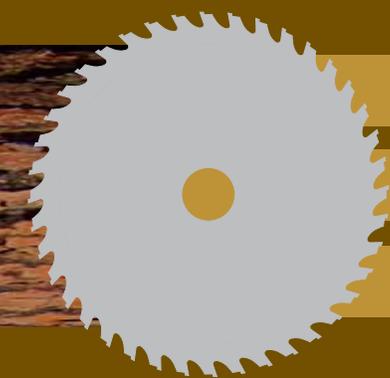




# Estudio de Rendimiento de Transformación Primaria en la Industria Forestal de Guatemala



Instituto Nacional de Bosques  
más bosques, más vida



Organización Internacional  
de las Maderas Tropicales



La presente publicación ha sido realizada en el marco del Proyecto: “Mejorar el control y la eficiencia de productos forestales a través de la creación de un programa para mejorar el rendimiento de la industria forestal de transformación primaria” TFL-PPD 045/13 Rev.2 (M), implementado por el Instituto Nacional de Bosques -INAB- en conjunto con el Consejo Nacional de Estándares Forestales de Guatemala -CONESFORGUA- y financiado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales -OIMT- (www.itto.int).

Consultoría: Elaboración de un Estudio de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal y propuesta de Guía técnica para la estimación del rendimiento en el proceso de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala, realizada por la empresa Impacto Empresarial.

### Edición General

Dirección de Industria y Comercio Forestal  
Departamento de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal  
Instituto Nacional de Bosques -INAB-, Guatemala

### Editores

Ing. Álvaro Samayoa Tercero  
Ing. Antonio Guoron López

### Elaborado por:

Lic. Hugo Cabrera Paz  
Ing. Roberto Álvarez Mejía

### Fotografía Portada:

Inspección de calidad de la madera aserrada.  
Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.

### Fotografía Contraportada:

Operadores de sierra principal en industria forestal.  
Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.



Instituto Nacional de Bosques  
más bosques. más vida



Organización Internacional  
de las Maderas Tropicales



### Clasificación Técnica

### Código QR

<p><b>Forma recomendada para citar el documento:</b></p> <p>INAB, ITTO, 2016. Estudio de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala, SERIE TÉCNICA GT-011 (2016) 85 PÁGINAS.</p>	
--	--

# Listado de Junta Directiva

## **MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN**

- Mario Estuardo Méndez Montenegro
- Miriam Elena Monterroso Bonilla

## **ASOCIACIÓN NACIONAL DE MUNICIPALIDADES**

- Pedro Rolando Us Maldonado
- Augusto Boriz Estuardo Quiñónez  
Hernández

## **CÁMARA DE INDUSTRIA GREMIAL FORESTAL**

- Oscar Enrique Staackmann Alvarez
- Roberto Andrés Bosch Figueredo

## **UNIVERSIDADES**

- Acxel Efraín De León Ramírez
- Raúl Estuardo Maas Ibarra

## **MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS**

- Regina Elizabeth Farfán Colindres de Luján

## **ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA**

- Gustavo Adolfo Mendizábal Gálvez
- Tomás Antonio Padilla Cambara

## **ASOCIACIÓN NACIONAL DE ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES DE LOS RECURSO NATURALES, ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

- Byron Otoniel Villeda Padilla
- Marcedonio Cortave

## **INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES**

- Rony Estuardo Granados Mérida  
Secretario de Junta Directiva



# Índice de Contenido

<b>Listado de Acrónimos</b>	ix
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>5</b>
<b>3. Alcances</b>	<b>7</b>
<b>4. Marco Conceptual</b>	<b>9</b>
4.1 Conceptos generales	12
4.1.1 Transformación Primaria	10
4.1.2 Rendimiento	10
4.1.3 Estudio de rendimiento de transformación primaria de la madera	10
4.1.4 Trazabilidad	11
4.1.5 Línea de Producción	11
4.1.6 Capacidad Instalada	13
4.1.7 Costo de Producción	13
4.2 Sistema internacional de unidades	14
4.3 Métodos de cuantificación de productos forestales	14
4.3.1 Cubicación de madera en troza o rolliza	15
4.3.2 Cubicación de madera aserrada	15
4.3.3 Cubicación de Lepa	15
4.3.4 Cubicación de Aserrín	16

<b>5. Metodología del Estudio</b>	<b>17</b>
5.1 Clasificación de Industrias Forestales por su Volumen de Transformación	18
5.2 Determinación de la Muestra	18
5.3 Análisis y selección por Polo priorizado	20
5.4 Socialización de la metodología	22
5.5 Levantamiento de datos para el estudio de rendimiento	23
5.5.1 Coordinación con Industrias Forestales	23
5.5.2 Presentación del procedimiento de medición	23
5.5.3 Cuantificación de producto original: Madera en troza o rolliza	24
5.5.4 Trazabilidad de la madera durante la toma de muestras	24
5.5.5 Cuantificación de productos resultantes: Madera aserrada, lepa, aserrín.	25
5.5.6 Identificación del Flujo de Proceso de Producción	25
5.5.7 Levantamiento de información complementaria	26
5.5.8 Tabulación de datos	26
5.5.9 Análisis	26
5.6 Determinación de niveles de tecnología	26
<b>6. Resultados del estudio</b>	<b>31</b>
6.1 Transformación primaria de especies incentivadas	32
6.2 Industrias con estudios de rendimiento aprobados por INAB	32
6.3 Tamaño de las industrias	33
6.4 Análisis de rendimiento de transformación primaria por polo y nacional.	34
6.4.1 Coordinación con Industrias Forestales	36
6.4.2 Presentación del procedimiento de medición	37
6.5 Análisis de la tecnología en el proceso de transformación primaria	38
6.6 Comparación de la tecnología y el rendimiento en el proceso de transformación primaria	40
6.7 Dinámica de la producción en las industrias forestales de transformación primaria	40
6.7.1 Abastecimiento de materia prima	40
6.7.2 Capacidad Instalada y su uso	43
6.7.3 Inventarios	45

6.7.4	Costos involucrados en la transformación primaria de la madera	46
6.7.4.1	Costo de la materia prima	46
6.7.4.2	Costo de mano de obra directa e indirecta	47
6.7.4.3	Gastos de fabricación	48
6.7.5	Comercialización de productos y servicios forestales	51
6.7.5.1	Comercialización de productos forestales (producto, especie, precio)	51
6.7.5.2	Prestación de servicios	53
6.7.5.3	Destino de la producción	53
	<b>Conclusiones</b>	<b>55</b>
	<b>Recomendaciones</b>	<b>59</b>
	<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>61</b>
	<b>Anexos</b>	<b>63</b>
	Boleta 1. Registro de Datos	64
	Boleta 2. Resumen de Resultados y Análisis Estadístico	65
	Boleta 3. Flujo de Operaciones y Capacidad Instalada	69
	Boleta 4. Análisis de Tecnología	73

# Índice de Gráficas y Figuras

<b>Gráfica 1</b>	Gráfico de correlación entre madera aserrada obtenida y madera en troza utilizada	35
<b>Gráfica 2.</b>	Gráfico de correlación entre lepa obtenida y madera en troza utilizada	36
<b>Gráfica 3.</b>	Gráfico de correlación entre aserrín obtenido y madera en troza utilizada	38
<b>Gráfica 4.</b>	Gráfico Comparativo de Tecnología y Rendimiento	40
<b>Gráfica 5.</b>	Origen de materia prima por tipo de poseedor	41
<b>Gráfica 6.</b>	Distribución del volumen adquirido por tipo de proveedor	41
<b>Gráfica 7.</b>	Tipo de transporte para abastecimiento	42
<b>Gráfica 8.</b>	Utilización de Materia prima certificada	42
<b>Gráfica 9.</b>	Capacidad instalada de procesamiento mensual promedio por industria (m <sup>3</sup> )	43
<b>Gráfica 10.</b>	Uso de capacidad instalada promedio por industria en épocas seca y lluviosa (%)	43
<b>Gráfica 11.</b>	Inventario promedio mensual por Industria Forestal (m <sup>3</sup> )	44
<b>Gráfica 12.</b>	Inventario promedio mensual por Industria Forestal (m <sup>3</sup> )	44
<b>Gráfica 13.</b>	Rotación de Inventarios	45
<b>Gráfica 14.</b>	Mecanismos de Control de Inventario utilizados	45
<b>Gráfica 15.</b>	Costo promedio de mano de obra directa e indirecta por industria forestal	47
<b>Gráfica 16.</b>	Promedio de consumo de energía eléctrica en las industrias forestales	49
<b>Gráfica 17.</b>	Fuentes de energía en las industrias forestales	49
<b>Gráfica 18.</b>	Promedio mensual de gasto de fabricación por industria forestal	49
<b>Gráfica 19.</b>	Gastos de fabricación mensual	50
<b>Gráfica 20.</b>	Oficinas con servicio de Internet	51
<b>Gráfica 21.</b>	Destino de la Producción (mercados)	54
<b>Figura 1.</b>	Diagrama de ejemplo de una línea de producción de madera aserrada	9
<b>Figura 2.</b>	Actividades monitoreadas durante la elaboración del estudio de rendimiento en las industrias forestales	10

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b>	Unidades básicas de medida del Sistema Internacional de Unidades	14
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación de Empresas por su volumen de transformación mensual	18
<b>Tabla 3.</b>	Selección de Muestra de Empresas por Polos priorizados	19
<b>Tabla 4.</b>	Resumen de los datos analizados en cada polo	19
<b>Tabla 5.</b>	Resumen del volumen de madera procesado por las empresas de los 4 polos prioritarios	20
<b>Tabla 6.</b>	Empresas analizadas del Polo Guatemala (Metropolitano) y reporte de producción en el SEINEF (Datos 2014).	20
<b>Tabla 7.</b>	Empresas analizadas del Polo Chimaltenango y reporte de producción en el SEINEF (Datos 2014).	21
<b>Tabla 8.</b>	Empresas analizadas del Polo El Progreso y reporte de producción en el SEINEF (Datos 2014).	21
<b>Tabla 9.</b>	Empresas analizadas del Polo Petén y reporte de producción en el SEINEF (Datos 2014).	22
<b>Tabla 10.</b>	Variables y ponderación realizada para el análisis de tecnología en las industrias forestales	26
<b>Tabla 11.</b>	Aspectos ponderados en tecnología de afilado	27
<b>Tabla 12.</b>	Aspectos ponderados en fuentes de energía	27
<b>Tabla 13.</b>	Aspectos ponderados en almacenaje de madera	27
<b>Tabla 14.</b>	Aspectos ponderados en mecanismos de control de inventarios	28
<b>Tabla 15.</b>	Aspectos ponderados en utilización de maquinaria	28
<b>Tabla 16.</b>	Descripción de la clasificación de los niveles de tecnología en las industrias forestales	29
<b>Tabla 17.</b>	Tabla comparativa de especies incentivadas por INAB y transformadas en 2014	32
<b>Tabla 18.</b>	Industrias que cuentan con estudios de rendimiento aprobados por INAB	33
<b>Tabla 19.</b>	Clasificación de las industrias forestales por polo de estudio	33
<b>Tabla 20.</b>	Reporte del volumen de madera transformado por el total de las industrias de los cuatro polos prioritarios	34
<b>Tabla 21.</b>	Resultados de rendimiento de madera aserrada a partir de la transformación primaria	35
<b>Tabla 22.</b>	Descripción estadística para los rendimientos de madera aserrada a partir de la transformación primaria	35

<b>Tabla 23.</b>	Resultados de rendimiento de Lepa partir de la transformación primaria	36
<b>Tabla 24.</b>	Descripción estadística para los rendimientos de Lepa a partir de la transformación primaria	36
<b>Tabla 25.</b>	Resultados de rendimiento de Aserrín partir de la transformación primaria	37
<b>Tabla 26.</b>	Descripción estadística para los rendimientos de Lepa a partir de la transformación primaria	37
<b>Tabla 27.</b>	Resultados de los niveles de tecnología por polo.	38
<b>Tabla 28.</b>	Aserrado de Lepa en máquina optimizadora o para recuperación	39
<b>Tabla 29.</b>	Cuadro Comparativo de Tecnología y Rendimiento	40
<b>Tabla 30.</b>	Costos aproximados de materia prima maderable en cada polo	46
<b>Tabla 31.</b>	Promedio de costos de materia prima a nivel nacional	47
<b>Tabla 32.</b>	Costos promedio de personal de producción y administrativo	48
<b>Tabla 33.</b>	Consumo mensual de energía eléctrica y fuentes de energía	48
<b>Tabla 34.</b>	Gastos de fabricación mensual	50
<b>Tabla 35.</b>	Precios de venta de productos en las empresas forestales	52
<b>Tabla 36.</b>	Precio promedio de los servicios prestados por industrias forestales a terceros (Quetzales)	53

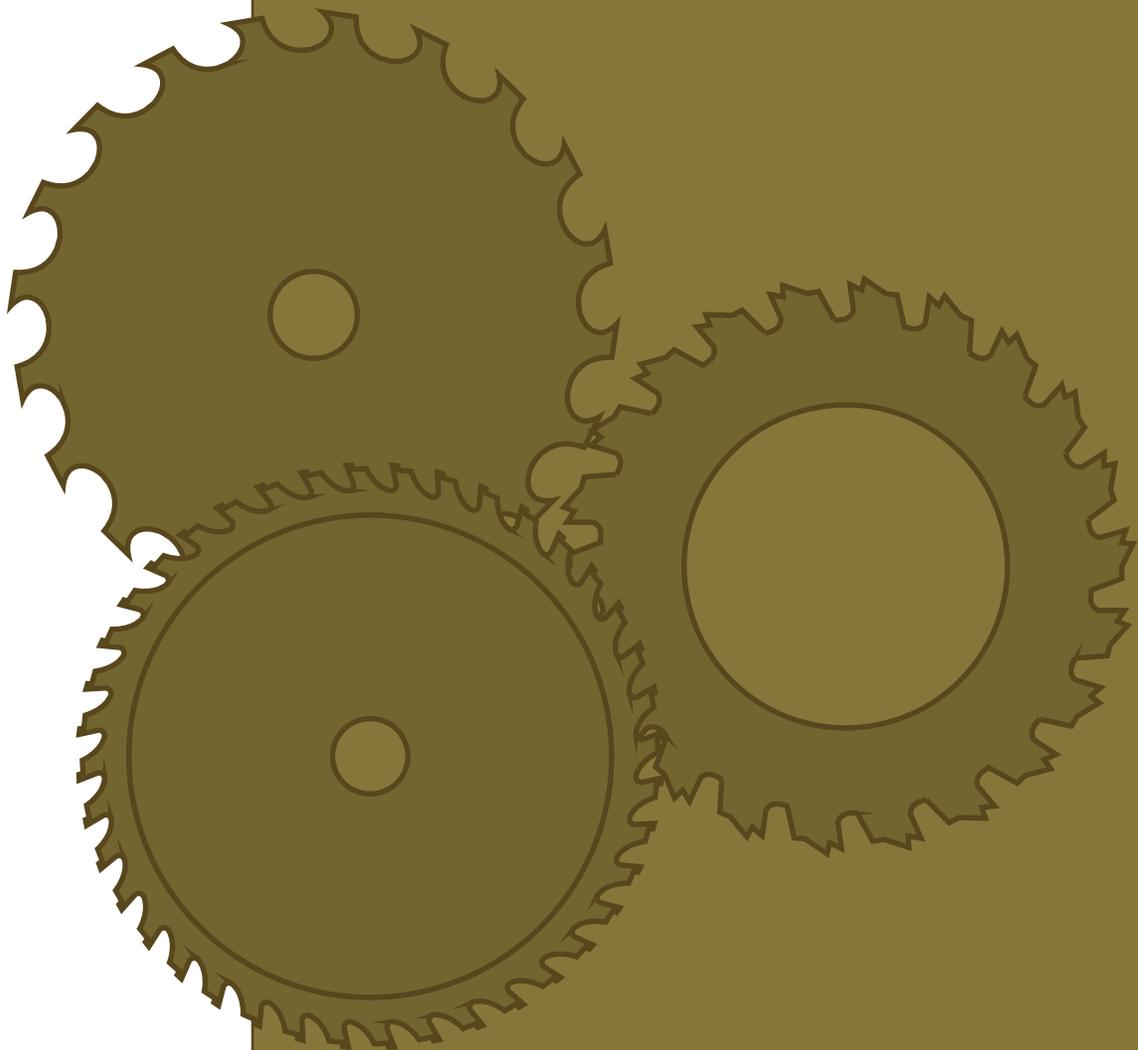
# Listado de Acrónimos

<b>AECOC</b>	Asociación Española de Codificación Comercial
<b>CDP</b>	Costo directo de producción
<b>CONAP</b>	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
<b>ISO</b>	International Organization of Standardization – Organización Internacional de Estandarización
<b>INAB</b>	Instituto Nacional de Bosques
<b>OIMT</b>	Organización Internacional de Maderas Tropicales
<b>RAE</b>	Real Academia Española
<b>RNF</b>	Registro Nacional Forestal
<b>SEINEF</b>	Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales
<b>SI</b>	Sistema Internacional de Unidades
<b>SIFGUA</b>	Sistema de Información Forestal de Guatemala



# Introducción

1



Desde 1999 se visualiza la necesidad de generar investigación en innovación, eficiencia de procesos y especialización de procesos. En términos de eficiencia, actualmente los rendimientos de aserrío primario varían dependiendo de la tecnología utilizada en el corte y del tipo de producto principal que se desea extraer, ya sea tabla, viga o regla (Zamora y Barrera, 2010).

La madera aserrada es uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal. El análisis del procesamiento de la madera en rollo resultante en madera aserrada es importante para determinar la rentabilidad de la operación. Dicho análisis conduce a estudios de rendimientos o eficiencia del proceso de transformación.

La industria maderera es la encargada de dar valor agregado a los productos forestales y de esta manera contribuir a la conservación de los recursos boscosos mediante su aprovechamiento adecuado. De allí la necesidad de mejorar los rendimientos obtenidos y buscar alternativas para el aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso de transformación de la madera (Soto et al., 2000).

El conocimiento de los indicadores de rendimiento facilita la evaluación del desempeño del proceso y la toma de decisiones, anticipándose a situaciones adversas, reduciendo gastos y pérdidas en el proceso productivo. Un aserradero eficiente es aquel donde, entre otras cosas, los cortes se realizan de tal forma que, a partir de la troza, se obtenga una mayor cantidad y calidad de madera aserrada (Brown y Bethel, 1987).

La FAO (1991) estima que aproximadamente del 45 al 55 % de la madera en troza que llega a las líneas de producción de los aserraderos, se convierten en residuos, así lo demuestran estudios realizados en las fases de aserrío y desorillado, procesos que en mayor medida contribuyen a la conversión de la materia prima en residuos, en un orden del 51%.

Para mejorar la eficiencia en las industrias forestales también existe una demanda de personal capacitado para desarrollar líneas de producción eficientes para sus productos existentes o nuevos, para efectuar estudios de rendimientos, tiempos y movimiento, así como para optimizar procesos determinando velocidades de alimentación y corte óptimo de madera, y capacitados también en elaboración de programas de trabajo (Zamora y Barrera, 2010).

El aprovechamiento racional de los recursos forestales juega un rol importante en el desarrollo económico y social de un país. En el sector de la industria forestal son objetivos en permanente búsqueda el reducir la pérdida de materias primas optimizando su utilización, aumentar la productividad de la mano de obra y la maquinaria y mejorar la calidad de los productos (Coronel de Renolfi, M., 2012).

Según los resultados de este estudio, los rendimientos varían entre el 50% y el 80%. Las principales causas del bajo rendimiento y tecnología corresponden a que no se enfocan en temas administrativos y existen muchas diferencias en las condiciones entre los polos, lo que hace difícil compararlos. La variación en los

rendimientos depende de diferentes materias primas, especies, productos y maquinaria utilizada. A nivel nacional se aprecia un bajo nivel de tecnología y necesario capacitar y poner a disposición del sector herramientas para su mejora.

Con el presente estudio se está generando información sobre el rendimiento, tecnología, eficiencia y costos en el proceso de transformación primaria en las industrias forestales de Guatemala, realizándose con base en información recopilada en las cuatro regiones con más industrias forestales del país: Guatemala, El Progreso, Petén y Chimaltenango.

Con esta información se pretende obtener un diagnóstico de las debilidades de las industrias forestales y plantear acciones que promuevan la creación de capacidades que permitan su mejora y desarrollo eficiente, que se espera que mitigue el impacto sobre los bosques del país, realizando un aprovechamiento forestal cada vez más sostenible.

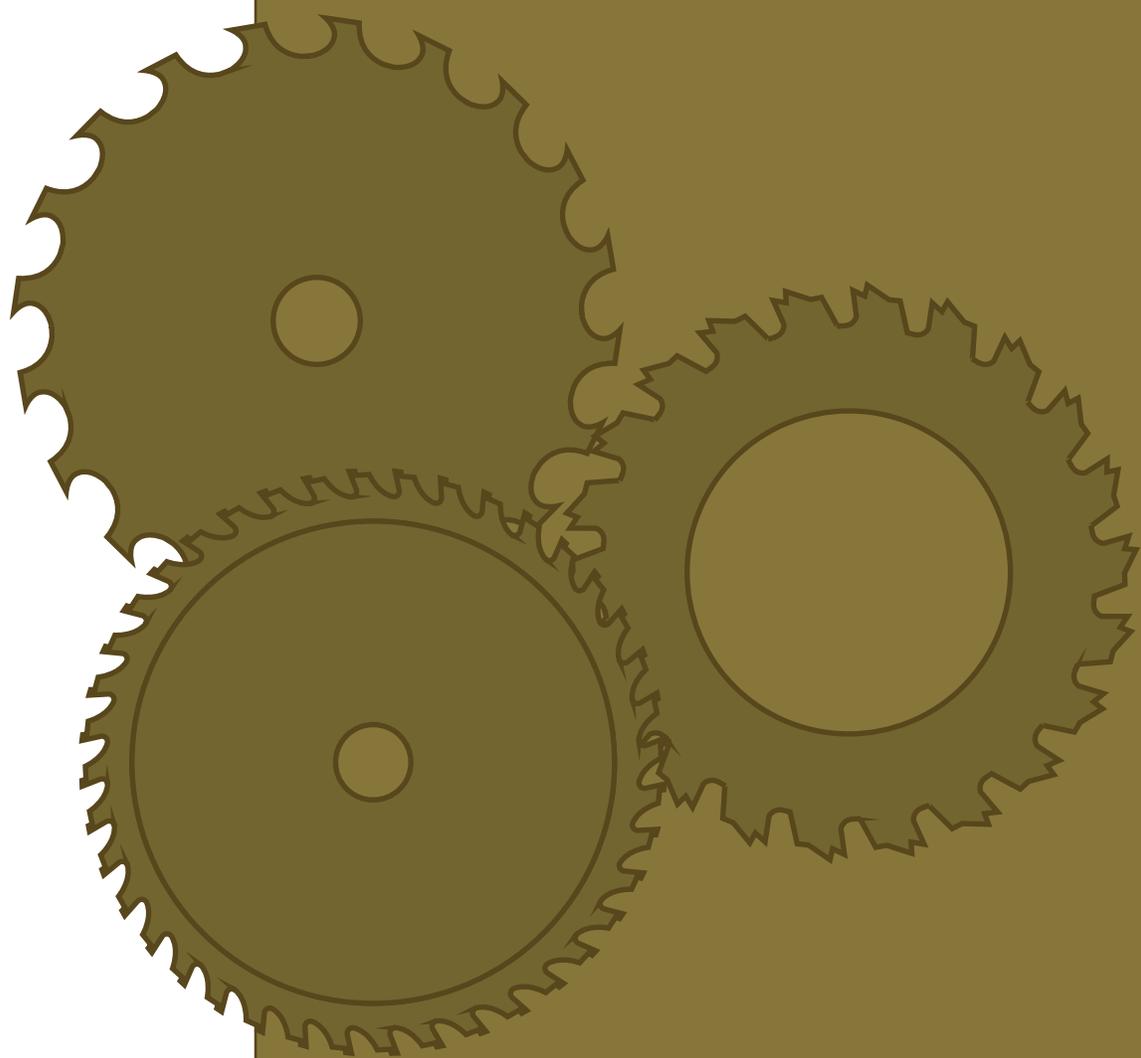
Con la información y experiencia obtenida a partir de la realización del estudio, se ha generado simultáneamente una Guía técnica para la estimación de rendimiento en el proceso de transformación primaria en la industria forestal, con la cual se espera estandarizar los lineamientos técnicos para elaborar y evaluar los estudios de rendimiento de transformación primaria, fomentando la transparencia y la legalidad de los productos forestales.

Esta publicación y lo demás productos obtenidos por proyecto OIMT TFL-PPD 045/13 Rev.2 (M) a través del Instituto Nacional de Bosques -INAB- y el Consejo Nacional de Estándares Forestales de Guatemala -CONESFORGUA- han sido posibles gracias al apoyo financiero de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales -OIMT-, generando una base para mejorar la eficiencia en las industrias forestales del país al proveer información estratégica para el sector forestal industrial en Guatemala.



