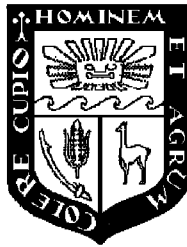


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Factor de conversión en aserrío para
trozas de eucalipto (*Eucalyptus globulus
labill.*) de una plantación agroforestal en
el Valle del Mantaro**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Francis Edison Arroyo Maury

Lima – Perú
2010

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. FRANCIS EDISON ARROYO MAURY, intitulado “FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO PARA TROZAS DE EUCALIPTO (EUCALYPTUS GLOBULUS LABILL.) DE UNA PLANTACIÓN AGROFORESTAL EN EL VALLE DEL MANTARO”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 2 de Agosto de 2010

.....
Ing. Miguel Meléndez Cárdenas
Presidente

.....
Ing. Carlos Chuquicaja Segura
Miembro

.....
Ing. Fernando Bulnes Soriano
Miembro

.....
Ing. René Campos Romero
Patrocinador

.....
Ing. Milo Bozovich Granados

RESUMEN

Las plantaciones forestales con la especie eucalipto “*Eucalyptus globulus labill*” en el Valle del Mantaro, representan un importante abastecedor de materia prima para satisfacer las necesidades de la población y de las empresas mineras. Los propietarios de la tierra plantan esta especie en los linderos de sus predios como cortinas rompevientos y en parcelas agroforestales.

A pesar de que el eucalipto se viene plantando desde la época de la colonia, la gestión de las plantaciones dista bastante de ser la adecuada, como consecuencia los incrementos anuales no son óptimos y los productos obtenidos son de baja calidad.

Otro aspecto resaltante en el Valle del Mantaro, es la forma como se comercializa la madera rolliza, la cual se ejecuta normalmente comprando los árboles en pie sin apoyarse en una base técnica, que de seguridad al vendedor de que el dinero que recibe guarda equidad con lo que la materia prima que vende rinde en el proceso de transformación primaria, esta forma de comercialización perjudica al silvicultor y lo desmotiva a seguir estableciendo plantaciones. Esta es una de las razones por las cuales cada año hay menos oferta de madera rolliza en la zona.

El presente trabajo persigue brindar información que permita al silvicultor vender su madera con la debida equidad y al mismo tiempo brinde al comprador información necesaria para planificar y programar con eficacia su proceso productivo. Con tal objeto el presente estudio se realizó en un aserradero de disco, típico de la zona, usando tecnología local. Se aserró 100 trozas elegidas al azar y se contabilizaron las piezas aserradas que se obtenían de cada troza. La información fue procesada permitiendo determinar el factor de conversión de madera rolliza a aserrada de 0.653 y en base a la ecuación de regresión hallada, se elaboró una tabla de rendimiento de madera rolliza a aserrada que permitirá comercializar con más equidad la madera rolliza en el Valle del Mantaro, dicha tabla fue comparada con una que existe en la zona pero que no se aplica porque sobreestima el rendimiento.

Con el propósito de conocer el margen de ganancia del comprador se determinaron los costos de los diversos factores que intervienen: costo de aprovechamiento 0.13 S/. /pt, costo de la materia prima en pie 0.23 S/. /pt y costo por aserrío 0.15 S/. /pt; lo que hacen un costo total de 0.51 S. /pt. La madera aserrada se vende en promedio 1.50 S. /pt, por lo que la ganancia bruta del aserradero sería: 0.99 S/. /pt de madera aserrada.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
LISTA DE CUADROS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
LISTA DE FIGURAS.....	X
1. INTRODUCCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
2.3 INDUSTRIA DEL ASERRÍO.....	4
2.3.1 <i>La industria del aserrío en la zona de estudio</i>	4
2.3.2 <i>Materia prima utilizada por la industria del aserrío del Valle del Mantaro</i>	4
2.3.3 <i>Mano de obra utilizada por la industria de aserrío en la zona de estudio</i>	5
2.3.4 <i>Costos de producción y mercado de madera aserrada</i>	5
2.4 FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.4.1 <i>Concepto e importancia del factor de conversión en aserrío</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2 <i>Factores que influyen en el factor de conversión en aserrío</i>	7
2.4.3 <i>Factores de conversión en aserríos determinados</i>	9
2.5 COSTOS DE APROVECHAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE TROZAS	12
2.5.1 <i>Análisis de costos en el abastecimiento de materia prima</i>	12
2.5.2 <i>Comercialización de trozas</i>	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	16
3.2 EMPRESA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO	17
3.2.1 <i>Máquinas y equipos con que cuenta la empresa</i>	17
3.2.2 <i>Estructura organizativa y personal</i>	24
3.2.3 <i>Tecnología disponible de la empresa</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS	26
3.4 METODOLOGÍA.....	27
3.4.1 <i>Toma de información en el aserradero</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1.1 <i>Características de la muestra</i>	27
3.4.1.2 <i>En la plataforma de carga de la sierra de disco</i>	27
3.4.1.3 <i>A la salida de la sierra de cinta</i>	35
3.4.2 <i>Entrevista al propietario de la parcela agroforestal</i>	35
3.4.3 <i>En el lugar de extracción</i>	35
3.5 TRABAJO DE GABINETE	35
3.5.1 <i>Cálculos básicos</i>	36
3.5.2 <i>Cálculo de las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables estudiadas</i>	36
3.5.3 <i>Cálculo del coeficiente de correlación</i>	3; ¡Error! Marcador no definido.
3.5.4 <i>Diagrama de dispersión de datos</i>	37
3.5.5 <i>Análisis de regresión</i>	37
3.5.6 <i>Elaboración de tabla de conversión de madera rolliza a aserrada</i>	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS TROZAS.....	39

4.2	PRODUCTOS OBTENIDOS DE LAS TROZAS PROCESADAS.....	40
4.3	FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO	42
4.4	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN SIMPLE.....	43
4.5	ANÁLISIS DE REGRESIÓN	44
4.5.1	<i>Análisis de varianza de la regresión (ANVA)</i>	46
4.6	TABLA DE RENDIMIENTO DE MADERA ROLLIZA ASERRADA PARA TROZAS DE EUCALIPTO.....	47
4.7	COMPARACIÓN DE LA TABLA DE RENDIMIENTO ELABORADA CON LA TABLA LOCAL	49
4.8	DETERMINACIÓN DE COSTOS DE APROVECHAMIENTO.....	52
4.8.1	<i>Evaluación de una plantación agroforestal bajo el sistema de cortina rompeviento</i>	52
4.8.2	<i>Costos de aprovechamiento</i>	52
4.8.3	<i>Productividad en aprovechamiento</i>	53
4.8.4	<i>Probable margen de ganancia en la industria del aserrío</i>	53
5.	CONCLUSIONES	55
6.	RECOMENDACIONES.....	56
ANEXO 1.....	62	
TABLA LOCAL	62	

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1 CLAVE UTILIZADA PARA IDENTIFICAR DEFECTOS APARENTES.....	28
CUADRO 2 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS RELACIONADOS CON EL DIÁMETRO Y LONGITUD DE TROZA.....	39
CUADRO 3 DEFECTOS TOTALES QUE PRESENTAN LAS TROZAS DE EUCALIPTO PROCESADAS	40
CUADRO 4 RELACIÓN DE PRODUCTOS OBTENIDOS (PT), Y SUS DIMENSIONES	41
CUADRO 5 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS RELACIONADOS CON EL FACTOR DE CONVERSIÓN	42
CUADRO 6 ANVA FACTOR DE CONVERSIÓN VS DIÁMETRO DE TROZAS.....	46
CUADRO 7 ANVA FACTOR DE CONVERSIÓN VS LONGITUD DE TROZAS	46
CUADRO 8 TABLA DE RENDIMIENTO DE MADERA ROLLIZA A ASERRADA PARA TROZAS DE EUCALIPTO	48
CUADRO 9 COMPARACIÓN DE LA TABLA DE RENDIMIENTO ELABORADA CON LA TABLA LOCAL	50
CUADRO 10 COSTOS DE APROVECHAMIENTO	52

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1 CROQUIS GENERAL DEL ASERRADERO INSISA	20
FIGURA 2 CROQUIS GENERAL DE LA LÍNEA DE ASERRÍO (G)	22
FIGURA 3 ESTRUCTURA GENERAL DE ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	24
FIGURA 4 FOTO: FUSTE TORCIDO.....	31
FIGURA 5 FUSTE CURVADO.....	31
FIGURA 6 FOTO: FUSTE TORCIDO, GRIETAS EN EL EXTREMO	32
FIGURA 7 FOTO: RAJADURA EN EL EXTREMO	32
FIGURA 8 FOTO: RAJADURA EN ESTRELLA.....	33
FIGURA 9 FOTO: RAJADURA EN ESTRELLA, PROTUBERANCIA EN EL FUSTE.....	33
FIGURA 10 FOTO: EXTREMO AGRIETADO.....	34
FIGURA 11 FOTO: RAJADURA EN ESTRELLA	34
FIGURA 12 VOLUMEN DE MADERA ASERRADA EN FUNCIÓN AL TIPO DE PRODUCTO DE LAS TROZAS PROCESADAS (PT)	40
FIGURA 13 LÍNEA DE REGRESIÓN ENTRE FACTOR DE CONVERSIÓN - DIÁMETRO DE TROZA	45
FIGURA 14 LÍNEA DE REGRESIÓN ENTRE FACTOR DE CONVERSIÓN - DIÁMETRO DE TROZA	45

1. INTRODUCCIÓN

La madera de eucalipto es la más usada en el Valle del Mantaro y en toda la sierra del país, la cual es empleada para la construcción de viviendas, muebles, herramientas, energía doméstica, minería, etc; su amplia demanda motiva que los propietarios de predios planten esta especie en los linderos de sus parcelas como cortina rompevientos y en parcelas agroforestales.

No obstante que esta especie se sigue plantando desde la época de la colonia, aun hoy en día no existe una adecuada gestión del bosque debido a falta de información y carencia de personal técnico. A su vez el aprovechamiento y la transformación de la madera se realizan con poco criterio técnico. Como consecuencia los productos del bosque son de baja calidad, se incurre en altos costos de aprovechamiento, la comercialización de los productos carece de base técnica ocasionando condiciones de inequidad que afectan al vendedor de la madera en pie, restándole interés para seguir estableciendo plantaciones de eucalipto en sus predios.

Para lograr transacciones comerciales justas de la madera rolliza de eucalipto en el Valle del Mantaro, es necesario conocer su rendimiento a madera aserrada, en un aserradero típico de la zona, esto permitirá contar con una tabla de rendimiento que convenientemente usada permita relaciones comerciales más equitativas.

El presente trabajo tiene por finalidad brindar información que permita mejorar la comercialización de trozas de eucalipto en el Valle del Mantaro y contar con información sobre rendimiento de dichas trozas, de forma tal que, los silvicultores vendan su madera rolliza a precios justos en concordancia con su rendimiento en el aserrío y las empresas de aserrío puedan planificar su producción, aprovechar adecuadamente su capacidad instalada y optimizar su rentabilidad.

Los objetivos del presente estudio son:

Determinar el factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada en un aserradero de disco de la zona.

Elaborar una tabla de rendimiento en aserrío para eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*" en base al factor de conversión determinado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE

Según F.A.O. (1981), el eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*", perteneciente a la familia de las mirtáceas, orden mirtales, fue descrito por primera vez por Labillardiere el año de 1872. En la clasificación sistemática la especie glóbulos pertenece al subgénero de los Symphyomyrtus y a la serie de los Viminales; originario del sudeste del continente australiano, distribuida entre las latitudes 143° y 151 °.

