



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA  
INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN  
I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB)**

**Rudy Ottoniel Sandoval Teo**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, septiembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA  
INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN  
I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**RUDY OTTONIEL SANDOVAL TEO**

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 de enero de 2013.



**Rudy Ottoniel Sandoval Teo**





Guatemala, 09 de julio de 2014.  
REF.EPS.DOC.722.07.14.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Rudy Ottoniel Sandoval Teo**, Carné No. **200516243** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB-**.

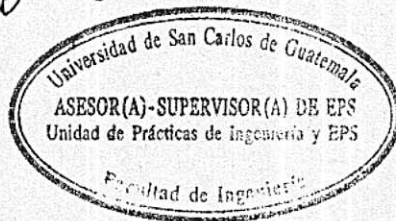
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra





FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de julio de 2014.  
REF.EPS.D.353.07.14

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB-**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Rudy Ottoniel Sandoval Teo** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra





REF.REV.EMI.096.014

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB-**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Ottoniel Sandoval Teo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2014.

/mgp



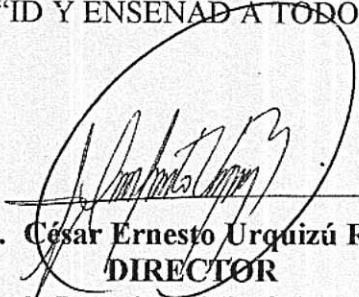


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.181.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB-**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Ottoniel Sandoval Teo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2014.

/mgp



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 493.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB)**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Ottoniel Sandoval Teo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 22 de septiembre de 2014

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por bendecir mi vida, darme la sabiduría y la fortaleza todos estos años, para poder culminar esta etapa de mi vida.
- Mis padres** Marco Antonio Sandoval y Nohemi Teo de Sandoval, por su amor, por darme la oportunidad y brindarme los medios necesarios para realizar mis estudios, por ser mi apoyo en todo momento, por sus sabios consejos y por ser mis primeros maestros.
- Mis hermanos** Marco Arnoldo, Deysi y Rebeca Sandoval, por su amor y apoyo incondicional.
- Mis abuelos** Florinda Berganza, Vicente Teo y Telma Mendoza, por su amor y sus sabios consejos que han ayudado a formar mi vida.
- Mi novia** Emelyn Medina, por su amor y apoyo incondicional y por su motivación.
- Mis amigos** Por su amistad, por sus palabras de motivación y apoyo, y por todos los momentos que compartimos durante mi carrera.



**Mi compañero de EPS**

Erick Chamorro, por su amistad y apoyo demostrado.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa de estudios de la formación profesional e integral de mi carrera.
<b>INAB Guatemala</b>	Por darme la oportunidad y por su colaboración para haber llevado a cabo mi Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Región I, Metropolitana</b>	Del INAB Guatemala, por el apoyo y colaboración brindados para la realización de este trabajo.
<b>Servicios Generales</b>	Del INAB Guatemala, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Jaime Batten, por el apoyo y asesoramiento, por compartir de sus conocimientos para la realización de mi trabajo de graduación.
<b>Mi supervisor de EPS</b>	Ing. Wilfredo Villagran, por contribuir en gran manera con sus conocimientos para el desarrollo de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. GENERALIDADES DEL INAB GUATEMALA.....	1
1.1. Aspectos generales .....	1
1.1.1. Fundación del INAB.....	1
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Misión .....	2
1.1.4. Objetivos.....	3
1.1.5. Organigrama del INAB Guatemala .....	4
1.1.5.1. Dirección de Industria y Comercio Forestal.....	5
1.1.5.1.1. Objetivo .....	5
1.1.5.1.2. Funciones.....	5
1.1.5.1.3. Organigrama interno.....	6
2. DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INAB GUATEMALA .....	7
2.1. Situación actual de la Industria Forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala .....	7



2.1.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	7
2.1.1.1.	ZOOP .....	7
2.1.2.	Línea base de tecnología .....	13
2.1.2.1.	Población de industrias forestales de transformación primaria de la Región I Guatemala.....	13
2.1.2.2.	Diseño de la muestra .....	15
2.1.2.3.	Selección de las industrias forestales de transformación primaria de la muestra .....	16
2.1.2.4.	Consulta de antecedentes a las industrias forestales de transformación primaria seleccionadas de la muestra .....	19
2.1.2.5.	Aspectos a evaluar en la industria forestal de transformación primaria.....	20
2.1.2.5.1.	Abastecimiento de materia prima .....	20
2.1.2.5.2.	Transformación de materia prima .....	20
2.1.2.5.3.	Maquinaria .....	21
2.1.2.5.4.	Fuentes de energía .....	21
2.1.2.5.5.	Áreas de proceso .....	21
2.1.2.5.6.	Mercado destino.....	21
2.1.2.5.7.	Recursos humanos .....	22
2.1.2.5.8.	Seguridad industrial .....	22
2.1.2.6.	Diseño de los instrumentos de información.....	22

	2.1.2.6.1.	Boleta de información...	22
2.1.2.7.		Validación de los instrumentos de información .....	24
2.1.2.8.		Fase de campo en industrias forestales de transformación primaria... ..	25
2.1.2.9.		Procesamiento de datos .....	27
2.1.2.10.		Análisis de resultados.....	27
	2.1.2.10.1.	Abastecimiento de materia prima.....	27
	2.1.2.10.2.	Transformación de materia prima.....	34
	2.1.2.10.3.	Maquinaria.....	40
	2.1.2.10.4.	Fuentes de energía .....	48
	2.1.2.10.5.	Áreas de proceso .....	49
	2.1.2.10.6.	Mercado destino .....	51
	2.1.2.10.7.	Recursos humanos.....	52
	2.1.2.10.8.	Seguridad industrial.....	54
2.1.2.11.		Determinación y análisis del nivel de tecnología de la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala .....	55
	2.1.2.11.1.	Nivel de tecnología de la Región Metropolitana.....	59
2.2.		Propuesta de mejora .....	62
2.2.1.		Lineamientos tecnológicos de una industria forestal modelo de transformación primaria.....	62



2.2.2.	Salto tecnológico para la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala.....	65
2.2.3.	Propuesta de mejora para la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala.....	66
2.2.3.1.	Abastecimiento de materia prima .....	66
2.2.3.2.	Transformación de materia prima.....	71
2.2.3.2.1.	Aserrío principal .....	72
2.2.3.2.2.	Aserrío secundario .....	74
2.2.3.2.3.	Clasificación y almacenado de productos de madera ....	76
2.2.3.3.	Maquinaria.....	81
2.2.3.4.	Fuentes de energía .....	86
2.2.3.4.1.	Energía eléctrica .....	86
2.2.3.4.2.	Planta eléctrica.....	87
2.2.3.5.	Áreas de proceso .....	89
2.2.3.5.1.	Manuales de procedimiento.....	92
2.2.3.5.2.	Registros y control .....	92
2.2.3.6.	Mercado destino.....	92
2.2.3.6.1.	Búsqueda de nuevos mercados .....	93
2.2.3.7.	Recursos humanos .....	97
2.2.3.7.1.	Personal operativo .....	97
2.2.3.7.2.	Personal administrativo .....	97
2.2.3.8.	Seguridad industrial.....	98

	2.2.3.8.1.	Equipo de protección personal.....	98
	2.2.3.8.2.	Accesorios de seguridad para maquinaria.....	106
	2.2.3.8.3.	Equipo de lucha contra incendios .....	109
	2.2.3.8.4.	Señalización .....	112
	2.2.4.	Análisis de costos .....	115
3.		PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL ÁREA DE PROYECTOS DEL INAB GUATEMALA (CINFOR, COMUNICACIÓN SOCIAL, UICN, GFP, DIRECCIÓN DE INDUSTRIA Y COMERCIO FORESTAL, AUDITORÍA INTERNA, VIVERO CENTRAL, PAFG, SALÓN DE REUNIONES Y ÁREA DE BOMBAS) .....	117
	3.1.	Marco teórico.....	117
	3.1.1.	Ahorro energético .....	117
	3.1.2.	Factores que influyen en el consumo de energía eléctrica .....	119
	3.1.3.	Porcentajes de ahorro energético estimado .....	121
	3.1.4.	Consumo fantasma de energía eléctrica .....	122
	3.2.	Situación actual de las oficinas.....	124
	3.2.1.	Consumo anual de energía eléctrica de los últimos cinco años .....	124
	3.2.2.	Variación del precio de la energía eléctrica en los últimos años.....	126
	3.2.3.	Inventario de los equipos e instalaciones consumidores de energía eléctrica .....	127



3.2.4.	Encuesta sobre los hábitos de consumo de los trabajadores .....	130
3.2.4.1.	Resultados .....	132
3.2.5.	Indicador.....	134
3.3.	Propuesta de mejora .....	134
3.3.1.	Plan de mejora al consumo de energía eléctrica... ..	135
3.3.1.1.	Áreas de mejora .....	135
3.3.1.2.	Objetivos .....	136
3.3.1.3.	Medidas para reducción del consumo de energía eléctrica .....	136
3.3.1.3.1.	Iluminación .....	136
3.3.1.3.2.	Equipos y aparatos eléctricos .....	141
3.3.1.3.3.	Climatización.....	145
3.3.1.4.	Tabla resumen .....	147
3.3.2.	Rotulación y señalización .....	149
3.3.3.	Ahorro estimado de energía eléctrica.....	151
4.	CAPACITACIÓN AL PERSONAL DEL ÁREA DE PROYECTOS DEL INAB GUATEMALA EN EL TEMA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	153
4.1	Capacitación al personal del área de proyectos del INAB Guatemala.....	153
4.1.1	Planificación de capacitaciones.....	153
4.1.2	Programación de capacitaciones .....	155
4.1.3	Metodología.....	156
4.1.3.1	Talleres teóricos .....	156
4.1.4	Técnica de evaluación.....	156
4.1.4.1	Cuestionarios de selección múltiple ...	157