# Objetivo

2



## Objetivo General

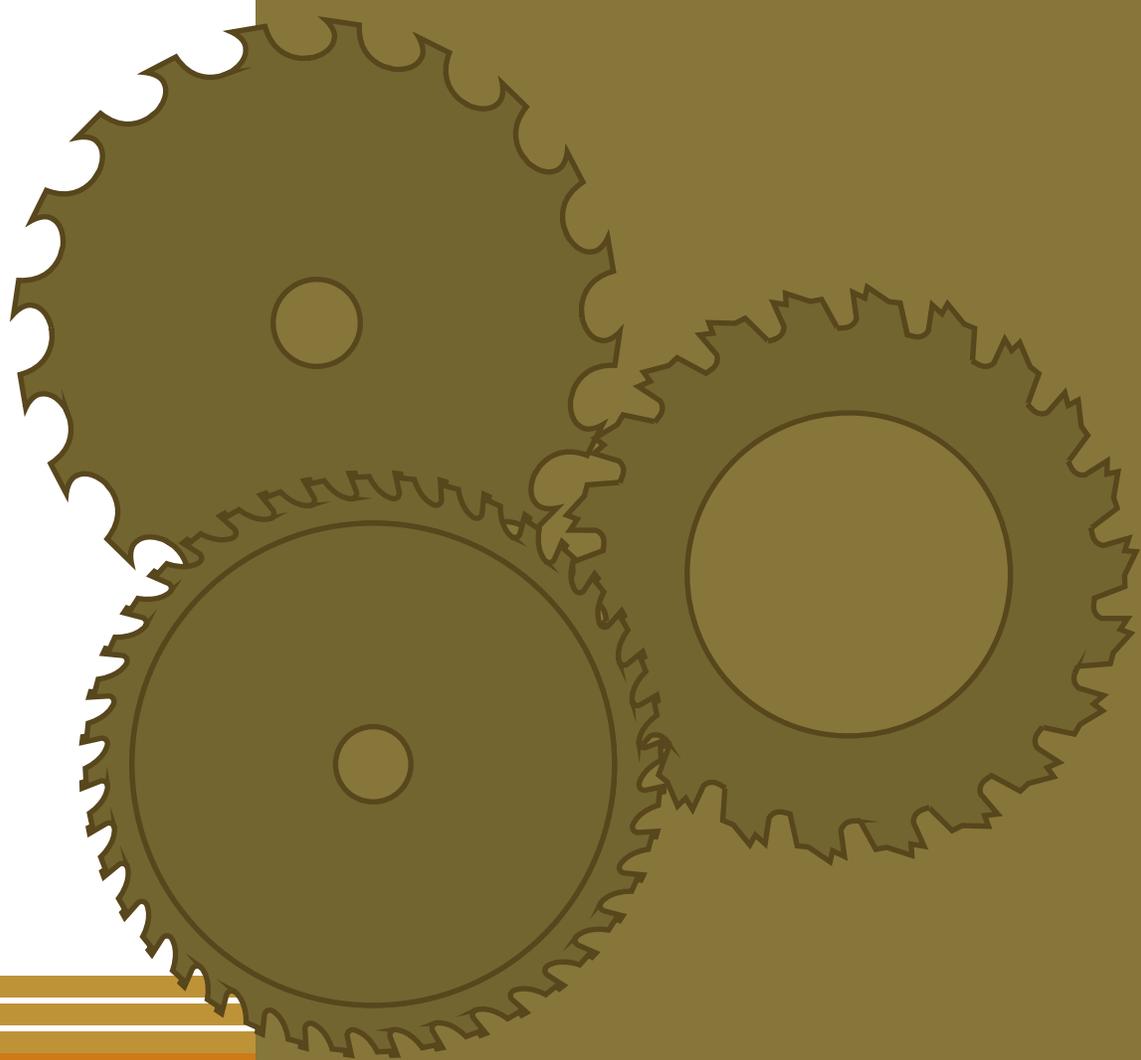
Generar insumos para mejorar la eficiencia de aserrío primario en la industria forestal de Guatemala.

## Objetivos Específicos

1. Evaluar la situación actual de la Industria Forestal guatemalteca, por medio de la estimación del rendimiento de la transformación primaria en las industrias forestales de las regiones o polos priorizados.
2. Identificar indicadores de rendimiento en la industria forestal de Guatemala, para detectar deficiencias y proponer acciones.
3. Fomentar la estandarización de procesos en la industrialización de la madera.

# Alcances

3



Con el presente estudio se genera información sobre el rendimiento, tecnología, eficiencia y costos en el proceso de transformación primaria de los productos forestales, realizándose en las cuatro regiones con más industrias forestales del país: Guatemala, El Progreso, Petén y Chimaltenango.

Según los Programas de Incentivos Forestales, el estudio se limita a trabajar con las 7 especies priorizadas, pues poseen la mayor cobertura forestal, las cuales corresponden a: Pino, Melina, Palo Blanco, Santa María, Cedro, Caoba, Teca. Sin embargo, de acuerdo a la selección de industrias y temporalidad de aprovechamiento únicamente se pudo tomar en cuenta las especies de Pino, Caoba y Melina dentro de las que han sido incentivadas y las especies Ciprés, Hormigo y Jobillo como especies adicionales que trabajan las industrias forestales seleccionadas para el estudio.

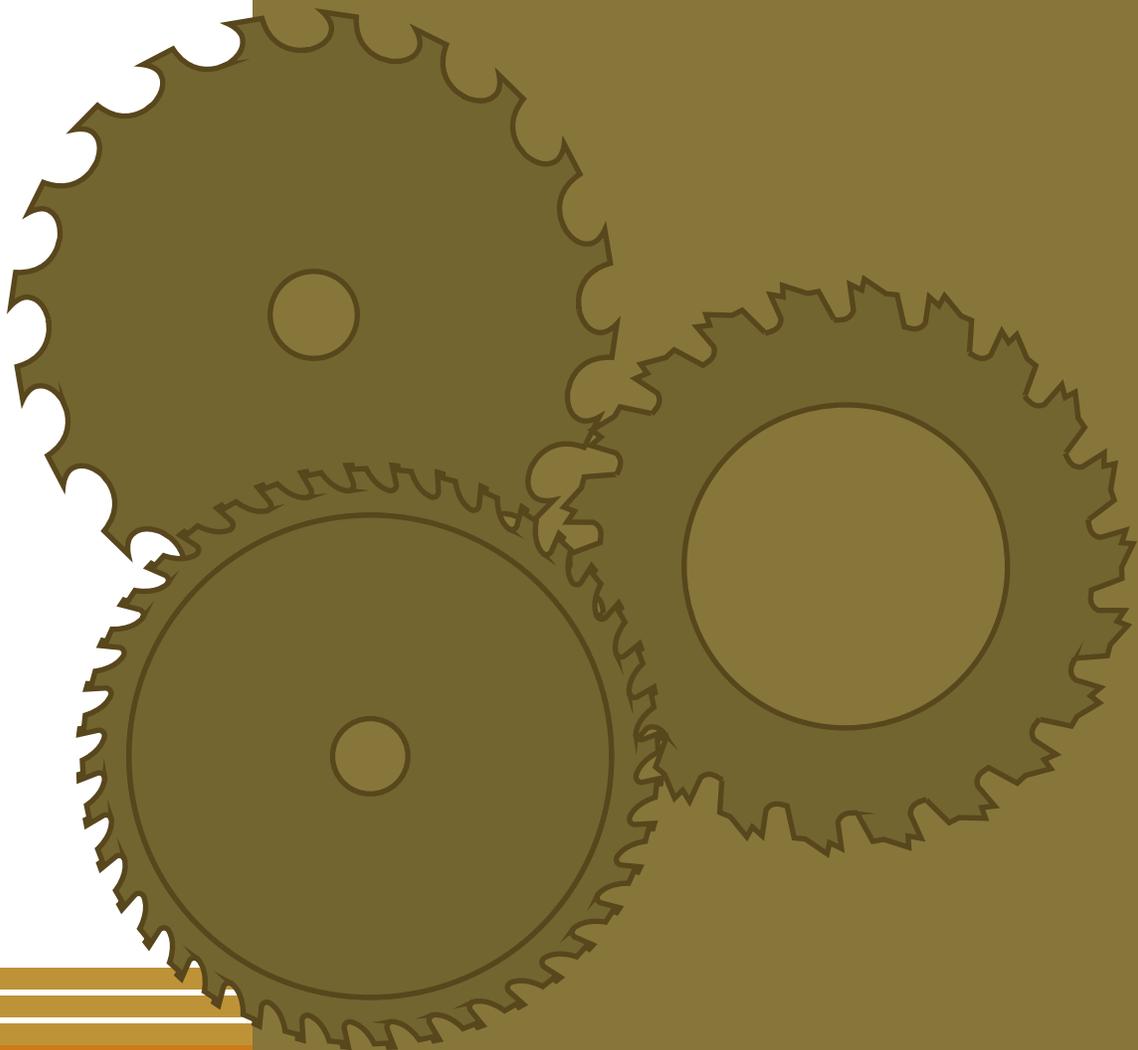
Dentro del levantamiento de información se incluye como principal producto de la transformación primaria la madera aserrada y se cuantifican los productos secundarios como lepa y aserrín.

Adicionalmente a la información relacionada al rendimiento, se incluye en el levantamiento de información una boleta que recopila datos sobre el flujo de procesos, variables de tecnología, datos sobre costos de materia prima, precios de servicios, y otros indicadores que establecen una línea base descriptiva de la industria forestal de transformación primaria en Guatemala.

# Marco Conceptual



4



Es necesario definir algunos conceptos básicos en la ejecución del Estudio de Rendimiento de Transformación Primaria en la Industria Forestal. Algunos desde la óptica económica, pero especialmente enfocados a la industria forestal.

## 4.1

### Conceptos generales

#### 4.1.1

#### Transformación Primaria

Es el primer paso dentro del proceso productivo de la madera; comprende desde el ingreso de la madera en troza a la industria, su clasificación y procesamiento, hasta los productos y subproductos resultantes de su aserrío.

#### 4.1.2

#### Rendimiento

Se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se

consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien, también se conoce como rendimiento.

En el ámbito de las empresas, la noción de rendimiento se refiere al beneficio económico que ofrece cada unidad productiva.

#### 4.1.3

#### Estudio de rendimiento de transformación primaria de la madera

Un estudio de rendimiento, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como la determinación del volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada.

$$\text{Coeficiente de rendimiento} = \frac{\text{m}^3 \text{ de madera aserrada}}{\text{m}^3 \text{ de madera troza}} * 100$$

Para el caso de productos forestales no maderables, como carbón, corresponde a la relación entre el producto resultante y el producto original utilizado para obtenerlo.

#### 4.1.4

### Trazabilidad

La trazabilidad es una serie de procedimientos que permiten seguir el proceso de evolución de un producto en cada una de sus etapas.

Trazabilidad es un término que fue incorporado recién a la vigésima tercera edición del diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2014). Para la International Organization of Standardization (cuya sigla es ISO), la trazabilidad es “la propiedad que dispone el resultado de un valor estándar, que puede vincularse con referencias específicas mediante una inspección continua de comparaciones”.

En otras palabras, la trazabilidad está compuesta por procesos prefijados que se llevan a cabo para determinar los diversos pasos que recorre un producto, desde su nacimiento hasta su ubicación actual en la cadena de suministros.

También se puede expresar como “Procedimientos que permiten controlar el histórico, la situación física y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministro en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas” (AECOC, 2012).

#### 4.1.5

### Línea de Producción

Se denomina Línea de Producción a todo grupo de máquinas que sirven para la transformación de madera agregando valor.

El grupo de maquinaria y equipos pueden estar distribuidos de forma lineal o por grupos de actividades. Siendo la distribución más recomendable por grupos de actividades debido a que se puede ajustar el recorrido de cualquier producto.

Aunque no todas las industrias forestales de transformación primaria cuentan con todas las siguientes opciones, sus líneas de producción se pueden clasificar en:

a. Línea de Aserrado: para aserrar madera de diámetros mayores y diámetros menores, usualmente consta

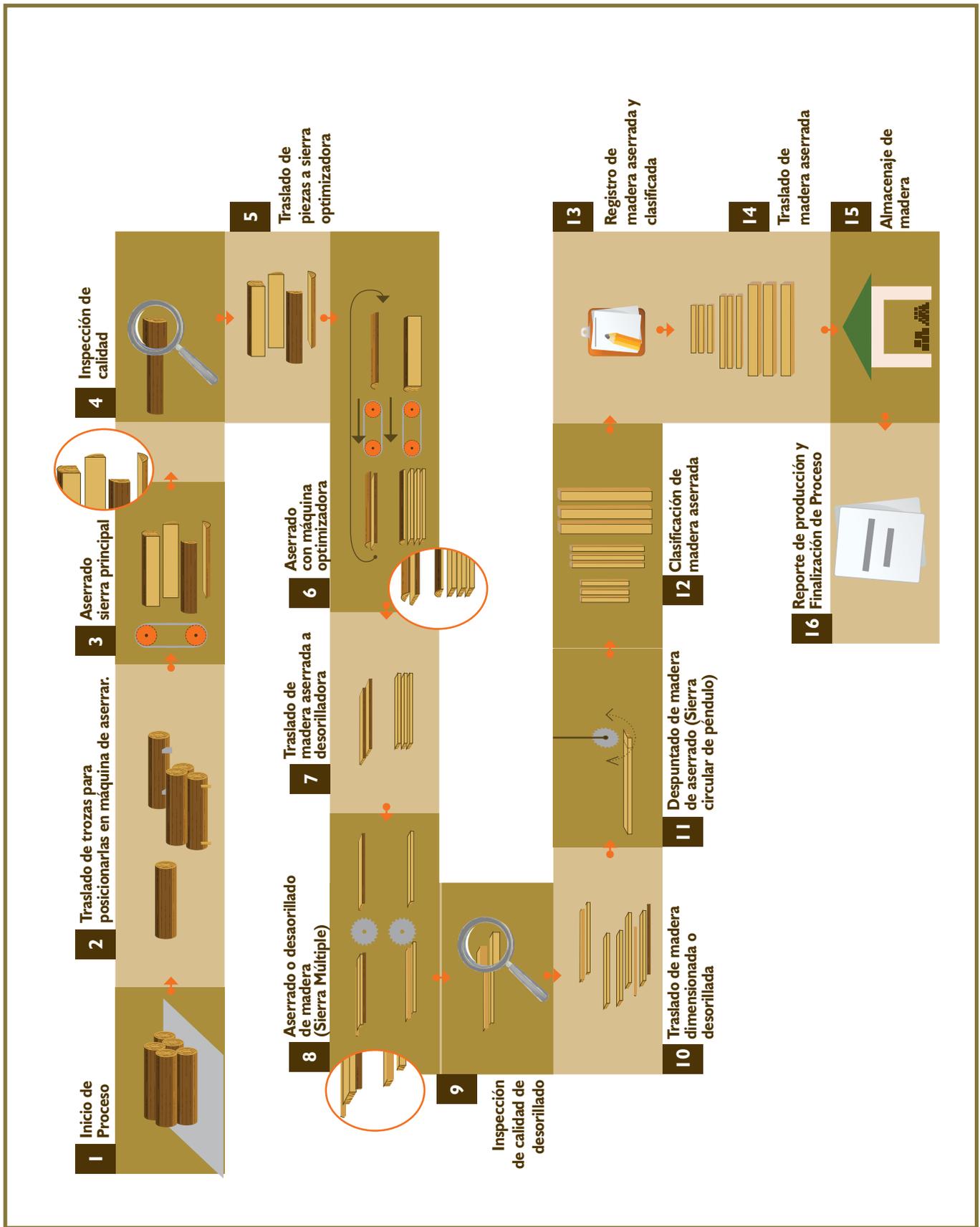
de las siguientes estaciones de trabajo: Sierra principal para aserrar, sierra desorilladora, sierra despuntadora, sierra de corte horizontal para el reproceso de orillas y lepas. Con un sistema de transportadores entre las estaciones de trabajo y un sistema de extracción de sólidos.

- b. Línea de Secado: para secado de maderas de densidades suave, media y duras, usualmente consta de las siguientes estaciones de trabajo: Caldera de vapor o agua caliente, cámara de secado de un volumen determinado expresado en metros cúbicos de capacidad, un sistema de sondas y termómetros para el monitoreo del proceso. Un equipo de laboratorio conformado por un horno de pruebas, una balanza y un higrómetro.
- c. Línea de Perfilado: para la producción de piezas molduradas tales como duelas para pisos, molduras en general, usualmente consta de las siguientes estaciones de trabajo: Una sierra múltiple, una molduradora con varias cabezas, dos sierras despuntadoras. Con equipo de empaque, tales como flejadoras y robot para fijar empaque plástico.

A manera de ejemplo se presenta un diagrama de recorrido del proceso de aserrío en una planta estándar. En el cual se observa la distribución del flujo en planta, con la descripción desde el ingreso de troza, las estaciones de trabajo, tales como sierra principal, desorilladora y despuntadora.

El transporte de productos en proceso entre las estaciones de trabajo se hace por medio de transportadores de rodillos. También se detallan las áreas de control tales como oficinas, zonas de despacho y rampa de carga.

Esta distribución en planta o Layout se puede realizar en un área de 25 metros de frente por 50 metros de fondo, equivalentes a 1,250 metros cuadrados. El edificio puede ser construido con una losa de concreto reforzada, para el piso. Estructura de metal o madera, cubierta de lámina de zinc, con luminarias de lámina plástica. La pared perimetral del edificio puede ser de lámina de zinc o lamina troquelada. Con estas características el edificio se considera de segunda categoría. Nótese que la distribución no se encuentra a escala y está representada como una serie de pasos.



**Figura 1** Diagrama de ejemplo de una línea de producción de madera aserrada

Para efectos del estudio, se dividieron las actividades en las siguientes:

Actividad		
1.	Inicio de Proceso	
2.	Traslado de trozas	
3.	Aserrado sierra principal	
4.	Inspección de calidad	
5.	Traslado de piezas a sierra optimizadora	
6.	Aserrado con máquina optimizadora	
7.	Traslado de madera aserrada a desorilladora	
8.	Aserrado o desaorillado de madera (Sierra Múltiple)	
9.	Inspección de calidad de desorillado	
10.	Traslado de madera dimensionada o desorillada	
11.	Despuntado de madera de aserrado (Sierra circular de péndulo)	
12.	Clasificación de madera aserrada	
13.	Registro de madera aserrada y clasificada	
14.	Traslado de madera aserrada	
15.	Almacenaje de madera	
16.	Reporte de producción y Finalización de Proceso	

Resumen de Actividades		
Símbolo	Actividad	Cantidad
	Inicio y Finalización	2
	Transporte	6
	Combinadas (Operación e Inspección)	3
	Operación	4
	Inspección	1
	Almacenaje	1

**Figura 2** Actividades monitoreadas durante la elaboración del estudio de rendimiento en las industrias forestales

## 4.1.6

### Capacidad Instalada

La capacidad instalada de una industria se mide en función de la cantidad máxima de productos que se pueden producir o el volumen de producción máximo por unidad de tiempo, por ejemplo: puede ser expresada en metros cúbicos mensuales (m<sup>3</sup>/mes).

La capacidad instalada está determinada por la combinación de los recursos disponibles tales como maquinaria, equipos, instalaciones y recurso humano o personal.

Este cálculo se hace para cada unidad de producto producido, por ejemplo si es para la línea de aserrado se mide en función de la cantidad de metros cúbicos aserrados por hora, por jornada, por semana o por mes.

## 4.1.7

### Costo de Producción

Como costo de producción se define como la cuantificación de los gastos que directamente afectan a la transformación de madera.

Estos gastos se dividen en costo de materia prima, mano de obra directa y gastos de fabricación.

La suma de estos gastos se denomina costo directo de producción.

Para determinar el costo unitario de producción se hace la siguiente operación:

**Costo directo de producción dividido entre el total de metros cúbicos aserrados**

$$\text{Costo Directo Producción} / \text{Metros cúbicos aserrados} = \frac{\text{Costo unitario metro}}{\text{Metro cúbico aserrado}}$$

## 4.2

### Sistema internacional de unidades

El Sistema Internacional de Unidades, abreviado SI, es el sistema de unidades que se usa en todos los países del mundo, a excepción de tres que no lo han declarado prioritario o único.

Es el heredero del antiguo Sistema Métrico Decimal, y por ello también se conoce como «sistema métrico». Se instauró en 1960, en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas, durante la cual inicialmente se reconocieron seis unidades físicas básicas. En 1971 se añadió la séptima unidad básica: el mol.

Una de las características trascendentales, que constituye la gran ventaja del Sistema Internacional, es que sus unidades se basan en fenómenos físicos fundamentales. Excepción única es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, definida como «la masa del prototipo internacional del kilogramo».

Las unidades del SI constituyen referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medición, a las cuales están referidas mediante una concatenación ininterrumpida de calibraciones o comparaciones.

Esto permite lograr equivalencia de las medidas realizadas con instrumentos similares, utilizados y calibrados en lugares distantes y, por ende, asegurar, sin necesidad de duplicación de ensayos y mediciones, el cumplimiento de las características de los productos que son objeto de transacciones en el comercio internacional, su intercambiabilidad.

Para efectos del estudio se tomarán las siguientes unidades básicas de medida:

Tabla 1

Unidades básicas de medida del Sistema Internacional de Unidades

MEDIDA	NOMBRE	SÍMBOLO
Longitud	Metro	m
Intensidad de corriente eléctrica	Amperio	A
Volumen	Metro Cúbico	m <sup>3</sup>

Fuente: Universidad del País Vasco, 2015.

## 4.3

### Métodos de cuantificación de productos forestales

La cuantificación o cubicación de madera consiste en la medición y establecimiento del volumen de madera existente en un producto forestal (madera en troza, madera aserrada, productos con valor agregado o subproductos de madera).

Existen diversas metodologías para cuantificar productos forestales, entre ellos, métodos directos de medición tanto para la biomasa como para volúmenes comerciales y métodos indirectos para realizar estimaciones, principalmente con el uso de factores de espaciamiento o apilamiento. De acuerdo al método de cuantificación se utilizan distintas unidades de medida para expresar los resultados.

En Guatemala existen diversos métodos para la cuantificación comercial de productos forestales, que están basados en el denominado “sistema inglés” de medición de madera, en el que se utilizan mediciones con base en pulgadas y pies, en las que además, se realizan “descuentos” de volumen por el aprovechamiento comercial de los distintos productos forestales como madera en troza o rolliza y se utiliza el sistema de medidas nominales en la medición de madera aserrada, contabilizando el “volumen” o medias de la sierra al cortar la madera.

Para evitar las variaciones en la cuantificación de productos forestales en las mediciones comerciales (que pueden variar entre aprovechamientos, empresas y consumidores de productos forestales), en Guatemala dentro de su normativa vigente, hace obligatorio el denominado Sistema Métrico Decimal, que ha evolucionado y actualmente se denomina Sistema Internacional de Unidades, en el que las medidas de longitud son basadas en el metro, de volumen en los metros cúbicos, así como peso en Kilogramos, entre otras.

De acuerdo a dicha normativa, existen manuales oficiales de las instituciones rectoras del sector forestal en Guatemala en los que se establecen las metodologías para la cuantificación de la biomasa o volumen total de los productos forestales, metodologías que fueron

consideradas para la elaboración del presente estudio. Con ello se evitó que las diferencias entre las metodologías de cuantificación comercial produjeran errores en el estudio y así se contara con métodos estandarizados que permitieran la trazabilidad durante los procesos y se obtuvieran resultados certeros.

De esta manera, la unidad de medida utilizada en la industria forestal es el Metro Cúbico (m<sup>3</sup>) para la cuantificación del volumen de madera: madera en troza, madera aserrada, aserrín o viruta, lepa y otros.

A continuación se describe de forma breve cada una de las metodologías de cuantificación utilizadas, de acuerdo a la Guía Práctica para la Cubicación de Madera del Instituto Nacional de Bosques que se encuentra vigente, y con algunas metodologías que se incluirán en su actualización, que ya se encuentra trabajando el INAB.

### 4.3.1 Cubicación de madera en troza o rolliza

La madera en troza o rolliza se define como la sección de un árbol con dimensiones mayores a 10 centímetros de diámetro con o sin corteza. Para su cuantificación se utiliza la fórmula de Smalian, cuantificando el volumen total de madera, que consiste en la aplicación de la siguiente fórmula:

$$V(m^3) = \frac{\pi}{4} * \frac{(D1^2 + D2^2)}{2} * L$$

**Donde:**

**V** = Volumen de la troza (m<sup>3</sup>)

**π** = Constante Pi, equivalente a 3.1416

**D1** = Diámetro promedio del extremo menor de la troza (m)

**D2** = Diámetro promedio del extremo mayor de la troza (m)

**L** = Largo de la troza (m) en metros lineales

Para la medición de cada diámetro, se realiza una medición en cruz de la parte más ancha y más angosta de la misma “cara” para luego obtener un promedio de ambas mediciones y utilizar ese dato como diámetro 1

y realizar el mismo procedimiento en la siguiente “cara” para el diámetro 2.

### 4.3.2 Cubicación de madera aserrada

Como madera aserrada se conoce a los productos forestales semielaborados que han sufrido transformación por aserrío. Esta puede ser húmeda y seca, con tres dimensiones: espesor, ancho y largo, expresados en centímetros o metros.

Estas piezas de madera pueden clasificarse en calidades denominadas FAS y SELECTA, Común 1 y Común 2 y Cortos, para especies latifoliadas y en Primera, segunda y tercera para especies Coníferas, de acuerdo a distintos sistemas de clasificación internacionales. Sin embargo, en la industria forestal guatemalteca, es muy escasa su aplicación.

A pesar de las clasificaciones comerciales de la madera aserrada que varía de acuerdo a las dimensiones de las piezas, para efectos de este estudio se consideran todas las piezas aserradas con cualquier dimensión como madera aserrada.

La medición de la madera aserrada se realiza midiendo la longitud total de cada una de sus dimensiones y aplicando la siguiente fórmula:

$$Volumen(m^3) = \text{Espesor (m)} * \text{Ancho (m)} * \text{Longitud (m)}$$

Donde el volumen es expresado en metros cúbicos de madera.

### 4.3.3 Cubicación de Lepa

Se considera lepa a las piezas de madera que se obtienen del aserrío primario que generalmente tienen dimensiones irregulares y están unidas con corteza. Corresponde usualmente a las tapas longitudinales del aserrado de una troza. En la mayoría de trozas estas tapas contienen madera de alta calidad y lamentablemente para el aserrado de la lepa se requieren de aserraderos especiales de corte delgado y horizontal, que en el

medio guatemalteco son escasas las industrias que los poseen. En la mayoría de caso la desechan o utilizan como leña.

En algunas industrias comercializan la lepa bajo la denominación de leña por el uso de combustible que le dan sus consumidores, sin embargo, dicho producto fue clasificado como lepa por su origen a partir del aserrío primario.