El mismo autor indica que en nuestro país fue introducido alrededor del año 1860, con fines de ornamentación de parques y plazas constituyéndose posteriormente como la especie forestal que se ha distribuido con mayor amplitud prácticamente a todo el largo de la sierra y los valles de sus vertientes oriental y occidental. El eucalipto es un árbol de gran tamaño que alcanza una altura de 30 a 40 m, su corteza es caduca y se desprende en tiras largas, esta madera en condición seca al aire es de color blanco amarillento claro, el cambio de color de albura a duramen es gradual, siendo la primera de color más claro; la albura es angosta. Los anillos de crecimiento se diferencian a simple vista, son excéntricos. Grano generalmente entrecruzado algunas veces rectos, textura mediana, el brillo varía de medio a elevado, no tiene olor ni sabor distinto.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según Bazán (1986), Campos y Chuquicaja (1988) y Collins (1988), coinciden en manifestar la importancia de definir la ubicación de la zona del estudio y contar con información sobre clima, topografía, tipo de bosque, suelos, etc; factores que influyen en la calidad de la madera, sus características y comportamiento en los procesos de transformación.

Los mismos autores señalan también la importancia de describir adecuadamente, la tecnología de procesamiento utilizada.

2.3 INDUSTRIA DE ASERRÍO

2.3.1 LA INDUSTRIA DE ASERRÍO EN LA ZONA DE ESTUDIO

Según Rodríguez (1985), en el Valle del Mantaro existen 60 aserraderos distribuidos en las provincias de Huancayo, Concepción y Jauja.

Según French (1977), no existe un aserradero universal que puede adaptarse a todas las condiciones del aserrío, cada uno de ellos se diseña para adecuarse al tipo de bosque, vida económica de la operación, mercado, fuente de energía, utilización de residuos, condiciones climáticas, facilidades de transporte, materia prima, propiedades físico-mecánicas de las especies, que permite obtener el máximo beneficio, convirtiendo trozas a madera aserrada.

2.3.2 MATERIA PRIMA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA DE ASERRÍO DEL VALLE DEL MANTARO

Según Schwartz y Párraga (1982), en cuanto se refiere a las faenas de extracción y transporte, en contadas ocasiones lo realizan personas que venden la madera en pie, por eso, el comprador cuenta con un equipo de extracción rudimentario y personal sin mayor experiencia en estas labores.

Según Tuset y Duran (1979), el almacenamiento y organización del abastecimiento de materia prima a los aserraderos es de suma importancia para asegurar la alimentación continua del aserradero, evitando paralizaciones totales o parciales por falta de materia prima.

Según Quispe (1989), el precio de venta de madera redonda dimensionada puesta en la planta industrial, proporciona un margen de beneficio neutro al productor y mayor al intermediario.

Según Gray (1977), los costos de explotación varían considerablemente con las condiciones del rodal, tipo de maquinaria, equipos empleados, mano de obra, materia prima disponible y otros rubros no previstos.

2.3.3 MANO DE OBRA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA DE ASERRÍO EN LA ZONA DE ESTUDIO

Según French (1977). Técnicamente ningún obrero o empleado debe ubicarse en cualquier operación de un aserradero, sin antes haber recibido un entrenamiento adecuado a pesar de los años de experiencia que pueda tener, porque los equipos y los métodos de operación varían según el aserradero.

Según Schwartz y Párraga (1982), cada aserradero del Valle del Mantaro cuenta con un promedio de 12 a 14 trabajadores distribuidos en: extracción y transporte 6 hombres, en la planta de transformación primaria 5 hombres y en administración y venta 3 hombres. Los puestos de trabajo que requieren mano de obra calificada son: aserrador y afilador; en las otras actividades participan trabajadores de poca experiencia.

2.3.4 COSTOS DE PRODUCCIÓN Y MERCADO DE MADERA ASERRADA

Según Rodríguez (1985), para determinar los costos de producción de madera aserrada por pie tablar de eucalipto, se considera las siguientes variables: compra de árboles en pie (chacra), talado, trozado, carguío, transporte al patio de almacenamiento de trozas del aserradero, costo de aserrío y costo de administración. La suma de esos costos más el 20 % del costo total es el precio de la madera aserrada.

Según F.A.O. (1982), el 76.5 % de la producción de madera aserrada del Valle del Mantaro es destinada para las minas y el 23.5 % para el mercado local. El 20 % de la madera rolliza constituye madera no aserrable, por sus diámetros menores a 6 pulgadas, esta madera es destinada a los centros mineros como puntales.

2.4 FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO

2.4.1 CONCEPTO E IMPORTANCIA DEL FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO

Tuset y Duran (1979), conceptualizan al factor de conversión en aserrío, como la relación entre el volumen de madera aserrada que se obtuvo y el volumen de las trozas que se usaron para producirla. La determinación de este factor es el resultado de varios factores que requieren una adecuada organización previa, para obtener resultados representativos del total.

Según Schrewe (1981), el factor de conversión en aserrío tiene vital importancia, para realizar programas de reforestación por parte de las empresas forestales de acuerdo con el volumen de madera rolliza utilizada, asimismo para determinar con exactitud la pérdida de madera y su valor inherente, también para calcular el consumo de trozas y de la disponibilidad futura de materia prima.

Gray (1987), en su estudio de ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo, menciona el concepto de factor de conversión a madera aserrada y los factores de desperdicios como astillas, para la deducción de los valores del derecho de monte o valor residual de la madera en pie, en base a los precios de los productos forestales. En su presentación incluye un ejemplo de cálculo del valor del derecho de monte para las especies tropicales, obeche "*Triplochiton Scleroxylon*" ceiba "*Ceiba Pentandra*" y el Iriko "*Chlorophora Excelsa*", para el cual utiliza un factor de conversión de 0.50 de madera aserrada y 0.30 de desperdicio como astillas destinadas para la producción de pulpa.

Por otro lado el mismo autor, resalta la importancia de contar con estimaciones confiables de los factores de conversión, porque tiene una influencia notable sobre los valores calculados del derecho de monte, por afectar a unos valores bastante elevados de los productos y porque entran en una de las primeras etapas del proceso de evaluación.

Según French (1977), el rendimiento de la madera aserrada obtenida de las trozas, es uno de los factores que influyen en la mejora o en la caída de los beneficios económicos de un aserradero.

Para Gray (1987), el concepto de factor de conversión en aserrío es muy utilizado en los países del África occidental, para calcular las cargas (cánones) sobre los productos forestales elaborados. Hasta antes de 1980, utilizaban un factor de 0.35, a partir de esa fecha la mayoría de los países emplean el valor de 0.50 y para el cálculo de las cargas de los subproductos 0.10.

Scherwe (1981), establece un factor de conversión en aserrío más representativo para el país, basándose en las características específicas de los medios de conversión primaria y de las trozas, y un análisis de la incidencia real de la sierra de disco en el mal aprovechamiento de la madera.

2.4.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO

Según Schrewe (1981), el factor de conversión en aserrío depende aparte de las características de la sierra; de los defectos, la forma y el diámetro de las trozas. Por tal razón, agrega, que es difícil establecer un factor objetivo sin haber realizado estudios relevantes.

El mismo autor, puntualiza la diferencia existente en la aplicación de los tipos de sierra circular y de banda en el proceso de aserrío; asegura, que empleando la sierra de banda a cambio de la circular, se reduciría el volumen de aserrín en aproximadamente 64 % y se obtendría una tabla adicional de una pulgada de espesor por cada 5 cortes.

Bazán (1986), en su estudio sobre el factor de conversión de madera aserrada de dos especies tropicales en Pucallpa, concluye que la longitud de las trozas no influye en forma significativa en el factor de conversión; mientras que el diámetro si influye significativamente. Por otro lado, afirma que la relación diámetro de la troza y factor de rendimiento puede explicarse usando una función lineal de regresión con pendiente negativa.

Según Taranco (1973), el factor de rendimiento en aserrío de madera rolliza a madera aserrada es influenciado por mucho factores, siendo los principales:

- Diámetro de trozas.
- Ahusamiento de la troza y otros factores inherentes a la forma del fuste de la especie maderable que se asierra.
- Presencia de defectos.
- Altura de corte de la sierra.
- Condiciones sanitarias de las trozas (ataque de hongos y/o insectos).
- Dimensiones en cuanto al ancho, largo, y espesor a que se asierra la madera.
- Eficiencia del aserrador para obtener mayor volumen de madera aserrada por unidad de volumen de madera rolliza.

- Factores económicos diversos, por ejemplo, se debe poner mayor esfuerzo y tiempo de trabajo para obtener un mayor factor de conversión en maderas de alto valor que en maderas de menor valor.

Según Graves (1964), Chapman y Demeritt (1936), los factores que influyen en el grado de rendimiento en aserrío de una troza recta y sana, se consideran:

- Grosor de la sierra.
- Ancho efectivo del corte.
- Espesor de las tablas a aserrarse.
- Método de aserrío.
- Tipo de producto elaborado.

Bruce y Schumacher (1965), indican que los factores que influyen en el rendimiento en aserrío son:

- Eficiencia de la maquinaria de los aserraderos, especialmente el ancho de corte hecho por las sierras.
- Eficiencia del personal, especialmente de los aserradores, canteadores y afiladores.
- Condiciones de mercado que afectan de varios modos, cuando hay un buen mercado se procura aprovechar las trozas de pequeñas dimensiones; la demanda de madera gruesa o de grandes espesores hace que aumente la producción, disminuyendo considerablemente la proporción de desperdicios como aserrín.

Así mismo, señalan que el porcentaje de rendimiento en aserrío no es constante en todas las dimensiones de las trozas; resaltan la importancia del estudio del efecto del factor diámetro. Para aclarar, presentan una tabla de cifras, en donde se nota que la proporción de madera aserrada se incrementa a medida que los diámetros aumentan hasta un cierto límite en donde los incrementos disminuyen.

Según Cozzo (1955), para el caso particular del eucalipto, aplicando el tipo de corte radial con el objetivo de obtener madera aserrada sin defectos, se consigue un aprovechamiento de 40 % agrega que este factor decrece aun más a medida que disminuye el diámetro. En consecuencia se puede deducir, que utilizando este tipo de corte se obtienen altos porcentajes de desperdicio.

Según Bruce y Schumacher (1965), la deficiencia de la maquinaria de los aserraderos, especialmente en el ancho de corte de la sierra principal y la canteadora, tiene notable influencia sobre el rendimiento en aserrío.

Según Schrewe (1981), el factor de conversión está muy influenciado por el tipo de sierra utilizada en los aserraderos, por lo cual un aserradero de cinta obtendría por lo menos un 10% más de madera aserrada, en comparación con otro de disco.

Según Bazán (1986), Schrewe (1981), se deben realizar estudios en el país, sobre rendimiento en aserrío, incluyendo el factor tipo de sierra, para conocer con bastante precisión el volumen de pérdida de madera utilizando la sierra circular.

Según Miguel (1989), se deben realizar estudios del factor de rendimiento en aserrío, para las diferentes especies forestales utilizadas por la industria de transformación primaria a nivel nacional, considerando todos los factores de variabilidad posibles, para poder construir tablas de rendimiento específicas y representativas.

2.4.3 FACTORES DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO DETERMINADOS

Bazán (1986), en su estudio orientado al cálculo del factor de conversión en aserrío para las especies de Cedro (*Cedrela Odorata L.*) y tornillo (*Cedrelinga Catenaeformis Duckel*) en Pucallpa, encontró un factor de 0.435, la investigación se hizo en un solo aserradero, para lo cual utilizó 100 troza para cada especie; además encuentra que el diámetro de la troza tiene una relación directa con el factor de conversión, razón por la cual esta relación puede explicarse mediante una función lineal de regresión con pendiente negativa.

Bazán y Churata (1978), estiman un factor de conversión en aserrío de 0.42 para trozas de especies tropicales destinadas al aserrío, parquet y tableros compensados, mientras que para postes y pilotes un valor de 0.60; para el carbón y la leña determinaron un factor equivalente a

0.125, no especifican el número de muestras ni el tipo de sierra utilizado en la conversión primaria.

Tolmos (2001), encontró que las trozas de la especie Shihuahuaco presentan defectos individuales y combinados, propios de la especie, que afectan significativamente su rendimiento en el aserrío y constituyen el factor principal de su variabilidad; el factor de conversión promedio de madera rolliza a aserrada para las trozas de la especie shihuachuaco de la zona de Pucallpa es 0.526, además no encontró relación lineal entre diámetro y el factor de conversión al clasificar las trozas por clases diamétricas.