4.1.4.2	Retroalimentación.....	158
4.1.5	Resultados de la capacitación .....	158
	CONCLUSIONES .....	161
	RECOMENDACIONES.....	165
	BIBLIOGRAFÍA.....	167
	APÉNDICE.....	169
	ANEXOS.....	203





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama del INAB Guatemala .....	4
2.	Organigrama interno de la Dirección Industria y Comercio Forestal.....	6
3.	Árbol de problemas.....	8
4.	Árbol de objetivos .....	9
5.	Análisis de alternativas .....	10
6.	Mapa de regiones de Guatemala.....	14
7.	Especies procesadas.....	28
8.	Forma de ingreso de materia prima .....	29
9.	Frecuencia de abastecimiento .....	30
10.	Origen de la materia prima.....	31
11.	Control de calidad realizado.....	32
12.	Defectos de la materia prima .....	33
13.	Tipo de producción .....	35
14.	Tamaño de industria .....	37
15.	Porcentaje de volumen de productos.....	37
16.	Porcentaje de desechos.....	39
17.	Destino de desechos .....	39
18.	Taller propio de afiladuría .....	43
19.	Sistema de evacuación de desperdicios.....	45
20.	Maquinaria por tipo de aserrío .....	48
21.	Fuentes de energía.....	49
22.	Porcentaje de industrias que poseen áreas de proceso .....	50
23.	Porcentaje de industrias que cuentan con registros y controles .....	51

24.	Destino de productos.....	52
25.	Recurso humano .....	53
26.	Industrias que capacitan a su personal operativo.....	54
27.	Aspectos de seguridad industrial.....	55
28.	Nivel de tecnología de la industria primaria .....	61
29.	Salto de tecnología.....	66
30.	Vista en planta de aserradero.....	69
31.	Apilado de trozas.....	70
32.	Volteo de trozas.....	72
33.	Medición de espesor de madera aserrada .....	74
34.	Recuperación de desechos .....	76
35.	Almacenado de productos de madera.....	79
36.	Estiba de madera aserrada .....	81
37.	Áreas de una industria forestal primaria .....	90
38.	Layout de la industria forestal primaria .....	91
39.	Tipos de canal de distribución .....	96
40.	Accesorio de seguridad para sierra de banco .....	108
41.	Ubicación de extintores .....	111
42.	Historial de consumo de energía eléctrica.....	126
43.	Variación de precios de tarifas .....	127
44.	Cuestionario sobre hábitos de consumo energético.....	131
45.	Utilización de los equipos de oficina.....	133
46.	Hábitos de consumo.....	134
47.	Iluminación .....	149
48.	Configuración de ahorro .....	150
49.	Apagar equipo .....	150
50.	Cuestionario ahorro energético .....	157
51.	Resultado de evaluación .....	159



## TABLAS

I.	Matriz de marco lógico.....	11
II.	Resultados de cálculo de muestra.....	16
III.	Proporción de industrias por municipio de la Región I.....	17
IV.	Industrias forestales de transformación primaria a visitar.....	18
V.	No. de industrias por municipio, visitadas en el operativo de campo..	26
VI.	Rango de abastecimiento de materia prima.....	29
VII.	Precios de la materia prima.....	34
VIII.	Clasificación de industria forestal primaria.....	36
IX.	Sistema de alimentación del patio a maquinaria principal.....	41
X.	Programa de mantenimiento general.....	42
XI.	Frecuencia de cambio de sierra de cinta.....	44
XII.	Industrias que presentaron estudios de rendimiento al INAB.....	46
XIII.	Maquinaria.....	47
XIV.	Ponderación de aspectos.....	56
XV.	Ponderación de subfactores.....	57
XVI.	Resultados de calificación.....	59
XVII.	Lineamientos tecnológicos de la industria forestal primaria.....	62
XVIII.	Recuperación de piezas aprovechables.....	75
XIX.	Codificación de productos de madera aserrada.....	77
XX.	Calidad de productos de madera aserrada.....	78
XXI.	Maquinaria y sus características.....	82
XXII.	Productos de madera.....	93
XXIII.	Precios de productos de madera.....	94
XXIV.	Número de empleados administrativos.....	98
XXV.	Código de colores.....	114
XXVI.	Análisis de costos del proyecto.....	115
XXVII.	Porcentajes de ahorro energético.....	121

XXVIII.	Consumo vampiro de aparatos eléctricos.....	123
XXIX.	Historial de consumo energético .....	124
XXX.	Resumen de inventario de fuentes de consumo eléctrico .....	128
XXXI.	Tabla resumen.....	130
XXXII.	Tipo de luminaria .....	137
XXXIII.	Ahorro estimado .....	138
XXXIV.	Vida media y útil de luminaria.....	140
XXXV.	Funciones de ahorro de energía.....	144
XXXVI.	Medidas para reducción de consumo de energía eléctrica.....	148
XXXVII.	Ahorro estimado de kWh .....	151
XXXVIII.	Costos de plan de ahorro energético.....	152
XXXIX.	Programación de capacitaciones.....	155

## GLOSARIO

<b>Apilado de madera</b>	Forma de colocar la madera aserrada, para facilitar su manipulación, secado, curado y almacenaje.
<b>Aserradero</b>	Industria forestal que procesa madera en rollo procedente del bosque y que luego transforma en productos semielaborados como: tablas, tablonos, palillos, durmientes, vigas, en general madera aserrada.
<b>Capacidad instalada</b>	Es el conjunto de elementos de la industria (aserradero), que permiten cierta productividad. Estos elementos de la industria están conformados por los recursos físicos: maquinaria, equipo, terreno, edificaciones y energía eléctrica entre otros.
<b>Conicidad</b>	Es la relación que existe entre la diferencia entre dos diámetros de un tronco de cono y su altura.
<b>Coníferas</b>	Árboles del orden de las gimnospermas, caracterizado por sus frutos en forma de conos y sus hojas en forma de agujas o acículas y también en forma de escamas. Son de hoja perenne, es decir permanente con hojas todo el año.



<b>Fenda superficial</b>	Ruptura de la madera a lo largo de las fibras.
<b>Fuste</b>	Eje principal del tallo leñoso de un árbol, desde el punto en que brota del suelo hasta que se interrumpe su desarrollo lineal.
<b>Industria de transformación primaria</b>	Está constituida principalmente por aserraderos cuya función principal es transformar la materia prima forestal (madera rolliza) en madera aserrada.
<b>Industria forestal</b>	Es la empresa cuyo objetivo principal es la transformación de materia prima forestal, utilizando para el efecto la maquinaria y equipo específico.
<b>Latifoliados</b>	Árboles de maderas preciosas o de color, generalmente de hoja ancha.
<b>Madera estufada</b>	Madera que ha sido sometida a un proceso de secado completo. Esta madera usualmente tiene una humedad de entre un 6 % y un 8 %, haciéndola significativamente más seca que la madera recién aserrada o secada al aire.
<b>Rendimiento</b>	Es la relación entre el volumen total de una troza y el volumen total de los productos aserrados que de ella se obtienen. Este se puede expresar en m <sup>3</sup> , p <sup>3</sup> o en porcentaje.

## RESUMEN

El contenido del documento que se presenta a continuación corresponde al trabajo de graduación realizado en el INAB Guatemala, específicamente en la Región I Metropolitana. En el mismo se presenta un informe completo sobre las tres fases que conforman el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, las cuales son: fase de Servicio Técnico-Profesional, fase de Investigación y finalmente fase de Docencia.

En la fase de Servicio Técnico-Profesional se dará a conocer la metodología empleada para conocer la situación actual de la industria forestal de transformación primaria; desde el levantamiento de información de los aspectos de mayor relevancia, a las industrias de transformación primaria en la Región Metropolitana, mediante la visita y entrevista que se realice al encargado y personal de la misma; hasta la determinación de la línea base de tecnología en este tipo de industria. Seguidamente se proponen mejoras y se dan a conocer recomendaciones para optimizar el nivel tecnológico de la región.

En la fase de Investigación se diseñará un plan de ahorro de energía eléctrica para las oficinas de CINFOR, Comunicación Social, UICN, GFP, Dirección de Industria y Comercio Forestal, Auditoría Interna, Vivero Central, PAFG, Salón de Reuniones y Área de Bombas del Área de Proyectos del INAB Guatemala; en donde se darán a conocer aspectos sobre el consumo, así como la descripción de diversas medidas para disminuir del consumo de este recurso energético.

Y finalmente en la fase de Docencia se impartirán capacitaciones al personal del Área de Proyectos del INAB Guatemala, con el tema de ahorro de energía eléctrica para dar a conocer los aspectos más relevantes de los resultados obtenidos a partir de la fase de investigación, con el fin de crear conciencia en los empleados sobre el uso del recurso energético.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la línea base de tecnología utilizada por la industria forestal de transformación primaria de la Región I Metropolitana; para conocer la situación actual en la que se encuentra.

### **Específicos**

1. Conocer la metodología empleada para levantar la información de los aspectos a evaluar en las industrias forestales de transformación primaria.
2. Identificar los indicadores de mayor relevancia de los aspectos evaluados en las industrias de transformación primaria de la Región I Guatemala.
3. Conocer la definición de línea base, como metodología de investigación.
4. Identificar algunos de los lineamientos más importantes que debe poseer una industria forestal de transformación primaria, con un nivel de tecnología óptimo.
5. Elaborar la propuesta de mejora para las industrias forestales de transformación primaria de la Región I Guatemala, para que puedan implementar cambios y mejorar su nivel de tecnología actual.

