05$) al 95% de confiabilidad. La correlación obtenida es estadísticamente significativa y consistente durante el tiempo y la probabilidad que cambie es cero, esto hace que rechacemos la hipótesis nula ($H_0: r_{xy} = 0$), concluyendo que existe una alta asociación lineal entre el volumen rollizo y el volumen aserrado.

Tabla 18: Análisis de correlación entre el volumen rollizo y el volumen aserrado

CORRELACIÓN		Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)
Volumen rollizo (m³)	Correlación de Pearson	1	0,967**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	90	90

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.2.3. Análisis de regresión lineal simple

a. Análisis de correlación entre el diámetro medio, longitud de troza y el factor de conversión

En la Tabla 19 se observa la correlación entre el diámetro promedio en centímetros y el factor de conversión, donde se obtuvo un coeficiente de correlación positiva ($r = 0,222$). La correlación es baja, sin embargo, es estadísticamente significativa, debido a que el p -valor ($p: 0,036$) es menor que el nivel de significancia de 0,050 ($p \leq 0,05$), al 95% de confiabilidad y que el coeficiente de correlación obtenido es superior al valor crítico de coeficiente de correlación tabular para un $\alpha: 0.05$ y $n: 90$. Se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una asociación lineal entre las variables diámetro promedio y factor de conversión. Estas variables fueron empleadas en la construcción de la tabla de rendimiento, que se detalla más adelante.

Tabla 19: Análisis de correlación entre diámetro promedio y el factor de conversión

CORRELACIÓN		Factor de conversión	Diámetro promedio (cm)
Factor de conversión	Correlación de Pearson	1	0,222*
	Sig. (bilateral)		0,036
	N	90	90

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la Tabla 20 se presenta la correlación entre la longitud de las trozas en metros y el factor de conversión. Se encontró un coeficiente de correlación (r) de 0,316, considerado como bajo. Asimismo, el valor de p-calculado fue inferior al nivel de significancia ($p < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe evidencia suficiente para sustentar una correlación lineal entre las dos variables estudiadas. Sin embargo, la dispersión de los puntos y la recta de regresión no presenta un patrón de relación específico, esto hace que no sea empleado en la construcción de una tabla de rendimiento considerando únicamente la longitud de las trozas. Este resultado coincide con los de Llavé (2008) y Montenegro (2015) en estudios con trozas de *Tectona grandis* y *Pinus patula* respectivamente, que indican que una tabla de rendimiento no debe ser construido únicamente con las longitudes de las trozas.

Tabla 20: Análisis de correlación entre la longitud y el factor de conversión

CORRELACIONES		Factor de conversión	Longitud (m)
Factor de conversión	Correlación de Pearson	1	0,316**
	Sig. (bilateral)		0,002
	N	90	90

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

b. Regresión lineal simple entre diámetro promedio y el factor de conversión

Se obtuvo la regresión lineal simple entre el diámetro promedio en centímetros y el factor de conversión. En la Tabla 21 se presentan los coeficientes de regresión lineal, el nivel de significancia es menor a 0,05, es decir, es estadísticamente significativa. La ecuación de regresión lineal construida es la siguiente:

$$\hat{y} = 0,4282 + 0,003008x$$

Donde:

\hat{y} : Factor de conversión

x : Diámetro promedio en cm

La relación encontrada entre las variables fue directa y positiva, así al incrementarse el diámetro se incrementa el factor de conversión. También, se obtuvo un coeficiente de determinación (r^2) de 4,9%. Para garantizar que la aproximación de la ecuación de regresión presente validez, se verificó con las siguientes pruebas: independencia, homocedasticidad y normalidad que se detallan el Anexo 5.

Tabla 21: Coeficiente de regresión del modelo de regresión lineal simple

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1 (Constante)	0,428	0,038		11,149	0,000
Diámetro promedio (cm)	0,003	0,001	0,222	2,134	0,036

c. Diagrama de dispersión del diámetro promedio y el factor de conversión

En la Figura 13 se observa el diagrama de dispersión entre el diámetro promedio y el factor de conversión. Se puede apreciar que los puntos dispersos que conforman la nube presentan indicios de una tendencia hacia la recta de regresión. Esta dispersión entre los valores calculados y los esperados de la recta de regresión son atribuidos a las calidades de las trozas, a la variación de corte, al sobredimensionamiento de las piezas, a los productos finales aserrados y en especial al aserrador.

Se encontró que, al aserrar trozas con similares características (diámetros, longitudes y calidades), la madera obtenida tuvo una considerable variación volumétrica, influyendo en los rendimientos de cada una de ellas. Esto indica que las decisiones de corte por parte del aserrador influyeron en el rendimiento de aserrío al no existir un diagrama de corte establecido. Las

decisiones de corte también están relacionadas con el exceso de dimensionamiento de las piezas. Autores como Montenegro (2014) mencionan que la falta de precisión y decisión en el corte está influenciada por la fatiga de la cinta y el cansancio del aserrador en el momento de decidir el corte. Estos resultados permiten inferir que el empleo de un diagrama de corte aplicado para cada clase diamétrica de trozas permitirá obtener mayores rendimientos con una menor variabilidad.

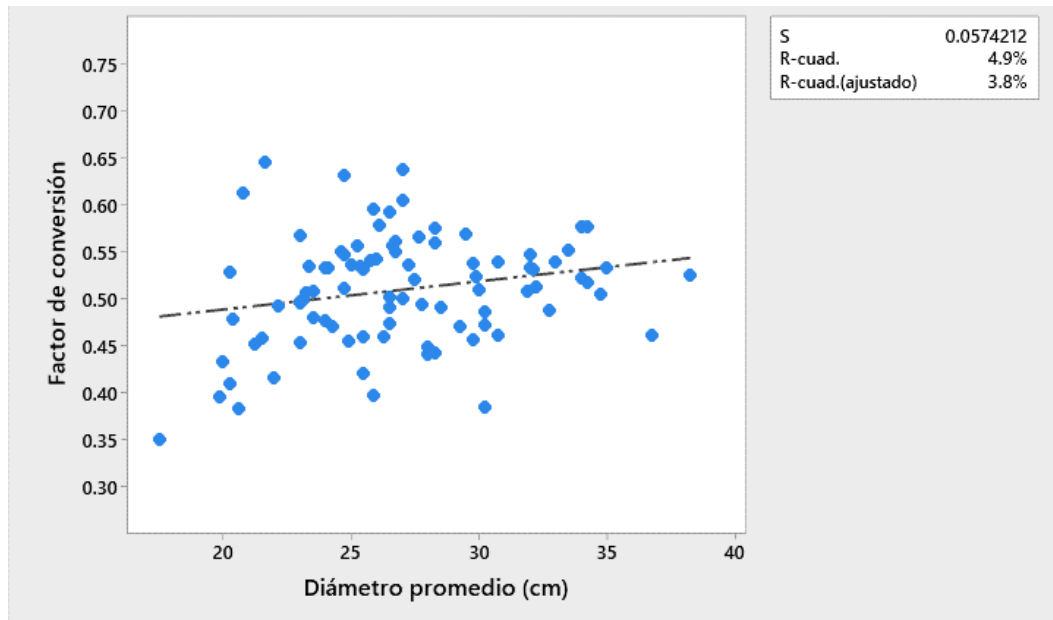


Figura 13: Diagrama de dispersión del diámetro promedio y el factor de conversión

d. ANOVA del diámetro medio y el factor de conversión

En la Tabla 22 se aprecia el análisis de varianza de las variables estudiadas. Se determinó que p-valor es menor al nivel de significancia de 0,050 ($p: 0,036 < 0,050$), entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) que indica que la pendiente de la ecuación de regresión es cero y se toma la hipótesis alterna. Por lo tanto, se concluye que ambas variables se encuentran relacionadas de forma significativa.

Tabla 22: ANOVA para el diámetro promedio y el factor de conversión

	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,015	1	0,015	4,556	0,036
	Residuos	0,290	88	0,003		
	Total	0,305	89			

4.2.4. Análisis de regresión múltiple

En la Tabla 23 se observa el resumen de modelo del análisis de regresión múltiple entre el diámetro promedio, longitud y el coeficiente de conversión. Se encontró un coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0,349, superior al obtenido por regresión lineal simple y que presentó un mayor nivel de asociación entre las variables. El coeficiente de determinación (r^2) fue de 0,102, el cual indica que el 10,2% de la variación total del factor de conversión puede ser explicada por el diámetro medio y la longitud de las trozas.

Tabla 23: Análisis de correlación múltiple y resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,349 ^a	0,122	0,102	0,055501038498	1,974

a. Predictores: (Constante), Longitud (m), Diámetro promedio (cm)

En la Tabla 24 se observan los coeficientes determinados en el análisis de regresión lineal múltiple. El nivel de significancia del diámetro promedio es superior al p-valor ($0,146 > p\text{-valor}: 0,05$), esto indica que el aporte del diámetro promedio a la ecuación de regresión múltiple no contribuye de forma significativa, en comparación a la variable longitud. En este resultado, la mayor influencia en el modelo de regresión es proporcionada por la variable longitud y no del diámetro como se había esperado, por lo tanto, no es posible construir una tabla de rendimiento con el modelo de regresión lineal múltiple.

Tabla 24: Coeficientes determinados del modelo de regresión lineal múltiple

Modelo	Coeficientes no estand.		Coeficientes estand.	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Desv. Error	Beta			Tolera ncia	VIF
(Constante)	0,293	0,063		4,689	0,000		
Diámetro promedio (cm)	0,002	0,001	0,152	1,468	0,146	0,938	1,067
Longitud (m)	0,057	0,021	0,278	2,682	0,009	0,938	1,067

a. Variable dependiente: Factor de conversión

En la Tabla 25 se puede observar el ANOVA, en donde el nivel crítico fue inferior al nivel de significancia de 0,050 ($p: 0,004 < 0,050$), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, existe relación lineal de las variables diámetro promedio y longitud con respecto al factor de conversión.

El valor obtenido del coeficiente de correlación múltiple fue superior al de regresión lineal simple, pero el modelo que mejor explica el comportamiento entre las variables y su aporte de forma significativa es la regresión lineal simple. Este caso fue similar al obtenido por Llavé (2008) quien elaboró la tabla de rendimiento para teca (*Tectona grandis*) con la ecuación de regresión lineal simple entre el diámetro promedio y el factor de conversión.

Tabla 25: ANOVA de regresión lineal múltiple

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,037	2	0,019	6,035	0,004
Residuo	0,268	87	0,003		
Total	0,305	89			

4.3. Construcción de una tabla de rendimiento

En la Tabla 26 se muestra la tabla de rendimiento diseñada para trozas de *Pinus tecunumanii* provenientes de una plantación no manejada de 18 años, fue elaborada en función del diámetro promedio. Esta tabla presenta doble entrada, una se estableció para los diámetros en pulgadas y en centímetros y para la otra las longitudes de las trozas en pies y metros.

Con esta tabla de rendimiento se puede calcular el volumen de madera aserrada en pies tablares, considerando los defectos presentes en las trozas provenientes de plantaciones no manejadas. Se trabajó en pies tablares, debido a que el sistema Inglés es el más usado en el comercio de madera a nivel de la región. Las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI) como el metro cúbico, aun presentan resistencia en su implementación debido a la dificultad en su uso, producto de la representación de los números con lecturas decimales que dificultan la comprensión e interpretación de la cantidad de madera cuando se trabaja con volúmenes pequeños.

Tabla 26: Tabla de rendimiento obtenido para trozas provenientes de plantaciones no manejadas de *Pinus tecunumanii* elaborado en función al diámetro promedio

DIÁMETRO PROMEDIO		LONGITUD DE LAS TROZAS EN PIES Y METROS								
		4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'
Pulgadas (")	Centímetros (cm)	1,22m	1,52m	1,83m	2,13m	2,44m	2,74m	3,05m	3,35m	3,66m
5"	12,7	3,1	3,8	4,6	5,3	6,1	6,9	7,6	8,4	9,2
6"	15,2	4,5	5,6	6,7	7,8	8,9	10,1	11,2	12,3	13,4
7"	17,8	6,2	7,7	9,3	10,8	12,4	13,9	15,5	17,0	18,5
8"	20,3	8,2	10,3	12,3	14,4	16,4	18,5	20,5	22,6	24,6
9"	22,9	10,5	13,2	15,8	18,5	21,1	23,7	26,4	29,0	31,6
10"	25,4	13,2	16,5	19,8	23,1	26,4	29,7	33,0	36,3	39,7
11"	27,9	16,2	20,3	24,4	28,4	32,5	36,5	40,6	44,6	48,7
12"	30,5	19,6	24,5	29,4	34,3	39,2	44,1	49,0	53,9	58,8
13"	33,0	23,4	29,2	35,0	40,9	46,7	52,5	58,4	64,2	70,1
14"	35,6	27,5	34,3	41,2	48,1	55,0	61,8	68,7	75,6	82,4
15"	38,1	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	72,0	80,0	88,0	96,0
16"	40,6	36,9	46,1	55,4	64,6	73,8	83,0	92,3	101,5	110,7
17"	43,2	42,2	52,8	63,4	73,9	84,5	95,1	105,6	116,2	126,7
18"	45,7	48,0	60,0	72,0	84,0	96,0	108,0	120,0	132,0	144,0
19"	48,3	54,2	67,8	81,3	94,9	108,4	122,0	135,5	149,1	162,7
20"	50,8	60,9	76,1	91,3	106,5	121,8	137,0	152,2	167,4	182,6