Del Pozo (1996), al determinar el rendimiento de la madera rolliza de Pino Pátula, proveniente de raleos en la zona de Cajamarca, a madera aserrada, en aserradero de cinta, encontró un factor de conversión de 0.39 y una relación inversa entre el factor de conversión y el diámetro de troza.

Llave (2008), determinó que las trozas provenientes de raleo de "*Tectona Grandis*" presentan en promedio un factor de conversión en aserrío de 0.48, sin considerar los defectos y el estado sanitario de las mismas.

Según Gaviria (1981), el factor de conversión en aserrío en la zona de Chanchamayo es 0.554 e indica que la zona es eficiente en el uso de la materia prima. Añade, que en cuanto al rendimiento físico de las trozas, no hay diferencia significativa entre las clases de aserraderos.

Taboada (1973), en un estudio económico de la industria del aserrío de Tingo María en 18 aserraderos, incluye la estimación del factor de conversión en aserrío, que el autor considera baja, para el tornillo "*Cedrelinga catenaeformis Ducke*" de 0.456 y para maderas corrientes 0.68.

Según Taranco (1973), en su estudio de la situación y perspectivas económicas de la industria de aserrío en Oxapampa, estima un rendimiento físico de la materia prima en aserrío de 0.51, cifra que el autor considera bastante eficiente. El 90 % de aserraderos estudiados utilizan sierras de banda.

Según Osorio (1987), en la zona de Selva Central, considerando las trozas de diferentes especies forestales, obtuvo un factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada relativo

de 0.875, este porcentaje resulta ser bastante alto debido a que en el cómputo incluye todos los subproductos de menores dimensiones que la longitud de la troza normal. Estos subproductos son representados por maderas cortas para carpintería, palos de escoba y tablillas para cajonería.

Este mismo autor, agrega que, la producción de madera aserrada considerando todos los ahusamientos es mayor a cualquiera de los valores de las tablas confeccionadas con las formulas conocidas internacionalmente.

Chuquicaja (1987), para la zona forestal de Chanchamayo, obtuvo factores de rendimiento en aserrío, para el tornillo (*Cedrelinga catenaeformis Ducke*), y la moena (*Aniba amazónica Mez*), de 0.584 y 0.611 respectivamente. Ambas cifras son mayores que el factor utilizado por la Dirección General Forestal y de Fauna (0.52).

Campos y Chuquicaja (1988), encontraron, para las especies Tornillo y Moena en la zona de Chanchamayo, que el factor de conversión de madera rolliza a aserrada está directamente relacionado al diámetro. Por el contrario, la longitud de troza no influye en forma significativa sobre el factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada.

Gauthier (1986), en un diagnóstico de los aserraderos de la región del Ucayali, provincia Coronel Portillo, estimó un factor de aprovechamiento en aserrío de 0.531, en el ensayo empleó 26 trozas de 10 especies diferentes, con diámetro promedio de 55.6 cm.

Greub (1985), en el Valle del Palcazú, en forma muy generalizada estimó un factor de conversión de madera aserrada de 0.538, en base a las estadísticas del año de 1982 de la producción de madera rolliza y aserrada, proporcionados por la Federación Peruana de Madereros.

Gillis (1984), para el departamento de Cajamarca, comparó los factores de conversión a madera aserrada en 56 trozas de eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*", mediante dos sistemas de aserrío manual; determinando cifras de 0.37 para el sistema tradicional y 0.43 para un sistema mejorado.

Miguel (1989), en el Valle del Mantaro determinó para la especie eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*", un factor de conversión en aserrío de 0.609 para aserraderos de sierra de banda, y 0.54 para aserraderos de disco.

Tuset y Duran (1979), en su reporte a E.C. Mason en el World Wood, que según este autor, en los Estados Unidos de Norte América se estima como factor nacional de conversión en aserrío de 5.5 a 9 pies madereros por pie cubico, aclarando que en los aserraderos modernos se alcanzan de 7 a 8 pies madereros por pie cubico (estas últimas cifras equivalen a factores de 0.58 a 0.67 respectivamente).

Willston (1981), afirma que en los Estados Unidos de Norte América, se recupera como madera aserrada cerca del 54 % del volumen real de la troza, sin embargo, agrega que es dificultoso el cálculo de la recuperación neta en forma directa por las diferencias que existen en el tamaño de los productos y de los procesos de conversión.

2.5 COSTOS DE APROVECHAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE TROZAS

2.5.1 ANÁLISIS DE COSTOS EN EL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA

Miyata (1980), dice que el uso de tecnologías duras en extracción, demanda conocer el costo de los equipos y como determinarlos a fin de seleccionar máquinas específicas y usarlos eficientemente.

Puesto que el análisis de costos es fundamental en la realización de las operaciones de extracción forestal, los responsables de estas actividades y aquellas personas que tengan que ver con cálculos de costos de máquinas y de operaciones de extracción, deberían estar familiarizados con los diferentes métodos de análisis de costos a fin de encontrar la respuesta mas apropiada a sus necesidades.

Campos (1983), indica que los costos totales de un equipo incluyen aquellos relacionados con los costos de posesión y costos de operación. Para su mejor análisis de los costos de extracción pueden ser agrupados en: costos de posesión o costos fijos, costos de operación y costos de mano de obra.

Para calcular estos costos es necesario primeramente recolectar la información básica y familiarizarse con la siguiente terminología:

- Especificaciones del equipo: pueden obtenerse del manual de instrucciones del fabricante.
- Inversión o costo de adquisición: incluye, costo del equipo, costo de equipo adicional, impuestos, transporte y otros.
- Valor de reventa: estimar dicho valor es difícil porque se basa en un futuro valor en el mercado y en las condiciones que tendría el equipo al momento de venderlo; se estima en 20 % el valor de adquisición.
- Vida económica: la mayor indicación de la vida económica de un equipo está basada en experiencia personal con equipo similar.
- Costos de posesión: incluye: depreciación, interés, seguro e impuestos.
- Costos de operación: incluye: mantenimiento y reparación, combustibles y lubricantes, llantas y otros.
- Costos de mano de obra: incluye: salario, leyes sociales, alimentación y otros.
- Tiempo total: se considera el periodo de tiempo que teóricamente la máquina podría trabajar. En un año el tiempo total sería 365 días, 24 horas al día, es decir 8,760 horas.
- Tiempo de trabajo programado: es el tiempo anual que la máquina está programada para hacer trabajo productivo, si la máquina va a trabajar 200 días al año, 8 horas por turno, el tiempo programado en horas sería 1,600 horas.
- Tiempo productivo: es aquella porción del tiempo programado durante el cual la máquina trabaja realmente. Si el trabajo programado es 1,600 h, pero la máquina trabaja solo 1,120 horas, el tiempo productivo sería 1,120 horas.
- Utilización de la máquina: Es el porcentaje del tiempo programado que la máquina trabaja realmente; en el ejemplo anterior el coeficiente de utilización sería $(1120/1,600)*100$ lo que es lo mismo 70 %

F.A.O. (1972), sostiene que los elementos básicos del proceso de extracción forestal son:

- Operación en el tocón.
- Transporte menor (desembosque).
- Operación en el cargadero.
- Carga.
- Transporte principal.
- Descarga.

Por otro lado señala que los costos comprenden los gastos en cada fase de la producción y que además se deben considerar los gastos del establecimiento y mantenimiento de las rutas de transporte necesario y los gastos generales.

Según Campos (1977), los costos de extracción y transporte pueden variar entre límites muy amplios al estar condicionados por innumerables variables, tales como eficiencia y grado de organización de la empresa forestal, métodos y equipos utilizados, condiciones del bosque, periodo anual de trabajo. Distancia de desembosque y transporte, entre otros.

Con el propósito de disponer de un elemento práctico, que sirva para la planificación de la actividades de extracción y transporte de madera rolliza en la selva baja, realizó un estudio sobre la estructura de costos de extracción y transportes de madera rolliza en la zona de Pucallpa, llegando a determinar el costo total de madera rolliza puesta en planta mediante el transporte con camiones de 27.86 dólares de E.E.U.U. por metro cubico, cuya composición porcentual es : 2 % para las operaciones de pre-extracción 2 % para las operaciones de corta, 51 % operaciones de arrastre, 41 % transporte con camiones y 4 % gastos generales.

2.5.2 COMERCIALIZACIÓN DE TROZAS

Según Moya (2005), la falta de conocimiento sobre la valoración de la calidad de las trozas en base a la proporción de duramen presente en ellas, es una limitante que debe superarse, ya que actualmente dicho factor está siendo tomado muy en cuenta en la comercialización de trozas,

así los comerciantes exigen un diámetro de duramen mínimo de 8 a 10 cm para ser consideradas como trozas de buena calidad.

Tolmos (2001), sostiene que la comercialización de la madera rolliza en Pucallpa se hace siguiendo métodos y reglas tradicionales, para todas las especies, las cuales no siempre guardan relaciones equitativas con los rendimientos reales obtenidos al procesarlas; asimismo menciona que la falta de información sobre rendimientos no permite transacciones justas entre vendedores y compradores de madera rolliza.

Bazán (1986), indica que conociendo los factores de conversión propios de nuestras especies y bajo condiciones normales de aserrío, se podrían efectuar transacciones comerciales más justas y equitativas tanto para el vendedor de madera rolliza como para el comprador que destina las trozas al proceso de aserrío. Asimismo afirma que nuestro país carece de normas prácticas y realistas para efectuar más eficientemente la comercialización de trozas de acuerdo a las características propias de la especie y procesos de producción.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente estudio se realizó en el Valle del Mantaro, departamento de Junín, situado en la parte central del territorio nacional, el cual se encuentra conectado a la ciudad de Lima por vía terrestre. Geográficamente se encuentra entre las siguientes coordenadas:

- Latitud sur: 12° 18' y 10° 46'
- Longitud oeste o de Greenwich: 75° 22' y 76° 18'

Según datos del servicio nacional de meteorología e hidrología presenta:

- Temperatura media anual: 11.6 C
- Precipitación total anual: 776.65 mm
- Presión atmosférica media anual: 688 milibares
- Humedad relativa media: 64 %
- Altitud: 3223msnm.

Según Tossi (1976), el Valle del Mantaro, se ubica en la formación: sabana o bosque seco-montano tropical (bs-Mt), pradera o bosque húmedo Montano tropical (bh-MT).

La fisiografía del Valle, se caracteriza por estar compuesto en su mayoría por terrazas y colinas bajas (60%) y la diferencia por colinas medianas y altas.

Las tierras del Valle del Mantaro se usan mayormente para la agricultura, sin embargo, en los linderos de predios se plantan árboles de eucalipto y también en las tierras de laderas, además de producir madera cumple la labor de protección.

La mayor demanda está dada por las empresas mineras que operan en la región central del país. El mayor flujo de materia prima se presenta: de abril a octubre (época seca), bajando este flujo

para los meses de noviembre a mayo (época de lluvia). Los aserraderos en su mayoría están ubicados cerca al mercado de consumo.

3.2 EMPRESA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO

El estudio de conversión de la madera rolliza a aserrada y la toma de información correspondiente, se hizo en el aserradero Industrias de la Sierra S.A. “INSISA” ubicado en la Punta – Sapallanga, distrito de Chilca, provincia de Huancayo.

Se seleccionó esta empresa por ser representativa y típica de la industria de aserrío en el Valle del Mantaro, debido a que trabaja exclusivamente con eucalipto, tiene una producción continua durante todo el año y porque además brindó la facilidad del caso.

La capacidad instalada de este aserradero es 9, 333 pt/día, llegando a producir como máximo 8000 pt/día, y un mínimo de 2000 pt/día; esto depende principalmente de la demanda por parte del mercado y suministro oportuno de materia prima.