El método utilizado para su cuantificación es mediante la estimación del volumen aparente de la lepa apilada en forma semejante a un cubo, para luego multiplicar el volumen aparente por un factor de apilamiento o espaciamento y así obtener el volumen total de madera, utilizando las siguientes fórmulas:

$$VA (m^3) = Alto (m) * Ancho (m) * Largo (m)$$

$$V = VA * 0.57$$

**Donde:**

**VA**= Volumen aparente de un cubo (m<sup>3</sup>)

**V** = Volumen total estimado (m<sup>3</sup>)

**Factor de espaciamento** = 0.57

#### 4.3.4

#### Cubicación de Aserrín

Se denomina aserrín a los pequeños fragmentos de madera que son producto de las labores de corte o dimensionado mediante aserrío o cepillado. Su tamaño depende del espesor de la hoja o sierra de corte.

El método utilizado para su cuantificación es mediante la estimación del volumen aparente del recipiente o la forma que contenga mediante el uso de fórmulas de figuras geométricas, como cubos, cilindros o conos, para luego multiplicar el volumen aparente por un factor de apilamiento o espaciamento y así obtener el volumen total, utilizando las siguientes fórmulas para el caso de volumen aparente de un cubo:

$$VA (m^3) = Alto (m) * Ancho (m) * Largo (m)$$

$$V = VA * 0.37$$

**Donde:**

**VA** =Volumen aparente de un cubo (m<sup>3</sup>), considerando que el recipiente es cúbico (utilizar la fórmula de la figura geométrica que más se asemeje).

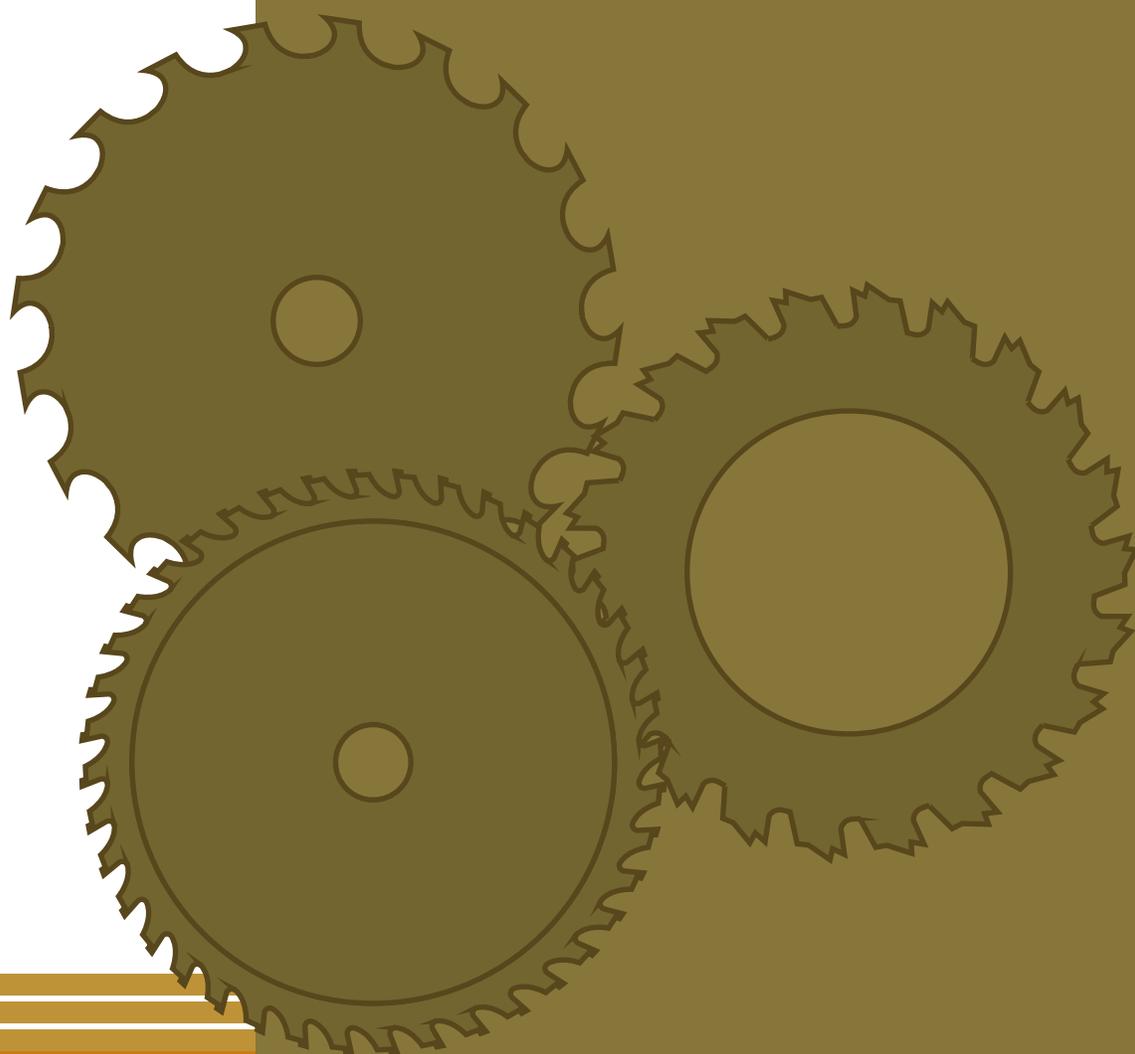
**V**= Volumen total estimado de madera (m<sup>3</sup>)

**Factor de espaciamento** = 0.37

Para el caso de que el aserrín esté apilado en forma de cono o cilindro se pueden utilizar las fórmulas de volumen de un cono o de un cilindro para estimar el volumen aparente y luego con el uso del factor de apilamiento estimar el volumen total.

# Metodología del Estudio

5



# Metodología del Estudio

## 5.1

### Clasificación de Industrias Forestales por su Volumen de Transformación

En Guatemala no existen referencias de clasificación de industrias forestales, por lo que con fines de este estudio se clasifican las industrias en Muy Pequeña, Pequeña, Mediana y Grande, de acuerdo al volumen de transformación mensual reportado por las industrias forestales a través del Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales del Instituto Nacional de Bosques, con base a la clasificación siguiente:

Tabla 2

Clasificación de Empresas por su volumen de transformación mensual

Tipo de Empresa	Rangos de Transformación Mensual que reporta a SEINEF
Muy Pequeña	Menor a 10 metros cúbicos
Pequeña	Entre 10 a 99.99 metros cúbicos
Mediana	Entre 100 a 999.99 metros cúbicos
Grande	De 1,000 m <sup>3</sup> en adelante

Fuente: Elaboración propia

## 5.2

### Determinación de la Muestra

Para la selección de empresas a analizar en el presente estudio se tomó en cuenta el total de industrias forestales que reportan transformación de productos forestales en el Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales -SEINEF- del Instituto Nacional de Bosques, de las cuales a nivel nacional al 10 de febrero de 2015 se registraron 427.

Para la priorización de los polos a analizar se tomó como referencia la cantidad de industrias que transforman productos forestales y el volumen de la madera industrializada en cada una de las regiones, habiendo establecido cuatro sitios de importancia ubicados en los departamentos de Guatemala, El Progreso, Chimaltenango y Petén.

Se determinó que en los cuatro sitios seleccionados, existían 285 Industrias Forestales que reportaban al SEINEF, representando el 67% de las industrias de transformación a nivel nacional. Posteriormente, se hizo una selección estratificada al azar en cada grupo de industrias por sitio priorizado, identificando 32 industrias equivalentes al 11% del total de las industrias de los cuatro polos priorizados (8 industrias por cada polo).

Se consideró también que el muestreo estadístico fuera de industrias transformadoras de madera de las siete especies priorizadas (con base en la cobertura de plantaciones) por los programas de incentivos forestales del Gobierno de Guatemala, que corresponden a: Pino (*Pinus sp.*), Melina (*Gmelina arborea*), Palo Blanco (*Tabebuia Donnell Smithii*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*), Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Teca (*Tectona grandis*). Sin embargo, de acuerdo a la selección de industrias y temporalidad de aprovechamiento únicamente se pudo tomar en cuenta las especies de Pino, Caoba y Melina dentro de las que han sido incentivadas y las especies Ciprés, Hormigo y Jobillo como especies adicionales que trabajan las industrias forestales seleccionadas para el estudio.

Las industrias fueron clasificadas de acuerdo al volumen transformado mensualmente, según la clasificación: Muy pequeñas, pequeñas, medianas y grandes. Así, la selección fue estratificada y diseñada para que se considerara un mayor porcentaje de industrias medianas y pequeñas quienes son las que mayor apoyo requerirían para mejorar sus capacidades y eficiencia en la transformación primaria.

En total durante el proceso de medición de muestras se analizaron un total de 175 metros cúbicos (equivalentes a 74,200 pies tablares), distribuidos en las industrias objeto del estudio.

A continuación se describe la priorización de los cuatro polos de estudio:

Tabla 3

**Selección de Muestra de Empresas por Polos priorizados**

Polo	Industrias Forestales Inscritas en RNF	Empresas en el SEINEF	Industrias Forestales que reportan transformación de productos forestales en el SEINEF	
	(Activas al 02 Febrero 2015)	(En SEINEF al 02 Febrero 2015)	(En SEINEF al 10 de Febrero de 2015)	% del total nacional
TOTAL NACIONAL	576	576	427	100%
Guatemala	142	142	94	22%
Chimaltenango	92	92	83	19%
El Progreso	73	73	73	17%
Petén	38	38	35	8%
<b>TOTAL 4 POLOS</b>	<b>345</b>	<b>345</b>	<b>285</b>	<b>67%</b>

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal-INAB-

Tabla 4

**Resumen de los datos analizados en cada polo**

Clasificación	Polos							
	Guatemala		Chimaltenango		Progreso		Petén	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Empresas Pequeñas	35	37%	40	48%	32	44%	11	31%
Empresas Medianas	10	11%	11	13%	27	37%	7	20%
Empresas Grandes	3	3%	-	0%	5	7%	-	0%
Total de Empresas para selección de muestras	48	51%	51	61%	64	88%	18	51%
Empresas Muy Pequeñas (No consideradas en el estudio)	46	49%	32	39%	9	12%	17	49%
<b>Total de Empresas a nivel a nivel de Polo según datos del SEINEF</b>	<b>94</b>	<b>100%</b>	<b>83</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Tabla 5

## Resumen del volumen de madera procesado por las empresas de los 4 polos prioritarios

Volumen anual de madera transformado por las industrias que reportan al SEINEF

Producción reportada al SEINEF	Metropolitano		Chimaltenango		Progreso		Petén		Nacional	
	m <sup>3</sup>	Pies tablares								
Volumen Anual Transformado	27,739	11,761,336	34,098	14,457,552	156,458	66,338,192	15,331	6,500,344	676,590	286,873,999
Volumen Promedio Mensual Transformado	2,312	980,111	2,842	1,204,796	13,038	5,528,183	1,278	541,695	56,382	23,906,167
Volumen Promedio diario Transformado	96	40,838	118	50,200	543	230,341	53	22,571	2,349	996,090

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Se realizó un proceso de socialización de la metodología de estudio que dio como resultado ajustes en el listado de industrias, así como modificaciones en la metodología para adecuarse a las necesidades y capacidades de las industrias forestales de los polos priorizados.

En todas las industrias visitadas se identificó y cuantificó el proceso de transformación primaria de madera, aun cuando algunas industrias contaron con procesos de transformación secundaria.

cual a continuación se presentan cuatro tablas que resumen el volumen de transformación por industria seleccionada.

## 5.3

## Análisis y selección por Polo priorizado

Para clasificar a cada una de las industrias forestales, se realizó un análisis de la transformación reportada al SEINEF, obteniendo los parámetros de volumen promedio anual, mensual y diario transformado, para lo

Tabla 6

## Empresas analizadas del Polo Guatemala (Metropolitano) y reporte de producción en el SEINEF (Datos 2014).

Clasificación	Registro RNF	Nombre de Empresa Polo Metropolitano	Volumen total ANUAL transformado por Empresas Seleccionadas del Polo (m <sup>3</sup> )	% del total de volumen a nivel Polo en el SEINEF	Volumen promedio MENSUAL transformado		Volumen promedio DIARIO transformado	
					Metros cúbicos	Pies tablares	Metros cúbicos	Pies tablares
					(m <sup>3</sup> )	(Pt)	(m <sup>3</sup> )	(Pt)
Pequeña	IF-1059	Aserradero San Carlos	27,739	1%	15.50	6,572.00	0.65	273.83
Pequeña	IF-1056	Aserradero Pinula		0%	8.50	3,604.00	0.35	150.17
Pequeña	IF-1044	Industrias de Madera El Horizonte y Anexo		1%	33.58	14,239.33	1.40	593.31
Pequeña	IF-1669	Aserradero Jireh		2%	37.75	16,006.00	1.57	666.92
Pequeña	IF-1393	Aserradero Santa Margarita		2%	45.75	19,398.00	1.91	808.25
Mediana	IF-1716	Aserradero Alemán		5%	107.50	45,580.00	4.48	1,899.17
Mediana	IF-1006	PRODEMYDE		5%	115.92	49,148.67	4.83	2,047.86
Mediana	IF-1309	Maderas y Machihombres, Sociedad Anónima		7%	156.92	66,532.67	6.54	2,772.19
	Otras empresas que pertenecen al polo			77%	1,790.17	759,030.67	74.59	31,626.28
<b>Total General del Polo</b>				<b>100%</b>	<b>2,312</b>	<b>980,111</b>	<b>96</b>	<b>40,838</b>
Total de Industrias seleccionadas para el estudio			8	22.56%	521	221,081	22	9,212

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Tabla 7

**Empresas analizadas del Polo Chimaltenango y reporte de producción en el SEINEF  
(Datos 2014).**

Clasificación	Registro RNF	Nombre de Empresa Polo Chimaltenango	Volumen total ANUAL transformado por Empresas Seleccionada del Polo (m <sup>3</sup> )	% del total de volumen a nivel Polo en el SEINEF	Volumen promedio MENSUAL transformado		Volumen promedio DIARIO transformado por el Polo	
					Metros cúbicos	Pies tablares	Metros cúbicos	Pies tablares
					(m <sup>3</sup> )	(Pt)	(m <sup>3</sup> )	(Pt)
Pequeña	IF-2465	Aserradero Los Tres García	34,098	2%	45.50	19,292.00	1.90	803.83
Pequeña	IF-1662	Aserradero Xejuyú		2%	52.42	22,224.67	2.18	926.03
Pequeña	IF-2438	Inversiones Y Servicios San Jose		2%	56.50	23,956.00	2.35	998.17
Pequeña	IF-2650	Industrias Jireh		3%	71.08	30,139.33	2.96	1,255.81
Pequeña	IF-1496	Aserradero Centroamericano		2%	68.25	28,938.00	2.84	1,205.75
Mediana	IF-2335	Aserradero Getzemani		5%	134.00	56,816.00	5.58	2,367.33
Mediana	IF-1615	Aserradero Alemán		6%	157.67	66,850.67	6.57	2,785.44
Mediana	IF-1881	Inversiones y Servicios El Divino Maestro		10%	291.08	123,419.33	12.13	5,142.47
	Otras empresas que pertenecen al polo			69%	1,965.00	833,160.00	81.88	34,715.00
<b>Total General del Polo</b>				<b>100%</b>	<b>2,842</b>	<b>1,204,796</b>	<b>118</b>	<b>50,200</b>
Total de Industrias seleccionadas para el estudio			8	30.85%	877	371,636	37	15,485

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Tabla 8

**Empresas analizadas del Polo El Progreso y reporte de producción en el SEINEF  
(Datos 2014).**

Clasificación	Registro RNF	Nombre de Empresa Polo El Progreso	Volumen total ANUAL transformado por Empresas Seleccionada del Polo (m <sup>3</sup> )	% del total de volumen a nivel Polo en el SEINEF	Volumen promedio MENSUAL transformado		Volumen promedio DIARIO transformado por el Polo	
					Metros cúbicos	Pies tablares	Metros cúbicos	Pies tablares
					(m <sup>3</sup> )	(Pt)	(m <sup>3</sup> )	(Pt)
Pequeña	IF-2596	Fomentos S.A.	156,458	0.1%	11.67	4,946.67	0.49	206.11
Pequeña	IF-1676	Aserradero Los Pinos		0.1%	12.50	5,300.00	0.52	220.83
Mediana	IF-2563	FEDECOVERA, R.L.		2%	233.92	99,180.67	9.75	4,132.53
Mediana	IF-1317	Industria De Madera Chomay y Anexo		5%	588.17	249,382.67	24.51	10,390.94
Grande	IF-1338	Distribuidora Total Comercial S.A. -DITCOMFOREST-		10%	1,252.50	531,060.00	52.19	22,127.50
Grande	IF-1889	Efiforest		10%	1,246.00	528,304.00	51.92	22,012.67
Grande	IF-1593	Lignum		14%	1,839.83	780,089.33	76.66	32,503.72
Grande	IF-1153	Forestal Rio Blanco Sucursal El Rancho		18%	2,406.75	1,020,462.00	100.28	42,519.25
	Otras empresas que pertenecen al polo			42%	5,446.83	2,309,457.33	226.95	96,227.39
<b>Total General del Polo</b>				<b>100%</b>	<b>13,038</b>	<b>5,528,183</b>	<b>543</b>	<b>230,341</b>
Total de Industrias seleccionadas para el estudio			8	58.22%	7,591	3,218,725	316	134,114

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Tabla 9

**Empresas analizadas del Polo Petén y reporte de producción en el SEINEF (Datos 2014).**

Clasificación	Registro RNF	Nombre de Empresa Polo Petén	Volumen total ANUAL transformado por Empresas Seleccionada del Polo (m <sup>3</sup> )	% del total de volumen a nivel Polo en el SEINEF	Volumen promedio MENSUAL transformado		Volumen promedio DIARIO transformado por el Polo	
					Metros cúbicos	Pies tablares	Metros cúbicos	Pies tablares
					(m <sup>3</sup> )	(Pt)	(m <sup>3</sup> )	(Pt)
Pequeña	IF-1652	Organización Manejo y Conservación -OMYC-	15,331	3%	34.58	14,663.33	1.44	610.97
Pequeña	IF-1359	Sociedad Civil El Esfuerzo		4%	50.42	21,376.67	2.10	890.69
Pequeña	IF-1070	Impulsores Suchitecos De Desarrollo Integral Sociedad Civil		7%	84.50	35,828.00	3.52	1,492.83
Mediana	IF-1111	Sociedad Civil Laborantes Del Bosque		8%	101.25	42,930.00	4.22	1,788.75
Mediana	IF-1547	Asociacion Forestal Integral San Andrés, Peten -Afisap-		12%	153.42	65,048.67	6.39	2,710.36
Mediana	IF-1348	Sociedad Civil Custodios De La Selva -CUSTOSEL-		12%	153.50	65,084.00	6.40	2,711.83
Mediana	IF-1225	El Desarrollo Árbol Verde Copropiedad		13%	160.75	68,158.00	6.70	2,839.92
Mediana	IF-1434	Gibor, S.A.		22%	279.33	118,437.33	11.64	4,934.89
		Otras empresas que pertenecen al polo		42%	259.83	110,169.33	10.83	4,590.39
<b>Total General del Polo</b>				<b>100%</b>	<b>1,278</b>	<b>541,695</b>	<b>53</b>	<b>22,571</b>
Total de Industrias seleccionadas para el estudio			8	79.66%	1,018	431,526	42	17,980

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

**Tablas de Empresas analizadas de los 4 Polos**

**5.4**

**Socialización de la metodología**

Con la finalidad de realizar un proceso incluyente en el desarrollo del estudio y la propuesta de guía técnica, se realizó una serie de talleres de socialización del estudio de rendimientos, en los cuales se presentaron los objetivos, la metodología y los resultados esperados. A los talleres asistieron los gerentes o jefes de producción de las industrias forestales seleccionadas para participar en el estudio.

El principal resultado de los talleres fue la socialización de la metodología, la cual fue validada por los representantes de las industrias participantes, proponiendo algunos cambios que fueron implementados posteriormente.

Otro resultado fue la selección final de empresas que participaron en el estudio. Pues algunas no

podieron participar debido a que no contaban con materia prima para transformar en la temporada de levantamiento de dato del estudio. Cabe mencionar que a pesar de que las empresas fueron seleccionadas, su participación y colaboración con la elaboración del estudio fue voluntaria.



Talleres de validación del estudio y metodología de la guía. Hugo Cabrera. Petén, Guatemala.



Talleres de validación del estudio y metodología de la guía.  
Hugo Cabrera. El Progreso, Guatemala.



Talleres de validación del estudio y metodología de la guía.  
Hugo Cabrera. Guatemala, Guatemala.



Talleres de validación del estudio y metodología de la guía.  
Hugo Cabrera. Chimaltenango, Guatemala.

## 5.5

### Levantamiento de datos para el estudio de rendimiento

#### 5.5.1 Coordinación con Industrias Forestales

Con el apoyo de la Dirección de Industria y Comercio de INAB, se coordinó el levantamiento de datos con los encargados de las industrias objeto de estudio.

Todas las actividades de levantamiento de información fueron realizadas con la presencia de un consultor, un representante de la Región de INAB correspondiente (con la finalidad de comprobar el desarrollo del trabajo) y en ocasiones por el coordinador del Anteproyecto o personal de la Dirección de Industria y Comercio Forestal del INAB.

#### 5.5.2 Presentación del procedimiento de medición

Durante la visita el consultor realizó una breve presentación del proceso de medición establecido

en la metodología, indicando las actividades que él y sus acompañantes desarrollarían, así como el tipo de colaboración de parte del encargado de la línea de aserrío y los operarios de las diferentes estaciones de trabajo iban a necesitar.

En esta fase se aclararon algunas dudas y otras fueron sucediendo durante el desarrollo de la medición.

Se dio una breve explicación sobre las metodologías de cuantificación para los productos forestales, principalmente sobre en la medición de trozas y madera aserrada, utilizando el Sistema Internacional de Unidades (Utilizando centímetros y metros para todas las mediciones) y las metodologías de la Guía Práctica para la Cuantificación de Productos Forestales del INAB vigente (Guía práctica para la cubicación de madera), utilizando específicamente la fórmula de Smalian para la cuantificación de volumen de madera en troza y demás metodologías mencionadas en el marco conceptual para los otros productos forestales como madera aserrada, lepa, aserrín y otros.

Se indicó también que durante la visita se registraría información para todos los productos obtenidos en el proceso de transformación primaria como madera aserrada, lepa y aserrín, cuantificando su volumen. Además se indicó que el desarrollo del trabajo del analista y su acompañante sería de medir y registrar los productos a analizar y que, las estimaciones o cálculos del rendimiento del proceso se realizarían hasta después por otro equipo.

### 5.5.3 Cuantificación de producto original: Madera en troza o rolliza

Se procedió a identificar los productos originales, principalmente madera en troza, para luego cuantificarlos mediante el uso de la fórmula de Smalian. El proceso fue de cuantificación individual y de trazabilidad troza por troza (o muestra por muestra), mientras se desarrolló el trabajo normal de las industrias para no producir ningún sesgo en la recopilación de información. No se seleccionó ninguna clase diamétrica específica o trozas de simetría específica para homogenizar la información y no sesgarla hacia ciertos productos.

Todas las mediciones se realizaron usando centímetros enteros y metros, registrando los datos en la Boleta No. 1 (ver anexos).



Medición de madera en troza. Fredy Aguilar. Industria Forestal FEDECOVERA, El Progreso, Guatemala.

### 5.5.4 Trazabilidad de la madera durante la toma de muestras

Para el registro de los productos obtenidos por cada pieza se marcó con pintura cada una de las trozas y los productos obtenidos de tal manera que se hiciera visible y se pudiera cuantificar los productos por muestra (por troza).

La única excepción fue el polo Petén, en el que se utilizó la codificación que realizan para cada troza y cada pieza obtenida, debido a los procesos trazabilidad en la cadena de custodia que establece la certificación forestal a la que están sujetas las industrias que participaron en el estudio, pues todas fueron industrias que aprovechan productos de concesiones forestales y así se lo exige la normativa vigente.

Se utilizaron las boletas No. 1 y 2 para registrar la información obtenida (Ver anexos).



Marcación de muestras de madera en troza para determinación de rendimiento. Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.



Medición de lepa o cantos de troza. Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.

### 5.5.5 Cuantificación de productos resultantes: Madera aserrada, lepa, aserrín.

Luego del proceso de transformación primaria, se procedió a cuantificar los productos resultantes para evaluar el volumen total obtenido: madera aserrada (producto principal), lepa y aserrín.

Las metodologías utilizadas fueron las mencionadas en el marco teórico, basadas en la Guía práctica para la cuantificación de productos forestales del INAB vigente. Los resultados fueron registrados en la boleta No.2 (Ver anexos).

Es importante mencionar que en algunos casos no fue necesaria la utilización de la boleta 1, pues se anotaron los datos del producto original (troza original) en la boleta 2 utilizada para los productos de cada muestra.



Medición de aserrín. Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.



Medición de madera aserrada. Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.

### 5.5.6 Identificación del Flujo de Proceso de Producción

Se identificó el flujo de la madera en la cadena productiva mediante observación y también mediante el uso de una boleta (Ver boleta 3 en anexos) para identificar el inicio del proceso de transformación primaria y los pasos para obtener los productos y poder cuantificarlos.

### 5.5.7 Levantamiento de información complementaria

Para recopilar la información complementaria en el estudio de rendimientos se utilizó la boleta No. 3 (ver anexos), regularmente mediante la realización de una entrevista al jefe o gerente de operaciones de cada industria al final del estudio. De esta manera se obtuvo la información administrativa complementaria requerida.

### 5.5.8 Tabulación de datos

Se tabularon los datos correspondientes al levantamiento de información realizado por los tres consultores en las industrias de los 4 polos objetos de estudio. Para esta operación o asiento de datos se prepararon los formatos correspondientes en hojas de Excel para luego ser utilizados en el análisis.

### 5.5.9 Análisis

Para interpretar los resultados, se combinaron los datos del rendimiento, tecnología y otros indicadores recopilados en la fase de levantamiento, elaborando comparaciones en cada uno de los resultados, sin

embargo, en algunos casos no fue posible debido a la diversidad de condiciones de cada uno de los polos.