6. Realizar un plan de ahorro de energía eléctrica para el Área de Proyectos del INAB Guatemala (CINFOR, Comunicación Social, UICN, GFP, Dirección de Industria y Comercio Forestal, Auditoría Interna, Vivero Central, PAFG, Salón de Reuniones y Área de Bombas).
  
7. Capacitar al personal del Área de Proyectos del INAB Guatemala en el tema de ahorro de energía eléctrica.

## INTRODUCCIÓN

Guatemala ofrece condiciones muy adecuadas a la industria forestal para la manufactura de productos madereros, ya que el país cuenta con gran variedad de especies con la calidad requerida para satisfacer los mercados locales e internacionales. La madera es el producto final de los bosques y para ello tenemos que darle un uso adecuado para poder darle un aprovechamiento sostenible.

Por ello es indispensable para la industria forestal, en este caso para la industria de la Región I o Metropolitana, y para las entidades encargadas de regular sus operaciones (INAB) tener un estudio de una línea base de tecnología que permita conocer el nivel de tecnología que posee este sector de la industria guatemalteca; con el fin de crear conciencia, incentivar cambios y mejorar las condiciones para un adecuado y eficiente aprovechamiento de los recursos forestales disponibles.

En lo que se refiere a factores creados, existen oportunidades de mejora significativas en cuanto a tecnología de aserrío, calidad del recurso humano, procesos productivos, maquinaria y equipo industrial para la creación de productos madereros con un valor agregado. Por lo que es importante una gestión o manejo forestal sostenible del bosque, que permita alcanzar objetivos predeterminados que persiguen la protección del patrimonio forestal del país sin olvidar la producción forestal.





# **1. GENERALIDADES DEL INAB GUATEMALA**

## **1.1. Aspectos generales**

En el presente capítulo se dan a conocer aspectos importantes del INAB Guatemala, entre los cuales se encuentra una breve reseña histórica de la fundación de la institución, misión, visión, objetivos y estructura de la organización.

### **1.1.1. Fundación del INAB**

El 4 de diciembre de 1996, se publicó en el Diario Oficial de Guatemala la nueva Ley Forestal, Decreto Legislativo No. 101-96. En esta Ley se ordena la creación del Instituto Nacional de Bosques (INAB), como una entidad estatal, autónoma, descentralizada, con personalidad jurídica, patrimonio propio e independencia administrativa, como el órgano de dirección y autoridad competente del sector público agrícola, en materia forestal.

Las atribuciones del Instituto Nacional de Bosques entre otras se pueden mencionar:

- Ejecutar las políticas forestales que cumplan con los objetivos de la ley.
- Promover y fomentar el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenible de los bosques, la reforestación, la industria y la artesanía forestal, basada en los recursos forestales y la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

- Impulsar la investigación para la resolución de problemas de desarrollo forestal a través de programas ejecutados por universidades y otros entes de investigación.
- Coordinar la ejecución de programas de desarrollo forestal a nivel nacional.
- Otorgar, denegar, supervisar, prorrogar y cancelar el uso de las concesiones forestales, de las licencias de aprovechamiento de productos forestales, fuera de las áreas protegidas.

### **1.1.2. Visión**

“El Instituto Nacional de Bosques es un líder modelo de modernización y administración pública, reconocida inicialmente se contribución en acción de promoción gestión y concientización para el desarrollo sostenible del sector forestal de Guatemala, propiciando una mejora en la economía y calidad de vida de su población.”

### **1.1.3. Misión**

“Ejecutar y promover las políticas forestales nacionales y facilitar el acceso a asistencia técnica, tecnología y servicios forestales a silvicultores, municipalidades, universidades, grupos de inversionistas nacionales e internacionales y otros actores del sector forestal mediante el diseño e impulso de estrategias y acciones que generen un mayor desarrollo económico, ecológico y social del país.”

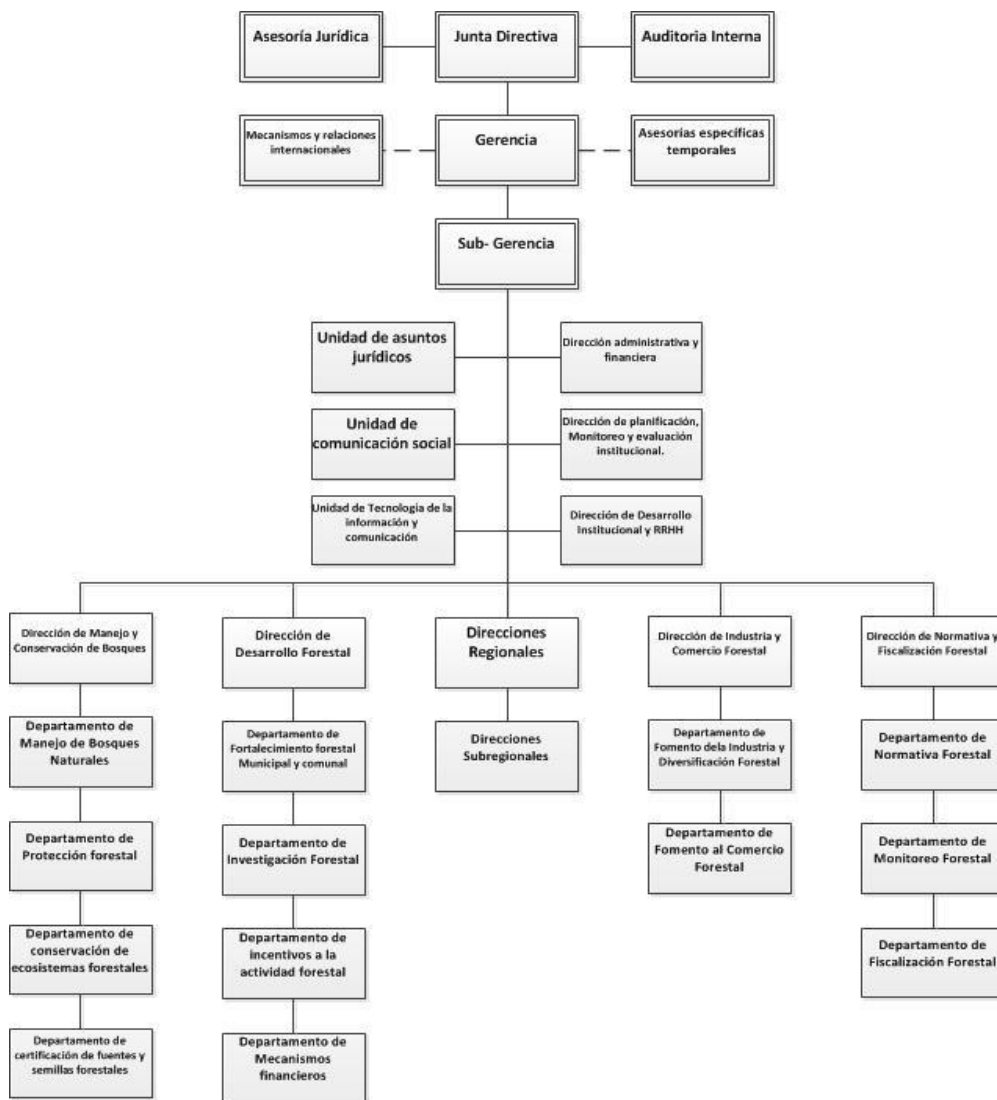
#### **1.1.4. Objetivos**

- Reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, a través del incremento de uso de la tierra de acuerdo con su vocación y sin omitir las propias características de suelo, topografía y el clima;
- Promover la reforestación de áreas forestales actualmente sin bosque, para proveer al país de los productos forestales que requiera;
- Incrementar la productividad de los bosques existentes, sometiéndolos a manejo racional y sostenido de acuerdo a su potencial biológico y económico, fomentando uso de sistemas y equipos industriales que logren el mayor valor agregado a los productos forestales;
- Apoyar, promover e incentivar la inversión pública y privada en actividades forestales para que se incremente la producción, comercialización, diversificación, industrialización y conservación de los recursos forestales;
- Conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva;
- Propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades al aumentar la provisión de bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer las necesidades de leña, vivienda, infraestructura rural y alimentos.

### 1.1.5. Organigrama del INAB Guatemala

La figura 1 da a conocer la estructura del INAB Guatemala, en ella se muestra cada una de las unidades o direcciones que los conforman:

Figura 1. Organigrama del INAB Guatemala



Fuente: INAB Guatemala.



### **1.1.5.1. Dirección de Industria y Comercio Forestal**

A continuación se presentan los objetivos, organigrama interno y sus actividades o funciones, de la Dirección de Industria y Comercio Forestal, que es el departamento en donde se llevó a cabo el Ejercicio Profesional Supervisado.

#### **1.1.5.1.1. Objetivo**

Fomentar el desarrollo, la modernización y la integración eficaz de la producción, la industrialización y el comercio de productos forestales orientado a satisfacer los mercados nacional e internacional.

#### **1.1.5.1.2. Funciones**

Dirección de Industria y Comercio:

- Coordina el establecimiento y operación del sistema de información de industria y comercio forestal (SIICF).
- Coordina las alianzas necesarias para promover la vinculación bosque-industria-mercados.
- Gestiona capacitación en innovación industrial, competitividad y gestión empresarial.
- Coordina y supervisa la ejecución de acciones de la dirección.

Departamento de Industria y Diversificación Forestal:

- Genera y divulga información del nivel de tecnología utilizada, rendimientos y productos de la industria nacional.
- Genera y divulga información sobre polos potenciales de desarrollo foresto-industrial.

- Genera y divulga información sobre tecnología, procesos de transformación y diseño de productos forestales disponibles a nivel internacional.