Sus líneas de producción son: estivas, tablas, tablones, cuarterones, listones, cuarteros, durmientes, escaleras, parihuelas, postes, puntales, cuñas y otros. Cabe señalar que tanto postes como puntales no proceden del aserrío. Como residuos del aserradero se obtienen aserrín, leña y cortezas; los cuales son comercializados a las empresas ladrilleras.

En la Figura 01, se presenta la distribución de edificaciones e instalaciones de la planta de INSISA con su respectiva descripción, y en la Figura 02, se presenta la distribución de máquinas y su respectiva descripción.

3.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS CON QUE CUENTA LA EMPRESA

A) LÍNEA DE ASERRÍO

- Sierra principal de disco marca Mainsa
- Sierra de cinta reaserradora marca Robinson, modelo 1279EF/T. Diámetro de volante 35 pulgadas Año 1980.
- Motor sierra principal marca Delcrosa de 36 hp.

- Carro porta troza de fabricación local.
- Motor de sierra de disco marca Delcrosa de 36 hp (este motor impulsa la sierra de disco y el carro porta troza).
- Dos winches elevadores marca Delcrosa con capacidad de una tonelada de carga.
- Canteadora comercial con motor marca Delcrosa de 6.6 hp. Año 1980.
- Despuntadora con motor marca Delcrosa de 4.8 hp.
- Cepilladora con motor marca Delcrosa de 5 hp.
- Tarugadora con motor marca Delcrosa de 2.4 hp.
- Escopladora con motor marca Delcrosa de 2.4 hp.
- Tres motosierras marca Sthill, modelo 070.

Taller de afilado

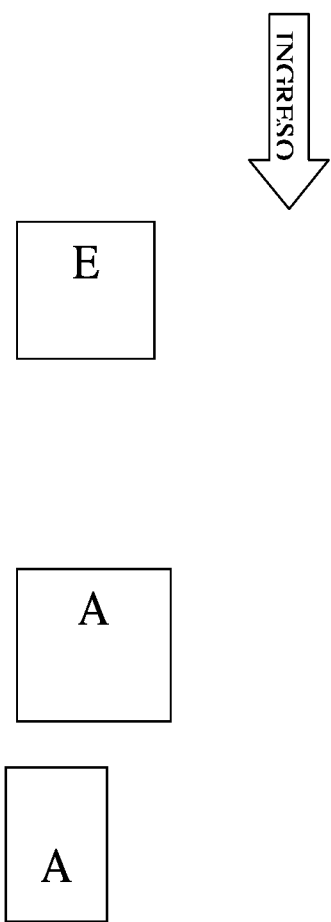
- Afiladora marca Schiffer. Origen Brasil. Año 1985 con dos motores de 0.75 cv.
- Roladora marca Schiffer. Origen Brasil. Año 1985. Motor marca Weg de 0.75 cv.
- Esmeril con motor marca Delcrosa de 3.6 hp.
- Fragua con un motor marca Weg. Origen Brasil de 0.5 cv.
- Máquina de soldar marca Schiffer origen Brasil. 1985 de 0.75 cv

Otras máquinas

- Cargador frontal marca Fiatallis. Modelo FR 12. Año 1995.
- Tractor agrícola adaptado marca Masey Ferguson. Modelo MF 290. Año 1984.
- Camión N° 1 de marca Volvo modelo Pegaso con capacidad de carga de 20 ton.
- Camión N° 2 de marca Ford. Modelo 600. Capacidad de carga de 6 Tn. Año 1965

- Camión N° 3 de marca Ford. Modelo 600. Capacidad 6 Tn. Año 1965.
- Grupo electrógeno marca perkins. Modelo MLS-70. Origen U.K. potencia 100 hp.

V		R-1	R-2
B			



4. *ÁRBOL DE SAPOTE (CAPPARIS SCABRIDA)*

5.

Figura 1 : Croquis general del aserradero INSISA

Descripción de la figura 01

V: Vivienda del vigilante.

R: Acopio de Residuos

- R-1: Acopio de leña.
- R-2: Acopio de cortezas.

B: Servicios higiénicos.

E: Estacionamiento.

OF: Oficina de administración.

G: Galpón de aserrío.

A: Almacén de combustible, aceite y repuestos para motosierra.

TA: Taller de afilado.

P: Patio (Áreas sin techo destinadas al almacenaje de madera serrada)

- P1: Patio para listones, cuarteros, cuartones, tablas y tablones.
- P-2: Patio para estivas de primera y segunda y durmientes.
- P-3: Patio para puntales de 10, 11, y 13 pies.

GE: Grupo electrógeno.

PT: Patio de trozas.

L4: Trozas defectuosas para leña (rajas).

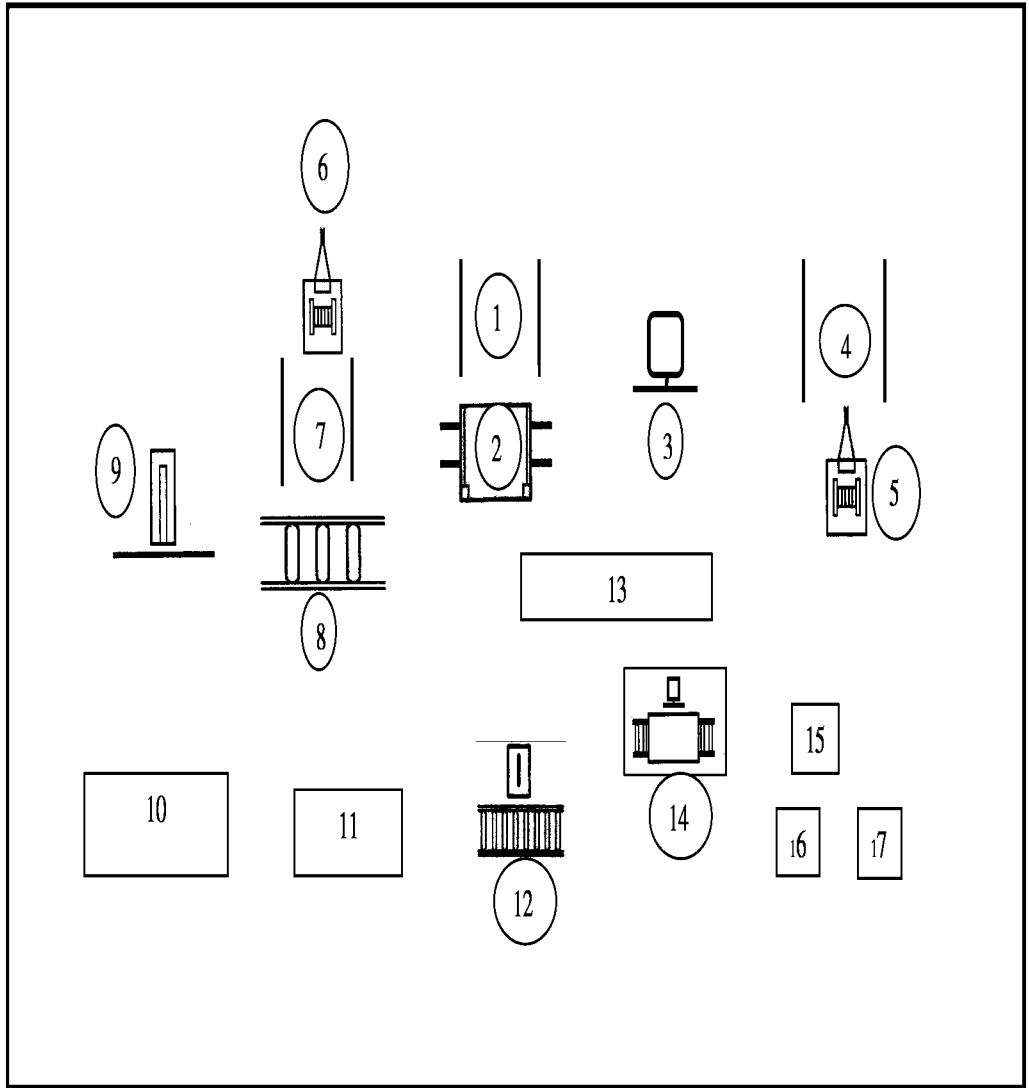


Figura 2 :Croquis general del aserradero INSISA

Descripción de la figura 02

1. Rampa de ingreso de trozas.
2. Carro porta trozas.
3. Sierra principal de disco.
4. Rampa de salida de cuartones.
5. Huinche para levantar cuartones.
6. Huinche para levantar cuartones.
7. Rampa de ingreso de cuartones.
8. Sistema de transporte de cuartones (rodillos muertos).
9. Sierra reaserradora de cinta.
10. Almacenamiento de cuartones, piezas para escaleras, tablas para reaserrío.
11. Almacenamiento para reaserrío de estivas y tablas.
12. Sierra despuntadora.
13. Mesa.
14. Canteadora.
15. Cepilladora.
16. Tarugadora.
17. Escopleadora.

3.2.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y PERSONAL

La estructura organizativa de la empresa INSISA se presenta en la Figura 03.

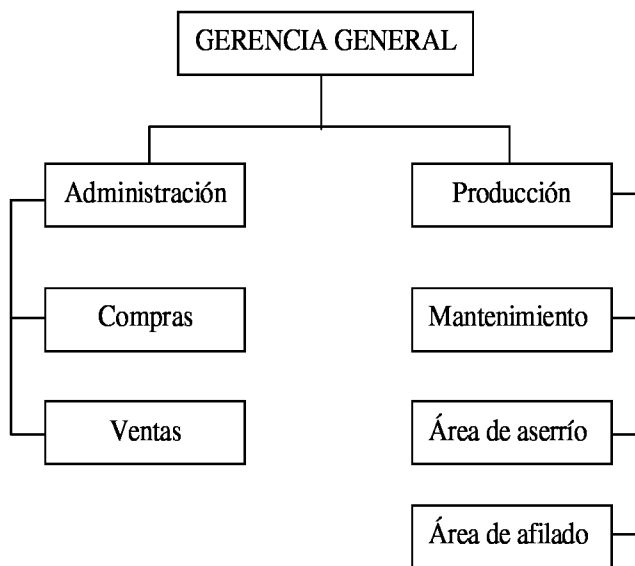


Figura 03: Estructura general de organización de la empresa

El número de trabajadores con que opera la empresa es de 13, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: un (01) gerente general, cinco (05) en extracción, cinco (05) en aserrío y dos (02) en administración.

La organización del personal en la empresa está conformada de la siguiente manera:

- Gerente general encargado de dirigir las operaciones de la empresa.
- Una persona encargada de la administración, compra de materia prima y venta de madera aserrada.
- Una persona dedicada a la producción del aserradero, mantenimiento de máquinas y afilado de sierras.

- Dos obreros capacitados, encargados del funcionamiento y mantenimiento de las sierras de disco y cinta respectivamente.
- Una persona encargada del manejo de camiones, tractor agrícola y su mantenimiento
- Una persona encargada del manejo del cargador frontal y su mantenimiento.
- Una persona encargada del manejo y mantenimiento de la motosierra
- Cinco obreros de apoyo.

3.2.3 TECNOLOGÍA DISPONIBLE DE LA EMPRESA

La empresa Industrias de la Sierra “INSISA” utiliza una tecnología que puede considerarse apropiada por estar en concordancia con las condiciones sociales y económicas prevalecientes en el Valle del Mantaro.

Para el aserrío de la madera rolliza utiliza primeramente una sierra de disco para escuadrar la madera, obteniendo cuarterones y posteriormente estos van a la reaserradora de cinta para la obtención de madera aserrada en sus diferentes medidas de acuerdo a la demanda del mercado.

La sierra principal de disco es de acero inoxidable con dientes postizos de marca Disston cuyo origen es EEUU, de 60 pulgadas de diámetro. El carro porta trozas, de funcionamiento mecánico, consta de dos escuadras, cuatro ejes ubicados de par en par directamente debajo de cada escuadra y un riel guía adyacente al disco.