V. CONCLUSIONES

1. El rendimiento promedio de aserrío, para trozas provenientes de plantaciones no manejadas de 18 años de *Pinus tecunumanii* y con un diámetro promedio de trozas de 26,92cm supera el 50%.
2. El rendimiento de aserrío aumenta significativamente con el diámetro y las calidades de las trozas.
3. El 25,6% del total de trozas evaluadas fue de calidad I, el 54,4% de calidad II, y el 20% de calidad III.
4. El factor de conversión presentó relación lineal con el diámetro promedio de las trozas con un coeficiente de correlación de Pearson significativo.
5. El modelo de regresión lineal múltiple presentó un coeficiente de correlación mayor que la de regresión lineal simple, pero el aporte de la variable diámetro promedio al modelo no fue estadísticamente significativo.
6. La norma INTEC C99:2014 permitió diferenciar el rendimiento según la calidad de madera aserrada en las siguientes categorías: calidad uno con un rendimiento de 13,7%, calidad dos con 29,4% y 7,8 % para la calidad tres.
7. La tabla de rendimiento fue elaborada por la ecuación de regresión lineal simple y estima el volumen de madera aserrada obtenida en pies tablares.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre el efecto de las calidades de las trozas en función del rendimiento de aserrío.
- Realizar estudios comparativos de rendimiento de trozas provenientes de plantaciones de pino tecunumani manejadas y no manejadas, y evaluar la diferencia de volúmenes obtenidos.
- Diseñar un patrón de corte de las trozas para incrementar los rendimientos, así como cortar a las dimensiones establecidas sin generar sobredimensionamientos innecesarios.
- Trabajar en la tecnología del procesamiento integral de la madera enfocándose en el afilado de la sierra cinta, elaboración de diagrama de corte y capacitación del personal.
- Realizar estudios de variación de corte en las piezas de madera aserrada para determinar las pérdidas de volumen y el efecto económico que representa.
- Emplear la tabla de rendimiento elaborada por el modelo de regresión lineal simple, ya que estima mejor el volumen de madera aserrada.
- Usar la norma INTE C99: 2014 para la clasificación de madera aserrada húmeda y su comercialización, considerando sus criterios básicos y fácil ejecución.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, A.; Inzunza, L.; Alzamora, R.; Tapia, L. (2005). Evaluación del costo de producción para faenas de aserrío portátil. *Bosque* 26(2): 107-114.
- American Hardwood Export Council (AHEC). (2018). Guía ilustrada de las calidades de la madera aserrada de frondosas estadounidenses. National Hardwood Lumber Association (NHLA).
- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera (AITIM). (2015). Productos básico y carpintería: Madera aserrada para carpintería y mueble. Recuperado de: https://www.csaec.com/area_tecnica/aitim/enlaces/documentos/Madera_Aserrada_Carpinteria_Mueble.pdf
- Arroyo, F. (2010). Factor de conversión de aserío para trozas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) de una plantación agroforestal en el Valle del Mantaro. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Arriaga, F. (1998). Clasificación de la Madera aserrada. Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera y Corcho (AITIM). Boletín de Información Técnica N° 196. Recuperado de: https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_3465_13427.pdf
- Aldás, G. (2014). Rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* D. Don), con dos tipos de aserradero en la ciudad de Riobamba. Tesis de Ingeniería Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3296/1/33T0123%20.pdf>

- Almeida, M; Sacone, B; Sousa, R. (2014). Análise de aproveitamento no desdobro de madeira serrada-*Pinus spp.* Brasil: Faculdade de Ciências Sociais e Agrária de Itapeva. Recuperado de:
http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/pIriEN1ErCdNeHD_2014-4-16-16-42-52.pdf
- Bazán, C. (1986). Factor de conversión en aserrío para las especies cedro y tornillo en Pucallpa. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Bermúdez, G.; Serrano, J.; Rodríguez, I. (2006). Proceso de aserrío de trozas de diámetros menores de *Gmenila arborea* Roxb., para la producción de madera para la construcción. Kurú: Revista Forestal. 3(8) 2006. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5123384>
- Berrosopi, F.; Herrera, J. (2014). Influencia de la variación del corte sobre el rendimiento y los ingresos económicos de la industria del aserrío. Trabajo de titulación para optar el título profesional. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Biasi, C. (2005). Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais. 2005. 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Recuperado de:
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/3180/BIASI%202005.pdf;jsessionid=B6A81E661C38CE8CD035C17F8C191784?sequence=1>
- Brand, M.; Bolzon de Muñiz, G. Da Silva, A.; Klock, U. (2002). Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. Floresta. 32(2):247-259. Recuperado de: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2288/1911>
- Bustamante, N. (2010). Guía de Prácticas del Curso Aserrado de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Industrias Forestales, Sección de Aserrío y Trabajabilidad de la Madera. La Molina, Lima, Perú. UNALM. 173 p.

- Canchanya, J. (2011). Determinación del coeficiente de rendimiento en el aserrío de madera para la especie de leche caspi (*Brosimum utile* Ducke C. C. Berg) Villa Rica, Perú. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables-Mención Forestal. Universidad Nacional de la Selva. Tingo María-Perú. Recuperado de:
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/949/T.FRS117.pdf?sequence=&isAllowed=y>
- Carro, R. & Gonzales, D. (2012). Administración de la calidad total. Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de:
http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf
- Ccahuana, W. (2007). Estudio de rendimiento y tiempo en el proceso de aserrío de trozas de *Swietenia macrophylla* King. con un aserradero de cinta vertical en la provincia de Tahuamanu. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco. Puerto Maldonado, Madre de Dios. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/281653026_ESTUDIO_DE_RENDIMIENTO_Y_TIEMPOS_EN_EL_PROCESO_DE_ASERRIO_DE_TROZAS_DE_Swietenia_macrophylla_King_CON_UN_ASERRADERO_DE_CINTA_VERTICAL_EN_LA_PROVINCIA_DE_TAHUAMANU/link/55f35c5d08ae6a34f6606770/download
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2000). Manejo de 100 especies forestales de América Latina. Proyecto de Semillas Forestales. Turrialba, Costa Rica. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A4588E/A4588E.PDF>
- Centro de Utilización y Promoción de Productos Forestales (CUPROFOR). (2011). Guía para la clasificación de madera aserrada en bloque y dimensionada del bosque latifoliado. SOCODEVI. Nicaragua. Recuperado de: <https://qdoc.tips/queue/guia-clasificacion-de-madera-cuprofor-socodevi-definitiva-1-pdf-free.html>
- Cevallos, E.; Lara, X.; Morocho, J.; Davalos, M.; Salazar, E.; Lara, S. (2017). Estudio de tiempos y rendimiento en la transformación de trozas de madera de *Pinus radiata* D. Don

(Pino) en tablas para la elaboración de pallets. European Scientific Journal. 13(10): 80-89.

Chang, M.; Araujo, O.; Azueta, M. (2002). Defectos Naturales de la madera aserrada. Ingeniería 6 (1): 29-39 p. Recuperado de:
<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>

Cordero, D. (2011). Los bosques en América Latina. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS. Ecuador. Recuperado de: http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2017/03/los_bosques_en_america_latina_fes-ildis_2011.pdf

Cordero, J. & Boshier, D. (2003). Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. 1080 pp. Oxford Forestry Institute (OFI). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Recuperado de: <https://www.catie.ac.cr/catie-noticias/759-libro-arboles-de-centroamerica-ahora-en-version-digital.html>

Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER). (2013). Guía de cubicación de madera. Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia. Recuperado: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/10_Gu%C3%ADa_de_Cubicaci%C3%B3n_de_Madera.pdf

Crosby, P. (1979). Quality is free: the art of making quality certain. McGraw-Hill, USA.

Dávalos, R. & Limón, R. (2009). Efecto de los nudos sobre la resistencia y rigidez en flexión de la madera de pino. Nota técnica. Rev. Cien. For. Mex. Vol. 34 Nro 106. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-35862009000200011

Del Pozo, F. (1996). Factor de conversión en aserrío para productos de raleo en plantaciones de pino pátula en Cajamarca. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

- Díaz, G. (2008). Canales de comercialización de productos de *Pinus maximinoi* H.E. Moore y *Pinus oocarpa* Schiede en la Asociación de Silvicultores Comunitarios (ASILCOM) de San Cristóbal de Verapaz; diagnóstico y servicios de la empresa Everlife SA. Trabajo de graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2429.pdf
- Dvorak, W. & Donahue, J. (1992). CAMCORE Research Review 1980-1992. Department of Forestry, College of Resources. North Carolina State University. NC, USA. 93 pp.
- Eleotério, J.; Storck, L.; Lopes, S. (1996). Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade. *Ciencia Florestal* 6(1):89-99. Recuperado de: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/328/196>
- Espinoza, M. & Muñoz, F. (2005). Silvicultura de plantaciones. Apuntes de clases. Copilado por Pablo Gajardo Caviedes. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 152 p.
- Esteves, W; Bolzon, G; Lomelí, M; Batista, D. (2010). Estudio de la productividad de corte en madera *Pinus elliottii* utilizando un prototipo de aserradero portátil. *Maderas Ciencia y Tecnología* 12(1):43-52.
- García, J. (2008). La madera. Conocimientos generales. XING. Recuperado de: <https://www.xing.com/communities/posts/la-madera-conocimientos-generales-1002527801>
- García, R; Morales, Q; Valencia, M. (2001). Coeficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco. *Foresta-AN: Nota técnica No. 5*. UAAAN. Saltillo, México. 12 p.

- García, L.; Guindeo, A.; Peraza, C.; De Palacios, P. (2002). La madera y su tecnología. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundi-Prensa-AITIM, Madrid, España. 322 p.
- Gerwing, J.; Vidal, E.; Veríssimo, A.; Uhl, C. (2001). Rendimiento no processamento de madeira no Estadi do Pará. Série Amazonia N° 18, Belém. Recuperado de: http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_o_para_10550.pdf
- Gómez M. & Chinchilla O. (2004). Calidad y tamaño de trozas de melina y rendimiento del aserrío. Ciencias Ambientales 28: 64-70.
- González, J.; Garay, R.; Bustamante, F.; Croxatto, P. (1995). Comparación de clasificación de madera aserrada de pino radiata por el método secuencial, estructural y shop. Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR. 9(2): 213-224 p. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/10881/18579.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, G.; Moya, R.; Monge, F. (2004). Defectos comunes encontrados en las piezas aserradas y cepilladas de Melina. Kurú: Revista Forestal del Costa Rica 1(3). 4p. Recuperado de: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/578/504>
- González, A. (2017). Control de calidad de madera en pie y madera aserrada para el mercado de construcción del Grupo Empresarial El Almendro. Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Gonzales, F. (2018). Influencia de la calidad de trozas de *Ceiba samauma* (Huimba negra) en la conversión a madera aserrada en Pucallpa-Ucayali. Tesis de Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Ucayali. Recuperado de: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3865/000003520T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Guariguata, M.; Arce, J.; Ammour, T.; Capella, L. (2017). Las plantaciones forestales en Perú. Reflexiones, estatus actual, y perspectivas a futuro. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Indonesia. 41 p. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/317021930_Las_Plantaciones_Forestales_en_Peru_reflexiones_estatus_actual_y_perspectivas_a_futuro/link/591f6cd60f7e9b99793c589b/download
- Guerra, W. (2016). Comparación del aprovechamiento y procesamiento de madera de bosque natural y sistema silvopastoriles de *Pinus oocarpa* y rentabilidad de fincas productoras en Yamaranguila, Intibucá, Honduras. Tesis de Mg. Scientiae en Agroforestería y Agricultura Sostenible. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Recuperado de:
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8560/Comparacion_del_aprovechamiento.pdf
- Guindos, P. (2011). Modelos de elementos finitos tridimensionales para simular el comportamiento de madera con presencia de nudos, empleando la analogía fluido-fibra y validación con fotogrametría de objeto cercano. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España. 532 p. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=119922>
- Henry, P.; Sánchez, O.; García, M. (2004). Tablas de cubicación de madera en trozas para las especies de coníferas de pinar del río. Revista Forestal Baracoa 23(2): 93-101. Recuperado de:
http://www.actaf.co.cu/revistas/rev_forestal/Baracoa2004/FAO%20%202004/TABLAS%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf
- Heras, I.; Arana, G.; Camisón, C.; Casadesús, M.; Martiarena, A. (2008). Gestión de calidad y competitividad de las empresas de la CAPV. Instituto Vasco de Competitividad. Fundación Deusto. España. 2004 p.

- Hevia, A. (2012). Influencia de la poda en el desarrollo de masas de *Pinus radiata* D. Don y *Pinus pinaster* Aiton en Asturias. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo, España. 416 p. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/320335881_Influencia_de_la_poda_en_el_desarrollo_de_masas_de_Pinus_radiata_D_Don_y_Pinus_pinaster_Aiton_en_Asturias/link/59de7c02458515376b29e2a8/download
- Huarcaya, D. (2011). Rendimiento en aserrío de *Myroxylon balsamun* Harms y *Dipteryx micrantha* Harms en Iñapari-Madre de Dios. Tesis de Ingeniería Forestal y Ambiental. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Junín. Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2598/Huarcaya%20De%20La%20Cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INTE 06-07-03. (2011). Madera estructural: Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual. Primera Edición. INTE CTN 06. San José, Costa Rica.
- Instituto Forestal (INFOR). (1979). La clasificación de la madera. Informe Técnico N° 52. Chile. 64p.
- Instituto Forestal (INFOR). (2000). Detección automática de madera aserrada: principios y metodología de evaluación. Informe técnico 152. Concepción, Chile. 56 p. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/6631>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (2005). Memorándum N° 1950-2005-INRENA-IFFS del 17.06.05.
- Jiménez, C. (2008). Calidad y valoración de plantaciones forestales: aplicación práctica en cinco plantaciones de *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. (cebo) en las zonas Norte y Atlántica de Costa Rica. Kurú: Revista Forestal 5 (15): 5 p. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/263087510_Calidad_y_valoracion_de_plantac

[iones forestales aplicacion practica en cinco plantaciones de Vochysia guatemalensis Donn Sm cebo en las zonas Norte y Atlantica de Costa Rica/link/0a85e539cfa274fe87000000/download.](#)

Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). (1989). Manual para el grupo andino para aserrío y afilado de sierras cintas y sierras circulares. Primera edición. Lima, Perú.

Kollmann (1959). Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Tomo primero. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias del Servicio de la Madera. Madrid, España. 674p.

Leite, H. (1994). Conversão de troncos em multiprodutos da madeira, utilizando programação dinâmica. Viçosa, MG, 1994. 230p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Recuperado de: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/26039>

Lima, J. (2016). Estudio de la caracterización de la cadena de producción y comercialización de la industria forestal: estructura, agente y prácticas. ODEPA. Santiago, Chile. 106 p.

Llavé, A. (2008). Factor de conversión en aserrío para trozas de raleo proveniente de una plantación de teca (*Tectona grandis*) en Chanchamayo-Junín. Tesis de ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2014. Perú forestal en números 2013. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú.