## 5.6 Determinación de niveles de tecnología

Alternativamente a la información sobre rendimiento de transformación primaria, se recopiló información sobre flujos de proceso, tecnología y otros indicadores de la industria forestal, de acuerdo a las actividades monitoreadas que se mencionan en la sección de conceptos generales respecto a la línea de producción.

Se definieron distintos parámetros para establecer los niveles de tecnología, siendo estos: transformación de materia prima, maquinaria, fuente de energía, almacenaje (finalización), departamento de afilado, control de inventarios.

Se levantó información sobre los flujos de proceso y finalmente se ponderaron las características para obtener una puntuación por cada categoría y así clasificar el nivel de tecnología de cada polo.

A continuación se muestran los aspectos que se ponderaron para calificar la tecnología en las industrias forestales:

Tabla 10

Variables y ponderación realizada para el análisis de tecnología en las industrias forestales

Aspecto evaluado	Actividad	Variables consideradas	Método de Ponderación
Transformación de Materia Prima	Actividad 5. Inspección de Calidad de aserrado	Verifica simetría de tabla aserrada	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 100
	Actividad 10. Inspección de Calidad de Desorillado	Verifica medidas de tabla aserrada	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 100
	Actividad 13. Clasificación de madera aserrada	Clasificación de Primera Calidad	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 40
		Clasificación de Segunda Calidad	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 30
		Clasificación de piezas cortas	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 30
Actividad 14. Registro de madera aserrada y clasificada	Registro para Producción	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderado con valor de 50 para cada variable	

Aspecto evaluado	Actividad	VARIABLES CONSIDERADAS	Método de Ponderación
Transformación de Materia Prima	Actividad 17. Reporte de Producción	Descargan las trozas del inventario de troza	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 10
		Calculo del volumen de madera aserrada	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 20
		Calculo del rendimiento de transformación	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 20
		Reporte de la cantidad de madera clasificada	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 10
		Reporte de las horas hombre y horas máquina por jornada	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 10
		Cargo al inventario de madera aserrada	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 10
		Registro del cumplimiento de la meta de producción	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 20

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-

Tabla 11

**Aspectos ponderados en tecnología de afilado**

Aspecto Evaluado	VARIABLES CONSIDERADAS	Formula (Ponderación)
Departamento de afilado	Máquina para afilar sierras de banda Máquina para afilar sierras de disco Máquina para recalcar Máquina para trabamiento Máquina para tensionado Máquina para soldadura Máquina para estelitar	Sumatoria del porcentaje de actividades ponderado con valor de 100

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-

Tabla 12

**Aspectos ponderados en fuentes de energía**

Aspecto Evaluado	VARIABLES CONSIDERADAS	Formula (Ponderación)
Fuentes de Energía	Monofásica	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 20
	Trifásica	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 50
	Planta	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 30

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal-INAB-

Tabla 13

**Aspectos ponderados en almacenaje de madera**

Aspecto Evaluado	Aspecto Evaluado	VARIABLES CONSIDERADAS	Formula (Ponderación)
Almacenaje	Actividad 16. Almacenaje de madera	Se almacena empolinada al aire libre	Máximo (Mayor porcentaje ponderado con un valor de 100)
		Se almacena empolinada bajo techo	

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-

**Tabla 14**

**Aspectos ponderados en mecanismos de control de inventarios**

Aspecto Evaluado	Aspecto Evaluado	VARIABLES consideradas
Mecanismos de Control de Inventario	Numeración	Promedio de todas las variables a considerar ponderándolas con un valor de 100
	Pintura	
	Sistema de barras	

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-

**Tabla 15**

**Aspectos ponderados en utilización de maquinaria**

Aspecto evaluado	Actividad	VARIABLES consideradas	Método de Ponderación
Maquinaria	Actividad 2. Traslado de trozas	Traslado de trozas con cargador frontal	Sumatoria del porcentaje de actividad ponderada con un valor de 100
	Actividad 3. Posicionamiento de troza a máquina de aserrar	A transportadora de trozas	Máximo (Mayor porcentaje ponderado con un valor de 100)
		A carro de máquina de aserrar	
	Actividad 4. Aserrado de troza en máquina de aserrar	En aserradero horizontal	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		En aserradero vertical	
	Actividad 6. Traslado de Lepa a máquina optimizadora	Por rodillo de gravedad	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		Por rodillo mecanizado	
		Con cargador frontal	
	Actividad 7. Aserrado de Lepa en máquina optimizadora o para recuperación	Con sierra de banco	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		Con sierra de cinta horizontal	
	Actividad 8. Traslado de madera aserrada a desorilladora	Por rodillo de gravedad	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		Por rodillo mecanizado	
	Actividad 9. Dimensionado o desorillado	En sierra múltiple o multilamina	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		En sierra de banco	
	Actividad 11. Traslado de la madera dimensionada a desorillada	Por transportador de rodillo por gravedad	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		Por transportador de rodillo mecanizado	

Aspecto evaluado	Actividad	Variabes consideradas	Método de Ponderación
	Actividad 12. Despunte de madera aserrada	En sierra de banco	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		En sierra de péndulo	
	Actividad 15. Traslado de madera aserrada a bodega	Por transportador de rodillo por gravedad	Sumatoria de los porcentajes de actividades ponderados con un valor de 100
		Por transportador de rodillo mecanizado	
		Con cargador frontal	

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-

descripción de los niveles de tecnología se realizó basada en la clasificación del estudio de tecnología realizado por Rudy Sandoval (2013) en la tesis denominada “Determinación de línea base de tecnología utilizada por la industria forestal de transformación primaria en la región I - Guatemala”, estableciendo las categorías siguientes:

Tabla 16		
Descripción de la clasificación de los niveles de tecnología en las industrias forestales		
Aspecto Evaluado	Aspecto Evaluado	Variabes consideradas
Óptimo	76 – 100 puntos	Industrias que tienen procesos y maquinaria eficientes para realizar la transformación de materia prima, fuentes de energía eficientes y de bajo costo, realizan almacenamiento de sus productos de forma adecuada, cuentan con un departamento de afilado óptimo, y realizan procesos de control de inventarios de acuerdo a su capacidad instalada.
Aceptable	51 a 75 puntos	Industrias que tienen procesos y maquinaria mínimas para realizar la transformación de materia prima, fuentes de energía no controladas y no eficientes, realizan almacenamiento de sus productos de forma desordenada, no cuentan con un departamento de afilado adecuado, realizan pocos procesos de control de inventarios, no clasifican sus productos y pocas veces conocen su capacidad instalada.
Bajo	25 a 50 puntos	Industrias que tienen procesos y maquinaria mínimas para realizar la transformación de materia prima, fuente de energía ineficientes y de alto costo, no realizan almacenamiento de sus productos de forma adecuada, no cuentan con un departamento de afilado y no controlan sus inventarios.
Muy Bajo	0 a 24 puntos	Más que industrias son empresas que operan con pocas máquinas y no aplican técnicas en el proceso de producción.

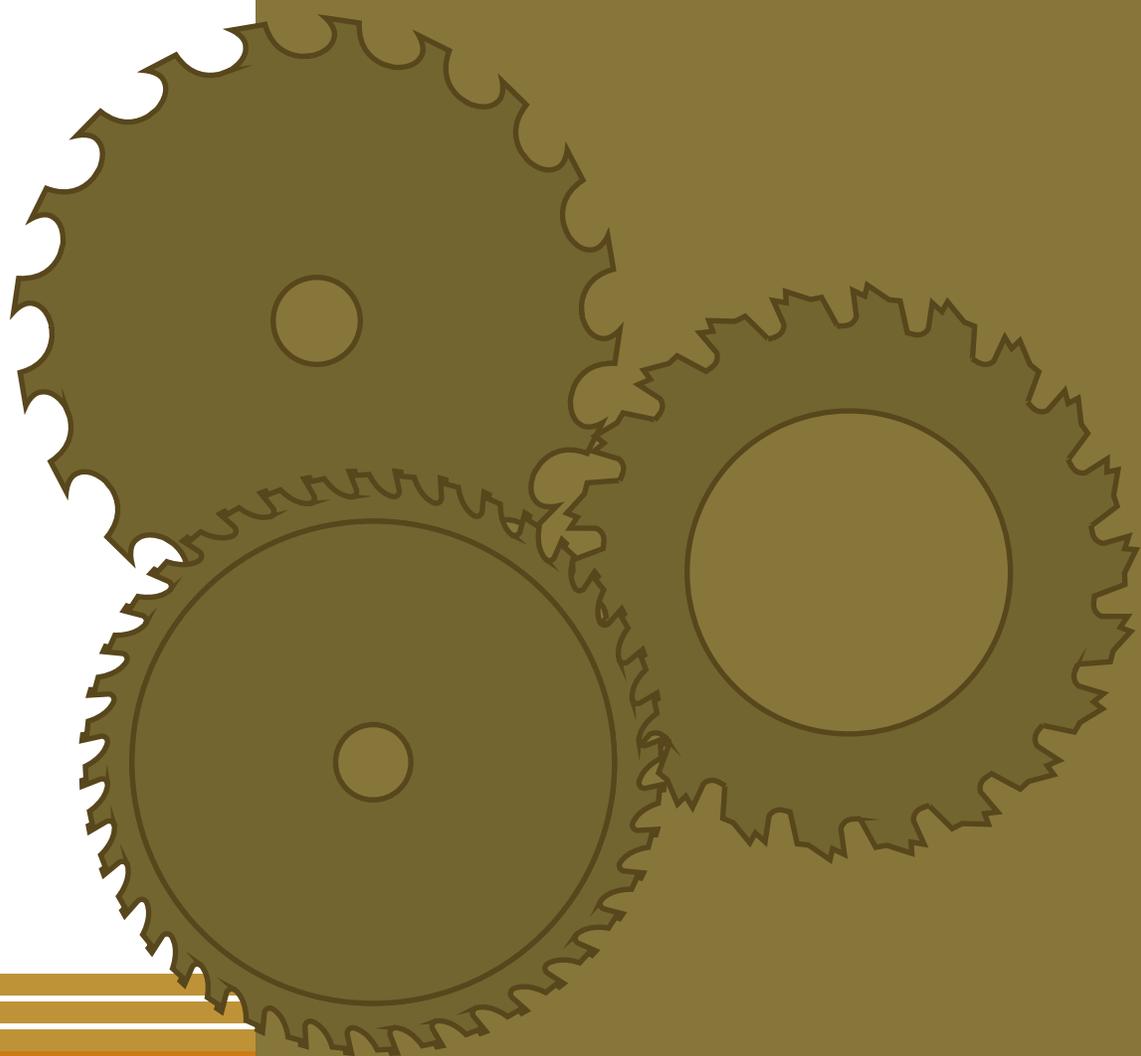
Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-



# Resultados del estudio



6



## Resultados del estudio

### 6.1

#### Transformación primaria de especies incentivadas

Uno de los hallazgos del estudio corresponde a que aunque se han incentivado varias especies forestales mediante los principales programas de incentivos forestales del INAB, algunas no están siendo aprovechadas en la industria de transformación primaria, lo que sugiere que la madera está siendo aprovechada sin transformación alguna o no se están aprovechando. Tal es el caso de la Teca que es principalmente exportada en troza o rollo, resultando en un reducido valor agregado en su comercialización. Otro ejemplo es el Palo Blanco, que a pesar de ocupar el 4º lugar de especies incentivadas, tiene el menor volumen de transformación a nivel

nacional entre las 7 especies mayormente incentivadas. El caso contrario corresponde a la Caoba que es la que menos área incentivada posee y ocupa el tercer lugar en las especies que más se transforman.

### 6.2

#### Industrias con estudios de rendimiento aprobados por INAB

A pesar de la normativa establecida en el Acuerdo de Gerencia 42-2003 de INAB, únicamente el 47% de las industrias evaluadas contaban con un estudio de rendimientos aprobado por INAB. Vale resaltar que debido a la normativa de áreas protegidas vigente en la región de Petén, el 100% de las industrias evaluadas contaban con estudios de rendimientos aprobados por INAB.

Tabla 17

Tabla comparativa de especies incentivadas por INAB y transformadas en 2014

Especies incentivadas por INAB	Área incentivada (has)	Volumen de Transformación Nacional 2014 (m³)
Pino ( <i>Pinus sp.</i> )	37,030	203,337
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	18,251	3,298
Melina ( <i>Gmelina arborea</i> )	7,918	27,964
Palo Blanco ( <i>Tabebuia Donnell Smithii</i> )	6,385	933
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	1,242	2,623
Santa María ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	1,553	7,252
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	833	10,840

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Tabla 18

## Industrias que cuentan con estudios de rendimiento aprobados por INAB

POLO	Industrias que cuentan con estudios de rendimiento aprobados por INAB*	Porcentaje de rendimiento aprobado por INAB*			
		Especie	%	Especie	%
Petén	100%	Caoba	56%	Cedro	53%
El Progreso	38%	Pino	62%	-	-
Guatemala	13%	Pino	64%	Ciprés	64%
Chimaltenango	38%	Pino	62%	Ciprés	62%
PROMEDIO	47%				

\*porcentaje sobre industrias evaluadas (8)

Fuente: Elaboración propia

## 6.3

## Tamaño de las industrias

De acuerdo a los datos de transformación de las industrias forestales, obtenidos a partir del Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales, las Industrias fueron clasificadas de acuerdo a las categorías descritas en la tabla 19.

Como se observa en las tablas 19 y 20 de acuerdo a la transformación que realizan las industrias, en Guatemala y Chimaltenango existe una predominancia de industrias pequeñas y muy pequeñas, es decir, son industrias que transforman entre 10 y 100 metros cúbicos y menos de 10 metros cúbicos mensuales respectivamente.

En el caso del departamento de El Progreso, se observa una mayor predominancia de industrias medianas y grandes, siendo esto una característica del lugar, debido a que en su mayoría son industrias que transforman

Tabla 19

## Clasificación de las industrias forestales por polo de estudio

Clasificación	Polos							
	Guatemala		Chimaltenango		Progreso		Petén	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Empresas Pequeñas	35	37%	40	48%	32	44%	11	31%
Empresas Medianas	10	11%	11	13%	27	37%	7	20%
Empresas Grandes	3	3%	-	0%	5	7%	-	0%
Empresas Muy Pequeñas (No consideradas en el estudio)	46	49%	32	39%	9	12%	17	49%
Total de Empresas a nivel a nivel de Polo según datos del SEINEF	94	100%	83	100%	73	100%	35	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

Tabla 20

## Reporte del volumen de madera transformado por el total de las industrias de los cuatro polos prioritarios

Unidad de Tiempo	Guatemala		Chimaltenango		Progreso		Petén	
	Industrias	Volumen Transformado (m <sup>3</sup> )	Industrias	Volumen Transformado (m <sup>3</sup> )	Industrias	Volumen Transformado (m <sup>3</sup> )	Industrias	Volumen Transformado (m <sup>3</sup> )
Volumen Anual		6,257		10,518		91,096		12,213
Volumen Mensual (Promedio)	94	521	83	877	73	7,591	35	1,018
Volumen diario (Promedio)		22		37		316		42

Fuente: Elaboración propia con datos del SEINEF 2014

volúmenes de madera permanentes para la producción de Pallets y otros productos como madera aserrada, que cuentan con mayores fuentes de abastecimiento de materia prima como lo es la zona norte de Guatemala.

En el caso del Petén, aunque existe una menor cantidad de empresas que transforman madera, la mitad son muy pequeñas y el resto corresponden a pequeñas y medianas. Esto es un reflejo de que muchas de las industrias son abastecidas por concesiones forestales de gran tamaño, en comparación con los otros polos en donde la principal fuente de abastecimiento son aprovechamientos provenientes de propiedades privadas pequeñas.

## 6.4

### Análisis de rendimiento de transformación primaria por polo y nacional.

En un esfuerzo de cuantificar el rendimiento de transformación primaria de la madera (madera en troza a madera aserrada), se ha realizado un análisis a nivel nacional utilizando los rendimientos obtenidos en las 32

industrias forestales en las que se realizó el estudio de rendimientos. Según los cuadros anteriores se observa un rendimiento a nivel nacional de transformación primaria del 67.97%, con una desviación estándar de 8.42%. Este último dato indica que los rendimientos obtenidos variaron 8.42% por arriba y abajo del promedio obtenido a nivel nacional.

Es importante mencionar, que es difícil realizar una comparación de rendimientos entre polos, ya que cada uno posee características propias de cada región. Por ejemplo, en el Progreso el principal producto transformado es madera en troza de diámetros menores a 25 centímetros, mientras que en Chimaltenango el diámetro promedio utilizado es mayor. Además en El Progreso, el principal producto es madera aserrada para la fabricación de Pallets, mientras que en Chimaltenango, el principal producto es madera aserrada rústica, principalmente para la construcción.

Otro caso es el Petén, en donde las dimensiones de las trozas son considerablemente mayores a cualquier otro polo, considerando también que es el único polo que trabaja en su totalidad con especies latifoliadas provenientes de concesiones forestales, mientras los restantes trabajan principalmente con madera de especies coníferas.

Tabla 21

Resultados de rendimiento de madera aserrada a partir de la transformación primaria

POLO	Rendimiento de madera aserrada por industria forestal								Rendimiento Promedio por Polo
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Chimaltenango	66%	72%	68%	68%	81%	76%	78%	76%	73%
Guatemala	60%	59%	73%	77%	79%	81%	66%	55%	69%
El Progreso	72%	59%	73%	50%	59%	77%	57%		64%
Petén	67%	66%	65%	69%	75%	56%	71%	61%	66%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Descripción estadística para los rendimientos de madera aserrada a partir de la transformación primaria

RENDIMIENTO PRODUCTO: Madera Aserrada	
Rendimiento Promedio	67.97%
Desviación estándar	8.42%
DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: Madera Aserrada	
Número de muestras	31
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estándar de la Media Muestral	1.51%
Error de Muestreo	2.96%
Mediana	67.60%
Moda	71.50%
Rendimiento Mínimo	50.10%
Rendimiento Máximo	81.40%
Límite de confianza inferior	65.01%
Límite de confianza superior	70.94%

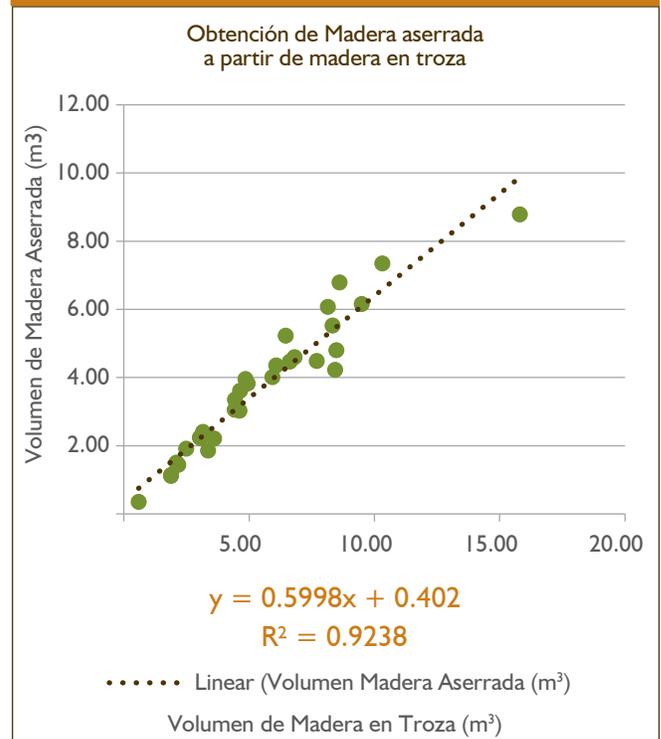
Fuente: Elaboración propia

Todo esto se refleja en el cuadro con los rendimientos individuales obtenidos por polo, en donde se observa una variación bastante alta, por lo que el realizar una agrupación de los mismos, parece un esfuerzo un tanto arriesgado, pues los resultados muestran una variación de rendimientos que van desde el 50.1% obtenido en El Progreso y un 81.40% obtenido en Guatemala, por lo

que los análisis posteriores deben realizarse de manera más regionalizada.

Gráfica I

Gráfico de correlación entre madera aserrada obtenida y madera en troza utilizada



Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos, realizando un análisis de correlación de Pearson, se ha identificado que existe una correlación positiva muy fuerte (0.96) entre el volumen de madera en troza utilizado y el volumen de madera aserrada obtenido.

## 6.4.1

### Rendimiento de lepa

Se ha denominado Lepa a las piezas de madera que se obtienen del aserrío primario que generalmente tienen dimensiones irregulares y están unidas con corteza, que corresponde usualmente a las tapas longitudinales del aserrado de una troza.

Se procedió a realizar su cuantificación para obtener una aproximación del volumen que representa a partir de la transformación primaria de la madera, pues se consideró que la presencia de más de este producto podría indicar un bajo aprovechamiento de la madera con fines comerciales.

En las industrias forestales la lepa usualmente se comercializa con fines energéticos, denominándola en algunos casos como leña. Sin embargo en muchas ocasiones estas piezas cuentan con madera de alta calidad que es desaprovechada, por lo que es un indicador claro de qué tan bien se aprovecha la madera en las Industrias Forestales.

En los cuadros anteriores se observa que el promedio de rendimiento de Lepa es de 23.15% con una desviación estándar de 10% en la obtención de los datos, indicando que los rendimientos de Lepa obtenidos variaron 10% por arriba y abajo del promedio obtenido a nivel nacional.

Tabla 23

Resultados de rendimiento de Lepa partir de la transformación primaria

POLO	Rendimiento de lepa por industria forestal							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Chimaltenango	33%	16%	13%	34%	22%	26%	21%	35%
Guatemala	32%	8%	41%	41%	0%	24%	14%	7%
El Progreso	27%	29%	30%	14%	60%	23%	15%	
Petén	33%	15%	24%	26%	21%	22%	28%	32%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

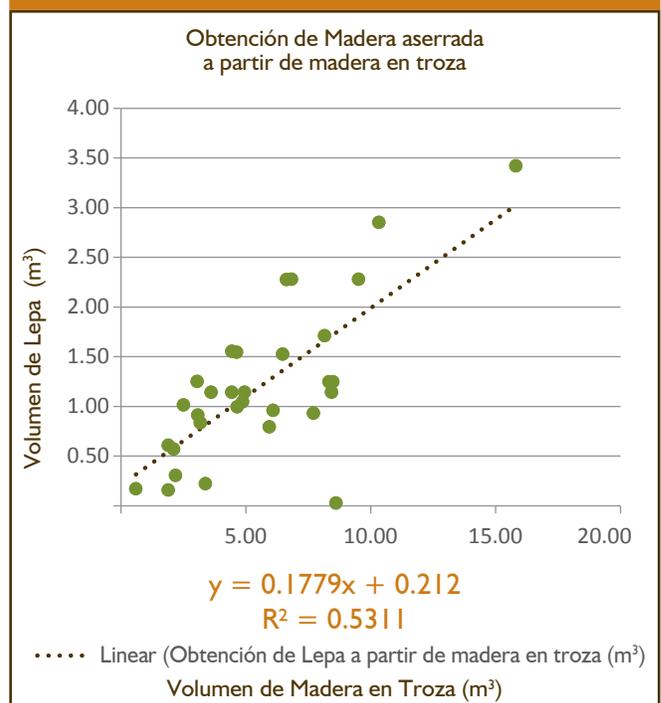
Descripción estadística para los rendimientos de Lepa a partir de la transformación primaria

RENDIMIENTO PRODUCTO: Lepa	
Media	23.15%
Desviación estándar	10.00%
DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: Lepa	
Número de muestras	31
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estándar de la Media Muestral	1.80%
Error de Muestreo	3.52%
Mediana	24.00%
Moda	33.00%
Rendimiento Mínimo	0.00%
Rendimiento Máximo	41.00%
Límite de confianza inferior	19.62%
Límite de confianza superior	26.67%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2

Gráfico de correlación entre lepa obtenida y madera en troza utilizada



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el gráfico de correlación lineal que la obtención de lepa en la transformación primaria varía bastante de acuerdo a la industria forestal, como se observa, existieron industrias que con 5 metros cúbicos de madera en troza obtuvieron 0.5 m<sup>3</sup> de Lepa, y otras que con los mismos 5 metros cúbicos de madera en troza obtuvieron ente 1.15 m<sup>3</sup> y 2.75 m<sup>3</sup> de Lepa, indicando un muy bajo aprovechamiento de la madera en el segundo caso.

Realizando un análisis de correlación de Pearson, se ha identificado que existe una correlación positiva media (0.73) entre el volumen de madera en troza utilizado y el volumen de Lepa obtenido. Esto se debe a que la metodología de cuantificación de Lepa juega un papel importante, debido a que está basada en un factor de apilamiento o espaciamiento relacionado al volumen aparente de la Lepa apilada, por lo que pueden existir más variables que incidan en la obtención de volumen final de dicho producto.

## 6.4.2 Rendimiento de aserrín

Se denomina aserrín a los pequeños fragmentos de madera que son producto de las labores de corte o dimensionado mediante aserrío o cepillado. Su tamaño depende del espesor de la hoja o sierra de corte.

El volumen que representa a partir de la transformación primaria de la madera, también representa un indicador del buen o mal aprovechamiento de la madera, pues se consideró que la presencia de más de este producto podría indicar un bajo aprovechamiento de la madera con fines comerciales.

En las industrias forestales el aserrín usualmente se comercializa con fines energéticos o se utiliza localmente como consumo interno con los mismos fines, usualmente para alimentar las calderas utilizadas para los hornos de secado.

En los cuadros anteriores se observa que el promedio de rendimiento de Aserrín es de 11.94% con una desviación estándar de 6.98% en la obtención de los datos, indicando que los rendimientos de Aserrín obtenidos variaron 6.98% por arriba y abajo del promedio obtenido a nivel nacional.