La reaserradora de cinta es de marca Robinson, de origen inglés, con volantes de 35 pulgadas y pista de 19 pulgadas de ancho, que opera con una sierra de 1 a 1.2 mm de espesor, paso de 38 mm y ancho de 127 mm como máximo y 76 mm como mínimo. La altura de los dientes es 14 mm, el ángulo de ataque 36°, y el ancho de la traba es 2 mm..

Para el manipuleo de la materia prima durante el proceso y de los productos terminados así como de los residuos sólidos se emplea un cargador frontal.

La tecnología descrita puede considerarse como tipo para el Valle del Mantaro, sin embargo, INSISA se diferencia principalmente por:

- Establecer y ejecutar un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas que asegura la continuidad del proceso productivo, permitiendo utilizar adecuadamente la capacidad instalada de acuerdo a la demanda de madera y disponibilidad de materia prima.
- Producción y trabajo constante durante todo el año.
- Controla la calidad de sus productos, categorizándolos en primera, segunda y tercera calidad según el requerimiento de los usuarios.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

a) **Materiales**

- 100 trozas de eucalipto “Eucalyptus globulus labill”.
- Formatos de registro
- Libretas de campo.
- Plumones.
- Crayones.
- Tizas.
- Útiles de escritorio.

b) **Equipos**

- Motosierra marca Sthill, modelo 070.
- Camión tronquero marca Ford, modelo 600, capacidad de carga de 6 Tn.
- Tractor agrícola adaptado marca Masey Ferguson, modelo MF 290.
- Wincha de 5 m.

- Cinta métrica y/o regla biltmore.
- Cámara fotográfica digital.
- Computador personal.
- Programas: Microsoft Word y Microsoft Excel para Windows seven.
- Calculadora.
- Cronómetro.
- Instalaciones del aserradero.

3.4 METODOLOGÍA

La toma de información correspondiente para la realización del presente estudio se obtuvo de la siguiente manera:

3.4.1 TOMA DE INFORMACIÓN EN EL ASERRADERO

3.4.1.1 A) Características de la muestra

Para determinar el factor de conversión a madera aserrada de las trozas de la especie eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*", que se procesa en el Valle del Mantaro, se eligió al azar 100 trozas, que aseguren la representatividad de la madera rolliza que procesan los aserraderos de la zona, con el fin de cubrir los diferentes diámetros que se asieran.

3.4.1.2 B) En la plataforma de carga de la sierra de disco

- Se enumeró cada troza en la rampa de ingreso.
- Se midió los diámetros mayor y menor sin corteza en cada extremo en centímetros, sin descuento alguno, con redondeo al entero inferior.
- Se midió la longitud de cada troza en metros.
- Se identificaron los defectos aparentes que presentan las trozas de Eucalipto empleando la clave que se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 01: Clave utilizada para identificar defectos aparentes en las trozas de eucalipto

UBICACIÓN	TIPO DE DEFECTO	GRADO DE DEFECTO
Defecto a lo largo de la troza	Torceduras	leve (l) moderado(m) fuerte (f)
	Sinuosidad	
	Ataque de insectos	
	Protuberancias	
	Corazón	
Defecto en los extremos	Grietas	
	Rajadura	
	Médula excéntrica	
	Acebolladura	
	Rajado en estrella	
	Chancado	
	Hueco	
	No defectos	

Fuente: Tolmos (2001).

Torceduras: Cuando la troza presenta desviaciones longitudinales sobre su eje en mayor o menor grado. Este defecto ocasiona mermas en el rendimiento de madera aserrada y genera madera tensionada y comprimida la cual manifiesta sus problemas cuando se seca. Figuras 04, 05 y 06.

Fuste sinuoso: Cuando la troza presenta también desviaciones longitudinales sobre su eje en mayor o menos grado de manera continua, presentándose como ondulaciones y cambios de dirección.

Grieta: Es el defecto cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes en una pieza. Figura 10.

Rajadura: En este caso su desarrollo si alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes en una pieza. Figura 07.

Ataque de insectos: Este defecto también produce una merma en su rendimiento. Es difícil de proveer su incidencia visualmente.

Abultamiento (protuberancias): Se presentan en bajo porcentaje. Las trozas con este defecto producen generalmente madera comprimida y tensionada. Figura 09.

Acebolladuras: Son rajaduras a lo largo de todo o parte de un anillo de crecimiento. Puede presentarse más de una rajadura parcial o total dando lugar a lo que se conoce como acebolladura múltiple, además la madera obtenida es de poco espesor y ancho. Este defecto casi siempre esta combinado con el defecto de médula ausente comúnmente llamado corazón. Por la frecuencia como se presenta y las mermas que produce es el defecto de mayor incidencia económica.

Corazón o médula ausente: Frecuentemente viene asociado con las acebolladuras y en algunos casos con rajaduras a lo largo de los radios, en estrella. Este defecto cuando se presenta solo produce mermas moderadas, pero cuando esta combinado con los otros antes descritos las mermas son mayores.

Médula excéntrica: La médula es una zona de tejido juvenil ubicada en el centro del árbol; normalmente esa zona coincide con el centro geométrico del fuste, pero en algunos casos se la encuentra desplazada de ese centro y entonces se le llama medula excéntrica. Este defecto aparece en árboles que crecen sometidos a vientos de dirección más o menos constante. Este defecto está vinculado con la formación de madera de reacción; además, en el aserrado distorsiona o complica la operación cuando se aspira a realizar algún tipo de corte estandarizado (tangencial o radial).

Rajadura en estrella: Son rajaduras radiales que parten generalmente del corazón vacío. Cuando el defecto es pronunciado y se observa por ambos extremos de la troza produce grandes mermas en el rendimiento. Figura 08, 09 y 11.

Hueco: Es la ampliación de la médula vacía por actividad biológica. Puede ser leve y en este caso no produce mucha merma, pero a veces se presenta combinado con otros defectos repercutiendo en un bajo rendimiento.

Chancado: Se dice cuando las trozas presentan en uno o dos extremos los siguientes defectos combinados corazón, acebolladuras y rajaduras en estrella. Estas trozas generalmente producen solamente madera corta y algo de madera largo-angosta. Su incidencia en el rendimiento por tanto es grande.



Figura 04: Fuste torcido



Figura 05: Fuste curvado



Figura 06: Fuste torcido, grietas en el extemos



Figura 07: Rajadura en el extremo



Figura 08: Rajadura en estrella



Figura 09: Rajadura en estrella, protuberancia en el fuste



Figura 10: Extremo agrietado



Figura 11: Rajadura en estrella

3.4.1.3 A la salida de la sierra de cinta:

- Se marcaron las piezas con el código correspondiente a la troza utilizando un crayón.
- Se dimensionaron las piezas: ancho, espesor y largo, en pulgadas y pies.

3.4.2 ENTREVISTA AL PROPIETARIO DE LA PARCELA AGROFORESTAL

Teniendo en cuenta que los aserraderos del Valle del Mantaro se abastecen de materia prima en cierta medida procedente de parcelas agroforestales, se seleccionó una parcela agroforestal típica que esté en estado próximo a aprovechar ubicado en Miraflores - sector cinco - Mancopuquio – Sapallanga:

La entrevista al dueño de la parcela agroforestal permitió obtener información sobre: costos de la plantación, edad de sus árboles, precios de sus árboles, tamaño de la parcela, procedimiento de venta y otros. Se realizó un inventario al 100 % que permita determinar los productos a obtener en el aprovechamiento final y sus características.

3.4.3 EN EL LUGAR DE EXTRACCIÓN

Para contar con información sobre costos de aprovechamiento con la tecnológica en uso se realizaron encuestas entre los extractores sobre productividades, costos de extracción, transporte y otros.

Con el propósito de verificar dichos costos, se colectó información sobre elementos de costos que con más frecuencia se presentan en la zona, con esta información se procedió a determinar los costos de máquinas y equipos siguiendo el método utilizado por la sección de Aprovechamiento Forestal de la UNA, que considera una depreciación lineal de las máquinas y agrupa los costos en: costos de posesión, costos de operación y costos de mano de obra.

3.5 TRABAJO DE GABINETE

Con la información recopilada se procedió a su tabulación y procesamiento:

3.5.1 CÁLCULOS BÁSICOS

- A) Se cubicó cada una de las trozas de la muestra, en metros cúbicos, utilizando la fórmula de Smaliam:**

$$V = (A + a) / 2 * L$$

Donde:

V: volumen en m³.

A: área basal mayor de la troza en m².

A: área basal menor de la troza en m².

L: longitud de la troza en metros.

- B) Se cubicó la madera aserrada por troza, en pies tablares, para después convertirlos a metros cúbicos considerando una equivalencia de 424 pt por m³ de madera aserrada.**

- C) Se determinó el factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada; utilizando la siguiente fórmula:**

$$FC = V(s) / V(r)$$

Donde:

FC = factor de conversión.

V(s) = volumen de madera como producto final en m³.

V (r) = volumen de madera rolliza en m³.

3.5.2 CÁLCULO DE LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS

Como medidas de tendencia central se tomó en cuenta a la media aritmética o promedio general y como medidas de dispersión: la variancia, desviación estándar y el coeficiente de variación, considerando las siguientes variables:

Variables independientes:

- Diámetro promedio de las trozas.

- Longitud de las trozas.
- Variable dependiente:
- Factor de conversión en aserrío.

3.5.3 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Con la finalidad de determinar el grado de asociación lineal que existe entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes, se calculó el coeficiente de correlación simple (r) para las siguientes posibles asociaciones:

- Factor de conversión Vs. Diámetro promedio de las trozas.
- Factor de conversión Vs. Longitud de la troza.

$$r = S(XY) / S(X) * S(Y)$$

$S(XY)$: Covariancia muestral de las dos variables.

$S(X)$: Desviación estándar muestral de X.

$S(Y)$: Desviación estándar muestral de Y.

Los resultados se compararon con valores de la tabla de significación del coeficiente de correlación a un nivel de 0.05.

3.5.4 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE DATOS

Se hizo un diagrama de dispersión que describa la relación entre las variables estudiadas.

3.5.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Para realizar el ajuste de la curva de aproximación, hallada con el diagrama de dispersión de valores del factor de conversión, se empleo el método de mínimos cuadrados y se determinó:

- Línea de regresión

- El análisis de variancia de la línea de regresión.
- El intervalo de confianza del factor de conversión.

3.5.6 ELABORACIÓN DE LA TABLA DE CONVERSIÓN DE MADERA ROLLIZA A ASERRADA

Una vez obtenida la línea de regresión, se procedió a la construcción de una tabla de rendimiento de madera aserrada. Para esto se determinó una serie de valores de factores de conversión para diversos valores de diámetro de troza utilizando la ecuación de regresión.

Seguidamente se procedió a calcular el volumen de madera aserrada que podría obtenerse para una serie posible de clases diamétricas de trozas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS TROZAS

En el Cuadro 02, se presentan los parámetros estadísticos relacionados con el diámetro y longitud de las trozas aserradas

El diámetro promedio de toda las trozas aserradas fue 27.8 cm, bastante similar al valor 30.76 cm obtenido por Miguel (1989). El diámetro de las trozas presenta poca variabilidad 17.8 %, esto se debe a que proceden de una parcela agroforestal.

La longitud promedio de las trozas de la muestra fue 3.24 m, con una variabilidad de 13.6 % esta baja variabilidad obedece a las dimensiones de los productos comerciales que el aserradero produce.

Cuadro 02: Parámetros estadísticos relacionados con el diámetro y longitud de troza

	Valores Máximos	Valores Mínimos	Promedio	Mediana	Variación	Desv. Estándar	Coef. de Variación	
Diámetro de trozas (cm)	42.75	20	27.8	27	24.485	4.948	0.178	17.8 %
Longitud de trozas (m)	4.49	2.48	3.24	3.08	0.193	0.439	0.136	13.6 %

En el Cuadro 03 se muestra los defectos totales que presentan las trozas de eucalipto, la amplia mayoría de trozas presentaron uno o dos defectos en los extremos siendo los más frecuentes, en orden de importancia: grietas, rajaduras y en menor proporción acebolladuras; el porcentaje de trozas sin defectos es bajo. Respecto a los defectos a lo largo del eje, se encontró 43 trozas con defectos de torceduras, dos trozas con sinuosidad, y una con abultamiento.