Meza, A. & Simón, D. (2007). Aserrío de rozas de diámetros menores. Kurú: revista forestal. Costa Rica. 4(10). Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/318573056_Aserrio_de_trozas_de_diametros_menores

Montenegro, R. (2015). Rendimiento en aserrío para trozas provenientes del raleo de una plantación de *Pinus patula* de 22 años en Cajamarca. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

- Murara, M; Pereira, M; Timofeiczky, R. (2005). Rendimiento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologías de desdobro. Floresta. 35(3): 473 – 483. Recuperado de <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/5186/3900>
- NTP 251.118. (2017). Madera aserrada. Clasificación por defectos, por rendimiento y requisitos. Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Lima, Perú.
- NTP 251.102. (2016). Madera aserrada. Clasificación y métodos de medición de defectos. Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Lima, Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1991). Conservación de la energía en las industrias mecánicas forestales. Descripción del procedimiento de fabricación. Aserrío de la madera. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/t0269s/T0269S05.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). La industria de la madera en el Perú. Identificación de las barreras y oportunidades para el comercio interno de productos responsables de madera, provenientes de fuentes sostenibles y legales en las MIPYMES del Perú. Lima, Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Principales resultados. Roma, Italia. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- Orozco, R.; Hernández, J.; Nájera, J.; Domínguez, P.; Goche, J.; López, P.; Corral, J. (2016). Rendimiento en calidad de la madera aserrada de Pino. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 7(36): 37-50. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000400037

- Ortiz, R.; Martínez, D.; Vázquez, D.; Santiago, W. (2016). Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género *Pinus* en la región sierra sur, Oaxaca, México. *Colombia Forestal*. 19(1): 79-93. Doi:
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a06>
- Palomino, J.; Barra, M.; Bohorquez, M.; Sosa, G. (1991). Ensayos Silviculturales con especies de *Pinus*, *Eucalyptus* y *Cupresus* en Selva Central del Perú. Documento N° 71. 40 p.
- Párraga, R. (2006). Difusión y capacitación de las reglas de la National Harwood Lumber Association (NHLA) en la subregión andina. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- PROMAMAZONIA. (2011). Madera con valor agregado. Descripción de la cadena productiva y flujo del producto. Recuperado de:
http://www.promamazonia.org.pe/SiBiocomercio/wfr_LineaProductivaItem.aspx?Tef_I dTemaFicha=121
- Quispe, A. (2015). Plantaciones forestales. Semillas de *Pinus tecunumanii* (pino rojo). Arborizaciones EIRL. Lima, Perú. 7p. Recuperado de: <https://docplayer.es/35530071-Semillas-de-pinus-tecunumanii-pino-rojo.html>
- Quirós, R. (1990). Optimización del proceso de aserrío en madera de cortas dimensiones en el Pacífico Seco, Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba. Costa Rica. 131 p.
- Quirós, R.; Chunchilla, O.; Gómez, M. (2005). Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomía Costarricense* 29(2): 7-15
- Ramírez, D. (2019). Rendimiento de aserrío de copaiba (*Copaifera reticulata* Ducke) y lupuna (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) en Tahuamanu-Madre de Dios. Tesis de Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de:

http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3184/T016_76451049_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ramos, N. (2006). Selección de sierras banda para el aserrío de encino en el estado de Chihuahua. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 44p
- Ríos, M. (2005). Madera aserrada: Clasificación visual por grados de calidad. Propuesta de Norma Técnica Peruana. Informe Final de Consultoría. Viceministerio de Comercio Exterior. Lima, Perú.
- Rocha, M. (2002). Técnicas e planejamento em serrarias. Série Didática Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Rodríguez, P. Souza, A. Souza, D. (2013). Rendimiento na produção de madeira serrada de ipê (*Handroanthus sp.*). Encilopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia. 9(17): 2315-2329. Recuperado de: <https://fdocumentos.tips/document/rendimento-na-producao-de-madeira-serrada-de-ipe.html>
- Rueda, A.; Gallegos, A.; González, D. Benavides, J.; Ruiz, J. y López, E. (2010). Coeficiente de aserrío de madera en rollo de dos especies tropicales producto de plantaciones forestales. Scientia-CUCBA 12(1-2): 1-10. Guadalajara, México.
- Sánchez, M.; Estévez, S.; Martínez, U. (2009). Uso de técnicas de ensayo no destructivas para el conocimiento de la calidad de la madera de las plantaciones de nogal (*Juglans sp.*) y cerezo (*Prunus avium*) propiedad de Bosques Naturales S. A. Castilla y León, España. 11 p.
- Schimleck, L. & A. Clark, A. (2008). Wood Quality. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/forestryencyclopedia/Home/Wood%20Quality>

- Serrano, R. (1991). Tecnologías para el aserrío de trozas de diámetros menores. *Tecnología en Marcha* 12 (1): 89-98 p. Recuperado de:
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2683/pdf
- Serrano, R. (1996). Desarrollo experimental de una sierra circular doble para aserrío de trozas de diámetros menores. *Tecnología en Marcha* 12 (4): 9-16. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5691665>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2019a). Productos forestales maderables. Guía Explicativa para su identificación. Lima, Perú.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2019b). Estudio de pre-inversión a nivel de perfil del programa de inversión “Fomento y gestión sostenible de la producción forestal en el Perú”. Lima, Perú.
- Shimizu, J. & Medrado, M. (2005). Cultivo do Pinus. *Sistemas de Produção Embrapa Florestas*, 5: 1-18 p.
- Spavento, E.; Keil, G. (2008). Tipificación. Curso de Xilotecología. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. 34 p. Recuperado de:
<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/mod/resource/view.php?id=1173>
- Tobar, F. (2019). Conifers of El Salvador. *Bulletin of the Cupressus Conservation Project*. Volume 8 N° 1. Recuperado de: http://www.cupressus.net/bulletin/19/BullCCP08_1.pdf
- Trujillo, E. (2012). La Poda y su influencia en la calidad y precio de la madera. *Revista el Mueble y la Madera*, Colombia 75: 40 - 44 p. Recuperado de:
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14873044/la-poda-y-su-influencia-revista-el-mueble-y-la-madera>.

- Valerío A; Watzlawick, L; Balbinot, R; Wincker, M; Figueredo, A. (2009). Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Floresta, 39(3). p. 619-628. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v39i3.15361>
- Vignote, S. & Martínez, I. (2006). Tecnología de la madera. (3ra ed.) Madrid, España. MUNDI-PRENSA Libros S.A. 687p.
- Vignote, S.; Martínez, I.; Villasante, P. (2013). Silvicultura y calidad de la madera. Universidad Politécnica de Madrid. España. 56 p. Recuperado de: <http://oa.upm.es/21580/1/SiLVITCALIDADMADERA.pdf>
- Vignote, S. & Martínez, I. (2017). Madera aserrada: Defectos y alteraciones. Universidad Politécnica de Madrid, España. 40 p. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/311924422_MADERA_ASERRADA_ii_DEFECTOS_Y_ALTERACIONES/link/58639c7808ae8fce490b6841/download
- Vignote, S. (2017). Madera aserrada III: Dimensiones de comercialización y clasificaciones de calidad. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/311924249_MADERA_ASERRADA_III_DIMENSIONES_DE_COMERCIALIZACION_Y_CLASIFICACIONES_DE_CALIDAD/link/58639dc008ae6eb871acfabb/download
- Vilches, P. (2005). Evaluación de defectos y determinación del aprovechamiento a nivel de remanufactura en *Pinus radiata* D. Don. Tesis de Ingeniería de la Madera. Universidad Austral del Chile. Valdivia, Chile. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fifv699e/doc/fifv699e.pdf>
- Tuset, R. & Durán, F. (2007). Manual de Maderas Comerciales, Equipos y Proceso de Utilización. Aserrado de Maderas. Editorial hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. 370 p.

Wong, S. (2014). Rendimiento y costos en la producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* (Harms) en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC Maynas-Perú. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.

Recuperado de:

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4276/Sara_Tesis_Titulo_2_014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yalico, A. (2012). Determinación del coeficiente de rendimiento de las especies de eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith) y nogal (*Junglans neotropica* Diels) en la región Pasco-Perú.

Tesis de Ingeniería de Recursos Naturales Renovables-Mención Forestal. Universidad Nacional Agraria la Selva. Tingo María, Perú. Recuperado de:

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/554>

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Datos tomados en el pre-muestreo de 30 trozas

Nro	Diámetro menor promedio (cm)	Diámetro mayor promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
1	31,0	33,0	2,50	0,201258
2	40,5	41,5	2,51	0,331433
3	20,5	22,0	2,53	0,089840
4	29,0	31,8	2,47	0,179353
5	34,0	34,5	2,51	0,231264
6	33,0	36,5	2,51	0,238656
7	25,8	27,0	2,50	0,136665
8	21,3	22,8	2,52	0,095905
9	20,0	24,0	2,51	0,096202
10	25,3	26,3	2,54	0,132325
11	30,0	29,0	2,50	0,170922
12	28,0	35,0	2,50	0,197233
13	17,8	18,5	2,52	0,065048
14	21,5	22,3	2,51	0,094360
15	19,3	21,5	2,52	0,082415
16	21,5	22,5	2,53	0,096223
17	26,0	28,8	2,53	0,149284
18	19,3	21,0	2,52	0,080312
19	18,3	20,0	2,50	0,071968
20	28,0	34,8	2,52	0,197085
21	23,5	26,0	2,52	0,121548
22	15,0	20,5	2,50	0,063347
23	26,3	29,0	2,50	0,150214
24	25,5	24,5	2,50	0,122768
25	18,3	20,0	2,51	0,072256
26	21,5	22,5	2,52	0,095843
27	28,5	29,5	2,51	0,165840
28	17,3	18,5	2,52	0,063316
29	20,0	21,8	2,51	0,086056
30	32,5	32,8	2,53	0,211504

Anexo 2: Registro de cubicación de trozas

Código	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Longitud (m)	Conicidad	Volumen rollizo (m3)	Volumen aserrado (m3)	Factor de conversión	Defecto	Profundidad (p) (cm)	Flecha (f) (cm)	Observaciones
								Hueco/Grieta Rajadura/Curvatura			
T1	30,5	30,0	2,530	0,2	0,181841	0,069809	0,384	Curvatura		6	
T2	30,5	29,5	2,510	0,4	0,177471	0,090358	0,509	Curvatura		6	
T3	28,5	27,5	3,120	0,3	0,192176	0,086032	0,448	Curvatura		5	
T4	27,8	25,5	3,070	0,7	0,171231	0,095373	0,557	Curvatura		4	
T5	30,5	29,0	3,060	0,5	0,212844	0,114447	0,538	Curvatura		5	
T6	26,5	24,3	2,500	0,9	0,126676	0,067646	0,534				
T7	35,5	34,0	3,060	0,5	0,290351	0,146697	0,505	Curvatura		4	
T8	27,0	24,0	3,090	1,0	0,158354	0,066466	0,420				
T9	26,0	23,5	3,090	0,8	0,149041	0,094193	0,632	Rajadura	70		
T10	36,0	32,0	3,060	1,3	0,278785	0,145320	0,521	Curvatura		5	
T11	34,5	33,5	2,500	0,4	0,227029	0,130720	0,576	Curvatura		4	
T12	27,5	25,5	3,070	0,7	0,169566	0,085147	0,502	Curvatura		3	
T13	38,0	32,0	3,070	2,0	0,297539	0,158496	0,533	Curvatura		5	
T14	33,3	31,0	3,080	0,7	0,249953	0,132883	0,532				
T15	24,5	23,5	3,070	0,3	0,138944	0,066171	0,476	Curvatura		4	
T16	28,0	27,5	2,540	0,2	0,153633	0,075905	0,494	Curvatura		6	
T17	30,5	29,3	3,070	0,4	0,215295	0,112579	0,523				
T18	39,0	37,5	3,060	0,5	0,351756	0,184895	0,526	Curvatura		6	
T19	31,0	29,5	2,460	0,6	0,176906	0,083574	0,472	Curvatura		4	Mancha blanca por hongos
T20	34,0	33,0	2,510	0,4	0,221284	0,121920	0,551	Curvatura		4	Mancha blanca por hongos
T21	29,5	25,8	2,520	1,5	0,151737	0,085835	0,566				Mancha blanca por hongos
T22	23,0	21,0	2,480	0,8	0,094468	0,039329	0,416	Curvatura		4	
T23	24,0	22,0	2,520	0,8	0,104898	0,047539	0,453				Mancha gris por hongos

T24	25,8	24,3	2,500	0,6	0,122829	0,065876	0,536	Curvatura	3	Mancha blanca por hongos
T25	18,5	16,5	2,490	0,8	0,060087	0,021041	0,350			
T26	25,5	24,0	3,080	0,5	0,148317	0,081214	0,548			
T27	23,8	20,5	2,500	1,3	0,096635	0,047588	0,492			
T28	21,0	19,5	2,500	0,6	0,080626	0,033036	0,410	Curvatura	3	Manchas en las cabezas de trozas Mancha blanca por hongos
T29	24,8	23,5	2,490	0,5	0,113898	0,060665	0,533			
T30	27,3	25,0	2,480	0,9	0,133186	0,077085	0,579			
T31	25,3	22,8	3,080	0,8	0,139714	0,074528	0,533	Curvatura	3	
T32	28,0	26,5	3,080	0,5	0,179764	0,096454	0,537			
T33	29,0	22,0	3,060	2,3	0,159220	0,073054	0,459			Mancha blanca por hongos
T34	23,0	20,0	2,510	1,2	0,091569	0,041885	0,457			
T35	25,0	24,3	2,510	0,3	0,119569	0,065679	0,549	Curvatura	4	Mancha blanca por hongos
T36	26,8	25,8	3,100	0,3	0,167829	0,077183	0,460	Curvatura	5	
T37	20,8	20,5	2,520	0,1	0,084197	0,032250	0,383			
T38	30,0	29,5	3,080	0,2	0,214114	0,097782	0,457			3
T39	33,3	30,5	2,530	1,1	0,202264	0,102747	0,508	Curvatura	4	
T40	30,5	28,5	3,060	0,7	0,209389	0,119068	0,569			
T41	25,0	21,8	3,070	1,1	0,132381	0,070792	0,535			
T42	27,5	26,5	3,090	0,3	0,176980	0,112776	0,637			
T43	27,5	25,5	3,100	0,6	0,171223	0,101370	0,592			
T44	28,5	25,0	3,080	1,1	0,173837	0,095569	0,550			
T45	22,5	20,0	2,510	1,0	0,089327	0,040312	0,451	Curvatura	5	
T46	24,5	21,8	2,510	1,1	0,105794	0,052701	0,498			
T47	23,5	22,5	3,080	0,3	0,128027	0,063713	0,498			
T48	27,5	26,5	3,070	0,3	0,175835	0,106188	0,604			
T49	20,5	19,5	2,540	0,4	0,079846	0,034609	0,433			