**Tabla 26**  
Descripción estadística para los rendimientos de Lepa a partir de la transformación primaria

RENDIMIENTO PRODUCTO: Lepa	
Media	11.94%
Desviación estándar	6.98%
DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: Lepa	
Número de muestras	31
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estándar de la Media Muestral	1.25%
Error de Muestreo	2.46%
Mediana	10.00%
Moda	9.00%
Rendimiento Mínimo	5.00%
Rendimiento Máximo	43.00%
Límite de confianza inferior	9.48%
Límite de confianza superior	14.39%

Fuente: Depto. de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal -INAB-

**Tabla 25**

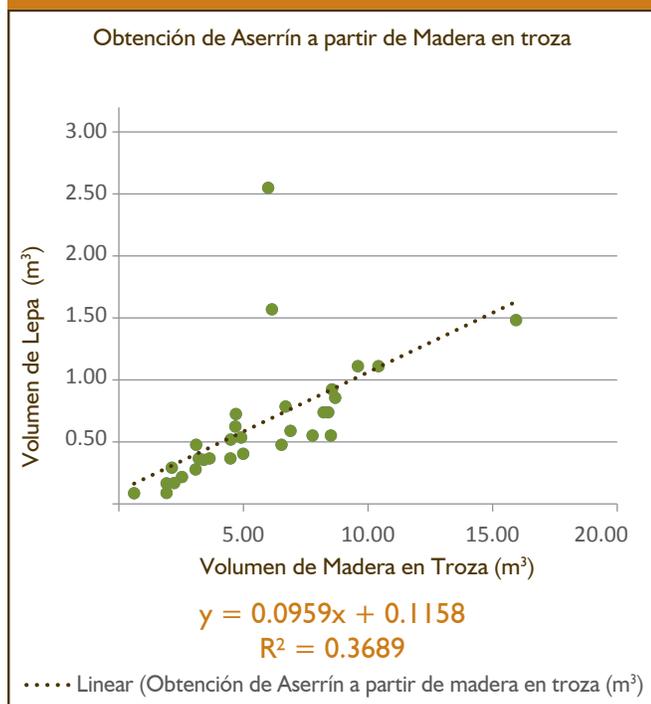
Resultados de rendimiento de Aserrín partir de la transformación primaria

POLO	Rendimiento de aserrín por industria forestal							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Chimaltenango	14%	26%	43%	12%	11%	12%	16%	12%
Guatemala	9%	5%	9%	9%	10%	7%	8%	11%
El Progreso	14%	16%	16%	7%	7%	8%	11%	
Petén	9%	9%	12%	8%	9%	9%	11%	10%

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 3**

**Gráfico de correlación entre aserrín obtenido y madera en troza utilizada**



Fuente: SIFGUA, Noviembre 2015 / SEINEF 2014

Se observa en el gráfico de correlación lineal que la obtención de Aserrín en la transformación primaria varía muy poco comparado con la lepa, esto debido a que la mayoría de industrias utiliza la misma maquinaria y tipo de sierras para realizar los cortes. Aun así, existe

variación entre industrias. Como se observa, existieron industrias que con 5 metros cúbicos de madera en troza obtuvieron 0.41m³ de Aserrín, y otras que con los mismos 5 metros cúbicos de madera en troza obtuvieron entre 1.46m³ y 1.97m³ de Aserrín, indicando un bajo aprovechamiento de la madera en el segundo caso, lo que indica que deberían de mejorar su sistema de aserrado.

Realizando un análisis de correlación de Pearson, se ha identificado que existe una correlación positiva media (0.61) entre el volumen de madera en troza utilizado y el volumen de Aserrín obtenido. Esto se debe (en un caso similar al de la Lepa) a que la metodología de cuantificación de Aserrín juega un papel importante, debido a que está basada en un factor de apilamiento o espaciamiento relacionado al volumen aparente del Aserrín apilado, por lo que pueden existir más variables que incidan en la obtención de volumen final de dicho producto.

## 6.5

### Análisis de la tecnología en el proceso de transformación primaria

De acuerdo a las ponderaciones y pasos mencionados en la metodología, realizando un promedio total de las variables analizadas individualmente, se generó el cuadro siguiente:

**Tabla 27**

**Resultados de los niveles de tecnología por polo**

Polo	ASPECTOS PONDERADOS %						TECNOLOGÍA	
	Transformación de Materia Prima	Maquinaria	Fuente de Energía	Almacenaje (Finalización)	Departamento de Afilado	Control de Inventarios	Ponderación	Nivel
Petén	90.00	83.75	56.25	100.00	56.25	66.67	75 %	Aceptable
El Progreso	74.50	64.17	50.00	41.67	50.00	41.67	54 %	Aceptable
Guatemala	23.54	44.17	33.75	16.67	33.75	25.00	29 %	Bajo
Chimaltenango	28.01	69.50	27.50	29.17	27.50	29.17	35 %	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Ningún polo foresto industrial cuenta con un nivel óptimo de tecnología. Las industrias forestales del departamento del Petén fueron las que mejor puntuación obtuvieron debido a que principalmente cuentan con una mayor cantidad de registros y controles así como trazabilidad de sus productos debido a que la mayoría cuenta con una certificación de cadena de custodia y controles de legalidad correspondientes a CITES, debido a que su materia prima proviene de aprovechamientos forestales en áreas protegidas y sus productos son comercializados fuera del país, por lo que están sujetos a mayor control por distintas entidades.

A pesar de esto, las industrias del Petén se encuentran en un nivel de tecnología Aceptable y necesitan mejorar en sus procesos de transformación de materia prima, maquinaria y departamento de afilado, para funcionar con un nivel óptimo de tecnología.

En el otro extremo se encuentran las industrias de Chimaltenango, quienes se encuentran en un nivel bajo de tecnología, siendo esto consecuencia de que su principal producto es la madera aserrada, a la cual no le dan mayor valor agregado y son productos dirigidos a otras empresas que le dan mayor valor agregado y al mercado de madera para construcción, por lo cual la tecnología no es un factor prioritario para ellos. En este polo se encuentran las industrias que mayor apoyo necesitan en el tema tecnológico, de controles, trazabilidad, maquinaria, departamento de afilado, eficiencia en consumo de energía, etc.

En el departamento de Guatemala se observa una puntuación baja para la tecnología utilizada en la transformación primaria, sin embargo, muchas de las industrias cuentan con transformación primaria como proceso intermedio para la obtención de sus productos, pues cuentan con procesos secundarios que agregan mayor valor agregado, por lo cual enfocan sus esfuerzos mayormente en sus procesos secundarios en temas tecnológicos.

En el Progreso, las Industrias Forestales cuentan con un nivel aceptable de tecnología y las áreas que son oportunidad de mejora son en los controles de inventario, almacenamiento, fuentes de energía y departamento de afilado.

Nuevamente es importante mencionar que resulta difícil comparar estos resultados debido a que cada polo cuenta con condiciones diferentes, como el

abastecimiento de materia prima, el tipo de producción, las especies que manejan, etc.

Las Industrias forestales objeto de estudio procesan, en su mayoría, especies coníferas (pino y ciprés), comercializadas dentro del mercado local y nacional. Únicamente en el departamento del Petén se procesan principalmente especies latifoliadas para la exportación al mercado internacional.

El adecuado uso de la energía eléctrica es un factor muy importante para el funcionamiento de la industria y el proceso de transformación primaria, en un alto porcentaje aún se trabaja con fuente monofásica.

Otros factores importantes del análisis de tecnología, son las actividades del transporte y traslado de la materia prima, ya que mayoritariamente se realiza de forma manual (fuerza humana); así como la necesidad de conocer el rendimiento de la maquinaria que se tiene disponible, ya que esto permite aprovechar los recursos de la madera. Son pocas las industrias que lo realizan, en adición a la clasificación de piezas cortas.

Los polos con baja tecnología en la transformación primaria de la madera, demuestran que la calidad de los productos es baja, aun cuando es importante para una segunda transformación de la madera en donde la calidad juega un papel prioritario.

Para analizar la tecnología de transformación se evaluaron más de 20 indicadores, que por ser información muy específica se omite en el informe final. Sin embargo, un ejemplo de esta información es la variable No. 7 que se describe a continuación.

**Tabla 28**

**Aserrado de Lapa en máquina optimizadora o para recuperación**

Polo	En sierra de cinta horizontal	En sierra de banco	No se asierra	N/R
Petén	0 %	0 %	100 %	0 %
El Progreso	44 %	33 %	11 %	12 %
Guatemala	12 %	75 %	0 %	13 %
Chimaltenango	50 %	0 %	50 %	0 %
El Progreso	44 %	33 %	11.5 %	11.5 %

Fuente: Elaboración propia

## 6.6

### Comparación de la tecnología y el rendimiento en el proceso de transformación primaria

Tabla 29

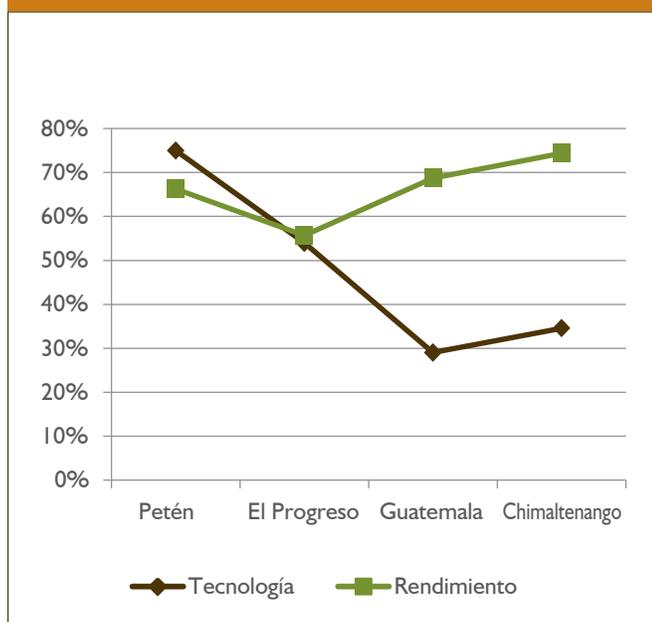
Cuadro Comparativo de Tecnología y Rendimiento

Polo	Nivel de Tecnología	Rendimiento
Petén	75 %	66 %
El Progreso	54 %	64 %
Guatemala	29 %	69 %
Chimaltenango	35 %	73 %

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4

Gráfico Comparativo de Tecnología y Rendimiento



Fuente: Elaboración propia

El departamento con mayor rendimiento es Chimaltenango, aun contando con una baja tecnología. Dicha situación está estrechamente relacionada con el hecho de que sus principales clientes son industrias donde demandan la mayoría de su producción y no tienen altos estándares de calidad, pues es materia

prima para próximas transformaciones antes de obtener el producto final de mayor calidad que será distribuida al cliente final.

Del mismo modo en Guatemala se observa una tendencia similar aunque las causas son diferentes, este polo cuenta con un rendimiento de transformación primaria alto con baja tecnología para la misma transformación primaria ya que la tecnología se concentra en la transformación secundaria, en donde aumenta la calidad del procesamiento y los productos que son distribuidos al consumidor final.

## 6.7

### Dinámica de la producción en las industrias forestales de transformación primaria

El funcionamiento de las industrias forestales, incluyendo su rendimiento de transformación primaria, tecnología, producción, inventarios, controles, registros, infraestructura, servicios y demás factores de funcionamiento están sujetos en gran parte a los mercados, costos de producción y de funcionamiento, precios de productos, ventas y demás fuentes de ingresos y egresos financieros que sostienen a la empresa.

Es por ello que durante la realización del presente estudio de rendimiento, se recopiló información relacionada al quehacer de las industrias forestales, incluyendo información financiera que puede servir de base para cualquier persona que dese incursionar en el sector forestal, o para realizar una comparación de las empresas dentro del mismo.

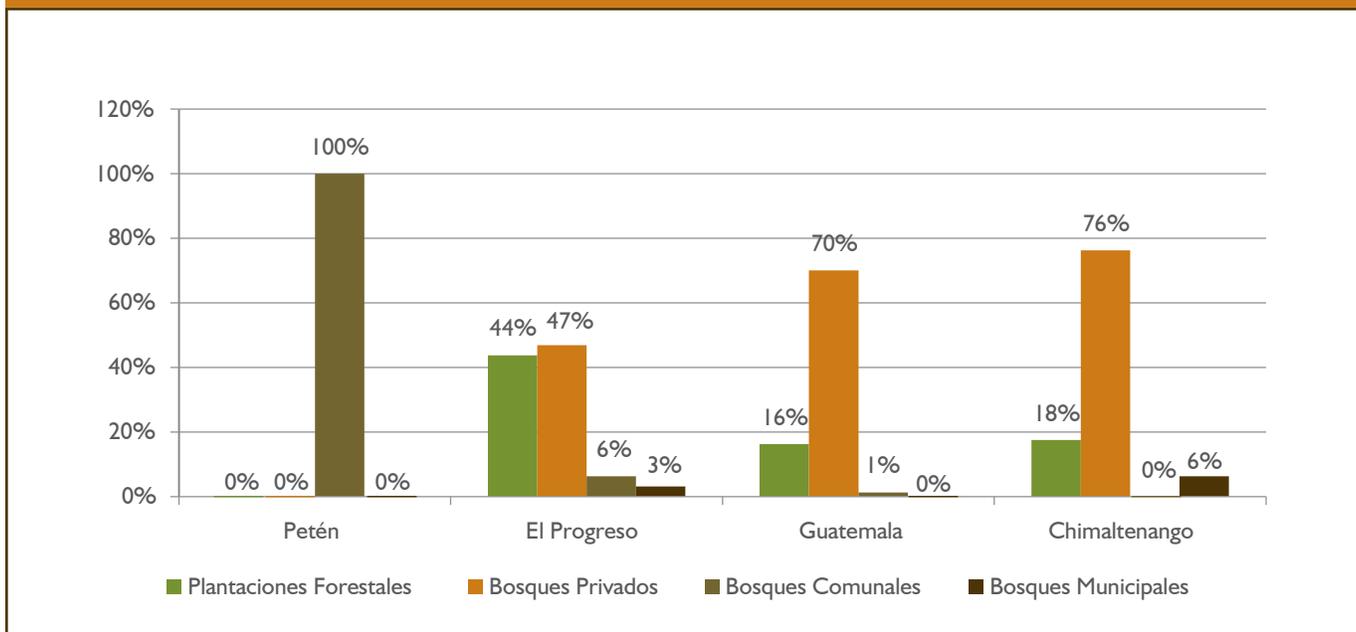
### 6.7.1

#### Abastecimiento de materia prima

El Petén es el único departamento en el que predomina la materia prima adquirida de bosques denominados comunales por la administración que se realiza, debido a que las industrias adquieren materia prima de bosques otorgados a comunidades como concesiones forestales que son propiedad del estado.

**Gráfica 5**

**Origen de materia prima por tipo de poseedor**



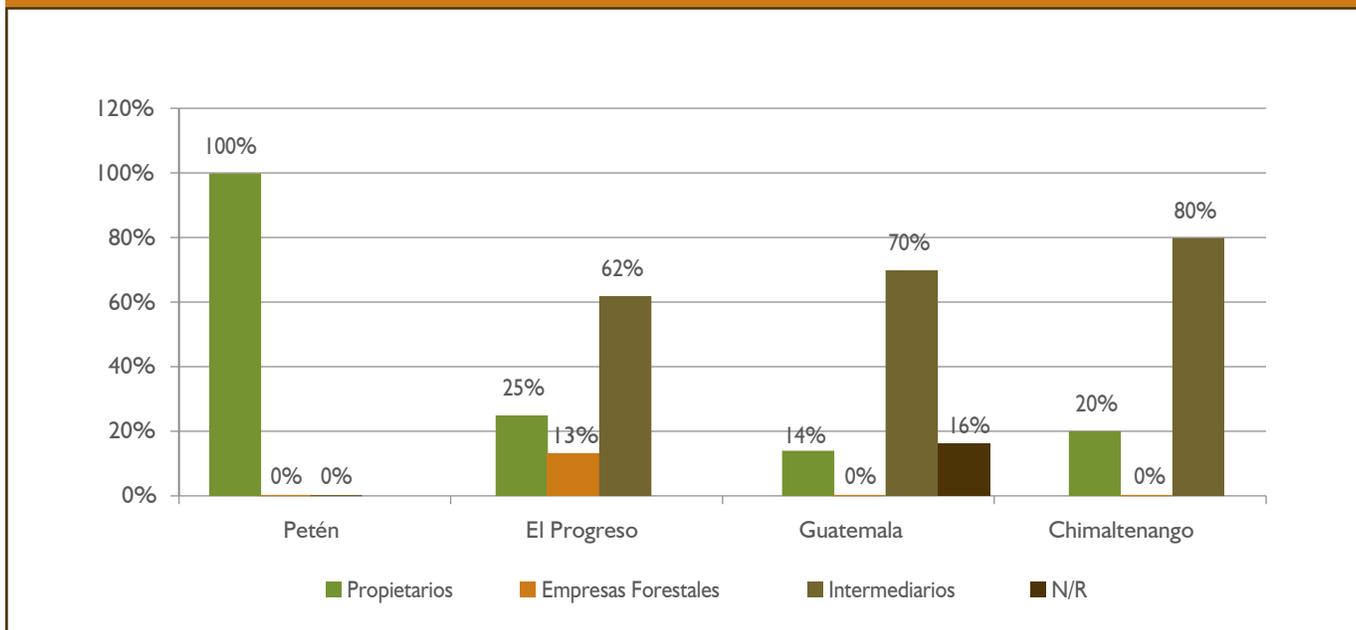
**Fuente: Elaboración propia**

Las industrias de El Progreso se abastecen principalmente de bosques privados y plantaciones forestales, debido a que dentro de su principal materia prima se encuentra la madera en troza de diámetros menores a 25 centímetros que corresponde a los raleos de plantaciones.

Guatemala y Chimaltenango se abastecen principalmente de bosques privados, reflejo de que su principal fuente de materia prima son bosques naturales.

**Gráfica 6**

**Distribución del volumen adquirido por tipo de proveedor**



**Fuente: Elaboración propia**

Las industrias del Petén contestaron que en su totalidad, la materia prima que adquieren proviene de sus propiedades, sin embargo es importante mencionar que el tipo de tenencia de la tierra de los proveedores corresponde a concesiones del estado otorgadas a organizaciones civiles comunitarias o industrias privadas.

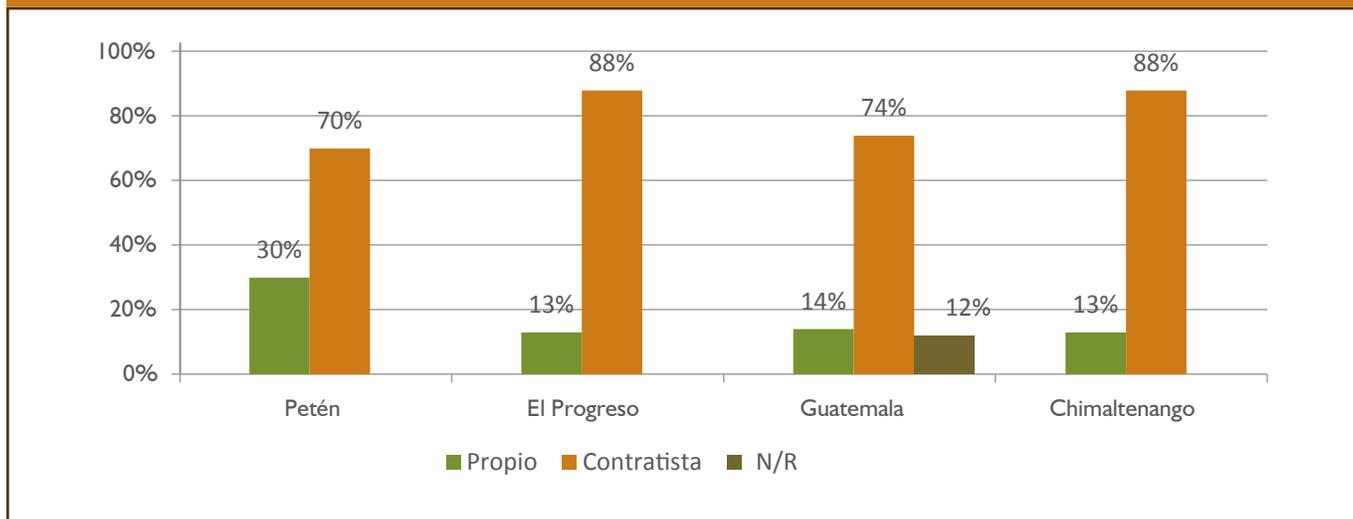
Las industrias del Progreso contestaron que únicamente el 25% de su materia prima era de su propiedad aun cuando se encontraba en el bosque y que más

del 60% es adquirida a través de intermediarios. En Guatemala y Chimaltenango, las industrias se abastecen principalmente a través de intermediarios.

El total de las industrias de Petén, utilizan como mecanismo de control de inventario la numeración y la pintura. En El Progreso se utiliza la principalmente la numeración y pintura, en Guatemala y en Chimaltenango escasamente se utiliza la numeración y en la mitad de las industrias se utiliza la pintura.

**Gráfica 7**

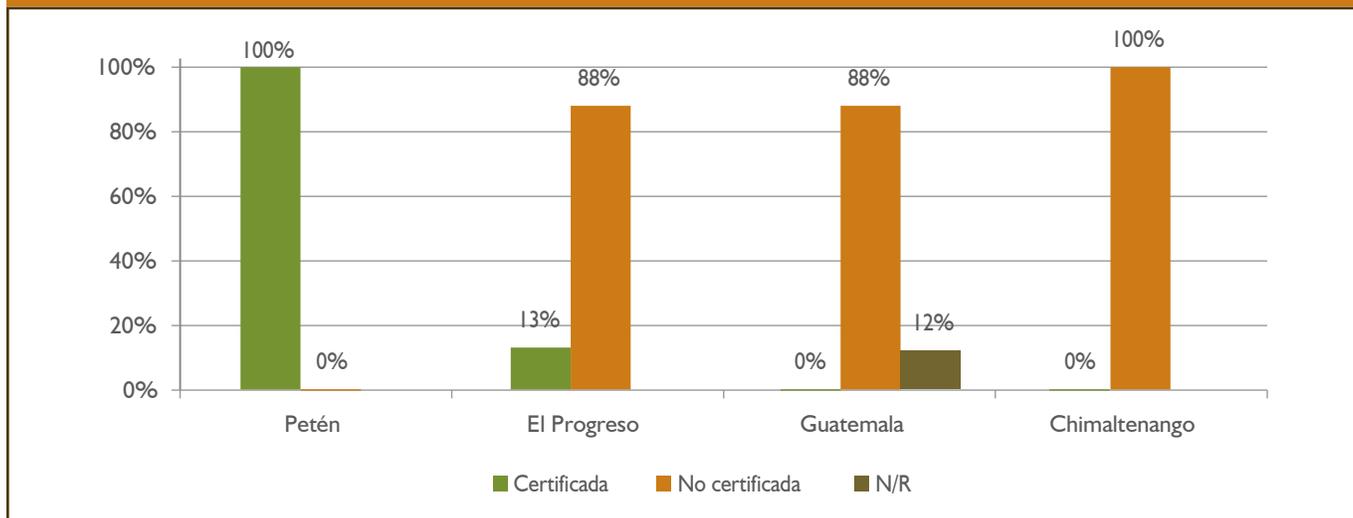
**Tipo de transporte para abastecimiento**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 8**

**Utilización de materia prima certificada**

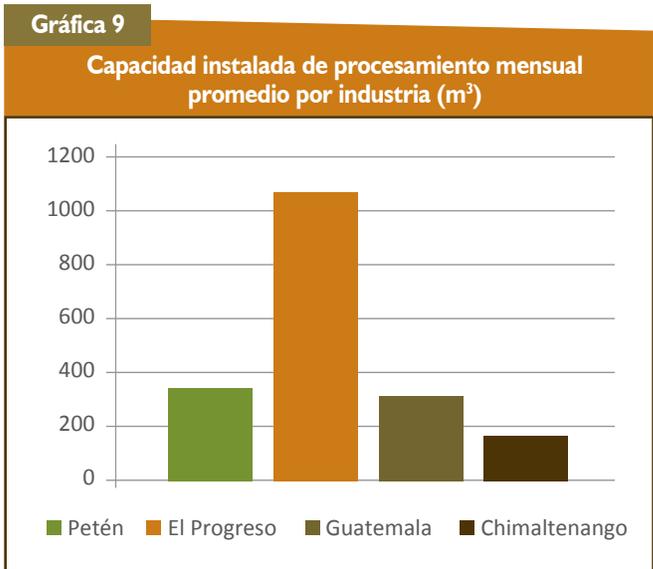


Fuente: Elaboración propia

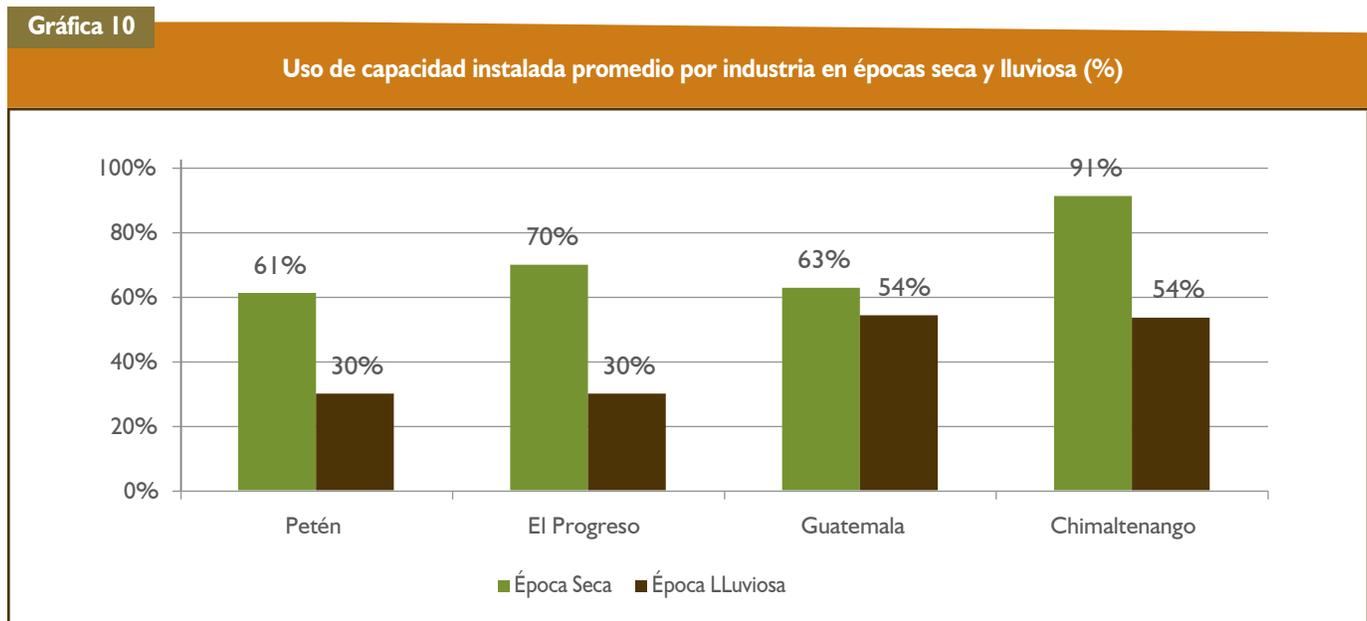
La mayor parte de industrias analizadas en la gráfica 7 utilizan a un contratista para transportar el abastecimiento de materia prima, únicamente en el Petén se observa que el 30% de industrias poseen transporte propio.