Cuadro 03: Defectos totales que presentan las trozas de eucalipto procesadas.

Número de defectos	Número de trozas
Cero	7
Uno	39
Dos	45
Tres	9
TOTAL	100

4.2 PRODUCTOS OBTENIDOS DE LAS TROZAS PROCESADAS

En la Figura 12 se presenta el volumen de madera aserrada obtenido en función al tipo de producto y en el Cuadro 04, se presenta la relación de productos obtenidos en pies tablares, con sus respectivas dimensiones.

El volumen total de madera aserrada obtenida en el estudio fue 5721.98 pies tablares. Los productos producidos en mayor porcentaje son: tablones, durmientes y parantes de escaleras, los cuales constituyen en conjunto más del 60 % del volumen aserrado total; obviamente la obtención de estos productos influye en el factor de conversión.

Pt

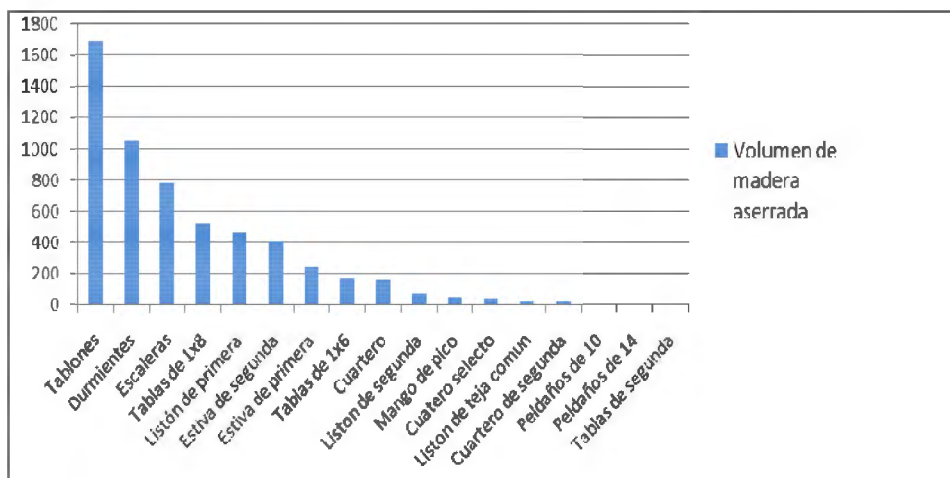


Figura 12: Volumen de madera aserrada en función al tipo de producto de las trozas procesadas (pt)

Cuadro 04: Relación de productos obtenidos (pt), y sus dimensiones

Producto	Volumen		Dimensiones		
	(Pt)	%	Espesor (pulgadas)	Ancho (pulgadas)	Largo (pies)
Tablones	1680	29.36	2	8	10
Durmientes	1045	18.26	5	6	10
Parante de escalera	782.979	13.68	2	3 ½	14
Tablas de 1x8	520	9.09	1	8	10
Listón de primera	465.001	8.13	1	2	10
Estiva de segunda	408.667	7.14	1	4	8-10
Estiva de primera	243.333	4.25	1	4	10
Tablas de 1x6	176.5	3.08	1	6	10
Cuartero	165	2.88	2	3	10
Listón de segunda	75	1.31	1	2	8-10
Mango de pico	50	0.87	2	2 ½	10
Cuartero selecto	46.667	0.82	2	2	10
Listón de teja común	25	0.44	1	3	10
Cuartero de segunda	24.5	0.43	1 ¾	1 ¾	8
Peldaños de 10'	6.25	0.11	1 ¼	1 ½	10
Peldaños de 14'	4.75	0.08	1 ½	2	14
Tablas de segunda	3.333	0.06	1	4-5	10
TOTAL	5721.98				

4.3 FACTOR DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO

El valor promedio del factor de conversión encontrado es 0.653, bastante similar al obtenido por Miguel (1989), 0.609 para esta misma especie.

Los valores del factor de conversión, de madera rolliza a aserrada, presentan mayor variabilidad 20.8 %, que las que presentan el diámetro y la longitud de troza, dicha variabilidad se explica por las mismas consideraciones ya citadas, y además por la clase y calidad de productos obtenidos, calidad de las trozas, y eficiencia del personal y máquinas, coincidiendo esto con lo establecido por Bruce y Schumacher (1965).

Cuadro 05: Parámetros estadísticos relacionados con el factor de conversión

Parámetros estadísticos	Valores	
Valor Máximo	0.942	
Valor Mínimo	0.294	
Promedio	0.653	
Variancia	0.018	
Desviación estándar	0.135	
Coefficiente de variación	0.208	20.8 %

El valor promedio del factor de conversión encontrado es mayor que el factor utilizado por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (0.52), para la conversión de la madera rolliza a aserrada procedente de los bosques húmedos tropicales, debido a que los productos de aserrío que se obtienen difieren de los que se producen en el Valle del Mantaro, donde se obtienen mayormente tablones, durmientes y en menor proporción tablas.

El factor de conversión en aserrío hallado es alto si comparamos con el 0.43 obtenido por Gillis para eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*" en Cajamarca, esta diferencia se debe posiblemente a características de las trozas, magnitud de la muestra utilizada en el estudio y otros.

Si tomamos en cuenta los factores de conversión hallados para las especies de bosques húmedos tropicales como es el caso de Bazán (1986), para las especies Cedro y Tornillo de 0.438; Tolmos (2001), para Shihuahuaco de 0.526; Gaviria (1981), para especies de selva de 0.554; podemos ver que el factor de conversión encontrado de 0.653 para el eucalipto es mayor; situación que se explica porque las especies de bosques húmedos tropicales presentan una menor calidad debido a la presencia de defectos y estado sanitario y porque además los productos aserrados que se obtienen son diferentes.

Asimismo en el Cuadro 05, se presenta los valores extremos de la variable dependiente, se puede observar que el valor máximo del factor de conversión es 0.942, y el mínimo es 0.294, esto depende básicamente de: tipo de producto a obtener, técnica de aserrío y calidad de la troza.

4.4 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN SIMPLE

Con la finalidad de encontrar alguna relación entre las variables independientes diámetro y longitud de troza, y la variable dependiente factor de conversión, se determinaron los coeficiente de correlación simple para las relaciones: Factor de conversión vs. Diámetro de trozas y Factor de conversión vs. Longitud de trozas.

✓ **Factor de conversión vs. Diámetro de trozas**

0.229532936

✓ **Factor de conversión vs. Longitud de trozas**

-0.121046529

Para la relación diámetro y factor de conversión la correlación es positiva, lo cual indica que cuando la variable diámetro aumenta el factor de conversión también lo hace en idéntica proporción; y para el caso de la relación longitud de troza y factor de conversión la relación es inversa.

Según la prueba de hipótesis para verificar la significación de la correlación entre las variables, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que existe correlación entre la variable dependiente factor de conversión y la variable independiente diámetro de troza.

Este resultado es similar a lo establecido por Bruce y Schumacher (1965), Bazán (1986), Campos y Chuquicaja (1988), quienes encuentran una relación entre el factor de conversión y el diámetro de la troza. .

Al analizar la relación entre la variable dependiente factor de conversión vs longitud de troza, podemos decir que no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que existe correlación lineal entre estas variables. Esto concuerda con resultados encontrados por los mismos autores anteriormente citados y para las especies indicadas.

4.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

➤ Factor de conversión vs. Diámetro de la troza

En la figura 15, se muestra la dispersión de los datos de la muestra, se observa que existe una tendencia lineal directa entre las variables estudiadas, asimismo gran parte de las observaciones comprendidas en el rango de diámetro de 20 a 30 cm, se aproximan a la línea recta, sin embargo otras observaciones están dispersos alrededor de esta.

Factor de conversión vs. Longitud de la troza

En la Figura 16 se observa que existe una tendencia lineal inversa entre las variables estudiadas.

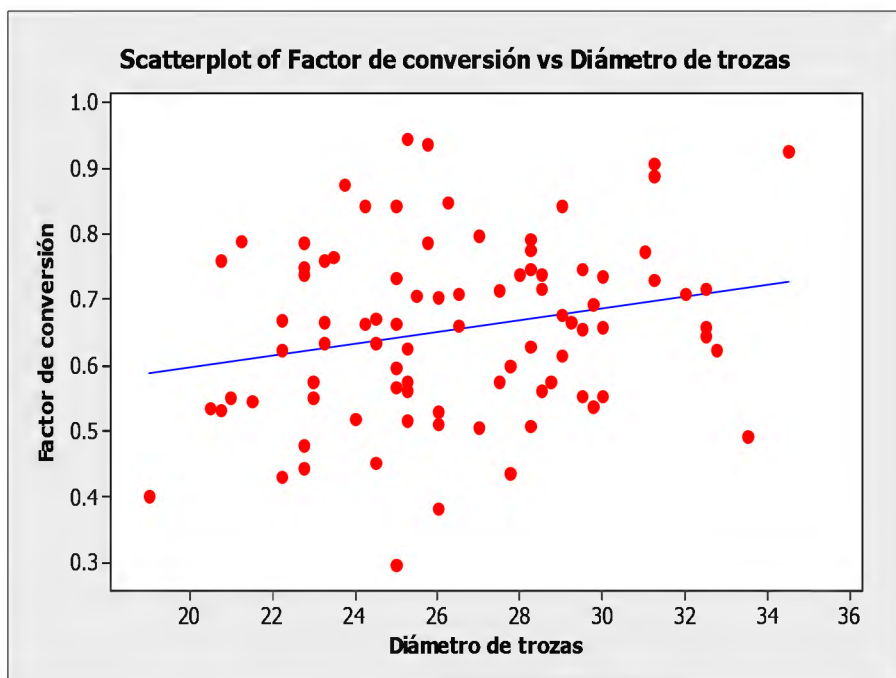


Figura 13: Línea de regresión entre factor de conversión - diámetro de trozas

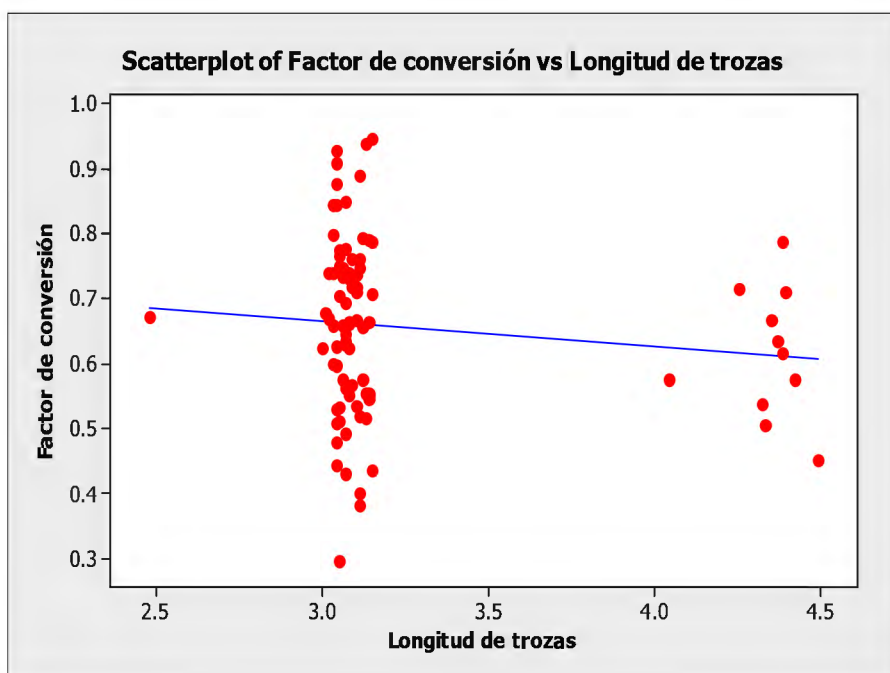


Figura 14: Línea de regresión entre factor de conversión – longitud de trozas

4.5.1 Análisis de variancia de la regresión (ANVA)

A continuación se muestra el ANVA, ecuación de regresión y coeficiente de determinación para las siguientes relaciones: Factor de conversión vs Diámetro de troza y Factor de conversión vs. Longitud de troza.