T50	26,5	25,0	3,120	0,5	0,162617	0,087900	0,541	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T51	23,5	23,5	2,510	0,0	0,108868	0,052209	0,480			
T52	25,8	23,8	2,510	0,8	0,120955	0,061845	0,511	Curvatura	4	Mancha gris por hongos
T53	25,0	24,8	3,090	0,1	0,150171	0,068334	0,455			
T54	24,5	22,5	2,510	0,8	0,109065	0,055454	0,508	Curvatura	2	
T55	20,5	20,0	2,500	0,2	0,080528	0,042475	0,527	Curvatura	3	
T56	26,5	25,5	3,070	0,3	0,163056	0,088490	0,543	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T57	29,0	27,0	3,100	0,6	0,191127	0,084164	0,440			
T58	20,8	19,0	2,500	0,7	0,077711	0,030677	0,395	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T59	27,0	26,5	3,070	0,2	0,172550	0,096848	0,561			
T60	26,8	25,0	2,530	0,7	0,133189	0,079248	0,595	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T61	21,5	20,0	2,500	0,6	0,084651	0,051914	0,613			
T62	25,0	23,5	2,500	0,6	0,115576	0,054274	0,470	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T63	33,5	31,0	3,080	0,8	0,251972	0,129196	0,513			
T64	33,0	32,5	2,500	0,2	0,210609	0,102796	0,488	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T65	31,5	30,0	3,090	0,5	0,229613	0,123886	0,540			
T66	29,0	28,0	3,090	0,3	0,197184	0,096749	0,491	Curvatura	3	Mancha gris por hongos
T67	32,0	32,0	3,050	0,0	0,245296	0,130867	0,534			
T68	34,5	34,0	3,070	0,2	0,282861	0,163019	0,576	Grieta	30	Mancha gris por hongos y astilladura en la base
T69	32,5	31,5	2,500	0,4	0,201111	0,109924	0,547			
T70	34,0	32,0	3,070	0,7	0,262818	0,141830	0,540	Curvatura	4	Mancha gris por hongos
T71	35,5	33,0	2,520	1,0	0,232482	0,120101	0,517			
T72	29,3	27,3	3,080	0,6	0,193295	0,108155	0,560			

T73	31,5	30,0	2,530	0,6	0,188000	0,086770	0,462	Curvatura	3
T74	24,0	22,0	3,080	0,6	0,128208	0,072759	0,568		
T75	31,3	29,3	3,080	0,6	0,221598	0,107565	0,485	Curvatura	2
T76	28,0	26,0	2,510	0,8	0,143909	0,071972	0,500		
T77	24,0	22,0	2,520	0,8	0,104898	0,052013	0,496	Curvatura	5
T78	26,5	24,5	3,080	0,6	0,157539	0,083574	0,530	Curvatura	2
T79	29,5	27,0	2,500	1,0	0,157006	0,069514	0,443	Curvatura	2
T80	29,5	27,0	3,080	0,8	0,193431	0,111104	0,574		
T81	21,8	19,0	2,510	1,1	0,082211	0,039329	0,478		
T82	28,0	27,0	3,090	0,3	0,183593	0,095619	0,521	Curvatura	3
T83	27,3	25,8	3,070	0,5	0,169460	0,080133	0,473	Curvatura	3
T84	27,3	25,8	2,510	0,6	0,138549	0,068039	0,491		
T85	22,5	20,8	3,050	0,6	0,112205	0,072365	0,645		
T86	24,3	22,3	3,060	0,7	0,130155	0,065876	0,506	Curvatura	2
T87	25,5	25,0	2,510	0,2	0,125698	0,070006	0,557		
T88	27,8	24,0	2,560	1,5	0,135321	0,053782	0,397	Curvatura	3
T89	37,0	36,5	2,520	0,2	0,267316	0,123247	0,461	Curvatura	3
T90	29,5	29,0	2,660	0,2	0,178754	0,084164	0,471	Curvatura	

Anexo 3: Criterios de calidades de las trozas en base a la propuesta de INRENA-UNALM (2008)

COD.	VARIABLES									Calidad de troza
	Forma de sección	Conicidad	Rectitud	Hueco	Rajadura	Grieta	Abultamiento	Ataque de insectos	Manchas y/o pudrición	
T1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	3
T2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3
T3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T4	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T5	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T6	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T7	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T9	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
T10	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T11	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T12	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T13	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T15	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T16	2	1	3	1	1	1	2	1	2	3
T17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T18	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3
T19	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
T20	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
T21	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T22	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3
T23	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3
T24	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
T25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T26	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
T27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T28	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T29	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T31	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T32	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
T33	1	2	1	1	1	1	1	3	2	3
T34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T35	1	1	3	1	1	1	1	1	2	3
T36	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T38	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T39	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T40	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
T41	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
T42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

T45	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T46	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
T47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T50	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
T51	1	1	1	1	1	1	3	1	2	3
T52	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T53	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T54	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T55	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T57	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T58	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T59	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
T60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T61	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T62	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T63	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T64	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2
T65	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T67	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
T68	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
T69	1	1	1	1	1	3	1	1	2	3
T70	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T71	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T72	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T73	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T74	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T75	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T76	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3
T77	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T78	2	1	3	1	1	1	3	1	1	3
T79	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3
T80	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
T81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T82	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T83	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T84	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
T85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T86	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T88	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T89	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T90	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2

Anexo 4: Registro de producción de madera aserrada húmeda

Cód. de troza	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Longitud (m)	Dimensiones comerciales			Volumen comercial (Pt)	Categoría	Observación
				e (")	a (")	l (')			
T1	25,31	15,13	2,530	¾	5	8	2 ⁶	Especial	Nudos arracimados
T1	23,88	20,43	2,530	¾	8	8	4	Especial	Nudos arracimados
T1	25,12	20,97	2,530	¾	8	8	4	Especial	Nudos arracimados y rajadura
T1	22,09	20,73	2,530	¾	8	8	4	Especial	
T1	24,45	10,23	2,530	¾	4	8	2	Especial	
T1	23,01	20,93	2,530	¾	8	8	4	Especial	Médula
T1	24,55	10,13	2,530	¾	3	8	1 ⁶	Especial	Nudos arracimados
T1	56,44	15,00	2,154	2	5	7	5 ⁹	Larga Angosta	
T1	23,88	5,17	2,530	¾	2	8	1	Especial	
T1	23,61	7,80	1,320	¾	3	4	0 ⁹	Corta	
T2	26,92	21,53	2,510	1	8	8	5 ³	Comercial	
T2	26,34	12,50	2,510	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T2	27,28	21,27	2,510	1	8	8	5 ³	Comercial	
T2	27,49	21,30	2,510	1	8	8	5 ³	Comercial	
T2	26,38	21,17	2,510	1	8	8	5 ³	Comercial	
T2	25,14	10,17	2,510	¾	4	8	2	Especial	
T2	26,58	21,20	2,510	1	8	8	5 ³	Comercial	
T2	35,24	12,73	2,510	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T2	26,92	10,13	1,889	1	3	6	1 ⁶	Larga Angosta	
T2	26,06	10,10	1,340	1	3	4	1	Corta	
T2	26,48	8,03	1,045	1	3	3	0 ⁹	Corta	
T2	15,47	7,77	1,102	½	3	3	0 ⁴	Corta	
T3	45,94	15,23	3,120	1 ½	5	10	6 ³	Larga Angosta	
T3	24,96	10,47	1,972	¾	4	6	1 ⁶	Especial	
T3	17,06	8,10	1,635	½	3	5	0 ⁷	Corta	
T3	25,37	21,33	3,120	¾	8	10	5	Especial	
T3	25,27	21,50	3,120	¾	8	10	5	Especial	Médula
T3	24,86	21,47	3,120	¾	8	10	5	Especial	
T3	25,82	21,67	3,120	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T3	26,06	15,20	3,120	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T3	24,97	12,50	3,025	¾	4	9	2 ³	Especial	Mancha azul 30%
T4	57,43	12,83	3,070	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	
T4	23,61	8,03	1,276	¾	3	4	0 ⁹	Corta	
T4	25,73	18,43	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T4	25,53	18,37	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T4	25,82	18,57	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T4	26,04	18,40	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T4	25,76	15,37	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T4	25,50	5,00	3,009	1	1	9	0 ⁹	Larga Angosta	
T4	24,41	10,20	2,750	¾	4	9	2 ³	Especial	
T5	24,29	10,30	2,670	¾	4	8	2	Especial	

T5	53,87	10,07	2,538	2	3	8	4	Larga Angosta	
T5	26,24	19,37	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T5	26,11	19,43	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T5	26,21	19,50	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T5	26,29	19,50	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T5	25,74	19,37	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T5	25,53	19,20	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T5	25,67	12,73	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T5	25,81	10,30	3,060	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T6	25,12	5,43	2,500	¾	2	8	1	Especial	
T6	26,26	7,87	2,500	1	3	8	2	Larga Angosta	
T6	26,81	18,00	2,500	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T6	25,29	18,07	2,500	¾	7	8	3 ⁶	Especial	Mancha azul 5%
T6	26,40	18,13	2,500	1	7	8	4 ⁸	Comercial	Corteza
T6	25,56	18,03	2,500	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T6	55,57	12,83	2,500	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta	
T6	26,12	8,10	1,890	1	3	6	1 ⁶	Larga Angosta	
T7	25,12	13,77	2,646	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T7	25,57	17,77	2,730	1	6	8	4	Comercial	
T7	56,38	15,10	3,060	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	
T7	53,65	5,53	2,280	2	2	7	2 ³	Larga Angosta	
T7	25,72	12,80	1,905	1	5	6	2 ⁶	Larga Angosta	
T7	24,75	10,23	1,645	¾	4	5	1 ³	Corta	
T7	25,80	24,00	3,060	1	9	10	7 ⁶	Comercial	
T7	24,55	23,93	3,060	¾	9	10	5 ⁷	Especial	
T7	24,57	24,00	3,060	¾	9	10	5 ⁷	Especial	
T7	26,08	23,93	3,060	1	9	10	7 ⁶	Comercial	
T7	25,37	24,13	3,060	¾	9	10	5 ⁷	Especial	
T7	25,24	24,00	3,060	¾	9	10	5 ⁷	Especial	
T7	23,58	7,97	3,060	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T7	20,46	7,90	3,060	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T8	53,38	12,87	2,600	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta	
T8	25,56	5,40	1,276	1	2	4	0 ⁸	Corta	
T8	26,44	15,67	3,090	1	6	10	5	Comercial	Médula
T8	26,29	15,60	3,090	1	6	10	5	Comercial	
T8	25,69	15,47	3,090	1	6	10	5	Comercial	
T8	25,75	10,37	3,090	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T8	25,72	7,93	3,090	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	Mancha azul 20%
T9	51,58	12,73	3,090	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	Rajaduras 60cm de largo
T9	26,07	5,37	2,440	1	2	8	1 ³	Larga Angosta	
T9	26,08	7,60	1,325	1	2	4	0 ⁸	Corta	
T9	26,72	16,20	3,090	1	6	10	5	Comercial	
T9	24,74	16,17	3,090	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T9	26,36	15,73	3,090	1	6	10	5	Comercial	Mancha azul 5%
T9	26,00	16,17	3,090	1	6	10	5	Comercial	

T9	26,14	16,13	3,090	1	6	10	5	Comercial	Rajadura 60cm de longitud
T9	25,88	10,27	3,090	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T9	26,45	7,87	3,090	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T10	26,12	10,30	2,303	1	4	7	2 ³	Larga Angosta	Bolsa de resina
T10	48,83	17,87	3,060	1 ½	7	10	8 ⁹	Comercial	Bolsa de resina
T10	27,49	7,50	0,977	1	2	3	0 ⁶	Corta	
T10	26,43	21,70	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T10	26,42	21,67	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T10	26,02	21,57	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T10	26,51	21,77	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T10	24,80	22,97	3,060	¾	9	10	5 ⁷	Especial	
T10	25,46	10,50	3,060	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T10	26,19	20,23	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T10	25,66	8,00	3,060	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T10	25,30	7,97	3,060	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T10	25,57	12,87	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T11	25,94	23,70	2,500	1	9	8	6	Comercial	
T11	26,77	23,90	2,500	1	9	8	6	Comercial	Rajadura 30cm de longitud y Médula
T11	25,77	23,93	2,500	1	9	8	6	Comercial	Rajadura 30cm de longitud
T11	26,70	23,90	2,500	1	9	8	6	Comercial	Médula
T11	25,38	23,87	2,500	¾	9	8	4 ⁶	Especial	
T11	24,44	12,77	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T11	24,85	12,73	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T11	26,24	17,67	2,500	1	6	8	4	Comercial	
T11	26,39	23,90	2,500	1	9	8	6	Comercial	Rajadura 35cm de longitud
T11	25,63	12,43	2,500	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T11	57,49	12,77	2,500	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta	
T11	25,80	10,27	1,834	1	4	6	2	Larga Angosta	
T11	24,90	7,80	1,032	¾	3	3	0 ⁶	Corta	
T12	51,32	10,27	3,070	2	4	10	6 ⁸	Larga Angosta	
T12	18,30	8,03	3,070	½	3	10	1 ³	Especial	
T12	25,97	7,93	1,910	1	3	6	1 ⁶	Larga Angosta	
T12	26,71	16,13	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T12	26,80	16,10	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T12	26,40	16,27	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T12	26,35	16,10	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T12	27,34	10,27	3,070	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T12	25,91	12,67	3,070	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T13	25,43	17,93	2,600	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T13	20,54	5,93	2,490	¾	2	8	1	Especial	
T13	57,99	12,67	3,070	2	4	10	6 ⁸	Larga Angosta	
T13	24,36	10,40	2,306	¾	4	7	1 ⁹	Especial	
T13	25,59	20,43	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T13	25,42	20,40	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	