Debido a que la muestra analizada del Petén corresponde a industrias que trabajan directamente con concesiones forestales, sus contratos de concesión les exigen estar certificados, en consecuencia la totalidad de su materia prima debe de tener una procedencia certificada lo cual se refleja en la gráfica 8 anterior. Para el caso de Guatemala y Chimaltenango las industrias no se abastecen con madera certificada. Un caso particular es el Progreso en donde las industrias adquieren madera no certificada principalmente y pequeñas cantidades de madera certificada, fenómeno que puede obedecer a la demanda de madera proveniente de las concesiones de Petén o a la intención de manejar madera certificada en algunas industrias forestales.

## 6.7.2 Capacidad Instalada y su uso



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Chimaltenango es el departamento con mayor uso de la capacidad instalada en época seca, seguido por El Progreso, Guatemala y Petén. Guatemala es el único departamento en donde las industrias trabajan utilizando básicamente el 60% de su capacidad instalada durante todo el año, sin diferencias entre la época seca y lluviosa. En El Petén se reporta el uso del 61% de su capacidad

en época seca y un 30% en época de lluvia, esto es un reflejo de que prácticamente laboran 6 meses al año.

En el Petén las industrias tienen una capacidad instalada para el procesamiento de productos forestales de 341 m<sup>3</sup>/mes en promedio por industria, utilizando únicamente el 61% de dicha capacidad en época seca y el 30% en época lluviosa. En Guatemala es de 312 m<sup>3</sup>/mes,

utilizando el 63% en época seca y el 54% en época lluviosa. En Chimaltenango es de 165 m<sup>3</sup>/mes, utilizando el 91% en época seca y el 54% en época lluviosa, y en El Progreso es de 1,063 m<sup>3</sup>/mes, utilizando el 70% en época seca y el 30% en época lluviosa.

Es importante resaltar que en el Petén se procesan principalmente especies latifoliadas de alta densidad, mientras que en los otros tres polos se procesan principalmente especies coníferas de baja densidad. Además en el Petén los datos obtenidos corresponden a información escasamente verídica debido a que no conocían exactamente su capacidad instalada.

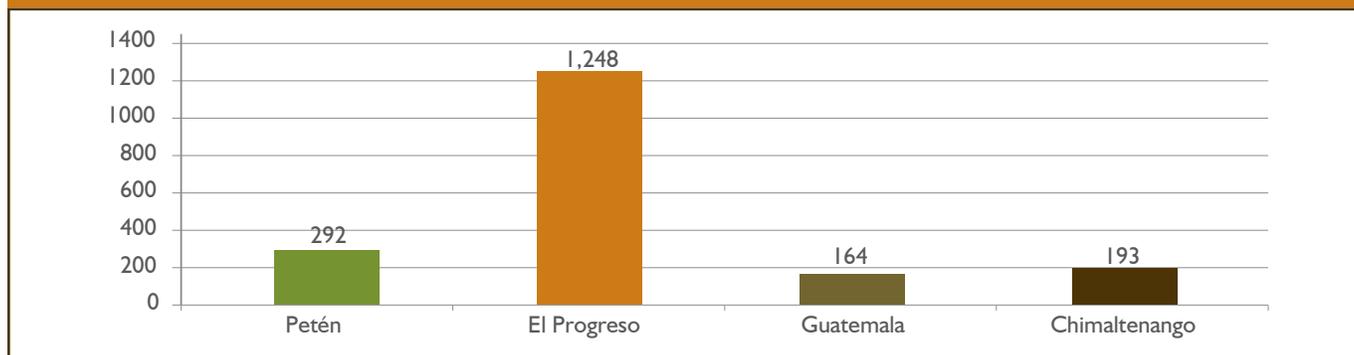
A pesar de los resultados, no es posible realizar una comparación entre cada uno de los polos debido a que

realizan la transformación en condiciones diferentes, que varían desde la materia prima utilizada (diferentes clases diamétricas), las especies transformadas, el clima, el acceso y transporte, así como otras variables que no pudieron ser medidas en este estudio, tal es el caso de el Petén, ya que se procesan principalmente especies latifoliadas de alta densidad, mientras que en los otros tres polos se procesan principalmente especies coníferas de baja densidad.

Para la determinación de la capacidad instalada de las industrias de El Progreso, se han considerado únicamente cinco empresas, las restantes tres corresponden a industrias grandes que a nivel de polo representan menos del 7%, por lo cual se analiza la capacidad sin dichas industrias.

**Gráfica 11**

**Inventario promedio mensual por Industria Forestal (m<sup>3</sup>)\***

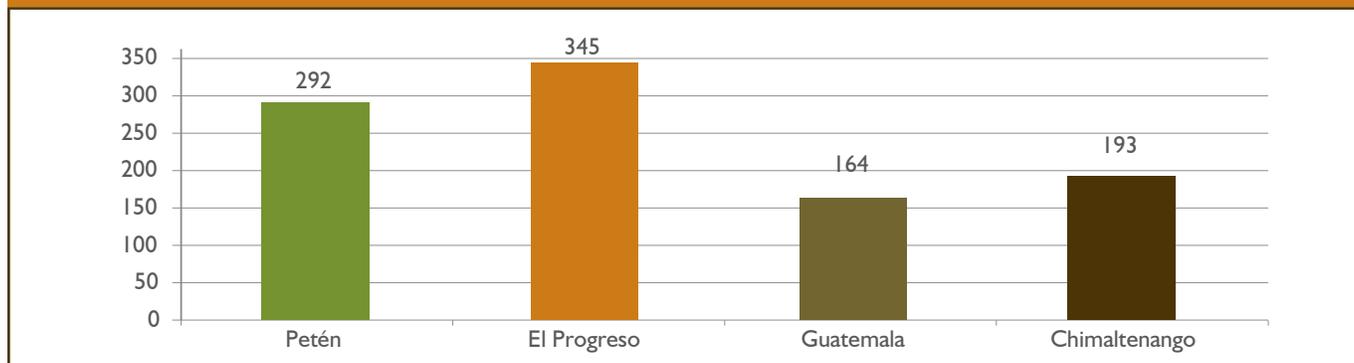


\* Incluyendo a las cuatro industrias más grandes seleccionadas del polo El Progreso

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 12**

**Inventario promedio mensual por Industria Forestal (m<sup>3</sup>)\***



\* Sin incluir a las cuatro industrias más grandes de polo El Progreso

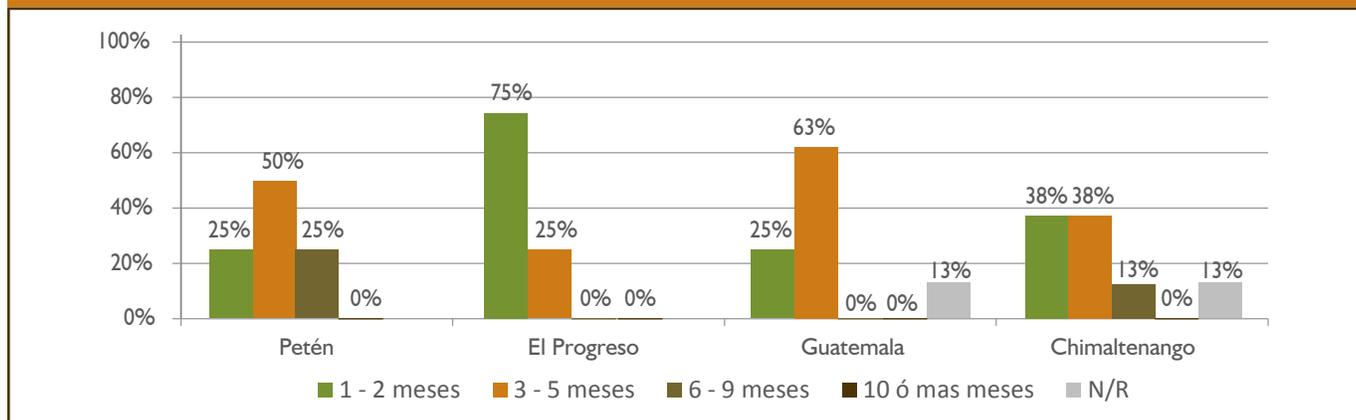
Fuente: Elaboración propia

### 6.7.3

## Inventarios

Gráfica 13

Rotación de Inventarios



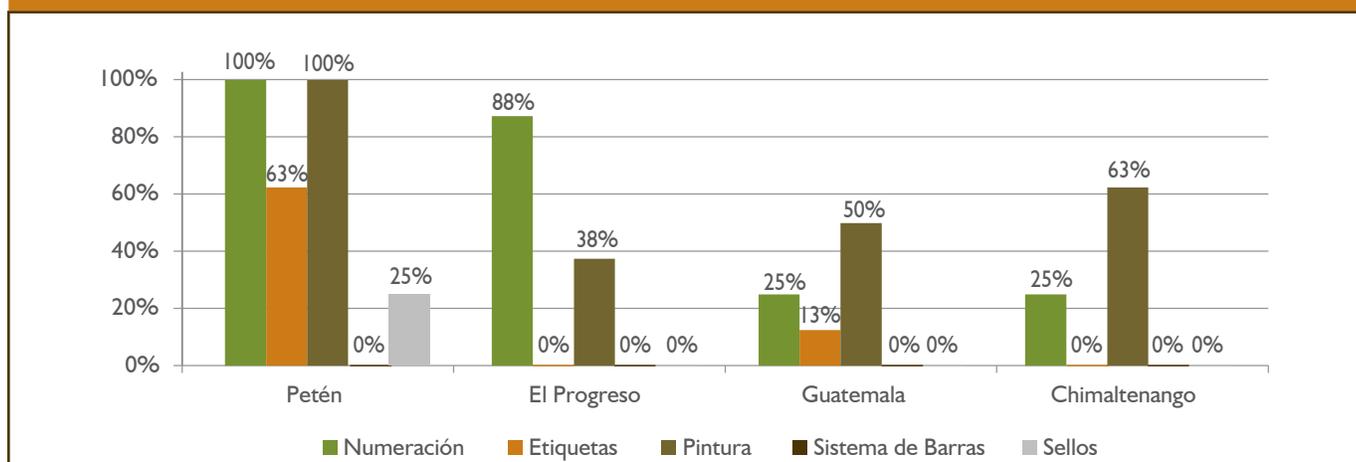
Fuente: Elaboración propia

Es notable que en el departamento de El Progreso posee un promedio de inventario mensual de más de 1,000 m<sup>3</sup> por industria, sin embargo es necesario considerar que cuatro de las industrias objeto de estudio genera el incremento exponencial de este promedio respecto a los otros polos de estudio, por lo cual también se analiza sin dichas industrias el inventario. Dicho inventario tiene una rotación en un período aproximado de 1 a 2 meses.

En el caso de Chimaltenango, Guatemala y Petén el inventario promedio mensual varía entre 160 y 300 m<sup>3</sup> mensuales por industria. La rotación de inventario varia pudiéndose observar en el Petén dura de 3 a 9 meses, en Guatemala dura de 3 a 5 meses y en Chimaltenango de 1 a 5 meses.

Gráfica 14

Mecanismos de Control de Inventario utilizados



Fuente: Elaboración propia

Respecto a los mecanismos de control de inventario, el total de los encuestados de las industrias de Petén, utilizan la numeración y la pintura. En El Progreso se utiliza la

principalmente la numeración y pintura, en Guatemala y en Chimaltenango escasamente se utiliza la numeración y en la mitad de las industrias se utiliza la pintura.

## 6.7.4 Costos involucrados en la transformación primaria de la madera

### 6.7.4.1 Costo de la materia prima

El total de los encuestados del polo Petén, no compartieron información de la compra y costo de materia prima, posiblemente porque son los mismos administradores de las concesiones forestales, por lo cual los datos figuran en una administración diferente, además por ser industrias certificadas no pueden abastecerse de

madera no certificada, lo cual los inhabilita para comprar productos que no sean de ellos mismos. Para los casos del El Progreso, Guatemala y Chimaltenango se han obtenido datos mayoritariamente para el costo de materia prima puesto en el patio de trozas en las industrias forestales.

Se puede observar que de acuerdo a cada uno de los polos, los costos de materia prima varían, por ejemplo, para el caso de la madera en troza de pino puesta en patio de la industria forestal en el Progreso el precio promedio es de Q800/m<sup>3</sup>, mientras que en Guatemala es de Q863/m<sup>3</sup> y en Chimaltenango de Q777/m<sup>3</sup>; el en el caso de la madera en troza de ciprés puesta en patio de la industria forestal en Guatemala el precio promedio es de Q893/m<sup>3</sup> y en Chimaltenango de Q827/m<sup>3</sup>. En el departamento de El Progreso se reportó la compra de carbón de Quercus puesta en patio a Q1,306/m<sup>3</sup>.

Tabla 30

Costos aproximados de materia prima maderable en cada polo

POLO	Especie	Productos	Promedio de Bosque (Q/m <sup>3</sup> )	Promedio de Bacadilla (Q/m <sup>3</sup> )	Promedio de Patio (Q/m <sup>3</sup> )
Chimaltenango	Pino	Troza	Q 742.00		Q 776.28
		Madera aserrada			Q 1,293.20
	Ciprés	Troza			Q 826.64
El Progreso	Pino	Troza			Q 800.00
		Trocilla			Q 950.00
	Ciprés	Troza			Q 900.00
	Gmelina	Troza			Q 805.00
	Quercus	Carbón			Q 1,306.00
Metropolitana	Pino	Troza		Q 614.80	Q 863.93
	Ciprés	Troza		Q 657.20	Q 893.93
	Chichipate	Flich			Q 5,936.00
	Conacaste	Flich			Q 3,604.00
	Palo Blanco	Flich			Q 3,604.00
Peten	N/R	N/R			

Fuente: Elaboración propia

Para las especies latifoliadas el único polo que registra abastecimiento en madera en troza de Gmelina es el Progreso con un precio promedio de Q805/m<sup>3</sup>, nótese que es un precio muy similar al del pino debido a que la Gmelina es utilizada para la fabricación de pallets o tarimas.

Para el caso de del departamento de Guatemala se cuenta con registros de compra de madera en Flich puesto en patio de trozas, para las especies de Conacaste y Palo Blanco con precio promedio de Q3,604/m<sup>3</sup> y Chichipate a Q5,956/m<sup>3</sup>. Además se registra la compra de madera aserrada en el departamento de Chimaltenango a Q1293/m<sup>3</sup> puesto en patio.

Tabla 31

Promedio de costos de materia prima a nivel nacional

Troza				Flich			
Especie	Precio por metro cúbico en Quetzales (Q/m <sup>3</sup> )			Especie	Precio por metro cúbico en Quetzales (Q/m <sup>3</sup> )		
		16%	16%			16%	16%
Pino	Q 742.00	Q 614.80	Q 806	Conacaste			Q 3,604
Gmelina			Q 805	Palo Blanco			Q 3,604
Ciprés		Q 657.20	Q 854	Chichipate			Q 3,604
Madera aserrada				Carbón			
Especie	Precio por metro cúbico en Quetzales (Q/m <sup>3</sup> )			Especie	Precio por metro cúbico en Quetzales (Q/m <sup>3</sup> )		
		16%	16%			16%	16%
Pino			Q 1,293	Quercus			Q 1,306

Fuente: Elaboración propia

Promediando los precios a nivel nacional, se obtiene un precio de compra promedio para los siguientes productos: madera en troza de pino en bosque de Q742/m<sup>3</sup>, en bacadilla de Q614.80/m<sup>3</sup> y en patio de trozas del aserradero a Q803/m<sup>3</sup>. Para el caso de la Gmelina de Q805/m<sup>3</sup> puesto en patio y Ciprés a Q657.20/m<sup>3</sup> en bacadilla y Q852/m<sup>3</sup> en patio. En el caso del producto de carbón los precios a nivel nacional son los mismos del departamento de El Progreso ya que fue el único que reportó la compra de carbón de Quercus.

Para el producto Flich y Madera Aserrada los precios promediados a nivel nacional son los mismos del departamento de Guatemala, ya que fueron los únicos que reportaron los precios de compra de este producto.

un sueldo promedio Q2,400 cada uno. Para Chimaltenango cuenta con un promedio de 9 operarios por industria que devengan un salario promedio de Q1,900 cada uno. En el caso del personal administrativo las industrias cuentan con un promedio de 2 personas que devengan un sueldo promedio Q2,000 cada uno. Para el caso de Petén se cuenta con un promedio 25 personas operativas y 6 administrativas. Las industrias de este polo fueron las únicas que no respondieron el costo de mano de obra directa e indirecta.

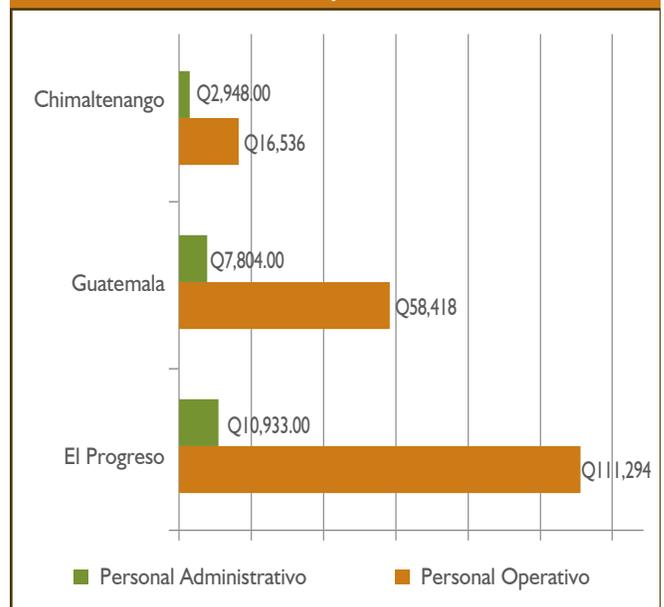
6.7.4.2

Costo de mano de obra directa e indirecta

Con respecto a la mano de obra directa se observa que en las industrias de El Progreso se cuenta con un promedio de 33 operarios por industria que devengan un salario promedio de Q3,400 cada uno. En el caso del personal administrativo las industrias cuentan con un promedio de 3 personas que devengan un sueldo promedio Q3,400 cada uno. En el caso de Guatemala cuenta con un promedio de 21 operarios por industria que devengan un salario promedio de Q2,800 cada uno y en el caso del personal administrativo las industrias cuentan con un promedio de 3 personas que devengan

Gráfica 15

Costo promedio de mano de obra directa e indirecta por industria forestal



Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que el salario promedio de personal operativo está en Q2,800 por encima del salario mínimo establecido en la normativa nacional.

Para el caso del personal administrativo el sueldo promedio es de Q2,600 asemejándose al sueldo establecido en la normativa nacional.

Tabla 32

**Costos promedio de personal de producción y administrativo**

POLO	Promedio de personal Operativo por Industria	Costo (Q) Personal Operativo	Costo promedio de Personal Operativo	Cantidad personal Administrativo	Costo (Q) Personal Administrativo	Costo promedio de personal Administrativo
Petén	25	N/R		6	N/R	
El Progreso	33	Q 111,294	Q 3,414	3	Q 10,933	Q 3,416.67
Guatemala	21	Q 58,418	Q 2,726	3	Q 7,804	Q 2,375.00
Chimaltenango	9	Q 16,536	Q 1,890	2	Q 2,948	Q 1,965.26
PROMEDIO	22	Q 62,082	Q 2,677	4	Q 7,228	Q 2,585.64

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en las industrias de El Progreso se cuenta con un promedio de 33 operarios por industria que devengan un salario promedio de Q3,400 cada uno. En el caso del personal administrativo las industrias cuentan con un promedio de 3 personas que devengan un sueldo promedio Q3,400 cada uno. En el caso de Guatemala cuenta con un promedio de 21 operarios por industria que devengan un salario promedio de Q2,800 cada uno y en el caso del personal administrativo las industrias cuentan con un promedio de 3 personas que devengan un sueldo promedio Q2,400 cada uno. Para Chimaltenango cuenta con un promedio de 9 operarios por industria que devengan un salario promedio de Q1,900 cada uno. En el caso del personal administrativo las industrias cuentan con un promedio de 2 personas que devengan un sueldo promedio

Q2,000 cada uno. Para el caso de Petén se cuenta con un promedio 25 personas operativas y 6 administrativas. Las industrias de este polo fueron las únicas que no respondieron el costo de mano de obra directa e indirecta.

Es importante resaltar que el salario promedio de personal operativo está en Q2,800 por encima del salario mínimo establecido en la normativa nacional. Para el caso del personal administrativo el sueldo promedio es de Q2,600 asemejándose al sueldo establecido en la normativa nacional.

**6.7.4.3**

**Gastos de fabricación**

Tabla 33

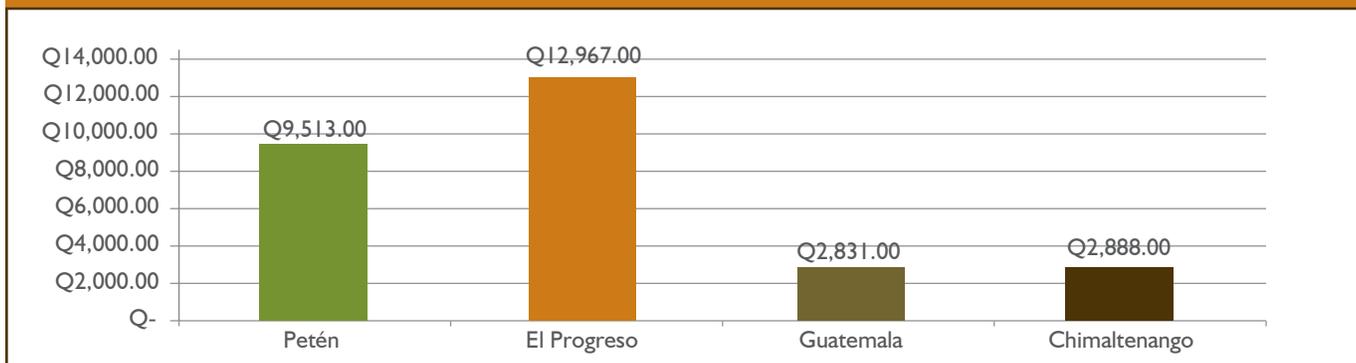
**Consumo mensual de energía eléctrica y fuentes de energía**

POLO	Consumo mensual de energía eléctrica		Fuentes de Energía		
	kilowatt/mes	Quetzales/mes	Monofásica	Trifásica	Planta
Petén	N/R	Q 9,513	25%	50%	88%
El Progreso	500	Q 12,967	25%	75%	25%
Guatemala	81	Q 2,831	38%	38%	25%
Chimaltenango	767	Q 2,888	88%	13%	13%
PROMEDIO	449	Q 7,050	44%	44%	38%

Fuente: Elaboración propia, datos 2015

**Gráfica 16**

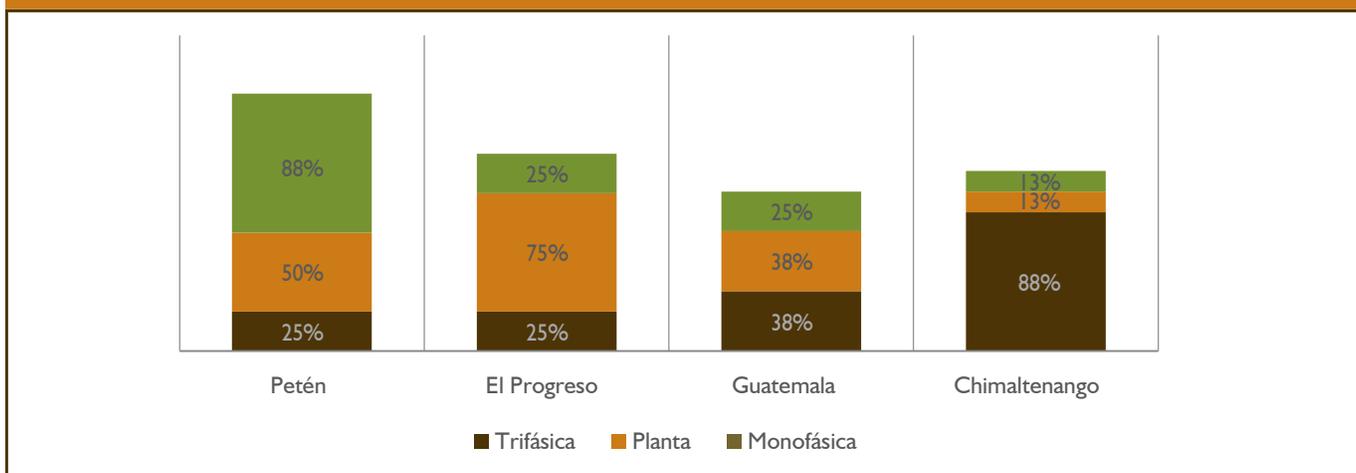
**Promedio de consumo de energía eléctrica en las industrias forestales**