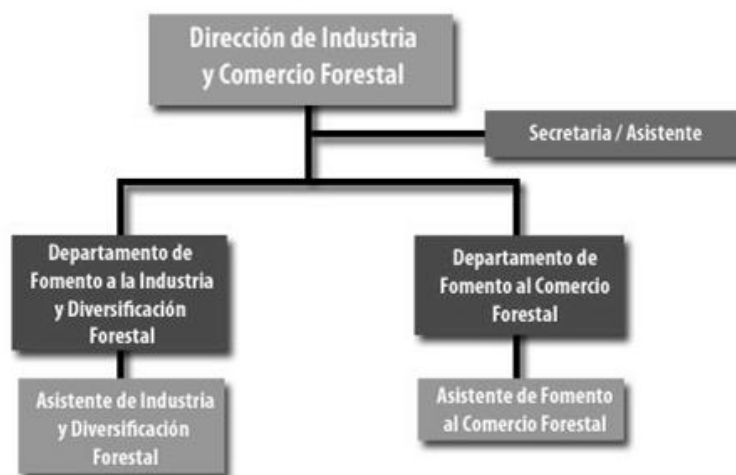
Departamento de Fomento al Comercio:

- Genera y divulga información estratégica sobre oferta y demanda de productos forestales a nivel local, regional y nacional.
- Analiza y divulga información del mercado internacional de productos forestales y servicios ambientales
- Identifica, prioriza y genera la información necesaria para promover encadenamientos productivos.

### 1.1.5.1.3. Organigrama interno

La Dirección de Industria y Comercio Forestal posee un organigrama interno, el cual muestra los departamentos que lo componen (ver figura 2).

Figura 2. **Organigrama interno de la Dirección Industria y Comercio Forestal**



Fuente: INAB Guatemala.

## **2. DETERMINACIÓN DE LÍNEA BASE DE TECNOLOGÍA UTILIZADA POR LA INDUSTRIA FORESTAL DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN I GUATEMALA, EN EL INAB GUATEMALA**

### **2.1. Situación actual de la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala**

Para conocer la situación actual de la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala se realizó un diagnóstico de la situación actual de la región, seguidamente se utilizó la línea base como metodología para definir la población de estudio, diseñar y seleccionar la muestra y determinar los instrumentos para levantar la información para luego procesarla, presentarla por medio de gráficos, tablas, etc., y analizar los resultados; con el objetivo de determinar cómo se encuentra la industria primaria en la región.

#### **2.1.1. Diagnóstico de la situación actual**

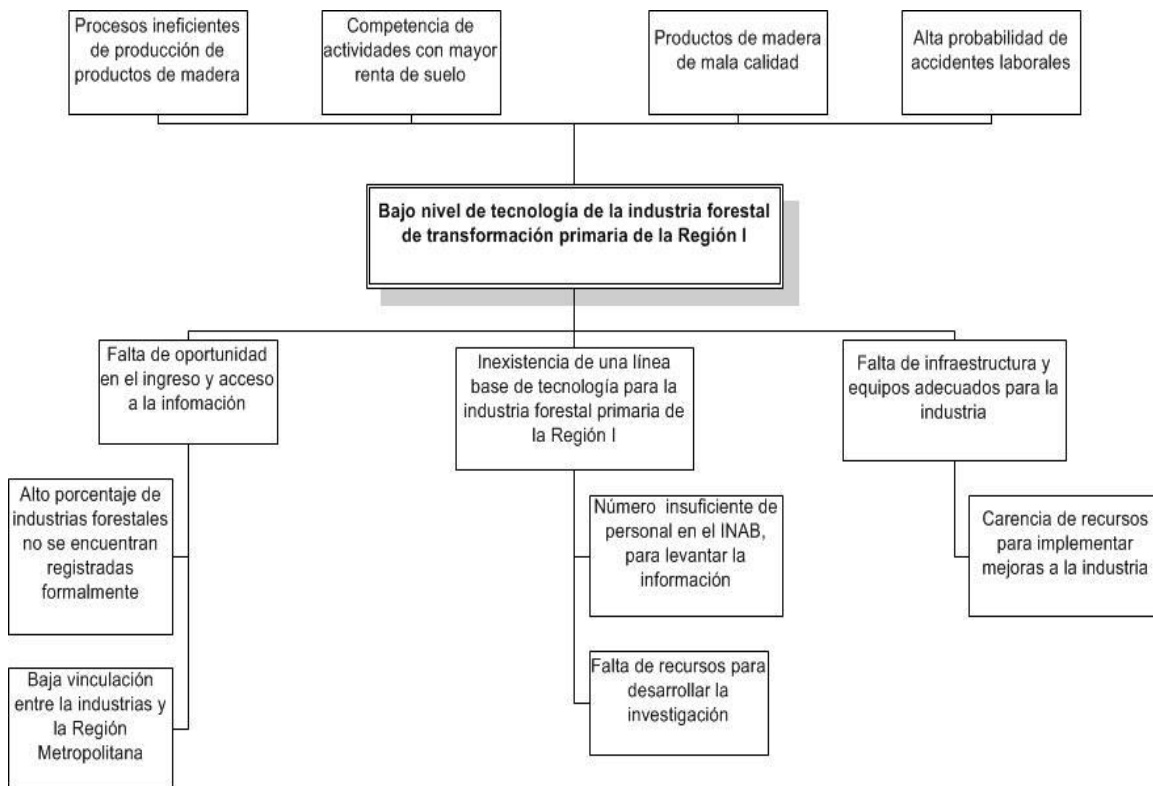
El diagnóstico de la situación actual de la industria forestal se llevó a cabo por medio de un ZOOP en el cual se da a conocer el problema principal a abordar con el presente proyecto de EPS.

##### **2.1.1.1. ZOPP**

Para desarrollar el contenido de la planificación de proyectos orientada a objetivos se llevó a cabo una reunión, para la cual asistieron el estudiante epesista, el encargado de comercio y técnicos de la Región Metropolitana del INAB; por medio de una lluvia de ideas, cada uno de los participantes dio a

conocer sus ideas referentes al tema en discusión, seguidamente se procedió a realizar el árbol de problemas:

Figura 3. **Árbol de problemas**

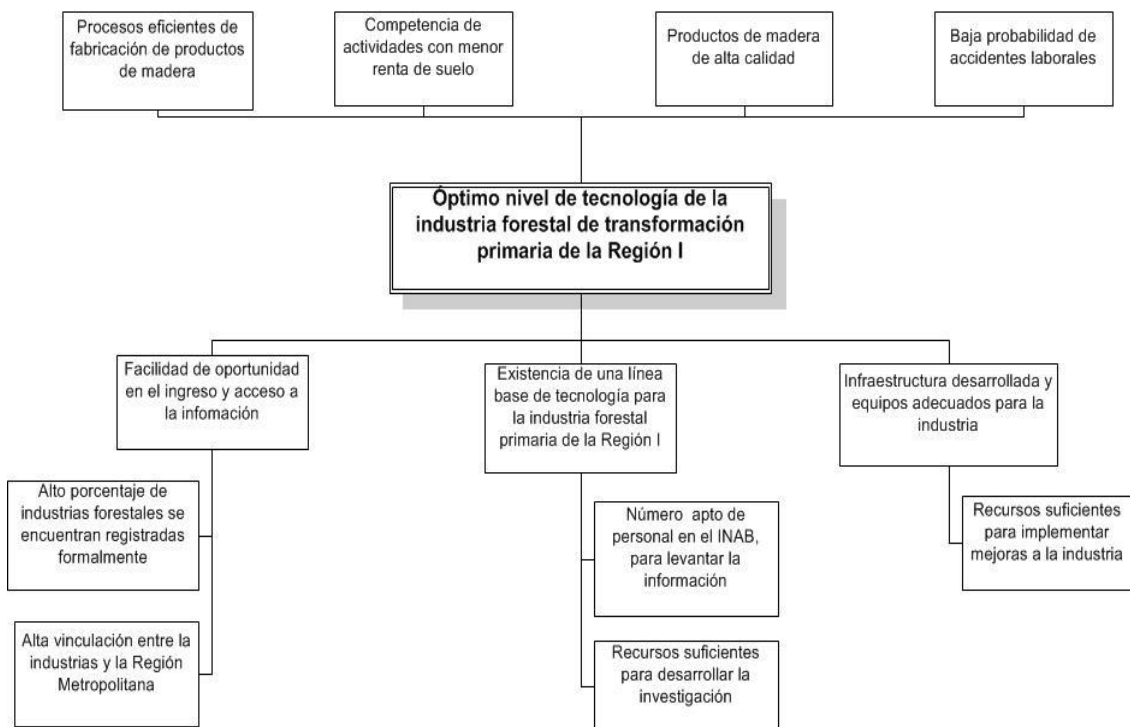


Fuente: elaboración propia.

Luego partiendo del árbol de problemas, se procedió a elaborar el árbol de objetivos, el cual se muestra en la siguiente figura:



Figura 4. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta el alcance limitado de los instrumentos disponibles, se determina según deliberación y estimaciones de corto beneficio, las alternativas:

Figura 5. **Análisis de alternativas**

<b>ALTERNATIVAS</b>		
<b>ALTERNATIVA 1</b>	<b>ALTERNATIVA 2</b>	<b>ALTERNATIVA 3</b>
Realización de constantes monitoreos a las industrias, actualización de la base de datos del SIREF e INAB, establecimiento de medios que faciliten las realciones entre industria e INAB, inscripción y actualización de industrias.	Desarrollo una línea base de tecnología para la indsutria forestal primaria, identificación de aspectos importantes, conocimiento de condiciones y definición de lineamientos tecnológicos que debe poseer la industria.	Costrucción de áreas necearias para proceso de aserrío primario, distribución adecuada de las áreas de proceso, compra de maquinaria y equipo eficiente para el trabajo, compra de equipo para proteger al trabajador y para combatir incendios.