T13	25,73	20,47	3,070	1	8	10	6 ^s	Comercial	
T13	25,50	21,53	3,010	1	8	9	6	Comercial	
T13	25,56	20,47	3,070	1	8	10	6 ^s	Comercial	
T13	24,74	20,30	3,070	¾	7	10	4 ^a	Especial	
T13	24,47	20,50	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T13	25,47	10,23	3,070	1	4	10	3 ^ª	Larga Angosta	
T13	26,85	18,00	3,070	1	7	10	5 ^ª	Comercial	
T13	25,29	10,13	3,070	¾	3	10	1 ^º	Especial	
T14	55,34	15,27	3,080	2	6	10	10	Comercial	
T14	23,94	7,77	1,655	¾	3	5	0 ^º	Corta	
T14	24,08	5,53	1,856	¾	2	6	0 ^ª	Especial	
T14	16,62	10,43	1,962	½	4	6	1	Especial	
T14	15,28	8,00	1,830	½	3	6	0 ^ª	Especial	Mancha azul 30%
T14	15,95	8,00	0,940	½	3	3	0 ^a	Corta	
T14	25,20	23,67	3,080	¾	9	10	5 ^ª	Especial	
T14	25,87	23,70	3,080	1	9	10	7 ^ª	Comercial	
T14	25,50	23,77	3,080	1	9	10	7 ^ª	Comercial	
T14	23,97	23,77	3,080	¾	9	10	5 ^ª	Especial	
T14	25,62	17,70	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T14	24,67	23,83	3,080	¾	9	10	5 ^ª	Especial	
T14	25,35	12,70	3,080	¾	5	10	3 ^ª	Especial	Mancha 40%
T14	25,54	7,97	3,080	1	3	10	2 ^ª	Larga Angosta	
T15	55,43	10,07	2,158	2	3	7	3 ^ª	Larga Angosta	
T15	31,76	5,07	2,110	1	1	6	0 ^ª	Larga Angosta	
T15	26,17	7,97	1,290	1	3	4	1	Corta	
T15	25,52	7,87	0,964	1	3	3	0 ^ª	Corta	
T15	26,38	12,87	3,070	1	5	10	4 ^ª	Larga Angosta	
T15	25,55	15,57	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T15	22,95	15,53	3,070	¾	6	10	3 ^ª	Especial	
T15	27,44	15,43	3,070	1	6	10	5	Comercial	Rajadura 39cm de longitud
T15	27,25	7,93	3,070	1	3	10	2 ^ª	Larga Angosta	
T15	25,32	8,00	3,070	¾	3	10	1 ^º	Especial	
T16	25,03	18,80	2,540	¾	7	8	3 ^ª	Especial	Médula
T16	26,75	18,77	2,540	1	7	8	4 ^s	Comercial	Rajadura 42cm de largo y médula
T16	26,66	18,67	2,540	1	7	8	4 ^s	Comercial	
T16	26,94	18,60	2,540	1	7	8	4 ^s	Comercial	
T16	25,43	12,80	2,540	1	5	8	3 ^ª	Larga Angosta	
T16	27,58	10,37	1,860	1	4	6	2	Larga Angosta	
T16	58,04	7,73	2,420	2	3	7	3 ^ª	Larga Angosta	
T16	45,67	5,63	2,193	1 ½	2	7	1 ^ª	Larga Angosta	
T16	30,89	5,47	1,944	1	2	6	1	Larga Angosta	
T16	27,48	12,77	1,770	1	5	5	2	Corta	
T16	14,68	10,23	1,965	½	4	6	1	Especial	
T17	25,39	21,07	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T17	25,72	20,73	3,070	1	8	10	6 ^s	Comercial	Médula

T17	25,26	13,17	3,070	¾	5	10	3 ¹	Especial	Mancha azul 5%
T17	23,78	15,37	3,070	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T17	24,11	20,67	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T17	26,51	21,13	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T17	24,39	21,13	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T17	25,33	21,47	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T17	25,13	21,00	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T17	25,51	8,37	3,070	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T18	25,43	15,13	2,596	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T18	26,13	12,70	2,403	1	5	7	2 ¹¹	Larga Angosta	
T18	51,78	12,73	3,060	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	Mancha azul 20%
T18	12,78	8,17	1,850	½	3	6	0 ⁹	Especial	
T18	28,11	5,10	2,460	1	2	8	1 ³	Larga Angosta	
T18	26,55	26,63	3,060	1	10	10	8 ³	Comercial	
T18	26,89	26,60	3,060	1	10	10	8 ³	Comercial	
T18	26,07	26,70	3,060	1	10	10	8 ³	Comercial	
T18	25,72	20,17	3,060	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T18	24,69	26,67	3,060	¾	10	10	6 ³	Especial	
T18	26,81	26,53	3,060	1	10	10	8 ³	Comercial	
T18	25,85	26,63	3,060	1	10	10	8 ³	Comercial	
T18	21,52	7,97	3,011	¾	3	9	1 ⁸	Especial	
T18	23,58	5,23	3,060	¾	2	10	1 ³	Especial	
T18	26,66	17,47	3,060	1	6	10	5	Comercial	
T19	25,86	20,40	2,460	1	8	8	5 ³	Comercial	
T19	26,53	20,70	2,460	1	8	8	5 ³	Comercial	Nudos arracimados
T19	25,33	20,73	2,460	¾	8	8	4	Especial	Nudos arracimados
T19	25,99	23,80	2,460	1	9	8	6	Comercial	Nudos arracimados
T19	23,92	13,07	2,460	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T19	51,13	10,37	2,460	2	4	8	5 ³	Larga Angosta	Mancha azul 40%
T19	26,64	8,20	2,460	1	3	8	2	Larga Angosta	
T19	26,62	15,33	1,678	1	6	5	2 ⁶	Corta	
T19	52,69	5,20	1,528	2	2	5	1 ⁸	Corta	
T19	24,53	10,43	1,026	¾	4	3	0 ⁹	Corta	
T20	26,51	7,77	2,510	1	3	8	2	Larga Angosta	
T20	26,61	23,10	2,510	1	9	8	6	Comercial	
T20	25,42	23,27	2,510	1	9	8	6	Comercial	
T20	25,41	23,17	2,510	1	9	8	6	Comercial	
T20	25,58	23,27	2,510	1	9	8	6	Comercial	Nudos arracimados
T20	24,72	23,03	2,510	¾	9	8	4 ⁶	Especial	
T20	25,59	23,43	2,510	1	9	8	6	Comercial	
T20	27,23	10,53	2,510	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T20	25,05	20,47	2,510	¾	8	8	4	Especial	
T20	24,05	12,77	2,510	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T20	54,39	15,47	2,112	2	6	6	6	Comercial	Mancha azul 10%
T21	25,41	22,33	2,520	1	8	8	5 ³	Comercial	

T21	26,47	20,33	2,520	1	8	8	5 ³	Comercial	Médula
T21	25,68	20,33	2,520	1	8	8	5 ³	Comercial	Mancha azul 10% y médula
T21	25,62	20,43	2,520	1	8	8	5 ³	Comercial	Mancha azul 35%
T21	26,06	20,57	2,520	1	8	8	5 ³	Comercial	Mancha azul 40%
T21	24,53	12,83	2,520	¾	5	8	2 ⁶	Especial	Mancha azul 40%
T21	57,59	10,40	2,520	2	4	8	5 ³	Larga Angosta	
T21	25,29	5,47	2,520	¾	2	8	1	Especial	
T21	25,39	5,43	1,194	¾	2	3	0 ⁴	Corta	
T21	25,84	5,60	1,001	1	2	3	0 ⁶	Corta	
T22	26,41	13,60	2,480	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T22	26,84	13,53	2,480	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	Médula
T22	25,73	13,57	2,480	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	Médula
T22	57,00	8,03	2,090	2	3	6	3	Larga Angosta	
T22	17,23	5,47	2,480	½	2	8	0 ⁸	Especial	
T22	26,40	8,10	2,480	1	3	8	2	Larga Angosta	
T22	26,90	10,27	1,013	1	4	3	1	Corta	
T23	26,38	7,90	2,520	1	3	8	2	Larga Angosta	Mancha azul 40%
T23	26,23	13,60	2,520	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	Mancha azul 30%
T23	25,58	13,53	2,520	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T23	25,38	13,63	2,520	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T23	27,13	13,43	2,520	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T23	29,92	5,40	2,520	1	2	8	1 ³	Larga Angosta	Ataque de insectos
T23	25,18	7,83	2,220	¾	3	7	1 ³	Especial	
T23	48,40	7,93	2,520	1 ½	3	8	3	Larga Angosta	
T24	26,15	15,70	2,500	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 30%
T24	26,06	15,87	2,500	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 45%
T24	24,83	10,27	2,500	¾	4	8	2	Especial	Mancha azul 30%
T24	26,81	15,90	2,500	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 60%
T24	27,53	10,37	2,500	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	Mancha azul 25%
T24	25,95	15,67	2,500	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 50%
T24	50,05	10,30	2,500	1 ½	4	8	4	Larga Angosta	Mancha azul 50%
T24	25,83	7,77	1,854	1	3	6	1 ⁶	Larga Angosta	Mancha azul 20%
T24	26,44	7,93	1,223	1	3	4	1	Corta	
T24	42,26	5,10	1,075	1 ½	2	3	0 ⁹	Corta	
T25	25,47	10,10	2,490	1	3	8	2	Larga Angosta	
T25	25,41	12,50	2,490	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T25	49,89	10,37	1,660	1 ½	4	5	2 ⁶	Corta	Médula
T25	27,10	5,33	2,490	1	2	8	1 ³	Larga Angosta	
T25	18,14	5,47	1,565	½	2	5	0 ⁵	Corta	
T26	58,44	13,23	2,200	2	5	7	5 ⁹	Larga Angosta	
T26	15,42	7,37	1,092	½	2	3	0 ³	Corta	
T26	26,57	16,10	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T26	27,00	16,03	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T26	26,18	16,03	3,080	1	6	10	5	Comercial	Médula
T26	25,46	12,67	3,080	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	

T26	25,09	10,20	3,080	¾	4	10	2 ⁶	Especial	Mancha azul 50%
T26	25,51	16,33	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T26	23,68	10,30	3,080	¾	4	10	2 ⁶	Especial	
T27	25,36	5,53	2,500	¾	2	8	1	Especial	
T27	26,45	12,93	2,500	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	Mancha azul 10%
T27	27,46	12,93	2,500	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T27	26,10	12,70	2,500	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T27	31,03	7,97	2,500	1	3	8	2	Larga Angosta	
T27	24,69	12,97	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T27	26,74	10,20	2,500	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T27	26,56	7,97	2,500	1	3	8	2	Larga Angosta	Mancha azul 5%
T28	24,41	15,07	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T28	36,02	12,87	2,500	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T28	25,48	10,27	2,500	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T28	49,33	10,30	2,500	1 ½	4	8	4	Larga Angosta	
T28	26,11	7,77	1,649	1	3	5	1 ³	Corta	
T28	15,72	5,50	1,130	½	2	3	0 ³	Corta	
T29	24,87	15,40	2,490	¾	6	8	3	Especial	
T29	26,54	15,50	2,490	1	6	8	4	Comercial	
T29	26,84	15,50	2,490	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 20%
T29	27,30	15,47	2,490	1	6	8	4	Comercial	
T29	26,67	15,57	2,490	1	6	8	4	Comercial	
T29	25,94	7,87	2,490	1	3	8	2	Larga Angosta	
T29	27,36	10,23	2,220	1	4	7	2 ³	Larga Angosta	
T29	27,66	8,03	2,490	1	3	8	2	Larga Angosta	
T29	17,97	7,77	1,009	½	3	3	0 ⁴	Corta	
T30	26,11	16,30	2,480	1	6	8	4	Comercial	
T30	24,81	16,27	2,480	¾	6	8	3	Especial	
T30	25,95	16,33	2,480	1	6	8	4	Comercial	Médula
T30	25,04	16,37	2,480	¾	6	8	3	Especial	Médula
T30	25,15	16,30	2,480	¾	6	8	3	Especial	
T30	25,71	16,20	2,480	1	6	8	4	Comercial	
T30	23,86	12,77	2,480	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T30	25,44	10,67	2,480	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T30	25,03	13,10	2,480	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T30	39,75	10,73	2,480	1 ½	4	8	4	Larga Angosta	
T31	52,95	7,93	3,080	2	3	10	5	Larga Angosta	Mancha azul 25%
T31	25,04	5,27	2,407	¾	2	7	0 ¹⁰	Especial	
T31	13,06	7,70	1,333	½	3	4	0 ⁶	Corta	
T31	26,23	15,50	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T31	26,02	15,47	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T31	26,66	15,50	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T31	26,21	15,50	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T31	25,20	8,33	3,080	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T31	25,53	10,27	3,080	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	

T32	48,36	12,53	3,080	1 ½	4	10	5	Larga Angosta	
T32	14,03	10,40	2,496	½	4	8	1 ³	Especial	
T32	25,57	18,30	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	Médula
T32	28,14	18,23	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T32	25,36	18,33	3,080	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T32	29,72	18,33	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T32	24,68	18,10	3,080	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T32	25,17	12,73	3,080	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T32	25,66	8,00	3,080	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T32	26,13	10,47	2,720	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T33	28,27	14,20	2,540	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	Mancha azul 10%
T33	26,66	10,33	2,122	1	4	6	2	Larga Angosta	
T33	26,92	14,30	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Mancha azul 10% y médula
T33	26,15	14,30	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T33	24,95	14,47	3,060	¾	5	10	3 ¹	Especial	Mancha azul 10%
T33	26,71	14,40	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Mancha azul 20%
T33	26,07	12,83	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Mancha azul 30%
T33	26,28	12,80	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T33	27,60	7,60	3,060	1	2	10	1 ⁸	Larga Angosta	Mancha azul 40%
T34	24,93	8,10	2,510	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T34	24,72	13,00	2,510	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T34	27,22	12,97	2,510	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T34	26,19	13,07	2,510	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T34	52,69	10,27	2,510	2	4	8	5 ³	Larga Angosta	Rajadura 38 cm de longitud
T34	17,53	8,03	2,510	½	3	8	1	Especial	
T34	17,52	7,80	1,970	½	3	6	0 ⁹	Especial	
T35	26,95	15,87	2,510	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 30% y médula
T35	26,34	15,73	2,510	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 50%
T35	25,64	15,97	2,510	1	6	8	4	Comercial	
T35	25,34	15,87	2,510	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 10%
T35	26,79	15,77	2,510	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 50%
T35	26,74	13,03	2,510	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T35	40,49	10,40	2,142	1 ½	4	7	3 ⁶	Larga Angosta	
T35	25,89	8,17	2,510	1	3	8	2	Larga Angosta	
T36	26,25	12,77	2,514	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T36	25,39	12,67	2,222	¾	4	7	1 ⁹	Especial	
T36	43,52	10,33	2,595	1 ½	4	8	4	Larga Angosta	
T36	26,31	10,20	1,390	1	4	4	1 ³	Corta	
T36	27,90	10,23	0,995	1	4	3	1	Corta	
T36	28,86	8,47	1,013	1	3	3	0 ⁹	Corta	
T36	26,50	7,97	1,028	1	3	3	0 ⁹	Corta	
T36	27,14	14,77	3,100	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Nudos arracimados
T36	26,11	14,40	3,100	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Nudos arracimados
T36	27,50	12,83	3,100	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Nudos arracimados
T36	24,28	14,60	3,100	¾	5	10	3 ¹	Especial	Médula