Fuente: Elaboración propia, datos 2015

**Gráfica 17**

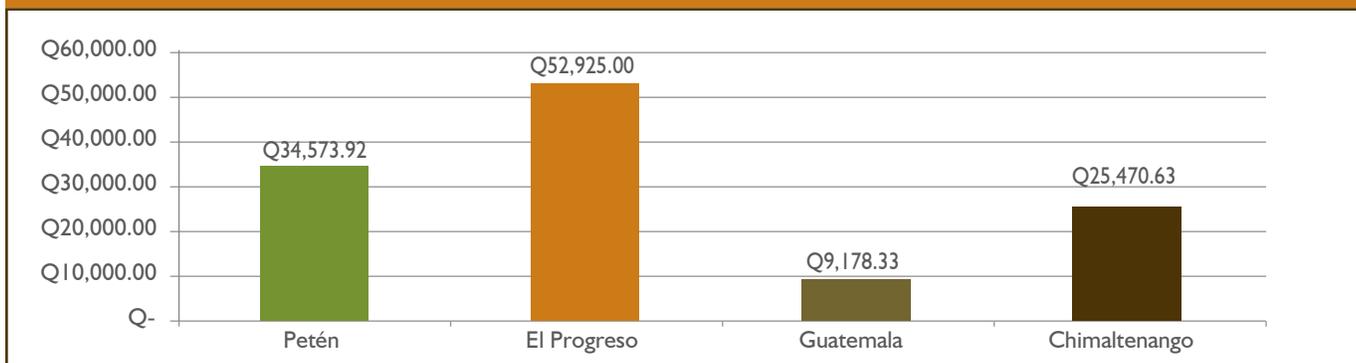
**Fuentes de energía eléctrica en las industrias forestales**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 18**

**Promedio mensual de gasto de fabricación por industria forestal (Quetzales)**



Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

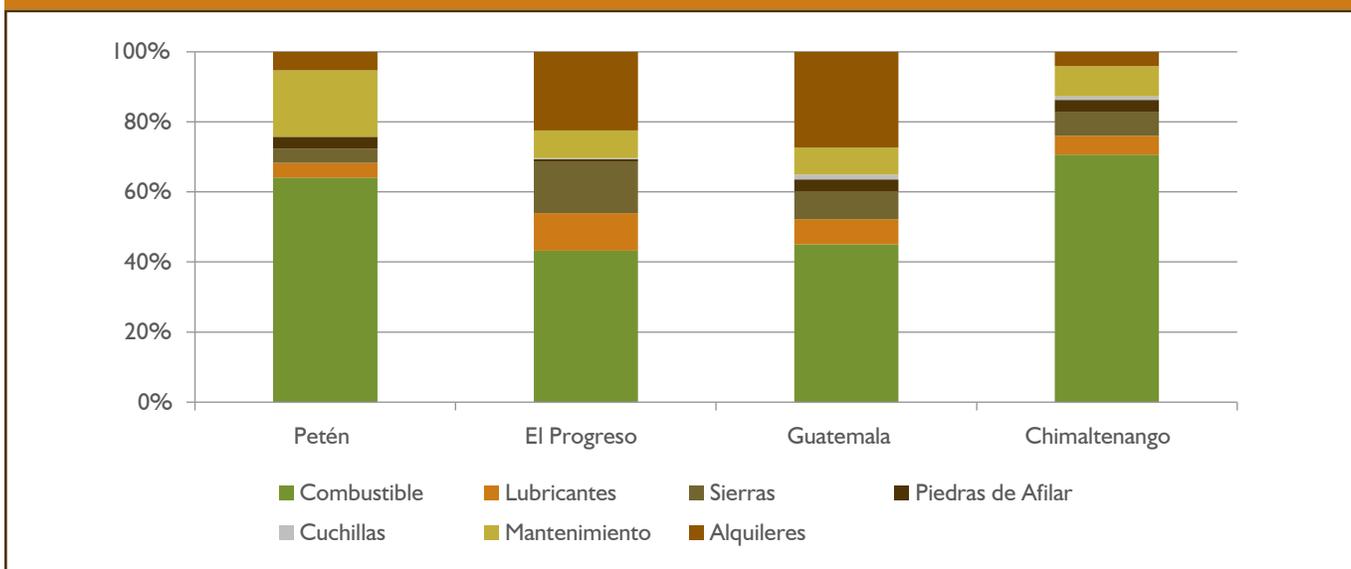
Gastos de fabricación mensual

POLO	Combustibles (Q)	Lubricantes (Q)	Sierras (Q)	Piedras de afilar (Q)	Cuchillas (Q)	Mantenimiento (Q)	Alquileres (Q)	Total Gasto Promedio Fabricación
Petén	64%	4%	4%	3%	0%	19%	5%	Q 34,573.92
El Progreso	43%	11%	15%	1%	0%	8%	22%	Q 52,925.00
Guatemala	45%	7%	8%	3%	1%	8%	27%	Q 9,178.33
Chimaltenango	71%	5%	7%	3%	1%	9%	4%	Q 25,470.63

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 19

Gastos de fabricación mensual



Fuente: Elaboración propia

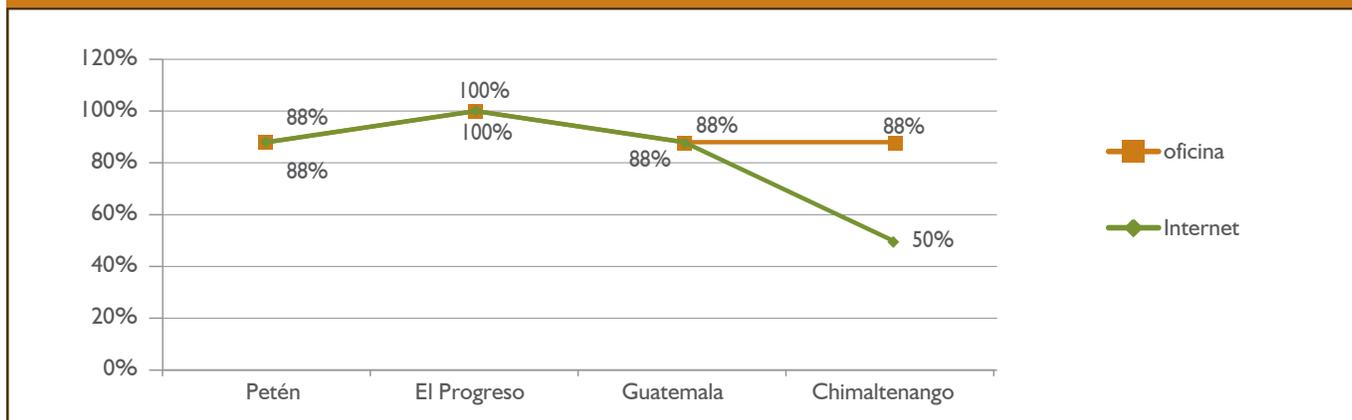
De acuerdo a lo observado en las industrias del el Petén el promedio de gasto de energía eléctrica por industria es de Q9,500 mensuales, considerando que la fuente de energía eléctrica principal es a partir de generación por planta eléctrica, mientras que para El Progreso es de Q13,000, con una fuente de energía principal trifásica de la empresa de energía local; para Guatemala y Chimaltenango es de Q2,8000 abasteciéndose principalmente de energía de sistemas trifásicos y monofásicos respectivamente.

Cabe mencionar que cada kilowatt en el Progreso tiene un costo de Q2.80/Kw en un rango de consumo mensual de 500Kw, mientras que en Guatemala el costo es de Q1.06/Kw en un rango de consumo de 81Kw/mes y en Chimaltenango el costo es de Q1.96/Kw en un rango de consumo de 767Kw/mes.

El polo Progreso es el que reporta más altos gastos de fabricación por mes, del orden de Q52,000, le sigue Petén, Guatemala y Chimaltenango. El promedio de gastos reportados es de Q30,000 mensuales. El rubro de gastos más alto es por compra de combustibles, le sigue el pago de alquileres y el mantenimiento.

Para la transformación primaria los gastos de fabricación el polo de Petén son principalmente combustible en un 64% equivalente a Q26,300 y mantenimiento en un 19% (Q7,800) por industria. En El Progreso son principalmente el combustible en un 43% lo que representa Q28,900 por industria y en alquileres un 22% (Q15,000). En Guatemala son el combustible en un 45% (Q5,600) y alquileres en un 27% (Q3,400). Para el caso de Chimaltenango son principalmente el combustible en un 71% (Q21,300) y mantenimiento en un 8% (Q2,600).

## Oficinas con servicio de Internet



Fuente: Elaboración propia

Para el Petén, Guatemala y El Progreso es importante resaltar que en la totalidad de las industrias evaluadas existen oficinas con servicio de internet, sin embargo el 12% de los encuestados del Petén y Guatemala no respondieron a la encuesta.

Existe una excepción en Chimaltenango, ya que una industria evaluada no posee oficina, así mismo se observó que aún se dificulta el acceso al servicio internet en este polo.

El servicio de internet juega un papel importante en la emisión de documentos que respaldan la legalidad de los productos forestales en las industrias, pues es a través de sistemas en línea que se realizan los reportes o emisión de documentos.

Después de la transformación de la materia prima se amplía la gama de productos. El producto principal comercializado a partir de la transformación primaria corresponde a la madera aserrada observando precios que varían de acuerdo a la especie y el polo donde se comercialice.

Para el producto de madera aserrada de Pino, se observa que el precio de venta promedio de la madera húmeda en Chimaltenango es de Q3.37/pt equivalente a Q1,428/m<sup>3</sup>. En comparación con El Progreso en donde el precio es de Q4.50/pt (Q1,908/m<sup>3</sup>). En Guatemala el mismo producto oscila en los Q5.31/pt (Q2,250/m<sup>3</sup>). Cabe resaltar que en algunas industrias de la región metropolitana valoran el Ciprés y al Pino al mismo precio que corresponde a Q5.25/pt equivalente a Q2,226/m<sup>3</sup>.

También se comercializa madera aserrada de pino seca, que ha sido secada mediante el uso de un horno o directamente bajo el sol, en este sentido en Chimaltenango el precio de venta promedio es de Q4.40/pt (Q1,865/m<sup>3</sup>) y en Guatemala el precio promedio es de Q10/pt (Q4,240/m<sup>3</sup>).

En Guatemala la madera de especies latifoliadas usualmente es comercializada cuando está seca, en precios de venta promedios que oscilan para la especie de Chichipate a Q27/pt (Q11,448/m<sup>3</sup>), Conacaste a Q16.75/pt (Q7,102/m<sup>3</sup>) y Palo Blanco a Q16.50/pt (Q6,996/m<sup>3</sup>).

De igual manera que en el abastecimiento de materia prima el 100% de los encuestados del polo Petén, no compartieron información de la comercialización de sus productos forestales.

## 6.7.5

## Comercialización de productos y servicios forestales

## 6.7.5.1

## Comercialización de productos forestales (producto, especie, precio)

Para los casos de El Progreso, Guatemala y Chimaltenango se han obtenido datos mayoritariamente para los precios de venta de madera aserrada húmeda y seca de distintas especies siendo este el principal producto en términos económicos de la transformación primaria.

Tabla 35

## Precios de venta de productos en las empresas forestales

Producto	Especie	Polo	Promedio de Pt Húmedo	Promedio de Pt Seco	Promedio de Costo m <sup>3</sup> Húmedo	Promedio de Costo m <sup>3</sup> Seco
Madera aserrada	Caoba, Cedro, Santa María	Peten				
	Chichipate	Metropolitana		Q 27.00		Q 11,448.00
	Ciprés	Chimaltenango	Q 3.78	Q 5.75	Q 1,600.60	Q 2,438.00
		Metropolitana	Q 7.20	Q 11.00	Q 3,052.80	Q 4,664.00
	Conacaste	Metropolitana		Q 16.75		Q 7,102.00
	Palo Blanco	Metropolitana		Q 16.50		Q 6,996.00
	Pino	Chimaltenango	Q 3.37	Q 4.40	Q 1,428.35	Q 1,865.60
		El Progreso	Q 4.50		Q 1,908.00	
		Metropolitana	Q 5.31	Q 10.00	Q 2,252.50	Q 4,240.00
		Pino/Ciprés	Metropolitana	Q 5.25		Q 2,226.00
Tarimas	Gmelina	El Progreso	Q 4.72		Q 2,001.28	
	Pino	El Progreso				
		Metropolitana	Q 6.15		Q 2,607.60	
Lepa (docena)	Pino	Chimaltenango			Q 50.00	
	Pino/Ciprés	Chimaltenango			Q 55.00	
		Metropolitana			Q 100.00	
Lepa (pick up)	Pino	Chimaltenango			Q 600.00	
Aserrín (costal)	Pino	Chimaltenango			Q 1.50	
	Pino/Ciprés	Chimaltenango			Q 6.00	
		Metropolitana			Q 8.00	
Leña (tarea)	Pino	Chimaltenango			Q 120.00	
	Pino/Ciprés	Chimaltenango			Q 146.67	
		Metropolitana			Q 153.60	
Carbón	Quercus	El Progreso			Q 2,300.00	
Estructuras para camas	Pino	El Progreso				
Moldura	Pino	Metropolitana				
Bases y Patas para camas	Pino	El Progreso	Q 3.50	Q 4.50	Q 1,484.00	Q 1,908.00
Cajas (unidad)	Pino/Ciprés	Chimaltenango			Q 10.00	

Fuente: Elaboración propia, datos 2015

## 6.7.5.2

### Prestación de servicios

Tabla 36

Precio promedio de los servicios prestados por industrias forestales a terceros (Quetzales)

	Secado (Q/pt)	Volumen de Secado (m <sup>3</sup> /mes)	Aserrío (Q/pt)	Volumen de Aserrío (m <sup>3</sup> /mes)	Cepillado (Q/pt)	Volumen de Cepillado (m <sup>3</sup> /mes)	Moldurado (Q/pt)	Volumen de Moldurado (m <sup>3</sup> /mes)
Petén	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
El Progreso	N/A	N/A	Q 1.85	N/A	Q 0.90	N/A	Q 1.50	N/A
Guatemala	Q 2.50	Q 35.00	Q 0.88	3.41	Q 0.88	2	Q 0.50	N/A
Chimaltenango	Q 1.50	N/A	Q 0.79	3.35	Q 0.92	0.1	Q 7.00	N/A
PROMEDIO	Q 2.00	Q 35.00	Q 1.18	3.38	Q 0.90	1.05	Q 3.00	N/A

Fuente: Elaboración propia, datos 2015

Las industrias forestales de Guatemala por contar con más maquinaria, equipo y personal, además de otros recursos con los que no cuentan empresas más pequeñas como depósitos o carpinterías, usualmente brindan servicios a terceros. Dentro de estos servicios se encuentran el aserrío de madera, secado, cepillado y moldurado.

El precio promedio de aserrío a nivel nacional es de Q1.18/pt (Q500/m<sup>3</sup>) variando para El Progreso a un precio de Q1.85/pt, Guatemala Q0.88/pt y Chimaltenango Q0.79/pt. Es importante que en promedio de los cuatro polos cada industria presta servicio de aserrío para un volumen de 3.38 m<sup>3</sup>/mes.

En el cuadro anterior se puede realizar el mismo análisis para el servicio de secado, cepillado y moldurado notándose que el servicio que genera mayor valor agregado es el Moldurado a Q3/pt en un volumen promedio mensual bajo, en comparación con el servicio de secado a Q2/pt en un volumen promedio mensual mayor.

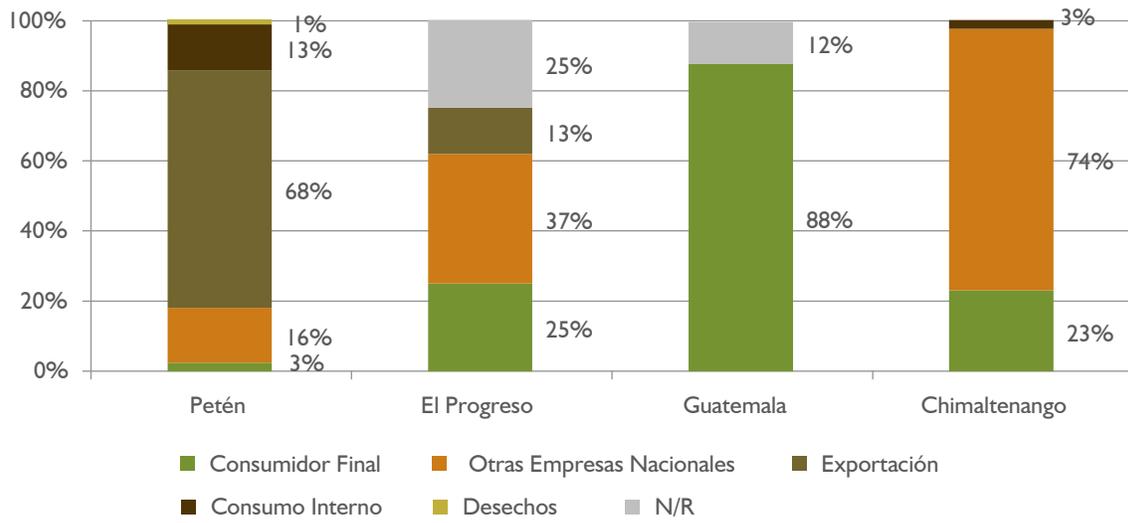
## 6.7.5.3

### Destino de producción

Como un acercamiento a mercado de los productos forestales que producen las industrias forestales, se ha solicitado en el estudio que las industrias mencionen el destino de su producción, notando que para las industrias del Petén el principal destino es de exportación, seguido por la venta a otras empresas nacionales y el consumo interno. En El Progreso el principal destino de la producción es para otras empresas nacionales, seguido por la venta directa al consumidor final y exportación, esto denota que en El Progreso las industrias realizan mayoritariamente transformación primaria sin darle valor agregado a los productos, el mismo fenómeno se observa en Chimaltenango en donde es aún más marcado que el principal destino son otras empresas del sector forestal. El caso opuesto es en el departamento de Guatemala donde casi el total de la producción tiene como destino al consumidor final, por lo que se deduce que aparte de la transformación primaria, en las industrias se realiza en su totalidad una transformación secundaria generando mayor valor agregado en sus productos.

Gráfica 21

Destino de la Producción (mercados)



Fuente: Elaboración propia

# Conclusiones

1. El estudio genera información que permite establecer parámetros para medir la transformación primaria de productos forestales (transformación de madera en troza o rolliza a madera aserrada, lepa y aserrín), a nivel nacional, y en particular por los polos evaluados. Información considerada útil para la toma de decisiones en lo relacionado a planificación estratégica para el desarrollo de las actividades forestales en el País. La metodología generada es aplicable a estudios de rendimiento individuales.
2. La información obtenida en el estudio refleja la situación real de la forma operativa de las industrias locales, generando información sobre el aprovechamiento de la materia prima y su importancia a través de la medición y seguimiento del rendimiento de transformación primaria, así como información respecto a su capacidad instalada, líneas de procesos, niveles tecnológicos, control de la producción y costos directos del proceso.
3. Existen básicamente 4 regiones o departamentos del país en los que se encuentran concentradas las industrias forestales de transformación primaria, siendo éstas El Progreso, Guatemala, Chimaltenango y Petén. Chimaltenango produce materia prima principalmente para otras industrias. En Petén el principal destino de la transformación primaria es la exportación, mientras en Guatemala el principal destino son los consumidores finales. Únicamente el departamento de El Progreso se encuentra diversificado en torno a sus clientes.
4. En cuanto al tamaño de las industrias por su volumen de transformación reportado al SEINEF, se pudo apreciar que en Guatemala y Chimaltenango existe una predominancia de industrias pequeñas y muy pequeñas (transforman entre 10 y 100 m<sup>3</sup> y menos de 10 m<sup>3</sup> mensuales respectivamente). Para el caso de Guatemala, esto es un reflejo de que la transformación se realiza principalmente para productos con valor agregado que son comercializados directamente hacia el consumidor final. En el caso del Petén la mitad de las industrias son muy pequeñas y el resto corresponden a pequeñas y medianas.
5. En el departamento de El Progreso, se observa una mayor predominancia de industrias medianas y grandes (transforman entre 100 y 1,000 metros cúbicos y más de 1,000 metros cúbicos mensuales), ya que en su mayoría son industrias que transforman volúmenes de madera para la producción de Pallets y otros productos como madera aserrada, que cuentan con mayores fuentes de abastecimiento de materia prima como lo es la zona norte de las Verapaces.
6. La madera que se procesa en las industrias proviene primordialmente de bosques privados o plantaciones, lo cual hace valer los esfuerzos realizados por los programas de incentivos forestales (especialmente PINFOR). Aunque se han incentivado varias especies, algunas no están siendo aprovechadas en la industria de transformación

primaria. La Teca se exporta principalmente en troza o rollo, resultando en un reducido valor agregado en su comercialización. El Palo Blanco, a pesar de ocupar el 4º lugar de especies incentivadas, tiene el menor volumen de transformación a nivel nacional entre las 7 especies mayormente incentivadas. Por el contrario, la Caoba es la que menos área incentivada posee y ocupa el tercer lugar en las especies que más se transforman. En el caso de madera certificada, únicamente en el Petén se observa una predominancia en el abastecimiento con madera certificada debido a los compromisos de las concesiones forestales que las abastecen.

7. Los resultados del estudio mostraron que el promedio de rendimiento de transformación primaria a nivel nacional corresponde al 68%, con una desviación estándar del 8.55%. Chimaltenango es el polo que alcanza un mayor rendimiento en su transformación primaria alcanzando un promedio de 73%. Luego un promedio en Guatemala de 69%, el Petén con 66% y El Progreso con el promedio menor de 64%. Sin embargo, realizando un análisis más profundo, se determinó que los rendimientos dependen de una serie de factores como la maquinaria, los operarios, la materia prima, los productos resultantes y otros factores característicos de cada región e industria que hacen necesario realizar estudios más específicos, pues es muy difícil generalizar un promedio a nivel regional o nacional.
8. En El Progreso el principal producto transformado es madera en troza de diámetros menores a 25 centímetros, mientras que en Chimaltenango el diámetro promedio utilizado es mayor. Además en El Progreso, el principal producto es madera aserrada para la fabricación de Pallets, mientras que en Chimaltenango, el principal producto es madera aserrada rústica, principalmente para la construcción. En el caso de Petén, las dimensiones de las trozas son considerablemente mayores a cualquier otro polo, considerando también que es el único polo que trabaja en su totalidad con especies latifoliadas provenientes de concesiones forestales, mientras los restantes trabajan principalmente con madera de especies coníferas.
9. Las industrias en Chimaltenango, Guatemala y Petén registran un inventario promedio mensual que varía entre 160 y 300 m<sup>3</sup> mensuales por industria. Con períodos de rotación de inventario que van de 1 a 9 meses. Solo en El Progreso se aprecia que los inventarios en promedio sobrepasan los 1,000 m<sup>3</sup>, pero con rotaciones de 1 a 2 meses.
10. Chimaltenango es el departamento con mayor uso de la capacidad instalada en época seca, seguido por El Progreso, Guatemala y Petén. Guatemala es el único departamento en donde las industrias trabajan utilizando básicamente el 60% de su capacidad instalada durante todo el año, sin diferencias entre la época seca y lluviosa. En El Petén se reporta el uso del 61% de su capacidad en época seca y un 30% en época de lluvia, esto es un reflejo de que prácticamente laboran 6 meses al año.
11. En su mayoría las industrias forestales se preocupan únicamente por implementar los controles determinados por las instituciones rectoras del sector, sin preocuparse por sus controles internos. Únicamente el 47% de las industrias forestales objeto de estudio, cuentan con un estudio de rendimiento de transformación primaria aprobado por el INAB, principalmente para las especies de Pino, Ciprés, Caoba y Cedro. Esto evidencia la necesidad de fomentar la elaboración de estudios de rendimiento en las industrias forestales y con ello apoyar el monitoreo de la procedencia lícita de los productos forestales.
12. La industria forestal local ha concentrado su esfuerzo en producir madera húmeda de poca calidad, no han modernizado sus equipos, no se han preocupado en capacitar a su personal en nuevas técnicas de procesos ni de control. Siguen produciendo leña y lepa en porcentajes altos. Además, las industrias le han dado poca importancia al equipamiento de sus líneas de aserrado, ya que la mayoría cuenta con el equipo básico para este proceso, sin darle importancia al uso de equipos que contribuyan a elevar el rendimiento de la madera, tales como sierras de corte fino para aserrar la Lepa.

- 13.** Aunque los costos de compra de materia prima varían en los polos de El Progreso, Guatemala y Chimaltenango, se obtienen promedios similares a nivel nacional para las especies coníferas desde la implementación del SEINEF. La melina ofrece un costo similar al pino, pues se compra principalmente en El Progreso para elaborar pallets. Los costos de compra de materia prima de especies lafifoliadas no se compartieron en Petén, debido a que ellos consumen madera de sus concesiones forestales.
- 14.** Las industrias en su mayoría dependen motores a base de combustible en sus aserraderos y algunos casos de la generación eléctrica a través de plantas generadoras, lo que hace que más de la mitad de sus gastos de producción estén relacionados directamente con la compra de combustible y dependan de la fluctuación de sus precios en el mercado. Los otros rubros de costos más importantes son el personal y los alquileres.
- 15.** El producto principal comercializado a partir de la transformación primaria corresponde a la madera aserrada observando precios que varían de acuerdo a la especie y el polo donde se comercialice, siendo en Chimaltenango más barato, luego El Progreso y el más caro es Guatemala.
- 16.** En términos generales, las industrias forestales no realizan una clasificación de la madera de especies coníferas, con excepción de las industrias del Petén que utilizan normas internacionales para especies latifoliadas.
- 17.** A pesar el complejo análisis de tecnología implementado, se determinó que las industrias forestales objeto de estudio se encuentran entre un nivel bajo (26% - 50%) y un nivel aceptable (51% - 75%), por lo que se vuelve necesario incrementar el nivel a un óptimo, aunque esto está muy relacionado con las exigencias del mercado.
- 18.** Comparando la tecnología con el rendimiento en cada polo, se aprecia que el departamento con mayor rendimiento es Chimaltenango, aun contando con una baja tecnología. Dicha situación está estrechamente relacionada con el hecho de su principal producto es materia prima para la industria de la construcción, que requiere productos de poco valor agregado y bajos estándares de calidad. En Guatemala con la misma tendencia, se consideran causas diferentes, este polo cuenta con un rendimiento de transformación primaria alto con baja tecnología ya que la tecnología se concentra en la transformación secundaria, en donde aumenta la calidad del procesamiento y los productos que son distribuidos al consumidor final, tales como muebles y casas. En el caso del Petén, los altos resultados de tecnología se deben principalmente a los controles que realizan en consecuencia de las certificaciones, pero que sacrifica el rendimiento debido a los cortes por calidad de la madera de exportación.