Fuente: elaboración propia.

De las alternativas antes descritas, en conjunto con el estudiante epesista y el encargado de comercio, se seleccionó la alternativa 2 como la más adecuada. Una vez seleccionada la alternativa, se procedió a elaborar la matriz de planificación del proyecto, la cual contiene información importante sobre el mismo, relacionada mutua y lógicamente.

Tabla I. **Matriz de marco lógico**

<b>RESUMEN</b>	<b>INDICADORES VERIFICABLES</b>	<b>FUENTES DE VERIFICACIÓN</b>	<b>SUPOSICIONES IMPORTANTES</b>
<p><b><u>Objetivo general:</u></b></p> <p>Mejorar el nivel de tecnología de la industria forestal de transformación primaria de región I</p>	<p>Productos de madera de alta calidad, reducción de accidentes laborales, mejor aprovechamiento de los recursos, maquinaria y equipo en buenas condiciones, mayor valor agregado de los productos de madera.</p>	<p>Herramientas de control de calidad, documentos de registro de accidentes, registros de ingresos y egresos, precios de los productos de madera.</p>	<p>Recursos necesarios para implementar mejoras en las industrias, apoyo por parte de las entidades gubernamentales (INAB), información detallada y verídica de las industrias.</p>
<p><b><u>Objetivo del proyecto:</u></b></p> <p>Determinación de la línea base de tecnología de la industria forestal de transformación primaria de la Región I</p>	<p>Aspectos a evaluar en las industrias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento de materia prima: especies procesadas, volumen y frecuencia de ingreso por mes, etc.</li> <li>• Transformación de materia prima: tipo de producción, productos y volumen elaborado por mes.</li> <li>• Maquinaria: antigüedad y tipo de maquinaria.</li> <li>• Fuentes de energía: tipo de fuente de energía.</li> <li>• Áreas de proceso: manuales y diagramas de proceso.</li> <li>• Mercado destino: destino de productos.</li> <li>• Recurso humano: cantidad y calidad de personal.</li> <li>• Seguridad industrial: equipo de seguridad.</li> </ul>	<p>Gráficos y tablas que contienen la información obtenida, de las industrias, durante el estudio.</p>	<p>Disposición de las industrias a visitar para levantar la información, presupuesto necesario para llevar a cabo las actividades.</p>

Continuación de la tabla I.

<p><b><u>Resultados:</u></b></p> <p>Conocer la situación actual de las industrias de la región, identificar los lineamientos tecnológicos que debe poseer la industria.</p> <p>Identificar los aspectos a evaluar en las industrias.</p> <p>Identificar los lineamientos tecnológicos que debe poseer la industria.</p>	<p>Aspectos a evaluar en las industrias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento de materia prima: especies procesadas, volumen y frecuencia de ingreso por mes, etc.</li> <li>• Transformación de materia prima: tipo de producción, productos y volumen elaborado por mes.</li> <li>• Maquinaria: antigüedad y tipo de maquinaria.</li> <li>• Fuentes de energía: tipo de fuente de energía.</li> <li>• Áreas de proceso: manuales y diagramas de proceso.</li> <li>• Mercado destino: destino de productos.</li> <li>• Recurso humano: cantidad y calidad de personal.</li> <li>• Seguridad industrial: equipo de seguridad.</li> </ul>	<p>Gráficos y tablas que contienen el análisis de la información obtenida, de las industrias, durante el estudio.</p>	<p>La información obtenida de la muestra, si refleja la situación de las industrias forestales primarias de la región.</p>
<p><b><u>Actividades:</u></b></p> <p>Determinación de población de industrias de la región, diseño y selección de la muestra, consulta de antecedentes de la muestra, diseño y validación de instrumentos información, operativo de campo, procesamiento y análisis de resultados.</p>	<p>Presupuesto aproximado: Estudiante epesista Q 2 000,00; Encargado de comercio (INAB) Q 6 500,00, transporte Q 1 035.00, materiales y útiles en general Q 165,00, alimentación Q 250,00</p>	<p>Diagrama de Gantt.</p>	<p>Recursos suficientes para cubrir los gastos contemplados en el presupuesto, para llevar a cabo cada una de las actividades del proyecto.</p>

Fuente: elaboración propia.

## **2.1.2. Línea base de tecnología**

La metodología empleada para recabar la información utilizada en el proyecto, consta de los siguientes ítems: población de industrias forestales de transformación primaria de la Región I Guatemala, diseño y selección de industrias de la muestra, consulta de antecedentes de las industrias seleccionadas, descripción de los aspectos a evaluar en la industria, diseño y validación de los instrumentos de información, operativo de campo y procesamiento de datos; los cuales se describen del numeral 2.1.2.1. al numeral 2.1.2.9.

### **2.1.2.1. Población de industrias forestales de transformación primaria de la Región I Guatemala**

El Instituto Nacional de Bosques de Guatemala cuenta con nueve regiones las cuales son:

Región I Metropolitana

Región II Las Verapaces

Región III Nororiente

Región IV Suroriente

Región V Central

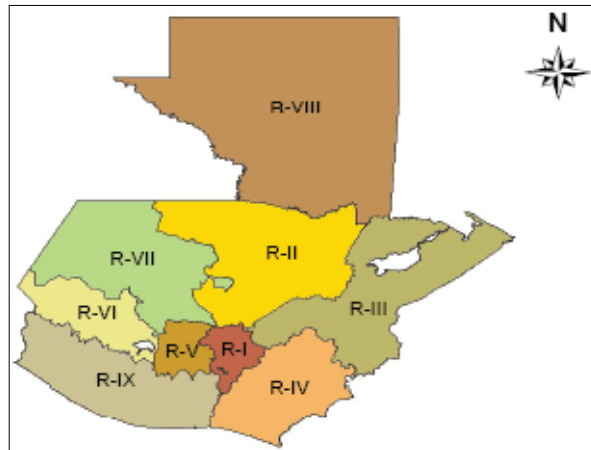
Región VI Occidente

Región VII Noroccidente

Región VIII Petén

Región IX Costa Sur

Figura 6. **Mapa de regiones de Guatemala**



Fuente: <http://www.fao.org/docrep/009/a0970s/a0970s08.htm>. Consulta: abril 2013.

La Región I Metropolitana del INAB lo comprende el departamento de Guatemala que colinda al norte con el departamento de Baja Verapaz; al este con los departamentos de El Progreso, Jalapa y Santa Rosa; al sur con el departamento de Escuintla y al oeste con los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. La altitud varía de 1 100 a 2 300 msnm. El departamento a su vez se encuentra conformado por 17 municipios.

Según la base de datos del Sistema de Estadística Forestal del INAB Guatemala (SIREF) en la región existen 361 industrias forestales, de las cuales 242 se encuentran actualmente activas y 119 están inactivas. En base a los expedientes que se encuentran en la Región Metropolitana del INAB se determinó que existen 198 industrias forestales, 79 de estas se dedican a la transformación primaria de madera y las restantes 119 industrias a la transformación secundaria. De las 79 industrias forestales de transformación primaria, 60 industrias si presentan informes a la Región Metropolitana de sus ingresos y egresos, y es este número de industrias el que conforma la población



de industrias de transformación primaria para el estudio; las cuales se listan en el anexo 1.

#### **2.1.2.2. Diseño de la muestra**

Debido a las limitaciones de recursos destinados para el estudio, se realizó un muestreo para determinar el número de industrias forestales de transformación primaria a visitar para levantar la información requerida. Para ello se consideró como tamaño de la población las industrias forestales del departamento que actualmente se encuentran activas y rinden informes de ingresos y egresos a la Región Metropolitana.

Por medio de herramientas de estadística se procedió a determinar una muestra representativa; haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

d = error máximo permisible

Se determinó que la población de industrias del departamento a considerar es de 60 industrias, por ser un estudio que no se ha realizado

anteriormente los valores correspondientes a la probabilidad de éxito y de fracaso es del 50 % respectivamente ( $q=p=0.5$ ). Luego se procedió a efectuar el cálculo de la muestra, para la cual se utilizaron diferentes valores para el error máximo permisible ( $d$ ) y el nivel de confianza ( $Z$ ). Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II. **Resultados de cálculo de muestra**

Error	Nivel de Confianza		
	0.99	0.95	0.9
0.05	55	52	49
0.1	44	37	<b>32</b>

Fuente: elaboración propia.

Con estos resultados se hizo un balance de recursos, para lo cual se acordó utilizar una muestra de 32 industrias forestales de transformación primaria pertenecientes a la Región I o Metropolitana.

En resumen el tamaño de la muestra es de 32 industrias para recopilar la información necesaria para determinar la línea base de tecnología en la región, un nivel de confianza del 90 %, un error máximo permisible del 10 % y una probabilidad de éxito y de fracaso del 50 % respectivamente.

### **2.1.2.3. Selección de las industrias forestales de transformación primaria de la muestra**

Luego de definir el número de muestra se hizo la selección de las industrias forestales a visitar, para ello se hizo la selección de forma aleatoria.

Únicamente con la condicionante de que el número de industrias a visitar por municipio debe de ser proporcional al número de industrias que estos poseen, para ello se calculó el porcentaje del total de industrias de la región a considerar (60 industrias) que corresponde a cada municipio, y este se multiplicó por el número de muestra (32 industrias); en la siguiente tabla se muestran los resultados:

Tabla III. **Proporción de industrias por municipio de la Región I**

MUNICIPIO	PRIMARIA		
	No. de Industrias/Municipio	%	No. de Muestra/Municipio
Fraijanes	1	2	1
Guatemala	23	38	12
Mixco	11	18	5
Palencia	1	2	1
San José Pinula	15	25	8
San Juan Sacatepéquez	2	3	1
San Pedro Sacatepéquez	2	3	1
San Raymundo	2	3	1
Santa Catarina Pinula	1	2	1
Villa Nueva	2	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>32</b>

Fuente: elaboración propia.