a) Factor de conversión vs diámetro de troza

La ecuación de regresión es:

$$\text{Factor de conversión} = 0.416 + 0.00903 \text{ Diámetro de troza}$$

$$S = 0.131914; R\text{-Sq} = 5.3\%$$

Cuadro 06: ANVA Factor de conversión vs Diámetro de trozas

Análisis de variancia					
Fuente	GL	SS	MS	F	P
Regresión	1	0.08323	0.08323	4.78	0.031
Error Residual	86	1.49651	0.01740		
Total	87	1.57974			

b) Factor de conversión vs. Longitud de troza

La ecuación de regresión es:

$$\text{Factor de conversión} = 0.778 - 0.0379 \text{ Longitud de troza}$$

$$S = 0.134536 R\text{-Sq} = 1.5\%$$

Cuadro 07: ANVA Factor de conversión vs longitud de trozas

Analysis of Variance					
Fuente	GL	SS	MS	F	P
Regresión	1	0.02315	0.02315	1.28	0.261
Error Residual	86	1.55660	0.01810		
Total	87	1.57974			

Como se observa, la ecuación del factor de conversión en función del diámetro de troza así como la concerniente al factor de conversión en función del largo de troza, presentan un bajo coeficiente de determinación (r^2). Estadísticamente el valor encontrado indica que el comportamiento del factor de conversión está explicado por el diámetro de la troza en un 5.3 %, y por la longitud de la troza en un 1.5 %. Sin embargo el análisis de variancia de la

ecuación de regresión indica que existe relación entre las variables factor de conversión y diámetro de troza; al realizar la prueba de significación de F dando resultados significativos a un nivel de significación de 0.05; mientras que para el caso de la relación del factor de conversión y la longitud de troza sucede lo contrario.

Por tanto para el análisis de variancia de la regresión, pese a que existe significación según la prueba estadística para afirmar que hay relación entre factor de conversión y diámetro de troza, se obtiene un coeficiente de determinación bajo, lo cual se debe principalmente a: clase de productos aserrados y su calidad, poca variabilidad que hay entre los diámetros de las trozas procesadas y calidad de dichas trozas.

4.6 TABLA DE RENDIMIENTO DE MADERA ROLLIZA A ASERRADA PARA TROZAS DE EUCALIPTO

En el Cuadro 08 se presenta una tabla de dos entradas, elaborada en base a la ecuación de regresión obtenida para el total de la muestra que permite predecir el rendimiento de las trozas de eucalipto de la zona del Mantaro, en pies tablares.

Cuadro 08: Tabla de rendimiento de madera rolliza a aserrada para trozas de eucalipto

DIAMETRO DE LA TROZA		VOLUMEN	LONGITUD DE LA TROZA								
			Pies	8	9	10	11	12	13	14	15
Pulgadas	centímetros		Metros	2.44	2.74	3.05	3.35	3.66	3.96	4.27	4.57
8	0.2032	.pt		20.10	22.61	25.12	27.64	30.15	32.66	35.17	37.69
9	0.2286	.pt		26.41	29.71	33.02	36.32	39.62	42.92	46.22	49.52
10	0.254	.pt		33.81	38.04	42.26	46.49	50.71	54.94	59.17	63.39
11	0.2794	.pt		42.36	47.66	52.95	58.25	63.54	68.84	74.13	79.43
12	0.3048	.pt		52.15	58.66	65.18	71.70	78.22	84.74	91.25	97.77
13	0.3302	.pt		63.23	71.13	79.04	86.94	94.84	102.75	110.65	118.55
14	0.3556	.pt		75.69	85.15	94.61	104.07	113.53	122.99	132.45	141.91
15	0.381	.pt		89.59	100.79	111.98	123.18	134.38	145.58	156.78	167.98
16	0.4064	.pt		105.01	118.13	131.26	144.38	157.51	170.64	183.76	196.89
17	0.4318	.pt		122.02	137.27	152.52	167.77	183.02	198.28	213.53	228.78
18	0.4572	.pt		140.69	158.27	175.86	193.44	211.03	228.61	246.20	263.79
19	0.4826	.pt		161.09	181.23	201.36	221.50	241.63	261.77	281.91	302.04
20	0.508	.pt		183.30	206.21	229.12	252.04	274.95	297.86	320.77	343.69

4.7 Comparación de la tabla de rendimiento elaborada con la tabla local

En el Cuadro 09 se presenta la comparación entre las predicciones de la tabla elaborada y la tabla local.

La tabla elaborada en este estudio está acorde al tipo de productos que se producen, nivel tecnológico de las máquinas y eficiencia actual del personal; en suma es lo más representativo de las condiciones de trabajo en la zona del Valle del Mantaro.

La tabla local, que tiene el aserradero, sobreestima el rendimiento a madera aserrada para las trozas que actualmente procesa, por tanto no es representativa de las condiciones actuales de trabajo y no es usada para la compra de trozas. La carencia de información confiable, conlleva a las empresas de aserrío a comprar trozas en pie por árbol y al barrer; existiendo inequidad en la transacción comercial de trozas, pues el comprador paga de acuerdo a su conveniencia, lo cual no incentiva a los silvicultores para incrementar plantaciones forestales.

Cuadro 09: Comparación de la tabla de rendimiento elaborada con la tabla local

DIÁMETRO DE LA TROZA		longitud	Pies	8		9		10		
				Pulgadas	centímetros	volumen	Metros	2.44		2.74
					Elaborada	Aserradero	Elaborada	Aserradero	Elaborada	aserradero
8	0.2032	.pt	20.10	27.00	22.61	30.00	25.12	34.00		
9	0.2286	.pt	26.41	34.00	29.71	38.00	33.02	42.00		
10	0.254	.pt	33.81	42.00	38.04	48.00	42.26	53.00		
11	0.2794	.pt	42.36	53.00	47.66	58.00	52.95	65.00		
12	0.3048	.pt	52.15	61.00	58.66	69.00	65.18	77.00		
13	0.3302	.pt	63.23	73.00	71.13	82.00	79.04	91.00		
14	0.3556	.pt	75.69	85.00	85.15	96.00	94.61	106.00		
15	0.381	.pt	89.59	99.00	100.79	111.00	111.98	124.00		
16	0.4064	.pt	105.01	112.00	118.13	126.00	131.26	140.00		
17	0.4318	.pt	122.02	127.00	137.27	143.00	152.52	159.00		
18	0.4572	.pt	140.69	142.00	158.27	160.00	175.86	178.00		
19	0.4826	.pt	161.09	160.00	181.23	179.00	201.36	199.00		
20	0.508	.pt	183.30	177.00	206.21	199.00	229.12	221.00		

DIÁMETRO DE LA TROZA		Longitud	Pies	12		15	
				Pulgadas	centímetros	Volumen	Metros
				elaborada	Aserradero	elaborada	aserradero
8	0.2032	.pt	30.15	40.00	37.69	59	
9	0.2286	.pt	39.62	51.00	49.52	63	
10	0.254	.pt	50.71	64.00	63.39	80	
11	0.2794	.pt	63.54	78.00	79.43	97	
12	0.3048	.pt	78.22	92.00	97.77	125	
13	0.3302	.pt	94.84	119.00	118.55	137	
14	0.3556	.pt	113.53	128.00	141.91	160	
15	0.381	.pt	134.38	148.00	167.98	186	
16	0.4064	.pt	157.51	163.00	196.89	210	
17	0.4318	.pt	183.02	190.00	228.78	238	
18	0.4572	.pt	211.03	214.00	263.79	267	
19	0.4826	.pt	241.63	239.00	302.04	299	
20	0.508	.pt	274.95	266.00	343.69	332	

4.8 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE APROVECHAMIENTO

4.8.1 EVALUACIÓN DE UNA PLANTACIÓN AGROFORESTAL BAJO EL SISTEMA DE CORTINA ROMPEVIENTO

- ✓ Tamaño de la parcela: Extensión de 1500 m².
- ✓ Edad de los árboles: Tienen 25 años aproximadamente.
- ✓ Costos de la plantación: S/. 21 nuevos soles por 42 plantas.
- ✓ Procedimiento de venta: Se realiza mediante venta directa entre el dueño de los árboles y el administrador del aserradero, previo permiso de la DGFFS-sierra central.
- ✓ Precio de los árboles: Los 34 árboles lo valorizan al barrer en S/. 4000 nuevos soles.
- ✓ Del inventario al 100 % de la plantación, se obtuvo un total de 63.262 m³ (r), si le aplicamos el factor de conversión determinado 0.653, su rendimiento en madera aserrada será 17, 505.899 pt; el costo de la madera en pie sería 0.23 S/. /pt.

4.8.2 COSTOS DE APROVECHAMIENTO

Los costos de aprovechamiento encontrados en base a la encuesta realizada se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10: Costos de aprovechamiento

COSTOS DE APROVECHAMIENTO	Precio (S/. /pt)
Costo promedio de materia prima en chacra	0.60
Costos promedio por extracción y transporte	0.15
Talado desramado y trozado Carguío	0.08
Transporte	0.07
Costo Total Puesto en Planta	0.75

- Según información de la encuesta, el costo de la materia prima es 0.60 S/. /pt; sin embargo, la determinación del costo en base al inventario realizado en una parcela de corta, llega a ser 0.23 S/. /pt.
- La madera aserrada lo venden entre 1.20 – 1.80 S/. /pt, que en promedio sería 1.50 S/. /pt, el precio de la madera aserrada depende del mercado de destino y de la cantidad que se compra; el 70 % de la producción es enviada para la minería y el resto para construcción y usos menores a nivel local.

Para corroborar los costos de aprovechamiento de las encuestas se hizo un estudio preliminar de productividad y costos obteniendo lo siguiente.

4.8.3 PRODUCTIVIDAD EN APROVECHAMIENTO

Según el estudio de tiempos realizado, el tiempo productivo en un día normal de aprovechamiento es aproximadamente 3.29 horas, llegando a aprovechar en ese tiempo un total de 12.272 m³ (r); de los cuales 3.226 m³ (r) es apto para puntales de mina y 9.046 m³ (r) restante fue destinado para la producción de madera aserrada; por tanto la productividad de madera para aserrío llega a ser 2.748 m³ (r) / hora y la productividad para puntales es 0.98 m³ (r) / hora.

4.8.4 PROBABLE MARGEN DE GANANCIA EN LA INDUSTRIA DE ASERRÍO

Para el cálculo del costo del equipo de extracción, se siguió el método utilizado por la sección de Aprovechamiento Forestal de la UNALM; obteniéndose como costo total de personal y equipos por día S/. 321.029.

En un día se extrae en promedio 9.046 m³ (r), los cuales transformados con un factor de conversión 0.653, rendirán 5.907 m³ de madera aserrada ó 2,504.6 pt.

De lo anterior podemos deducir que el costo unitario de extracción y puesta en planta es 0.13 S/. / pt, considerando un costo por compra de la materia prima en chacra de 0.23 S. /pt y el costo por aserrío de 0.15 S/. /pt, obtenemos un costo por aprovechamiento y procesamiento a

madera aserrada de 0.51 S/. /pt, si tenemos en cuenta que los aserraderos venden la madera aserrada a 1.50 S/. /pt en promedio, la ganancia bruta seria 0.99 S/. /pt de madera aserrada.