# Recomendaciones

1. Desarrollar una estrategia de integración de procedimientos y procesos entre las industrias de Guatemala como país.
2. Desarrollar un sistema nacional de clasificación de maderas y promover su uso en las empresas forestales.
3. Propiciar el intercambio de información entre las industrias forestales, principalmente en el manejo de la transformación primaria y capacidades para agregar valor a los productos forestales.
4. Facilitar a las industrias forestales el acceso a la información y tecnología para darle valor agregado a la madera.
5. Promover la integración de las plantaciones forestales como fuentes de materia prima, debido a que son la principal fuente de materia prima de las industrias forestales.
6. Fomentar el uso del Sistema Internacional de Unidades en la comercialización de los productos forestales, debido a que las industrias han manejado por muchos años como herramienta de medición el Pie Tablar.
7. Difundir entre las empresas forestales el rol y las actividades que desempeña la Dirección de Industria y Comercio de INAB, que tiene como objetivo fomentar el desarrollo foresto industrial.



# Referencias Bibliográficas

- AECOC, 2012.** Asociación Española de Codificación Comercial. “Logística Inversa Trazabilidad”. p. 5
- Arias, Francis; Instituto Universitario de Tecnología Valencia, Venezuela. Diciembre de 2009.** Aseguramiento de la Calidad I.
- Bolaños, E. (2012). Muestra y Muestreo.** Obtenido de [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/tizayuca/gestion\\_tecnologica/muestraMuestreo.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf).
- Brown, N. C. y J. S. Bethel. 1987.** “La industria maderera”. Editorial Limusa. México. 397 p.
- Coronel de Renolfi, M.; F. Díaz; G. Cardona y A. P. Ruiz. 2012.** “Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (Prosopis alba) en Santiago del Estero, Argentina”. Quebracho 20(1): 15-28.
- Gómez, Axel y Batres, Dante. 2001.** “Cálculo del rendimiento de madera en rollo a madera aserrada”. Plan de Acción Forestal para Guatemala / Instituto Nacional de Bosques - INAB. 31 p.
- Gutiérrez, Ediesummer, Moreno, Rubén Darío y Villota, Nelson. 2013.** “Guía de Cubicación de Madera No. 1”. Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER- Colombia / Gobernanza Forestal / Unión Europea. 44 p.
- Guzmán Herrera, Francisco Vinicio. 2014.** “Estudio de Rendimiento de la Inversión Yasmín, S.A.”. Sometido a aprobación ante el Instituto Nacional de Bosques – INAB. 17 p.
- INAB. 2003.** “Acuerdo de Gerencia No. 42-2003” Instituto Nacional de Bosques - INAB. 3 p.
- Jordán Zabaleta, Angel Leopoldo. 2014.** “Estudio de Rendimiento de la Industria Tapicera, S.A.”. Sometido a aprobación ante el Instituto Nacional de Bosques – INAB. 30 p.
- Manzanero, Manuel Antonio y Salazar, Adela. 2003.** “Estudio de Rendimiento del Aserrío de madera de la especie Caoba (Swietenia macrophylla) en la Concesión Forestal Unidad de Manejo San Andrés Petén -AFISAP- (USAID/ACOFOP/CONAP). 37 p.
- Manzanero, Manuel Antonio y Mansilla, Richard. 2004.** “Guía de cubicación y transporte forestal”. (CONAP/ INAB/USAID/CHEMONICS). 40 p.

- Meigs, Walter B., Charles B. Johnson y otros:** Contabilidad, la base para la toma de decisiones. México. Editorial Mc Graw Hill. 1981
- Quirós, R., O. Chinchilla, M. Gómez. 2005.** “Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales”. Instituto de Investigación y Servicios Forestales “INISEFOR”, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 29(2). 15 p.
- Real Academia de la Lengua Española, RAE, 2014.** Diccionario de la lengua española (DRAE) 23ª edición, publicada en octubre de 2014, disponible en: <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
- Reyes Gómez, Byron Enrique. 2012.** “Estudio de Rendimiento de Procesadora de Madera y Derivados, S.A.”. Sometido a aprobación ante el Instituto Nacional de Bosques – INAB. 39 p.
- Rodas Gonzalez, Angel Marco Tulio. 2001.** Tesis: “Evaluación del rendimiento y costo de operación del aprovechamiento forestal año 2001, en la Concesión Comunitaria de San Andrés, Petén”. Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC. 93 p.
- Seidel, Felix. 2012.** Trazabilidad de la Sustentabilidad: Estudio de las tecnologías electrónicas y semi-electrónicas de trazabilidad de maderas. Serie Técnica OIMT No.40, Organización Internacional de las Maderas Tropicales. 62 p.
- Villagrán, Wilfredo y Sandoval, Rudy Ottoniel. 2013.** “Determinación de línea base de tecnología utilizada por la industria de transformación primaria de la madera de la Región I Metropolitana”. Instituto Nacional de Bosques – INAB. 57 p.
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2007).** Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: Pearson Education.

# Anexos

### Boleta de Registro Cuantificación de muestras



Instituto Nacional de Bosques  
Más Bosques. Más Vida

NOMBRE DE LA EMPRESA: Las Palmeras	
REGISTRO RNF: 4321	Especie:
ENCARGADO: Sr. Manuel Rodas	Fecha: 28/10/2015

- Todas las medidas serán anotadas en centímetros enteros, sin aproximación
- Se medirá el largo total de la troza en metros (cuando aplique) y el diámetro sin corteza.
- Todas las medidas serán tomadas en valores enteros sin aproximación.
- Para el caso de otros productos forestales, se utilizarán las metodologías establecidas para cuantificación de productos forestales del INAB.

#### Muestra 1

##### Datos Producto Original

MADERA EN TROZA	Código	Diámetro menor (cm)		Diámetro mayor (cm)		D <sub>1</sub> (cm)	D <sub>2</sub> (cm)	Longitud (m)	Vol (m <sup>3</sup> )
		da	db	dc	de				
	B 93-4	46	47	58	49	0.465	0.535	3.79	0.747812916
<b>Total</b>									<b>0.7478</b>

##### Datos productos Resultantes

MADERA ASERRADA	Código	Producto	Cantidad	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Longitud (m)	Vol (m <sup>3</sup> )
	B 93-4	Madera aserrada	1	6	22	2.21	0.0292
	B 93-4	Madera aserrada	2	5	21	2.18	0.0458
	B 93-4	Madera aserrada	3	5	18	2.19	0.0591
	B 93-4	Madera aserrada	1	5	26	2.19	0.0285
	B 93-4	Madera aserrada	4	5	18	2.20	0.0792
	B 93-4	Madera aserrada	6	5	23	2.2	0.1518
	B 93-4	Madera aserrada	5	5	10	1.88	0.0470
	B 93-4	Madera aserrada	2	5	36	1.88	0.0677
	B 93-4	Madera aserrada	3	5	20	1.89	0.0567
B 93-4	Madera aserrada	5	5	21	1.89	0.0992	
<b>TOTAL</b>							<b>0.6642</b>

LEPA	Código	Producto	Cantidad	Altura (cm)	Ancho (cm)	Longitud (mts)	Vol (m <sup>3</sup> )
	B 93-4	Lepa/Leña	2.00	8.00	9.00	1.30	0.0107
							0.0000
							0.0000
							0.0000
							0.0000
<b>TOTAL</b>							<b>0.0107</b>

ASERRÍN	Código	Producto	Cantidad	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Longitud (mts)	Vol (m <sup>3</sup> )
	B 93-4	Aserrín	1.00	36.00	48.00	1.30	0.0831
							0.0000
							0.0000
							0.0000
							0.0000
<b>TOTAL</b>							<b>0.0831</b>

## Boleta 2. Resumen de Resultados y Análisis Estadístico



### RESUMEN DE PORCENTAJE DE RENDIMIENTO TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA MADERA

		Fecha:	28/10/2015
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Las Palmeras	CAPACIDAD INSTALADA ANUAL (m <sup>3</sup> ):	
DIRECCIÓN:			
REGISTRO RNF:	IF-4321	Especie:	<i>Pinus sp.</i>
ENCARGADO:	Sr. Manuel Rodas		
MAQUINARÍA A UTILIZAR:			
Sierra Principal: _____		Sierra Secundaria: _____	
Otro tipo de Máquina: _____			

Troza No.	Volumen en Troza (m <sup>3</sup> )	Volumen Madera Aserrada (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)	Volumen Lepa/Leña (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)	Volumen Aserrín (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)		
1	0.75	0.66	89%	0.01	1%	0.08	11%		
2	0.62	0.53	86%	0.004	1%	0.08	13%		
3	0.18	0.15	87%	0.01	8%	0.02	14%		
4	0.12	0.10	86%	0.02	16%	0.01	7%		
5	0.13	0.12	91%	0.01	5%	0.01	4%		
6	0.15	0.10	70%	0.04	24%	0.01	7%		
7	0.18	0.12	66%	0.06	31%	0.02	9%		
8	0.12	0.09	71%	0.01	12%	0.03	23%		
9	0.11	0.07	61%	0.02	15%	0.02	17%		
10	0.24	0.15	63%	0.07	30%	0.02	9%		
11	0.48	0.31	64%	0.10	21%	0.06	12%		
12	0.39	0.27	68%	0.06	15%	0.06	14%		
13	0.28	0.18	65%	0.05	18%	0.03	12%		
14	0.29	0.24	83%	0.06	22%	0.01	4%		
15	0.38	0.24	63%	0.08	22%	0.06	15%		
16	0.45	0.22	49%	0.12	26%	0.04	8%		
17	0.53	0.31	59%	0.18	35%	0.06	11%		
18	0.61	0.45	75%	0.10	16%	0.08	14%		
19	0.37	0.25	67%	0.15	40%	0.02	6%		
20	0.20	0.10	52%	0.06	29%	0.02	10%		
21	0.20	0.12	60%	0.04	21%	0.03	16%		
22	0.18	0.12	69%	0.06	32%	0.02	9%		
23	0.42	0.22	52%	0.14	33%	0.04	10%		
24	0.17	0.12	72%	0.04	26%	0.02	9%		
25	0.20	0.12	63%	0.08	39%	0.01	7%		
26	0.16	0.11	68%	0.06	37%	0.01	9%		
27	0.16	0.10	66%	0.04	25%	0.01	9%		
28	0.17	0.13	75%	0.08	45%	0.02	9%		
29	0.20	0.12	60%	0.04	21%	0.03	16%		
30	0.15	0.10	65%	0.04	30%	0.01	7%		
31	0.53	0.23	43%	0.09	16%	0.02	3%		
32	0.26	0.17	67%	0.07	26%	0.02	8%		
<b>RENDIMIENTO MEDIO</b>			<b>67.99%</b>	<b>RENDIMIENTO MEDIO</b>		<b>23.06%</b>	<b>RENDIMIENTO MEDIO</b>		<b>10.39%</b>

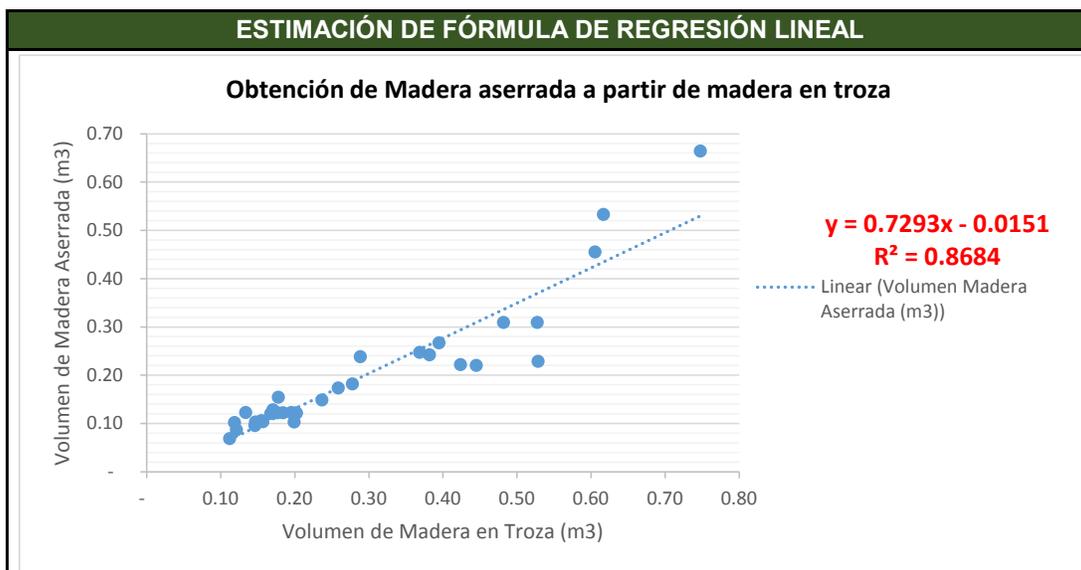


Instituto Nacional de Bosques  
Más Bosques. Más Vida

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO MADERA ASERRADA

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: MADERA ASERRADA	
Media	67.99%
Desviación estándar	11.60%
Número de muestras	32
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estandar de la Media Muestral	2.05%
Error de Muestreo	4.02%
Mediana	66.71%
Moda	59.98%
Rendimiento Mínimo	43.22%
Rendimiento Máximo	91.44%
Límite de confianza inferior	63.97%
Límite de confianza superior	72.01%

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
Coefficiente de correlación de pearson	<b>0.93</b>
Tipo de Correlación Negativa	No existe correlación Negativa
Tipo de Correlación Positiva	Positiva Muy Fuerte



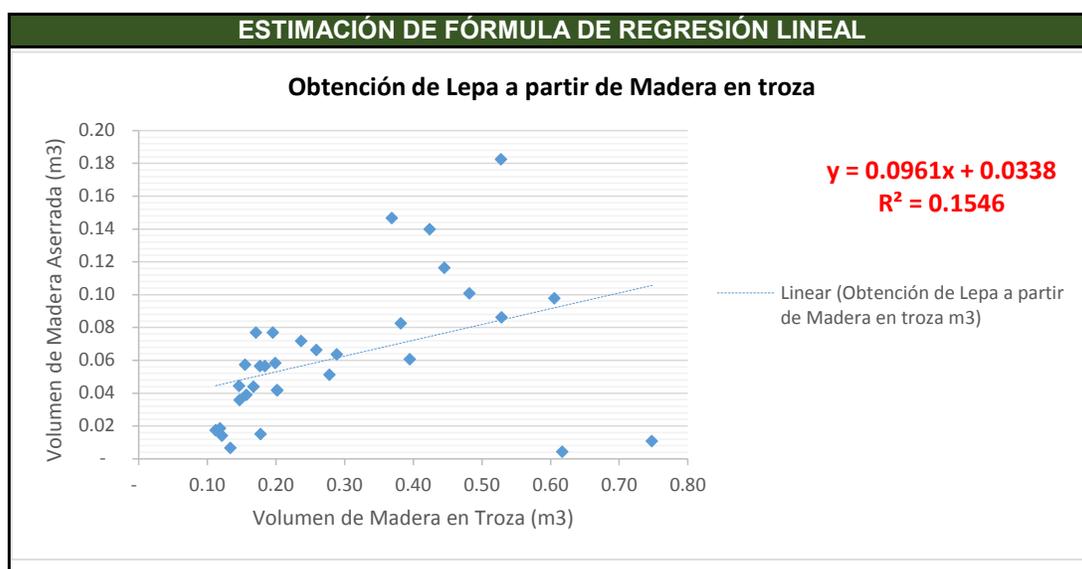


Instituto Nacional de Bosques  
Más Bosques. Más Vida

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO LEPA

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA SUBPRODUCTO: LEPA	
Media	23.06%
Desviación estándar	10.94%
Número de muestras	32
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estandar de la Media Muestral	1.93%
Error de Muestreo	3.79%
Mediana	23.13%
Moda	20.61%
Rendimiento Mínimo	0.70%
Rendimiento Máximo	45.04%
Límite de confianza inferior	19.27%
Límite de confianza superior	26.85%

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
Coefficiente de correlación de pearson	<b>0.39</b>
Tipo de Correlación Negativa	No existe correlación Negativa
Tipo de Correlación Positiva	Positiva Débil



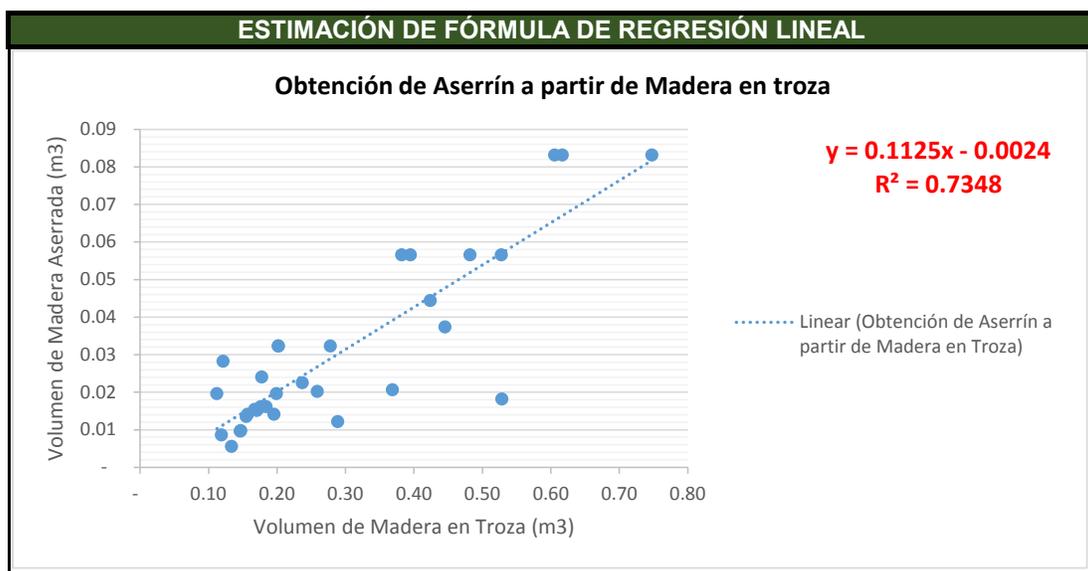


Instituto Nacional de Bosques  
Más Bosques. Más Vida

## ÁNÁLISIS ESTADÍSTICO ASERRÍN

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: ASERRÍN	
Media	10.39%
Desviación estándar	4.29%
Número de muestras	32
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estandar de la Media Muestral	0.76%
Error de Muestreo	1.49%
Mediana	9.35%
Moda	15.98%
Rendimiento Mínimo	3.44%
Rendimiento Máximo	23.30%
Límite de confianza inferior	8.90%
Límite de confianza superior	11.87%

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
Coefficiente de correlación de pearson	<b>0.86</b>
Tipo de Correlación Negativa	No existe correlación Negativa
Tipo de Correlación Positiva	Positiva Considerable



**Boleta 3. Flujo de Operaciones y Capacidad Instalada**

 <p style="text-align: center;"><b>Flujo de recorrido del proceso de transformación y capacidad instalada en la Industria Forestal de Guatemala</b></p>									
NOMBRE DE LA EMPRESA:		Las Palmeras							
REGISTRO RNF:		4321							
ENCARGADO:		Sr. Manuel Rodas			FECHA: 28/10/2015				
Instrucciones: Marque con una "x" cuando exista el proceso de acuerdo al tipo de actividad.									
				Simbología de las actividades					
				Almacenaje	Transporte	Operación	Inspección	Combinada	Demora
No	Actividad	Descisión	Descripción de actividad						
1	Inicio del proceso	Opción 1.	Inicia en Patio de trozas			x			
		Opción 2.	Inicia al pie de máquina de aserrar						
2	Traslado de troza	Opción 1.	Con cargador frontal		x				
		Opción 2.	Con fuerza humana						
3	Posicionamiento de troza a máquina de aserrar	Opción 1.	A transportador de trozas						
		Opción 2.	A carro de máquina de aserrar		x				
4	Aserrado de troza en máquina de aserrar	Opción 1.	En aserradero horizontal			x			
	Antigüedad (años):	Opción 2.	En aserradero vertical						
	Tipo energía:	Opción 3.	En aserradero de discos						
5	Inspección de la calidad de aserrado	Opción 1.	Verifica simetría de tabla aserrada					x	
		Opción 2.	No reviza la calidad						
6	Traslado de lepa a máquina optimizadora	Opción 1.	Por transportador de rodillo por gravedad						
		Opción 2.	Por transportador de rodillo mecanizado						
		Opción 3.	Con cargador frontal						
		Opción 4.	Por fuerza humana con pallet		x				

		Opción 5.	Por fuerza humana sin pallet						
7	Aserrado de Lapa en máquina optimizadora o para recuperación	Opción 1.	En sierra de cinta horizontal						
	Antigüedad (años):	Opción 2.	En sierra de banco			x			
	Tipo energía:	Opción 3.	No se asierra						
8	Traslado de madera aserrada a desorilladora	Opción 1.	Por transportador de rodillo por gravedad						
		Opción 2.	Por transportador de rodillo mecanizado		x				
		Opción 3.	Por fuerza humana con pallet						
		Opción 4.	Por fuerza humana sin pallet						
9	Dimensionado o desorillado de madera	Opción 1.	En sierra múltiple o multilamina						
	Antigüedad (años):	Opción 2.	En sierra horizontal de cinta						
	Tipo energía:	Opción 3.	En sierra desorilladora			x			
		Opción 4.	En sierra de banco						
10	Inspección de calidad de desorillado	Opción 1.	Verifica medidas de tabla aserrada					x	
		Opción 2.	No revisa la calidad						
11	Traslado de madera dimensionada o desorillada	Opción 1.	Por transportador de rodillo por gravedad						
		Opción 2.	Por transportador de rodillo mecanizado		x				
		Opción 3.	Por fuerza humana con pallet						
		Opción 4.	Por fuerza humana sin pallet						
12	Despuntado de madera aserrada	Opción 1.	En sierra de banco			x			
	Antigüedad (años):	Opción 2.	En sierra de péndulo						

	Tipo energía:	Opción 3.	En sierra de inglete						
13	Clasificación de madera aserrada <b>(puede marcar más de una casilla)</b>	Opción 1.	Clasificación de primera calidad				x		
		Opción 2.	Clasificación de segunda calidad				x		
		Opción 3.	Clasificación de tercera calidad				x		
		Opción 4.	Clasificación de piezas cortas						
		Opción 5.	No se clasifica						
14	Registro de madera aserrada y clasificada	Opción 1.	Registro para producción					x	
		Opción 2.	Registro para contabilidad y costos					x	
		Opción 3.	No se registra						
15	Traslado de madera aserrada a bodega	Opción 1.	Por transportador de rodillo por gravedad						
		Opción 2.	Por transportador de rodillo mecanizado						
		Opción 3.	Con cargador frontal						
		Opción 4.	Por fuerza humana con pallet					x	
		Opción 5.	Por fuerza humana sin pallet						
16	Almacenaje de madera o finalización del proceso del recorrido	Opción 1.	Se almacena empolinada al aire libre			x			
		Opción 2.	Se almacena empolinada bajo techo						
		Opción 3.	Se almacena en percha muerta						
17	Reporte de producción	Opción 1.	Se descargan las trozas del inventario de troza						
		Opción 2.	Se calcula el volumen de madera aserrada				x		
		Opción 3.	Se calcula el rendimiento de transformación						
		Opción 4.	Se reportan las horas hombre y horas máquinas por jornada de trabajo						

	Opción 5.	Se reporta la cantidad de madera clasificada				x		
	Opción 6.	Se carga al inventario de madera aserrada				x		
	Opción 7.	Se registra el cumplimiento de la meta de producción						

RESUMEN DEL RECORRIDO		
Símbolo	Actividad	Cantidad
▽	Almacenaje	0
→	Transportes	5
○	Operaciones	6
□	Inspecciones	6
◻	Combinadas	5
⊔	Demoras	0
Total de actividades:		22



## Análisis de tecnología en el proceso de transformación primaria de la madera

NOMBRE DE LA EMPRESA: Las Palmeras  
 REGISTRO RNF: 4321  
 ENCARGADO: Sr. Manuel Rodas FECHA:

Instrucciones: Coloque el porcentaje que utiliza de acuerdo a la fuente de energía.

Tipo de Fuente de Energía		
Monofásica	Trifásica	Planta
50%	0%	50%

Instrucciones: Coloque una "x" de acuerdo a la maquinaria de afiliado que posee en la Industria

Departamento de afilado						
Máquina para afilar sierras de banda	Máquina para afilar sierras de disco	Máquina para recalcar	Máquina para trabamiento	Máquina para tensionado	Máquina para soldadura	Máquina para estelitar
x		x	x	x		

Instrucciones: Coloque una "x" de acuerdo al mecanismo utilizado para el control de inventario

Mecanismos de control de inventario					
Numeración	Etiquetas	Pintura	Sistema de barras	Sellos	Otros
x		x			

ASPECTOS PONDERADOS						TOTAL DE TECNOLOGÍA
Transformación de Materia Prima	Máquinaria	Fuente de Energía	Almacenaje (Finalización)	Departamento de Afilado	Control de Inventarios	
82.00	80.00	25.00	50.00	57.14	66.67	<b>60</b>

Óptimo nivel de Tecnología	76-100
Aceptable nivel de Tecnología	51 - 75
Bajo nivel de Tecnología	26 - 50
Muy Bajo nivel de Tecnología	0 - 25



Para mayor información comunicarse al Instituto Nacional de Bosques

[www.inab.gob.gt](http://www.inab.gob.gt)

**Oficinas centrales**

7 av. 12-90 zona 13, Ciudad de Guatemala  
PBX: (502) 2321-2626

**Área de proyectos**

7 av. 6-80 zona 13, Ciudad de Guatemala  
PBX: (502) 2321-4646