Una vez definido el número de industrias por municipio, se hizo la selección de éstas, a continuación se muestran las industrias forestales a visitar:

Tabla IV. **Industrias forestales de transformación primaria a visitar**

Municipio	Corr. IF	Nombre Comercial
Guatemala	1030	Distribuidor San Miguel
Guatemala	1989	Iversa
Guatemala	1393	Aserradero Santa Margarita
Guatemala	1209	Maderas Petapa
Guatemala	1716	Aserradero Aleman
Guatemala	1422	Aserradero Italiano Guatemala Y Carpintería No. 1
Guatemala	1962	Maderas Cedros De Guatemala
Guatemala	1032	Aserradero La Unión
Guatemala	1162	Aserradero San Roque
Guatemala	1407	Martisa
Guatemala	1713	Venta De Madera La Villa
Guatemala	1376	Aserradero El Baratero
Guatemala	1811	Aserradero Roberto Contenti
Mixco	1266	La Viña
Mixco	1059	Aserradero San Carlos
Mixco	1146	Aserradero La Selva
Mixco	2244	Comercial Yasmin
Mixco	1563	Aserradero Y Carpintería Madecort
Palencia	2062	Maderas San Miguel, S.A.
San José Pinula	1006	Prodemyde
San José Pinula	1056	Aserradero Pinula
San José Pinula	1669	Aserradero Jireh
San José Pinula	1950	Inversiones Manhattan
San José Pinula	2235	Maderas De La Cuya
San José Pinula	2362	Aserradero Las Verapaces
San José Pinula	2375	Maderas San Ángel

Continuación de la tabla IV.

San Juan Sacatepéquez	DP-2561	Aguatillo
San Juan Sacatepéquez	2334	Aserradero El Alto
San Pedro Sacatepéquez	1221	Aserradero Nicol´S
San Raymundo	2474	Aserradero Las Marías
Santa Catarina Pinula	1044	Industrias De Madera El Horizonte Y Anexo
Villa Nueva	1694	Aserradero San Rafael

Fuente: INAB Guatemala.

#### **2.1.2.4. Consulta de antecedentes a las industrias forestales de transformación primaria seleccionadas de la muestra**

Para la consulta de antecedentes de las industrias forestales seleccionadas, se solicitó la cooperación de la Región Metropolitana del INAB Guatemala, ya que es el ente encargado de monitorear las actividades de las industrias forestales, por medio de los informes que estas presentan (anexo 2) a la región y las visitas que los técnicos hacen a las industrias. Se revisó el siguiente contenido de los expedientes correspondientes a las industrias forestales de transformación primaria:

- Los documentos de inscripción y actualización de datos de las industrias forestales.
- Los informes mensuales de ingresos y egresos presentados a la fecha.
- Informes de fiscalizaciones realizadas a las industrias para hacer inspecciones y verificaciones de la información presentada en sus informes trimestrales y sus libros de ingresos y egresos.

- Si lo han presentado a la Región Metropolitana del INAB, estudios de rendimiento de las industrias.

#### **2.1.2.5. Aspectos a evaluar en la industria forestal de transformación primaria**

En conjunto con el encargado de comercio se determinó que los aspectos a evaluar, durante la visita y entrevista al encargado, de cada una de las industrias de la región para recabar la información son:

##### **2.1.2.5.1. Abastecimiento de materia prima**

En este ítem se recogerá información referente al abastecimiento de materia prima en donde se conocerá las especies procesadas, la forma en que ingresa la madera a los aserraderos, volumen que ingresa por unidad de tiempo, frecuencia de abastecimiento, origen de la materia prima, control de calidad efectuado a la madera al momento de recibirla, defectos más comunes encontrados en la madera, *stock* en patio, y precio de la madera puesta en patio según su especie, forma y calidad.

##### **2.1.2.5.2. Transformación de materia prima**

En este ítem se recopilará información referente a la transformación que sufre la materia prima, tipo de producción de la industria, volumen transformado por unidad de tiempo, productos elaborados, control de calidad efectuado a los productos, desechos generados en los procesos y destino de los mismos.



#### **2.1.2.5.3. Maquinaria**

En el mismo se hará referencia al sistema de alimentación del patio a la maquinaria principal, de la maquinaria principal a la secundaria, mantenimiento de la maquinaria principal, programa de afiladuría de sierras y cuchillas, frecuencia de cambio de hoja de cinta de la maquinaria principal, sistema de evacuación de desechos, estudio de rendimiento efectuado y descripción aspectos de la maquinaria principal y secundaria.

#### **2.1.2.5.4. Fuentes de energía**

Se estudiará el tipo de fuente de energía utilizada por las industrias para sus procesos, ya sea energía eléctrica o motores estacionarios.

#### **2.1.2.5.5. Áreas de proceso**

Para las áreas de proceso de las industrias de aserrío primario se recopilará información referente a las áreas y procesos con los que cuenta la misma para transformar la madera.

#### **2.1.2.5.6. Mercado destino**

Se hará un estudio hacia qué mercado van dirigidos los productos que en la región se generan, local e internacional, y cual es principal destino a nivel internacional.

#### **2.1.2.5.7. Recursos humanos**

Se darán a conocer de características importantes que posee el recurso operativo y administrativo de la industria, así como capacitaciones impartidas al personal operativo.

#### **2.1.2.5.8. Seguridad industrial**

Se evaluarán algunos factores referentes a la seguridad industrial como equipo de protección individual para el personal, accesorios de seguridad para la maquinaria, equipo de lucha contra incendios, y señalización de advertencia de peligro, emergencia y equipo de lucha contra incendios.

#### **2.1.2.6. Diseño de los instrumentos de información**

Para extraer la información requerida de las industrias forestales se determinó que se ha de entrevistar al encargado de la industria visitada haciendo uso de un instrumento el cual permita recolectar la información, para lo cual se diseñó y diagramó el instrumento para recolectar los datos. El resultado que se obtuvo es la boleta de información.

##### **2.1.2.6.1. Boleta de información**

Una vez definido la boleta de información como instrumento para recoger la información que obtenga durante la entrevista; se tomaron en cuenta diferentes aspectos para su diseño:

Con respecto al contenido debe contener lo siguiente:

- Encabezado
- Nombre de la organización que realiza la investigación
- Objetivo del cuestionario
- Instrucciones
- Resaltar la importancia de la veracidad de la respuesta y que se le agradece su colaboración respondiendo cada ítems.

En cuanto al diseño de las preguntas, estas deben ser:

- Específicas y concretas.
- Evitar preguntas que sugieran respuestas
- Evitar doble pregunta en una sola.

Además se solicitó apoyo a la Región Metropolitana del INAB, quienes aportaron sugerencias para el diseño de la boleta, y en donde además se revisaron los siguientes documentos:

- Consulta de los documentos digitales y escritos proporcionados por personal de INAB:
  - Diagnóstico y marco de referencia de la estrategia y plan de acción para el desarrollo foresto –industrial de Guatemala
  - Análisis de disponibilidad de materia prima y de productos potenciales para la industrialización de madera con diámetro pequeño en el área de influencia de aproforchi a nivel de prefectibilidad
  - Línea base de tecnología de industria forestal nacional
  - Medición de rendimientos

- Revisión de los formatos que son utilizados por el personal de la Región Metropolitana del INAB para controlar las actividades de las industrias forestales.

En el apéndice 1 se incluye la boleta.

#### **2.1.2.7. Validación de los instrumentos de información**

Antes de aplicar el instrumento se hizo una prueba de campo a fin de determinar su validez como instrumento de medición y su grado de adecuación al medio ambiente o universo investigado. Se determinó su calidad y los ajustes que se deben realizar en función de:

- Claridad de las preguntas
- Cantidad de preguntas
- Formato y cuerpo
- Ordenamiento y secuencia de las preguntas
- Claridad de las instrucciones
- Duración de la aplicación del instrumento

La visita se realizó con el apoyo de los técnicos de la Región Metropolitana del INAB Guatemala, durante la misma se hizo un recorrido de las instalaciones de la industria, y se entrevistó al encargado de la misma para llenar la boleta de información, según los datos proporcionados.

Una vez realizada la prueba de campo, se llevó a cabo una mesa de trabajo integrada por el estudiante epesista, el encargado de comercio y técnicos de la Región Metropolitana, en donde se definieron y realizaron las

correcciones y cambios a la boleta, necesarios para que se convierta en el instrumento ideal para la recolección de datos. En el apéndice 2 se muestra la boleta con las modificaciones realizadas.

#### **2.1.2.8. Fase de campo en industrias forestales de transformación primaria**

Este proceso consistió en realizar las visitas a las industrias previamente seleccionadas, para realizar la entrevista al encargado de las mismas. Para la planificación del operativo de campo se determinó lo siguiente:

- La fecha de inicio será el 13 de noviembre de 2012 y finalizará el 14 de diciembre de 2012.
- El tiempo estipulado que debe durar la visita a una industria está comprendido entre 45 a 60 minutos.
- El número de industrias forestales a visitar será de 2 a 3 industrias por día.
- Los días de la semana en los cuales se llevarán a cabo las visitas son: martes, miércoles y jueves.
- Las industrias forestales seleccionadas, se estratificaron por zonas y municipios para facilitar su visita.