T36	25,92	14,60	3,100	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T37	26,18	12,80	2,520	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T37	27,64	5,53	2,364	1	2	7	1 ²	Larga Angosta	
T37	25,33	12,47	2,520	¾	4	8	2	Especial	
T37	26,67	12,57	2,520	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	Médula
T37	39,81	7,83	2,520	1 ½	3	8	3	Larga Angosta	
T37	26,85	7,83	1,860	1	3	6	1 ⁶	Larga Angosta	
T38	25,02	12,90	2,257	¾	5	7	2 ²	Especial	
T38	50,57	10,30	2,220	1 ½	4	7	3 ⁶	Larga Angosta	
T38	13,87	7,90	1,230	½	3	4	0 ⁶	Corta	
T38	25,70	17,93	3,010	1	7	9	5 ³	Comercial	
T38	26,73	17,87	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T38	25,71	18,13	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T38	25,47	17,87	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T38	26,79	17,93	3,080	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T38	26,70	7,70	3,080	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T38	26,31	12,70	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T39	25,30	10,13	2,530	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T39	22,44	18,90	2,530	¾	7	8	3 ⁶	Especial	
T39	26,39	18,87	2,530	1	7	8	4 ⁸	Comercial	Médula
T39	26,54	18,80	2,530	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T39	26,46	18,90	2,530	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T39	26,20	18,90	2,530	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T39	25,41	10,13	2,530	1	3	8	2	Larga Angosta	
T39	25,99	15,13	2,530	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T39	26,39	18,77	2,530	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T39	27,69	15,23	2,530	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T39	23,05	12,47	2,010	¾	4	6	1 ⁶	Especial	
T39	52,66	10,27	2,230	2	4	7	4 ⁸	Larga Angosta	
T39	15,52	8,07	0,978	½	3	3	0 ⁴	Corta	
T40	58,06	12,40	2,830	2	4	9	6	Larga Angosta	
T40	55,55	5,47	1,843	2	2	6	2	Larga Angosta	
T40	17,08	10,40	2,018	½	4	6	1	Especial	
T40	26,35	21,30	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T40	26,44	15,23	3,060	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T40	26,61	21,20	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T40	25,37	12,80	3,060	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T40	24,98	20,67	3,060	¾	8	10	5	Especial	
T40	24,93	10,37	3,060	¾	4	10	2 ⁶	Especial	
T40	27,43	20,67	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T40	26,79	21,10	3,060	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T41	56,27	9,73	3,070	2	3	10	5	Larga Angosta	
T41	16,38	8,03	3,070	½	3	10	1 ³	Especial	
T41	25,77	15,63	3,070	1	6	10	5	Comercial	Nudos arracimados
T41	25,99	15,83	3,070	1	6	10	5	Comercial	

T41	26,33	15,57	3,070	1	6	10	5	Comercial	Médula
T41	23,02	15,60	3,070	¾	6	10	3 ^º	Especial	
T41	26,07	7,90	3,070	1	3	10	2 ^º	Larga Angosta	
T41	27,07	8,30	3,070	1	3	10	2 ^º	Larga Angosta	
T42	54,11	15,23	3,090	2	5	10	8 ^º	Larga Angosta	
T42	16,43	5,60	1,172	½	2	3	0 ^º	Corta	
T42	24,27	7,53	1,412	¾	2	4	0 ^º	Corta	
T42	25,11	10,30	1,250	¾	4	4	1	Corta	
T42	25,82	21,30	3,090	1	8	10	6 ^º	Comercial	
T42	26,12	21,27	3,090	1	8	10	6 ^º	Comercial	
T42	27,19	21,30	3,090	1	8	10	6 ^º	Comercial	
T42	26,63	21,20	3,090	1	8	10	6 ^º	Comercial	
T42	25,68	12,77	3,090	1	5	10	4 ^º	Larga Angosta	
T42	27,16	17,67	3,090	1	6	10	5	Comercial	
T42	23,15	8,00	3,090	¾	3	10	1 ^º	Especial	
T43	46,43	12,73	2,536	1 ½	5	8	5	Larga Angosta	
T43	17,54	13,10	3,100	½	5	10	2	Especial	
T43	26,06	10,40	2,291	1	4	7	2 ^º	Larga Angosta	
T43	26,77	18,80	3,100	1	7	10	5 ^º	Comercial	
T43	24,90	18,67	3,100	¾	7	10	4 ^º	Especial	
T43	27,00	18,60	3,100	1	7	10	5 ^º	Comercial	
T43	27,51	18,73	3,100	1	7	10	5 ^º	Comercial	Médula
T43	25,51	5,30	3,100	1	2	10	1 ^º	Larga Angosta	
T43	26,79	18,83	3,100	1	7	10	5 ^º	Comercial	
T43	26,04	12,93	3,100	1	5	10	4 ^º	Larga Angosta	Mancha azul 30%
T44	25,09	10,17	2,173	¾	4	7	1 ^º	Especial	
T44	56,45	12,87	3,080	2	5	10	8 ^º	Larga Angosta	
T44	25,24	10,23	1,581	¾	4	5	1 ^º	Corta	
T44	25,82	15,67	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T44	26,96	15,63	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T44	26,76	15,70	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T44	26,37	15,63	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T44	25,92	12,63	3,080	1	4	10	3 ^º	Larga Angosta	
T44	25,18	12,63	3,080	¾	4	10	2 ^º	Especial	
T44	27,14	5,47	3,080	1	2	10	1 ^º	Larga Angosta	
T44	26,11	5,33	3,080	1	2	10	1 ^º	Larga Angosta	
T45	26,48	10,20	2,510	1	4	8	2 ^º	Larga Angosta	
T45	25,31	10,30	2,510	¾	4	8	2	Especial	
T45	26,20	10,33	2,510	1	4	8	2 ^º	Larga Angosta	
T45	25,65	10,47	2,510	1	4	8	2 ^º	Larga Angosta	
T45	26,19	5,47	2,510	1	2	8	1 ^º	Larga Angosta	
T45	16,34	7,60	1,823	½	2	5	0 ^º	Corta	
T45	53,28	10,30	2,510	2	4	8	5 ^º	Larga Angosta	
T46	26,26	15,97	2,510	1	6	8	4	Comercial	
T46	26,70	16,43	2,510	1	6	8	4	Comercial	

T46	26,33	15,83	2,510	1	6	8	4	Comercial	
T46	25,78	15,87	2,510	1	6	8	4	Comercial	
T46	50,83	8,00	2,510	2	3	8	4	Larga Angosta	
T46	12,75	7,93	2,510	½	3	8	1	Especial	
T46	16,18	12,67	2,510	½	4	8	1 ³	Especial	
T47	25,84	7,80	2,555	1	3	8	2	Larga Angosta	
T47	40,25	12,73	2,468	1 ½	5	8	5	Larga Angosta	
T47	26,61	14,10	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T47	25,11	14,23	3,080	¾	5	10	3 ¹	Especial	Nudos arracimados
T47	26,61	14,10	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T47	26,90	14,20	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T47	26,88	7,90	3,080	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	Nudos arracimados
T47	24,99	8,00	3,080	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T48	46,23	12,70	3,070	1 ½	5	10	6 ³	Larga Angosta	
T48	26,66	17,80	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	Mancha azul 10%
T48	27,63	17,73	3,070	1	6	10	5	Comercial	
T48	25,33	17,73	3,070	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T48	26,35	7,80	3,070	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	Mancha azul 50%
T48	26,14	15,50	3,015	1	6	9	4 ⁶	Comercial	
T48	25,66	17,90	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	Mancha azul 10%
T48	26,51	17,83	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial	
T48	25,96	10,23	2,760	1	4	9	3	Larga Angosta	
T48	24,33	10,23	3,070	¾	4	10	2 ⁶	Especial	
T49	25,98	15,07	2,540	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T49	26,22	12,90	2,540	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T49	26,26	17,53	2,540	1	6	8	4	Comercial	Médula
T49	54,01	7,80	2,540	2	3	8	4	Larga Angosta	
T50	52,71	10,23	3,120	2	4	10	6 ⁸	Larga Angosta	
T50	38,38	5,13	2,570	1 ½	2	8	2	Larga Angosta	
T50	16,09	7,67	2,255	½	3	7	0 ¹⁰	Especial	
T50	27,27	15,83	3,120	1	6	10	5	Comercial	
T50	25,85	16,13	3,120	1	6	10	5	Comercial	
T50	26,28	16,10	3,120	1	6	10	5	Comercial	
T50	26,75	16,07	3,120	1	6	10	5	Comercial	
T50	25,14	7,87	3,120	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T50	25,88	7,80	3,120	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T50	25,97	10,27	3,120	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T51	52,99	15,40	2,510	2	6	8	8	Comercial	Mancha azul 10%
T51	25,04	15,50	2,510	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 10%
T51	24,74	15,20	2,510	¾	5	8	2 ⁶	Especial	Mancha azul 10%
T51	23,88	15,10	2,510	¾	5	8	2 ⁶	Especial	Mancha azul 10%
T51	23,28	10,07	2,000	¾	3	6	1 ¹	Especial	Mancha azul 10%
T51	24,18	10,30	2,510	¾	4	8	2	Especial	Mancha azul 10%
T51	23,35	15,47	2,510	¾	6	8	3	Especial	
T52	25,04	20,17	2,510	¾	7	8	3 ⁶	Especial	Mancha azul 10%

T52	24,98	12,70	2,510	¾	5	8	2 ⁶	Especial	Mancha azul 10%
T52	24,49	12,83	1,950	¾	5	6	1 ¹⁰	Especial	Mancha azul 10%
T52	26,50	17,83	2,510	1	7	8	4 ⁸	Comercial	Mancha azul 10%
T52	25,48	17,93	2,510	1	7	8	4 ⁸	Comercial	Mancha azul 10%
T52	15,87	7,80	2,510	½	3	8	1	Especial	Mancha azul y arista 25% de la longitud
T52	59,10	17,60	2,510	2	6	8	8	Comercial	Mancha azul 50%
T53	24,82	17,40	3,090	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T53	24,79	20,10	3,090	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T53	24,33	20,57	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T53	25,66	13,00	3,090	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	Mancha azul 33%
T53	54,75	12,80	2,590	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta	
T53	25,41	17,73	3,090	1	6	10	5	Comercial	
T54	24,71	10,33	2,510	¾	4	8	2	Especial	
T54	25,37	10,00	2,510	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T54	64,87	15,33	2,510	2	6	8	8	Comercial	
T54	26,09	17,80	2,510	1	7	8	4 ⁸	Comercial	Arista 50% de la longitud
T54	25,51	17,57	2,510	1	6	8	4	Comercial	
T54	24,52	17,70	2,510	¾	6	8	3	Especial	
T54	14,97	3,53	2,510	½	1	8	0 ³	Especial	
T55	25,59	12,80	2,500	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	Corteza
T55	25,18	15,23	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T55	59,91	15,23	2,500	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta	Arista 33% de la longitud
T55	24,84	6,23	2,500	¾	2	8	1	Especial	
T55	24,05	7,70	2,500	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T55	25,02	17,50	2,500	¾	6	8	3	Especial	Nudos arracimados
T56	24,42	18,47	3,070	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T56	24,77	21,00	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T56	24,68	20,93	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T56	24,10	20,83	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T56	24,30	20,83	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T56	24,80	12,80	3,070	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T56	15,49	12,67	3,070	½	4	10	1 ⁸	Especial	
T56	52,25	15,13	3,070	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	
T57	24,68	20,03	3,100	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T57	23,57	18,13	3,100	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T57	23,68	20,07	3,100	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T57	24,42	20,07	3,100	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T57	23,79	19,83	3,100	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T57	23,54	12,60	2,500	¾	4	8	2	Especial	
T57	24,52	12,70	3,100	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T57	58,48	15,33	2,260	2	6	7	7	Comercial	
T57	14,30	4,10	3,100	½	1	10	0 ⁵	Especial	
T57	15,97	7,77	3,100	½	3	10	1 ³	Especial	
T58	23,65	12,83	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	