5. CONCLUSIONES

- El diámetro promedio de las trozas de eucalipto "*Eucalyptus globulus labill*", que procesa la industria de aserrío en el Valle del Mantaro es 27.8 cm, llegando como máximo a 42.75 cm y como mínimo a 20.0 cm.
- La longitud promedio de las trozas de eucalipto que se procesa en el Valle del Mantaro es de 3.24 m, teniendo como máximo 4.49 m y como mínimo 2.48 m.
- El factor de conversión promedio de madera rolliza a aserrada para las trozas de la especie eucalipto del Valle del Mantaro es 0.653, con un coeficiente de variación de 20.8 %.
- Existe correlación lineal estadísticamente significativa 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 troza.
- La relación factor de conversión - diámetro de la troza para la muestra en su conjunto, puede explicarse mediante la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$\begin{aligned}\text{factor de conversión} &= 0.416 + 0.00903 \text{ diámetro de troza} \\ y &= 0.416 + 0.00903 x\end{aligned}$$

- Al comparar la tabla elaborada con la tabla local se encontró que esta última sobrestima el rendimiento a madera aserrada, razón por la cual no se usa en las transacciones comerciales.

6. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta la limitada información sobre el rendimiento de la madera rolliza en aserrío y la falta de sistemas que permitan una mayor equidad en la comercialización de madera rolliza, se recomienda continuar con estudios similares para otras zonas del país.
- Se recomienda usar información de factor de conversión para la elaboración de tablas de rendimiento locales que faciliten la comercialización de madera rolliza guardando la debida equidad.

BIBLIOGRAFÍA

- BAZÁN, C. 1986. Factor de conversión en aserrío para las especies cedro y tornillo en Pucallpa. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 99 p.
- BROWN, C.N. y BETHEL, S. J. 1987. La industria maderera. México. Edit. Limusa S.A. 391p.
- BRUCE, D., SCHUMACHER F. 1965, Medición forestal. Editorial herrero S.A. México. 474p.
- BAZÁN, F., CHURATA, E.C. 1978. Estudio del Mercado de Productos Forestales del Boque Nacional Alexander Von Humboldt. Proyecto PNUD/FAO/PER/71/551. Documento de Trabajo N° 19. Lima, 49p
- CALZADA. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. 5° ed. Lima, 643 p.
- CAMPOS, R.1983. Estructura de Costos de Extracción y Transporte de Madera Rolliza en Selva Baja. Documento de Trabajo N° 6. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Lima. 71 p.
- CAMPOS R. 1977. Estudio de Rendimiento en el Tumbado de Árboles de Tornillo "*Cedrelinga Caternaeformis Ducke*" en Tingo María. Revista Forestal del Perú Universidad Agraria La Molina, 7 (1-2): 5-12.
- CAMPOS, R y CHUQUICAJA, C. 1988. Factor de Conversión para *Cedrelinga Caternaeformis* y *Aniba Sp.* de la Zona de Chanchamayo. Revista Forestal del Perú, 15 (1).
- COZZO, D. 1955. Eucalyptus y eucaliptotecnia. Editorial el ateneo. Buenos aires. Argentina. 393 p.
- CHAPMAN, H., DEMERITT, D. 1936. Elements of forest mensuration. Lyon company publishers. 2da. Ed.. New York. 451 p.

- CHUQUICAJA, C. 1987. Factor de Conversión en Aserrío para las Especies Tornillo y Moena en la Zona de Chanchamayo. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 121p.
- COLLINS, R. and associates. 1988. Estudio de Cubicación de Especies Forestales Peruanas (proyecto ACDI 730 / 10001) Proyecto de Desarrollo Industrial Forestal. Vol 6, Pucallpa, Perú.
- DEL POZO, F. 1996. Factor de Conversión en Aserrío para Productos de Raleo de Plantaciones de “*Pino Pátula*” en Cajamarca. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 90p.
- FAO. 1982. El Afilado de la Sierra Cinta. ota técnica N 002. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 Lima-Perú. 12 p.
- FAO, 1982. Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo. Guía para su planificación y establecimiento. Tomo 28. Roma, Italia. 117 p.
- FAO, 1981. El Eucalipto en la Repoblación Forestal. Segunda Edición. Roma, Italia. 723 p.
- FAO, 1979. La industria del aserrío. Grupo de planificación y desarrollo de las industrias forestales en América Latina, Santiago, Chile. 220 p.
- FAO-ITALIA. 1972. La Explotación Maderera y el Transporte de Trozas en el Monte Alto Tropical. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de Fomento Forestal. N° 28. Roma-Italia. 99p.
- FRENCH, M. 1977. Diseño y operación de aserraderos de maderas duras tropicales. Ministerio de industria y turismo. Lima, Perú. 252 p.
- GAUTHIER, R. 1986. Diagnóstico de los Aserraderos de la Región del Ucayali, Provincia Coronel Portillo. Programa de Desarrollo Forestal Perú - Canadá. 79 p.
- GAVIRIA, A.1981. Estudio Económico Comparativo de la Industria de Aserrío en Chanchamayo años 1977 y 1979 Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales 100 p.

- GILLIS, M. 1984. El Aserrío Manual. Centro de Capacitación Forestal–CICAFOR–Cajamarca. Cooperación Técnica Belga N° 6 – 1984. Cajamarca, Perú. 33.
- GRAVES, H. 1964. Forest mensuration. John Willey and Sons. Second edition. New York, U.S.A. 458 p.
- GRAY, J. 1987. Ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo. FAO. Roma, Italia. 263 p.
- GRAY, J. 1977. Ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo. FAO. Roma, Italia. 220 p.
- GREUB, H. 1985. Primer Informe Preliminar sobre Productos Forestales y Mercadeo. Unidad de Desarrollo Forestal. Proyecto de Manejo de Recursos Naturales de la Selva Central Valle del Palcazú. Centro Científico Tropical/AID. San José, Costa Rica. 63 p.
- MIGUEL, H. 1989. Rendimiento en aserrío de Eucalipto. Tesis (Mg. Sc.). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 129 p.
- MIYATA, E. S. 1980. Determining Fixed and Operating Cost of Logging Equipment. USDA Forest Service General Technical Report NC-55, North Central Forest Experiment Station. Forest Service, U.S. Department of Agriculture U.S.A.
- MIYATA, E.S – STEINHILB, H.M., (1981) Logging System Cost Analysis. Comparison of Methods Used. North Central Experiment Station. Research Paper NC-208 Forest Service U.S.A.
- MOYA, R. 2005. Consideraciones Industriales y de Comercialización en la Selección de Especies para Reforestación. San José, CR, (en línea). 12p. Consultado 6 de agosto de 2007. Disponible en: www.una.ac.cr/inis/docs/refor/moya.pdf.
- NEPTALI, B. 2007. Guía de Prácticas del Curso de Aserrado de la Madera. Universidad Nacional Agraria la Molina. 152 p.

- NOLI, A. 1979. Elaboración de Tablas Volumétricas para Madera Aserrada en el Valle de Chanchamayo. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina 46 p.
- OSORIO, E. 1987. Estudio de rendimiento de madera rolliza a madera aserrada en base al grado de ahusamiento-Pichanaki-Junín. Tesis (Ing. Forestal). Huancayo, PE: Universidad Nacional del Centro del Perú. 101 p.
- QUISPE, F. 1989. Aspectos económicos de la producción y comercialización de la madera de eucalipto en el valle del Mantaro. Nota técnica de trabajo N° 1. Huancayo 28 p.
- RODRIGUEZ, T. 1985. Industrialización del eucalipto. Ministerio de Agricultura XVI y D.G.F.F. Huancayo, Perú. 28 p.
- SCHREWE, H. 1983. Manual de Acondicionamiento y Mantenimiento de la Sierra Cinta Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 Lima-Perú. 12p.
- SCHREWE, H. 1981. La industria de aserrío en el Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Documento de trabajo N° 8. Lima, Perú. 60 p.
- TABOADA, T. 1973. Estudio Económico de la Industria del Aserrío en la Zona Forestal de Tingo María. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina 99p.
- TARANCO, M. 1973. Situación y perspectivas económicas de la industria del aserrío en Oxapampa. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina. 124p.
- TOLMOS, R. 2001. Determinación del coeficiente de conversión de madera rolliza a madera aserrada con sierra cinta de la especie shihuahuaco "*dipterix sp*". Tesis (Mg. Sc.). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.93p.
- TOSSI, J. 1976. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú. ONERN. Lima, Perú. 14 p.
- TUSET, R., DURAN, F. 1979. Manual de Maderas Comerciales, Equipos y Procesos de Utilización. Editorial hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. 688 p.

LLAVE, A. 2008. Factor de conversión en aserrío para trozas de raleo provenientes de una plantación de teca "*Tectona Grandis*" en Chanchamayo - Junín. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina.74 p.

WILLSTON, E. 1981. Lumber Manufacturing: The design on Operation of Saw mills and Planer mills. U.S.A. 512 P.

DISTANCE (Feet)	LENGTH (Feet)								
	3'-0"	7'	7'-6"	8'	9'	10'	10'-6"	11'	11'-6"
40	242	308	320	351	399	430	461	527	659
41	246	320	332	378	425	472	506	567	708
42	250	332	344	390	437	484	518	579	720
43	254	344	356	402	449	496	530	591	732
44	258	356	368	414	461	508	542	603	744
45	262	368	380	426	473	520	554	615	756
46	266	380	392	438	485	532	566	627	768
47	270	392	404	450	497	544	578	639	780
48	274	404	416	462	509	556	590	651	792
49	278	416	428	474	521	568	602	663	804
50	282	428	440	486	533	580	614	675	816
51	286	440	452	498	545	592	626	687	828
52	290	452	464	510	557	604	638	699	840
53	294	464	476	522	569	616	650	711	852
54	298	476	488	534	581	628	662	723	864
55	302	488	500	546	593	640	674	735	876
56	306	500	512	558	605	652	686	747	888
57	310	512	524	570	617	664	698	759	900
58	314	524	536	582	629	676	710	771	912
59	318	536	548	594	641	688	722	783	924
60	322	548	560	606	653	700	734	795	936
61	326	560	572	618	665	712	746	807	948
62	330	572	584	630	677	724	758	819	960
63	334	584	596	642	689	736	770	831	972
64	338	596	608	654	701	748	782	843	984
65	342	608	620	666	713	760	794	855	996
66	346	620	632	678	725	772	806	867	1008
67	350	632	644	690	737	784	818	879	1020
68	354	644	656	702	749	796	830	891	1032
69	358	656	668	714	761	808	842	903	1044
70	362	668	680	726	773	820	854	915	1056
71	366	680	692	738	785	832	866	927	1068
72	370	692	704	750	797	844	878	939	1080
73	374	704	716	762	809	856	890	951	1092
74	378	716	728	774	821	868	902	963	1104
75	382	728	740	786	833	880	914	975	1116
76	386	740	752	798	845	892	926	987	1128
77	390	752	764	810	857	904	938	999	1140
78	394	764	776	822	869	916	950	1011	1152
79	398	776	788	834	881	928	962	1023	1164
80	402	788	800	846	893	940	974	1035	1176
81	406	800	812	858	905	952	986	1047	1188
82	410	812	824	870	917	964	998	1059	1200
83	414	824	836	882	929	976	1010	1071	1212
84	418	836	848	894	941	988	1022	1083	1224
85	422	848	860	906	953	1000	1034	1095	1236
86	426	860	872	918	965	1012	1046	1107	1248
87	430	872	884	930	977	1024	1058	1119	1260
88	434	884	896	942	989	1036	1070	1131	1272
89	438	896	908	954	1001	1048	1082	1143	1284
90	442	908	920	966	1013	1060	1094	1155	1296
91	446	920	932	978	1025	1072	1106	1167	1308
92	450	932	944	990	1037	1084	1118	1179	1320
93	454	944	956	1002	1049	1096	1130	1191	1332
94	458	956	968	1014	1061	1108	1142	1203	1344
95	462	968	980	1026	1073	1120	1154	1215	1356
96	466	980	992	1038	1085	1132	1166	1227	1368
97	470	992	1004	1050	1097	1144	1178	1239	1380
98	474	1004	1016	1062	1109	1156	1190	1251	1392
99	478	1016	1028	1074	1121	1168	1202	1263	1404
100	482	1028	1040	1086	1133	1180	1214	1275	1416