Como resultado del proceso se obtuvo un total de 32 industrias forestales de transformación primaria de la región visitadas (ver tabla V) de las cuales se levantó información de 31 industrias; esto se debió a que una de estas están próximas a convertirse en depósito, por lo que en conjunto con el encargado de comercio se determinó que no sería necesario llevar a cabo la entrevista para recolectar información; pero si se tomó en cuenta ya que refleja el comportamiento de la industria forestal primaria dentro del casco urbano de la

región. Al realizar la comparación entre la cobertura deseada con la lograda mediante la encuesta, se determinó una efectividad de cobertura del operativo de campo del 100 % de industrias visitadas.

Durante el operativo en los municipios de Fraijanes y San José Pinula no se visitó una industria respectivamente, en el primero de los casos la dirección que se encuentra en el expediente de la industria no corresponde a la misma, y en el segundo de ellos debido a cuestiones de recursos no se pudo visitar; por ello se programó y se visitó una industria adicional en los municipios de Guatemala y de San Juan Sacatepéquez. La siguiente tabla muestra el número de industrias por municipio que se visitaron:

Tabla V. **No. de industrias por municipio, visitadas en el operativo de campo**

MUNICIPIO	No. de Muestra	No. de Industrias Visitadas
Fraijanes	1	0
Guatemala	12	13
Mixco	5	5
Palencia	1	1
San José Pinula	8	7
San Juan Sacatepéquez	1	2
San Pedro Sacatepéquez	1	1
San Raymundo	1	1
Santa Catarina Pinula	1	1
Villa Nueva	1	1
TOTAL	32	32

Fuente: elaboración propia.



### **2.1.2.9. Procesamiento de datos**

Las boletas de cada una de las industrias forestales fueron revisadas, ordenadas, clasificadas y archivadas en folders debidamente identificados, para luego proceder a efectuar el análisis respectivo.

La información contenida en las boletas se trasladó en un archivo digital el cual se creó por medio de Excel, para depurar los errores de digitación se llevó a cabo una comparación de la base de datos y se corroboró físicamente con cada una de las boletas.

### **2.1.2.10. Análisis de resultados**

La aplicación del plan de tabulaciones que desde un principio quedó definido en conjunto con el encargado de comercio, se efectuó haciendo uso de herramientas de Excel; para lo cual se dividió en los siguientes segmentos de los cuales se dan a conocer los datos más sobresalientes:

#### **2.1.2.10.1. Abastecimiento de materia prima**

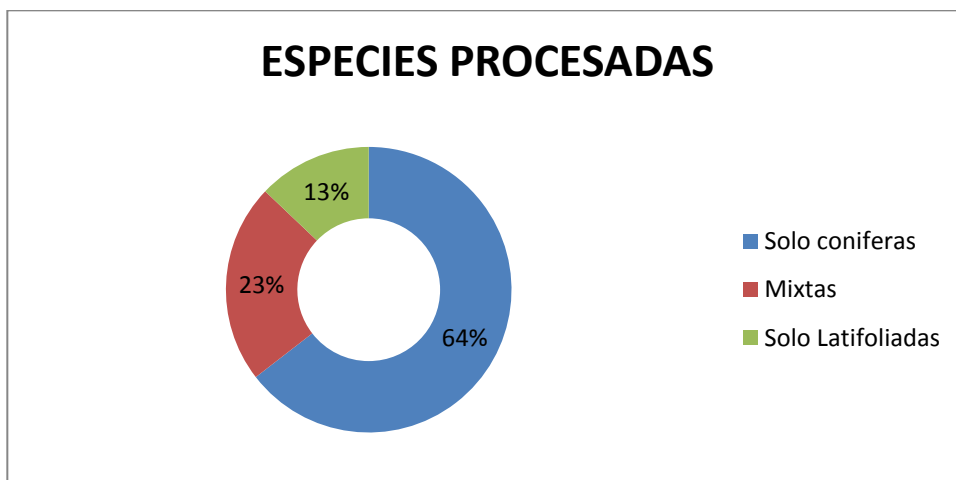
El abastecimiento de materia prima consiste en el conjunto de actividades para adquirir los bienes que las industrias forestales requieren para su operación, a continuación se muestra información referente a este proceso:

- Especies procesadas

La industria forestal de transformación primaria de la Región Metropolitana procesa con más frecuencia que otras las especies coníferas, en un 64 %,

entre las que sobresalen el pino y el ciprés ya que son muy utilizadas para la construcción por su precio y calidad ,además son las que se encuentran con mayor facilidad en el mercado forestal de maderas; 23 % de las industrias hacen uso de coníferas y latifoliadas; y un 13 % utiliza especies latifoliadas tales como caoba y cedro, estas maderas son consideradas maderas preciosas y son utilizadas para la carpintería fina, además se pueden mencionar otras como palo blanco, matiliguete, conacaste, etc.

Figura 7. **Especies procesadas**



Fuente: elaboración propia.

- **Forma y cantidad de ingreso**

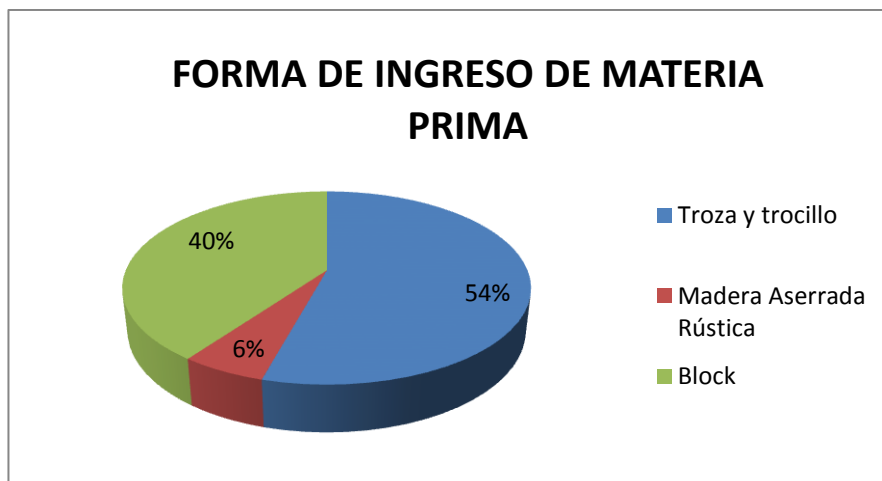
En promedio la industria primaria demanda 35 000 pt/mes/industria, según se muestra en la siguiente tabla el 53 % de industrias se abastecen con poca materia prima al mes, hasta 20 000 pt, 28 % de estas se abastecen con una cantidad entre los 20 001 pt hasta los 50 000 pt y tan solo el 9 % de las industrias reciben mas de 50 000 pt/mes.

Tabla VI. **Rango de abastecimiento de materia prima**

pt/mes	%
De 0pt a 20000pt	53
De 20001pt a 50000pt	28
De 50001pt en adelante	9
NR	9
TOTAL	100

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Forma de ingreso de materia prima**



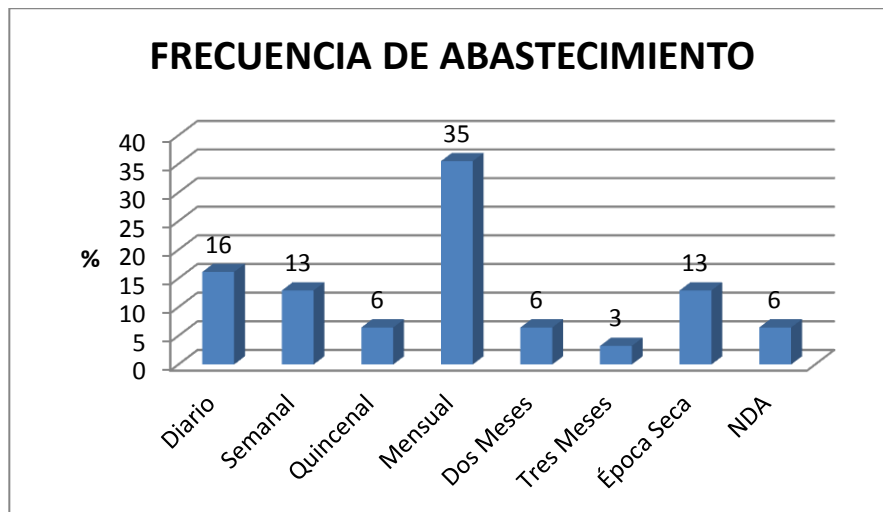
Fuente: elaboración propia.

Gran parte de la madera que ingresa a las industrias lo hace en forma de troza y tozillo, como se observa en la figura 3 el 54 % lo hace de esta forma, estas corresponden a las especies coníferas; el 40 % ingresa en forma de block, éstas son las especies latifoliadas, y una minoría lo hace como madera aserrada rústica, lo que muestra que algunas de las industrias unicamente dimensionan la madera antes de venderla.

- Frecuencia y origen

Aunque la materia prima llega al aserradero sin mayores problemas en época seca, que va del mes de noviembre al mes de abril, durante los meses de la época lluviosa es más difícil ingresar al bosque para aprovechar y transportar la madera, lo cual hace que la disponibilidad sea menor. Aún así en la región existe una oferta constante de materia prima ya que el 35 % de industrias se abastecen mensualmente de materia prima, 16 % lo hace diariamente, 13 % semanalmente, por lo que la limitante de abastecimiento parece ser la liquidez o el precio.