T58	24,52	10,33	2,500	¾	4	8	2	Especial	Mancha azul 10%
T58	23,91	13,00	2,500	¾	5	8	2 ⁶	Especial	Mancha azul 20%
T58	25,14	15,43	2,500	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul y arista 50% de la longitud
T58	44,50	8,07	2,500	1 ½	3	8	3	Larga Angosta	
T59	25,32	21,37	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T59	24,60	21,27	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T59	25,98	21,33	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T59	24,45	21,27	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T59	25,39	21,47	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T59	56,92	13,63	3,070	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	
T59	24,51	15,23	3,070	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T59	14,79	7,83	3,070	½	3	10	1 ³	Especial	
T59	14,18	10,30	3,070	½	4	10	1 ⁸	Especial	
T60	25,54	13,33	2,420	1	5	7	2 ¹¹	Larga Angosta	
T60	25,54	20,40	2,530	1	8	8	5 ³	Comercial	
T60	25,11	20,60	2,530	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T60	25,08	20,80	2,530	¾	8	8	4	Especial	
T60	24,64	20,83	2,530	¾	8	8	4	Especial	
T60	23,76	20,50	2,530	¾	8	8	4	Especial	
T60	14,27	9,10	2,530	½	3	8	1	Especial	
T60	25,41	13,37	2,530	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T60	45,18	12,87	2,530	1 ½	5	8	5	Larga Angosta	Arista 33% de la longitud
T61	23,16	15,50	2,500	¾	6	8	3	Especial	
T61	25,92	15,70	2,500	1	6	8	4	Comercial	Mancha azul 10%
T61	24,72	15,63	2,500	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 10%
T61	25,47	10,40	2,500	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	Mancha azul 20%
T61	13,39	10,77	2,500	½	4	8	1 ³	Especial	
T61	48,56	13,27	2,500	1 ½	5	8	5	Larga Angosta	Mancha azul 10%
T61	24,40	15,67	2,500	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 5%
T62	24,47	18,43	2,500	¾	7	8	3 ⁶	Especial	Mancha azul 10%
T62	26,17	15,60	2,500	1	6	8	4	Comercial	
T62	25,05	15,60	2,500	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 80%
T62	25,25	10,73	2,500	¾	4	8	2	Especial	Mancha azul 40%
T62	55,33	10,03	2,500	2	3	8	4	Larga Angosta	Mancha azul 5%
T62	24,97	18,13	2,500	¾	7	8	3 ⁶	Especial	Mancha azul 40%
T62	25,06	16,73	2,500	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 80%
T63	52,07	13,33	3,080	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	
T63	24,67	21,40	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T63	24,54	20,53	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T63	24,10	21,30	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T63	24,59	21,30	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T63	25,51	21,43	3,080	1	8	10	6 ⁸	Comercial	
T63	24,22	21,33	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T63	24,95	13,47	3,080	¾	5	10	3 ¹	Especial	

T63	23,85	10,27	2,220	¾	4	7	1 ^º	Especial	
T63	23,83	10,47	3,080	¾	4	10	2 ^º	Especial	
T63	22,77	15,43	2,600	¾	6	8	3	Especial	
T63	24,89	18,00	3,080	¾	7	10	4 ^º	Especial	
T64	58,25	18,53	2,500	2	7	8	9 ^º	Comercial	Mancha azul 10%
T64	25,24	20,60	2,500	¾	8	8	4	Especial	
T64	24,16	20,63	2,500	¾	8	8	4	Especial	
T64	25,12	20,60	2,500	¾	8	8	4	Especial	Rajadura 25% de la longitud
T64	24,96	20,53	2,500	¾	8	8	4	Especial	Rajadura 25% de la longitud
T64	24,92	20,67	2,500	¾	8	8	4	Especial	
T64	25,03	20,60	2,500	¾	8	8	4	Especial	Rajadura 25% de la longitud
T64	22,47	18,07	2,500	¾	7	8	3 ^º	Especial	
T64	12,76	10,40	2,430	½	4	7	1 ^º	Especial	
T64	25,08	13,33	1,770	¾	5	5	1 ^º	Corta	
T64	25,21	7,47	2,500	¾	2	8	1	Especial	
T64	23,95	10,13	2,500	¾	3	8	1 ^º	Especial	
T64	24,75	10,03	2,500	¾	3	8	1 ^º	Especial	
T65	24,28	20,47	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T65	24,57	20,80	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T65	24,81	20,63	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T65	24,84	20,73	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T65	25,60	20,80	3,090	1	8	10	6 ^º	Comercial	
T65	24,32	20,80	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T65	23,39	10,40	1,561	¾	4	5	1 ^º	Corta	
T65	14,09	15,43	3,090	½	6	10	2 ^º	Especial	
T65	52,83	13,37	3,090	2	5	10	8 ^º	Larga Angosta	
T65	14,23	10,50	2,870	½	4	9	1 ^º	Especial	
T65	24,66	11,00	3,090	¾	4	10	2 ^º	Especial	
T65	24,39	13,03	2,520	¾	5	8	2 ^º	Especial	
T65	12,83	15,67	2,860	½	6	9	2 ^º	Especial	
T66	60,15	15,23	3,090	2	5	10	8 ^º	Larga Angosta	
T66	24,32	21,20	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T66	24,28	21,20	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T66	24,33	21,20	3,090	¾	8	10	5	Especial	
T66	26,44	21,20	3,090	1	8	10	6 ^º	Comercial	
T66	25,27	16,37	3,090	¾	6	10	3 ^º	Especial	
T66	25,08	13,23	2,055	¾	5	6	1 ^º	Especial	
T66	24,49	8,03	1,950	¾	3	6	1 ^º	Especial	
T66	24,42	10,40	3,090	¾	4	10	2 ^º	Especial	
T66	23,74	10,47	2,350	¾	4	7	1 ^º	Especial	
T67	57,31	20,73	3,050	2	8	10	13 ^º	Comercial	Mancha azul 10%
T67	24,25	19,47	3,050	¾	7	10	4 ^º	Especial	Mancha azul 10%
T67	24,72	20,60	3,050	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T67	22,45	21,00	3,050	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T67	24,68	20,50	3,050	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%

T67	25,12	20,77	3,050	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T67	24,68	20,90	3,050	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T67	24,29	8,17	1,621	¾	3	5	0 ¹¹	Corta	
T67	25,20	15,67	2,041	¾	6	6	2 ³	Especial	
T67	22,72	10,47	2,150	¾	4	7	1 ⁹	Especial	Mancha azul 50%
T67	24,17	13,33	3,050	¾	5	10	3 ¹	Especial	Mancha azul 50%
T67	24,18	13,23	2,400	¾	5	7	2 ²	Especial	
T67	15,05	16,10	3,050	½	6	10	2 ⁶	Especial	
T68	24,85	26,40	3,070	¾	10	10	6 ³	Especial	
T68	24,42	26,67	3,070	¾	10	10	6 ³	Especial	
T68	25,53	26,77	3,070	1	10	10	8 ³	Comercial	
T68	24,06	26,67	3,070	¾	10	10	6 ³	Especial	
T68	25,99	26,70	3,070	1	10	10	8 ³	Comercial	
T68	26,06	26,63	3,070	1	10	10	8 ³	Comercial	
T68	50,09	20,33	2,961	1 ½	8	9	9	Comercial	
T68	24,30	21,53	3,070	¾	8	10	5	Especial	
T68	24,31	15,67	3,070	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T68	24,31	13,20	3,070	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T68	25,06	13,23	3,070	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T68	14,21	12,47	2,695	½	4	8	1 ³	Especial	
T69	24,51	20,73	2,500	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T69	25,38	20,87	2,500	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T69	24,86	20,80	2,500	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T69	24,89	20,67	2,500	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T69	26,08	20,80	2,500	1	8	8	5 ³	Comercial	Mancha azul 10%
T69	24,77	22,10	2,500	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T69	24,97	20,87	2,500	¾	8	8	4	Especial	Mancha azul 10%
T69	24,45	15,50	2,500	¾	6	8	3	Especial	Mancha azul 10%
T69	35,64	15,70	2,500	1	6	8	4	Comercial	
T69	24,90	11,53	2,500	¾	4	8	2	Especial	
T69	24,69	10,40	1,760	¾	4	5	1 ³	Corta	Mancha azul 70%
T69	23,83	9,03	2,500	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T69	24,28	11,43	2,500	¾	4	8	2	Especial	Mancha azul 80%
T69	24,58	18,10	2,500	¾	7	8	3 ⁶	Especial	Mancha azul 70%
T70	24,40	21,07	3,070	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T70	25,63	21,10	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	Mancha azul 10%
T70	25,97	21,47	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	Mancha azul 10%
T70	25,64	21,07	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	Mancha azul 10%
T70	25,58	21,17	3,070	1	8	10	6 ⁸	Comercial	Mancha azul 10%
T70	25,25	20,90	3,070	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T70	56,01	16,10	3,070	2	6	10	10	Comercial	Mancha azul 10%
T70	24,06	13,20	1,807	¾	5	5	1 ⁶	Corta	Mancha azul 10%
T70	25,01	15,57	3,070	¾	6	10	3 ⁹	Especial	Mancha azul 10%
T70	15,42	15,63	3,070	½	6	10	2 ⁶	Especial	
T70	25,15	7,13	3,070	¾	2	10	1 ³	Especial	

T70	24,99	12,17	3,070	¾	4	10	2 ⁶	Especial	Mancha azul 5%
T70	24,84	9,20	3,070	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	Mancha azul 70%
T71	24,44	21,03	2,520	¾	8	8	4	Especial	
T71	25,20	21,00	2,520	¾	8	8	4	Especial	
T71	25,01	20,97	2,520	¾	8	8	4	Especial	
T71	25,30	20,90	2,520	¾	8	8	4	Especial	
T71	48,55	17,17	2,520	1 ½	6	8	6	Comercial	
T71	24,80	21,00	2,520	¾	8	8	4	Especial	
T71	25,24	21,00	2,520	¾	8	8	4	Especial	
T71	26,22	8,03	1,625	1	3	5	1 ³	Corta	
T71	14,28	20,27	2,520	½	7	8	2 ³	Especial	
T71	22,62	15,57	2,520	¾	6	8	3	Especial	
T71	23,73	15,50	1,950	¾	6	6	2 ³	Especial	
T71	24,32	10,17	2,520	¾	4	8	2	Especial	
T71	24,85	13,23	2,140	¾	5	7	2 ²	Especial	
T71	48,85	16,40	2,520	1 ½	6	8	6	Comercial	
T71	24,30	13,47	2,020	¾	5	6	1 ¹⁰	Especial	
T72	24,86	21,13	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T72	24,44	21,20	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T72	24,29	21,27	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T72	24,70	21,23	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T72	25,33	20,03	3,080	¾	7	10	4 ⁴	Especial	
T72	50,49	18,27	3,080	1 ½	7	10	8 ⁹	Comercial	
T72	25,92	12,43	3,080	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T72	25,94	13,30	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T72	25,22	13,30	3,080	¾	5	10	3 ¹	Especial	
T72	15,02	13,30	3,080	½	5	10	2	Especial	
T73	25,42	21,27	2,530	1	8	8	5 ³	Comercial	
T73	25,73	20,10	2,530	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T73	24,86	16,13	2,530	¾	6	8	3	Especial	
T73	24,72	17,00	2,530	¾	6	8	3	Especial	
T73	25,58	21,15	2,530	1	8	8	5 ³	Comercial	
T73	25,73	21,00	2,530	1	8	8	5 ³	Comercial	
T73	26,13	21,20	2,530	1	8	8	5 ³	Comercial	
T73	15,46	2,50	2,530	½	1	8	0 ³	Especial	
T73	37,83	7,40	2,530	1	2	8	1 ³	Larga Angosta	
T73	24,79	13,17	1,220	¾	5	4	1 ³	Corta	
T73	24,82	13,23	2,265	¾	5	7	2 ²	Especial	
T74	50,52	15,27	3,080	1 ½	6	10	7 ⁶	Comercial	
T74	55,30	14,47	3,080	2	5	10	8 ³	Larga Angosta	
T74	24,62	15,70	3,080	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T74	24,57	10,23	3,080	¾	4	10	2 ⁶	Especial	
T74	25,76	10,40	3,080	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	
T74	15,46	12,03	3,080	½	4	10	1 ⁸	Especial	
T74	24,51	15,60	3,080	¾	6	10	3 ⁹	Especial	

T75	24,68	20,93	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T75	25,13	20,67	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T75	25,32	20,77	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T75	25,15	20,70	3,080	¾	8	10	5	Especial	
T75	25,23	20,70	3,080	¾	8	10	5	Especial	Mancha azul 10%
T75	25,65	16,03	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T75	25,76	5,50	1,941	1	2	6	1	Larga Angosta	
T75	55,67	10,60	3,080	2	4	10	6 ^s	Larga Angosta	
T75	25,60	13,33	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T75	25,04	8,20	3,080	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	Mancha azul 10%
T75	25,16	10,03	3,080	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T76	15,43	5,47	2,510	½	2	8	0 ^s	Especial	
T76	24,77	10,30	2,090	¾	4	6	1 ⁶	Especial	
T76	51,33	8,47	2,510	2	3	8	4	Larga Angosta	
T76	24,61	19,50	2,510	¾	7	8	3 ⁶	Especial	
T76	26,00	19,50	2,510	1	7	8	4 ^s	Comercial	
T76	26,38	19,43	2,510	1	7	8	4 ^s	Comercial	
T76	25,92	19,47	2,510	1	7	8	4 ^s	Comercial	
T76	24,73	19,43	2,510	¾	7	8	3 ⁶	Especial	
T76	26,04	13,00	2,510	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T77	52,03	17,80	2,520	2	7	8	9 ³	Comercial	
T77	16,21	8,27	1,775	½	3	5	0 ⁷	Corta	
T77	24,44	10,40	2,170	¾	4	7	1 ⁹	Especial	
T77	17,15	10,37	2,240	½	4	7	1 ²	Especial	
T77	25,05	14,03	2,520	¾	5	8	2 ⁶	Especial	
T77	56,88	13,10	2,520	2	5	8	6 ^s	Larga Angosta	
T78	26,36	13,03	3,080	1	5	10	4 ²	Larga Angosta	
T78	25,19	8,00	3,080	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T78	53,80	16,33	3,080	2	6	10	10	Comercial	
T78	25,68	16,30	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T78	24,70	16,33	3,080	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T78	25,78	16,30	3,080	1	6	10	5	Comercial	
T78	25,19	16,33	3,080	¾	6	10	3 ⁹	Especial	
T78	25,12	9,13	3,080	¾	3	10	1 ¹⁰	Especial	
T79	25,25	8,03	2,040	¾	3	6	1 ¹	Especial	
T79	15,12	10,40	2,500	½	4	8	1 ³	Especial	
T79	25,37	10,37	2,500	¾	4	8	2	Especial	
T79	24,95	10,00	2,500	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T79	52,77	19,10	2,500	2	7	8	9 ³	Comercial	
T79	25,91	19,00	2,500	1	7	8	4 ^s	Comercial	
T79	24,80	19,07	2,500	¾	7	8	3 ⁶	Especial	
T79	26,32	12,07	2,500	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T79	25,48	13,07	2,500	1	5	8	3 ³	Larga Angosta	
T80	25,15	8,47	2,540	¾	3	8	1 ⁶	Especial	
T80	25,59	10,43	3,080	1	4	10	3 ³	Larga Angosta	

T80	15,14	7,47	2,320	½	2	7	0 ⁶	Especial
T80	25,44	15,67	3,080	1	6	10	5	Comercial
T80	64,02	13,03	3,080	2	5	10	8 ³	Larga Angosta
T80	24,76	20,97	3,080	¾	8	10	5	Especial
T80	25,63	21,30	3,080	1	8	10	6 ⁸	Comercial
T80	24,94	21,10	3,080	¾	8	10	5	Especial
T80	24,56	21,20	3,080	¾	8	10	5	Especial
T80	27,30	21,10	3,080	1	8	10	6 ⁸	Comercial
T81	55,47	16,67	2,510	2	6	8	8	Comercial
T81	25,23	10,50	2,510	¾	4	8	2	Especial
T81	14,78	13,13	2,510	½	5	8	1 ⁸	Especial
T81	25,67	9,03	2,510	1	3	8	2	Larga Angosta
T81	25,30	15,57	2,510	¾	6	8	3	Especial
T82	25,14	13,17	2,370	¾	5	7	2 ²	Especial
T82	15,90	8,03	2,160	½	3	7	0 ¹⁰	Especial
T82	25,01	10,43	2,765	¾	4	9	2 ³	Especial
T82	58,03	18,03	3,090	2	7	10	11 ⁸	Comercial
T82	25,20	20,60	3,090	¾	8	10	5	Especial
T82	25,66	20,67	3,090	1	8	10	6 ⁸	Comercial
T82	24,87	20,70	3,090	¾	8	10	5	Especial
T82	24,67	18,50	3,090	¾	7	10	4 ⁴	Especial
T82	25,47	10,00	3,090	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta
T83	25,81	9,50	1,860	1	3	6	1 ⁶	Larga Angosta
T83	25,35	10,40	1,470	¾	4	4	1	Corta
T83	25,47	13,27	2,240	1	5	7	2 ¹¹	Larga Angosta
T83	26,23	10,53	3,070	1	4	10	3 ³	Larga Angosta
T83	24,45	18,60	3,070	¾	7	10	4 ⁴	Especial
T83	25,88	18,73	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial
T83	25,54	18,80	3,070	1	7	10	5 ⁹	Comercial
T83	32,41	13,20	3,070	1	5	10	4 ²	Larga Angosta
T83	25,82	16,43	3,070	1	6	10	5	Comercial
T84	17,30	10,37	2,510	½	4	8	1 ³	Especial
T84	17,03	10,53	2,140	½	4	7	1 ²	Especial
T84	25,55	10,47	2,310	1	4	7	2 ³	Larga Angosta
T84	57,39	14,07	2,510	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta
T84	26,27	14,50	2,510	1	5	8	3 ³	Larga Angosta
T84	25,38	20,83	2,510	¾	8	8	4	Especial
T84	26,29	20,50	2,510	1	8	8	5 ³	Comercial
T84	26,13	18,03	2,510	1	7	8	4 ⁸	Comercial
T85	53,55	13,10	3,050	2	5	10	8 ³	Larga Angosta
T85	52,91	15,37	3,050	2	6	10	10	Comercial
T85	26,52	10,37	2,320	1	4	7	2 ³	Larga Angosta
T85	17,39	10,50	3,050	½	4	10	1 ⁸	Especial
T85	26,14	10,43	3,050	1	4	10	3 ³	Larga Angosta
T85	25,95	15,60	3,050	1	6	10	5	Comercial

T86	52,95	15,50	3,060	2	6	10	10	Comercial	
T86	52,42	17,93	3,060	2	7	10	11 ⁸	Comercial	
T86	50,59	9,07	3,060	1 ½	3	10	3 ⁹	Larga Angosta	
T86	25,67	8,10	3,060	1	3	10	2 ⁶	Larga Angosta	
T87	23,98	6,10	2,510	¾	2	8	1	Especial	
T87	25,88	8,17	2,510	1	3	8	2	Larga Angosta	
T87	56,78	15,00	2,510	2	5	8	6 ⁸	Larga Angosta	Mancha azul 50%
T87	53,50	20,43	2,510	2	8	8	10 ⁸	Comercial	Mancha azul 50%
T87	53,37	20,30	2,510	2	7	8	9 ³	Comercial	Mancha azul 40%
T88	25,14	6,50	2,100	¾	2	6	0 ⁹	Especial	
T88	20,77	13,30	2,120	¾	5	6	1 ¹⁰	Especial	
T88	25,86	18,70	2,560	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T88	27,01	10,20	2,560	1	4	8	2 ⁸	Larga Angosta	
T88	25,70	18,73	2,560	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T88	26,43	18,60	2,560	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T88	25,03	18,57	2,560	¾	7	8	3 ⁶	Especial	
T89	50,10	23,40	2,520	1 ½	9	8	9	Comercial	
T89	24,11	13,17	1,795	¾	5	5	1 ⁶	Corta	
T89	24,61	7,10	2,520	¾	2	8	1	Especial	Mancha azul 50%
T89	25,07	15,57	2,520	¾	6	8	3	Especial	
T89	16,34	13,10	2,520	½	5	8	1 ⁸	Especial	
T89	26,40	26,50	2,520	1	10	8	6 ⁸	Comercial	
T89	25,86	26,40	2,520	1	10	8	6 ⁸	Comercial	
T89	26,03	26,43	2,520	1	10	8	6 ⁸	Comercial	
T89	18,35	26,60	2,520	½	10	8	3 ³	Especial	
T89	18,18	26,43	2,520	½	10	8	3 ³	Especial	
T89	18,30	26,50	2,520	½	10	8	3 ³	Especial	
T89	26,21	23,47	2,520	1	9	8	6	Comercial	
T90	25,61	20,97	2,350	1	8	7	4 ⁸	Comercial	
T90	26,46	23,13	2,660	1	9	8	6	Comercial	
T90	26,38	22,97	2,660	1	9	8	6	Comercial	
T90	25,29	25,47	2,660	¾	10	8	5	Especial	
T90	38,05	20,03	2,660	1	7	8	4 ⁸	Comercial	
T90	25,75	13,27	1,300	1	5	4	1 ⁸	Corta	
T90	25,85	15,63	2,700	1	6	8	4	Comercial	
T90	16,50	6,03	2,660	½	2	8	0 ⁸	Especial	
T90	26,13	15,53	2,100	1	6	6	3	Comercial	

Anexo 5: Estudios de los supuestos del modelo de regresión lineal simple

a. Prueba de independencia de valores

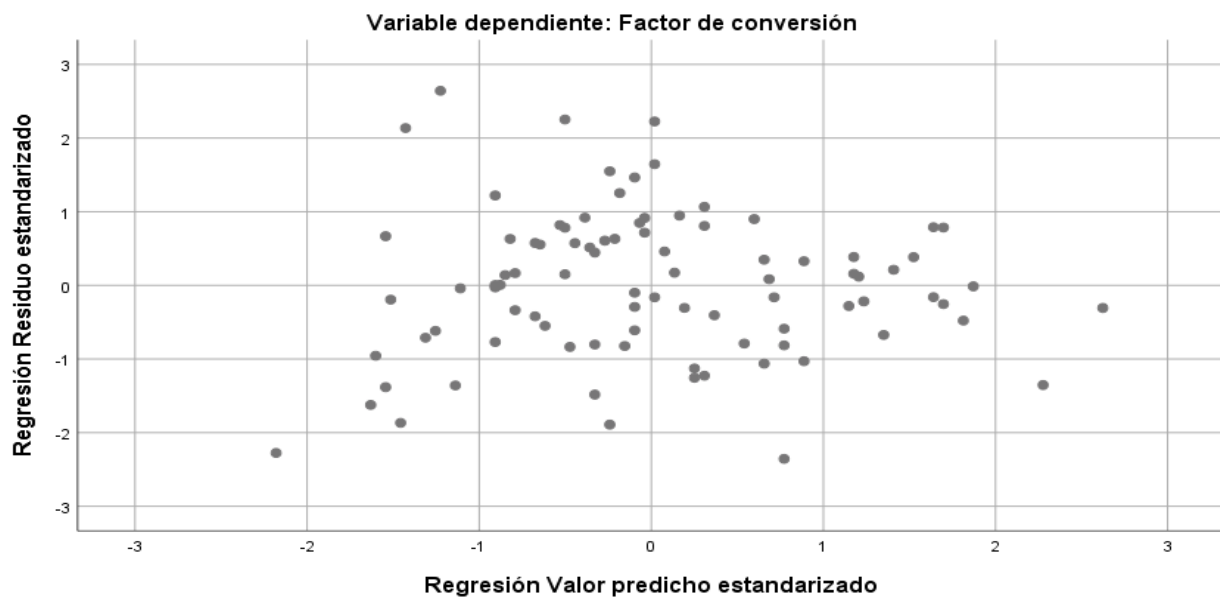
Para determinar la independencia de valores fue comprobada con el estadístico de Durbin-Watson. El valor obtenido fue de 1,917, mayor al D_u tabular (D_u : 1,703) y es menor a $4-D_u$ (2,297). Por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que no existe autocorrelación.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,222 ^a	0,049	0,038	0,0574211595	1,917

a. Predictores: (Constante), Diámetro promedio (cm)

b. Homocedasticidad

Al analizar el gráfico de la nube de puntos, este, no revela ningún patrón específico, por lo que se determina que la varianza es constante; así podemos indicar que el modelo de regresión lineal trabajado es homocedástico.



c. Prueba de normalidad

Para determinar la normalidad, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se obtuvo que los residuos tienen distribución normal ya que el p-valor es mayor a 0,05 de nivel de significancia como se muestra en la tabla. Entonces no rechazamos la hipótesis nula (H_0), es decir los datos tienen distribución normal. Esto es compensado en el histograma de los residuos en donde se aprecia la distribución acampanada típico de la distribución normal. Al igual que en el gráfico P-P en donde los puntos observados se encuentran en la línea diagonal.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
Residuos estandarizados		
N		90
Parámetros normales	Media	0,0000000
	Desv.	0,99436615
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0,059
	Positivo	0,059
	Negativo	-0,034
Estadístico de prueba		0,059
Sig. asintótica(bilateral)		0,200

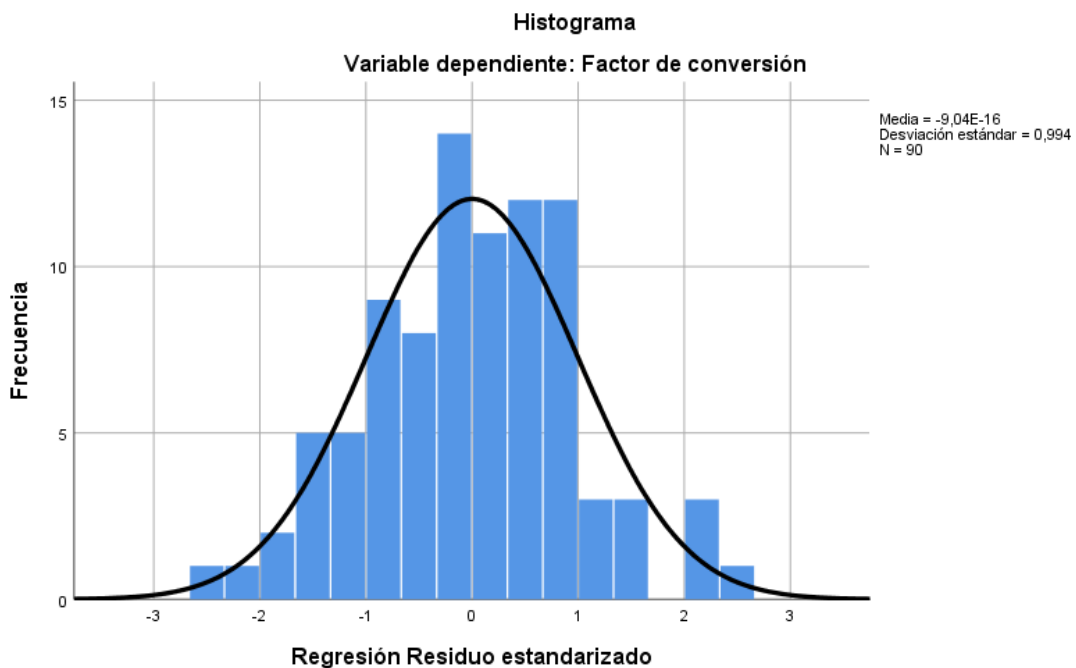
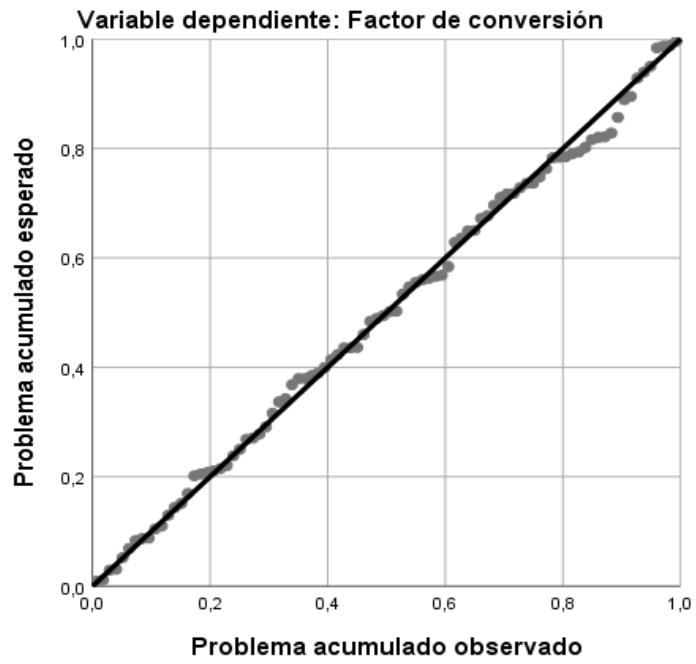


Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



Anexo 6: Calidad de trozas

Se presenta las diferentes calidades de trozas en base a la propuesta de INRENA-UNALM (2008). En donde la troza de calidad I se ubica a la derecha de la imagen, la de calidad II al centro y la troza de calidad III a la izquierda.



Anexo 7: Registro fotográfico



Marcado de trozas



Cubicación de trozas



Trozas para aserrar



Aserrío de trozas



Marcado de piezas aserradas



Cubicación y evaluación de calidad de las piezas aserradas



Sierra principal



Canteadora



Patio de secado



Apilado y secado de la madera