Figura 9. **Frecuencia de abastecimiento**

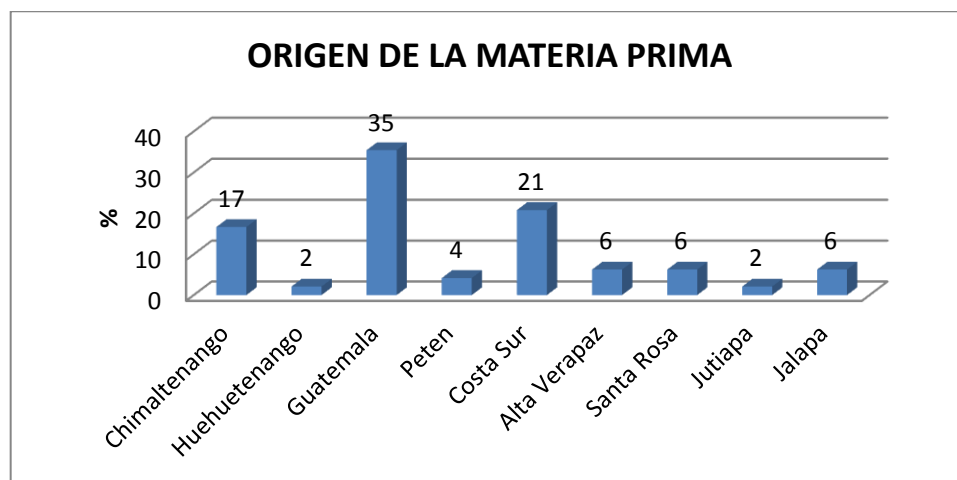


Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la procedencia de la madera el 83 % de las industrias forestales se abastecen a través de contratistas o intermediarios, el 17 % restante se abastece de madera escuadrada o block de otros aserraderos. Según la siguiente figura la madera es originaria en su mayoría del

departamento de Guatemala, ya que el 35 % proviene de este departamento, le sigue la costa sur con un 21 %, un 17 % proviene de Chimaltemango. Esto se debe a que el costo de transporte influye en el precio de la materia prima puesta en planta. En el caso de latifoliadas que principalmente provienen de la costa sur la rentabilidad de procesarlas es mayor.

Figura 10. Origen de la materia prima



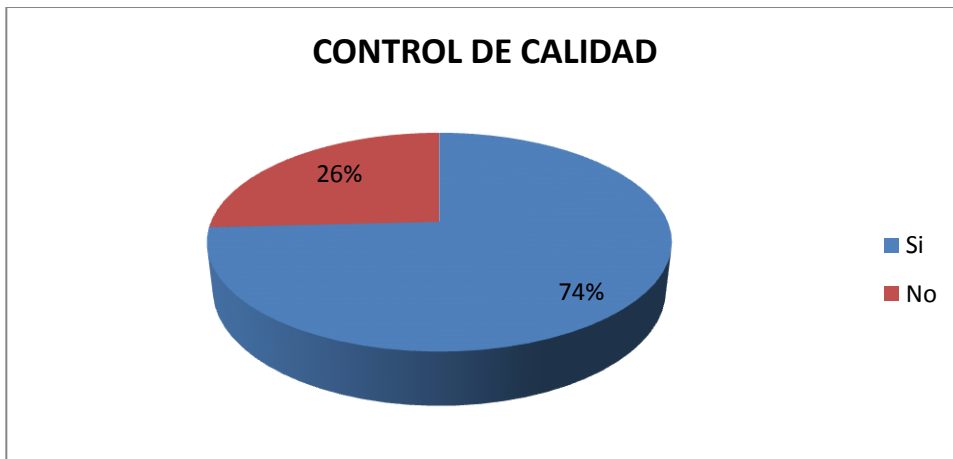
Fuente: elaboración propia.

- Control de calidad y defectos

Un aspecto importante que influye en el rendimiento de la troza en los aserraderos es la calidad de la misma, lo que también determina el valor económico que puede representar tanto en ventas como en costos de producción. El 26 % de industrias no realizan un control de calidad a la materia prima que ingresa; mientras que el 74 % de industrias sí lo llevan a cabo; de este porcentaje el 69 % de industrias hacen una observación de condiciones y el 31 % restante realizan una revisión de dimensiones. En términos generales el

control de calidad consiste en una evaluación visual de la materia y no se cuenta con un sistema de control de calidad establecido (empírico).

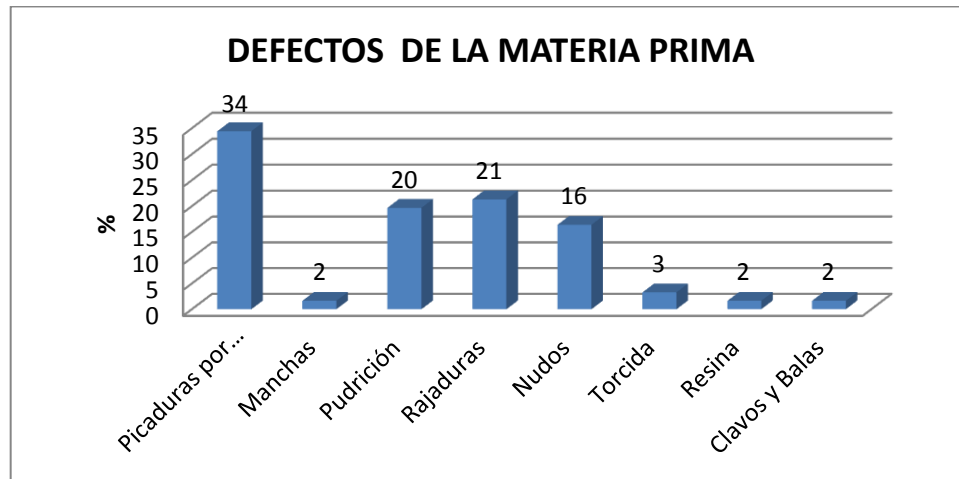
Figura 11. **Control de calidad realizado**



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los defectos observados en los patios de almacenamiento de materia prima (ver figura 12) los defectos más comunes que tiene y afecta la calidad de la materia prima en los aserraderos del departamento son rajaduras (21 %), pudrición (20 %), picaduras por insectos (34 %), y otros. Aunque la materia prima posee defectos, al momento de la compra éstos no se rechazan sino se descuenta una cantidad determinada del embarque.

Figura 12. Defectos de la materia prima



Fuente: elaboración propia.

- **Stock de materia prima**

Contar con materia prima durante todo el año, es indispensable para la industria de aserrío primario ya que la mayoría de estas tienen una producción continua; por ello el 58 % de industrias cuentan con *stock* de materia prima en patio, contra un 42 % que no lo poseen.

- **Precios de materia prima puesta en patio**

El precio de la materia prima en la región uno es variable, y depende de factores como lugar de procedencia, especie, calidad de la madera, forma de ingreso, entre otros, en la tabla VII se muestra el precio mínimo, máximo y común dado por las industrias de la región que lo proporcionaron.

Tabla VII. **Precios de la materia prima**

<b>FORMA DE INGRESO</b>	<b>Costo/Min.</b>	<b>Costo/Max.</b>	<b>Costo/Común</b>
<b>MADERA EN TROZA</b>	<b>Q/pt</b>		
Pino	Q 1,70	Q 2,00	Q 1,80
Ceprés	Q 2,20	Q 1,70	Q 2,00
<b>MADERA ASERRADA RUSTICA</b>	<b>Q/pt</b>		
Pino	Q 4,00	Q 4,00	Q 4,00
Ceprés	Q 4,00	Q 4,50	Q 4,50
Caoba	Q 15,00	Q 15,00	Q 15,00
Cedro	Q 15,00	Q 15,00	Q 15,00
<b>MADERA EN BLOCK</b>	<b>Q/pt</b>		
Pino	Q 3,30	Q 5,00	-
Ceprés	Q 4,50	Q 8,00	-
Caoba	Q 8,00	Q 16,00	-
Cedro	Q 8,00	Q 18,00	-
Matilisguate	Q 7,00	Q 9,50	-
Conacaste	Q 8,00	Q 8,00	Q 8,00
Chichipate	Q 5,00	Q 5,00	Q 5,00
Palo Blanco	Q 7,00	Q 7,50	-

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2.10.2. Transformación de materia prima**

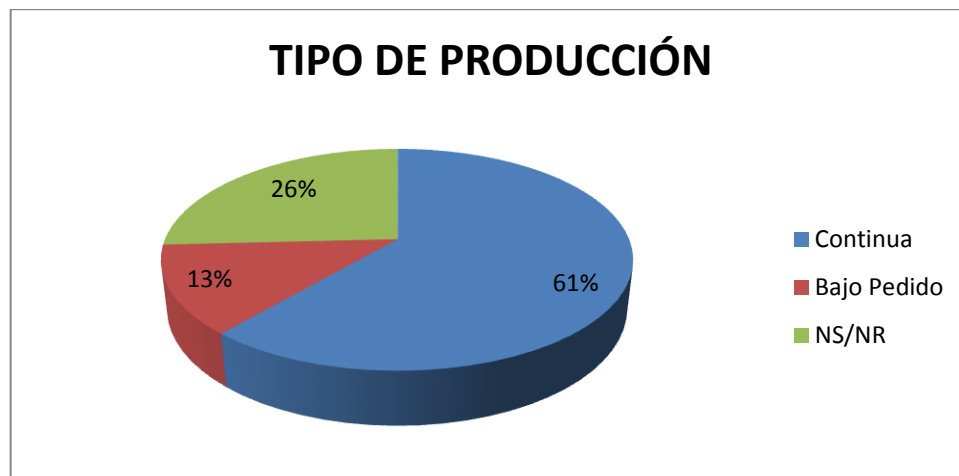
Durante el proceso de transformación de la madera en las industrias se recopiló información muy importante, la cual da a conocer a continuación:



- Tipo y volumen de producción

No todas las industrias de la región transforman madera de forma continua, en la figura 9 se observa que el 61 % de industrias de la región tienen una producción continua, 26 % no sabe o no respondió a la pregunta, mientras que un 13 % lo hace bajo pedido. De acuerdo al porcentaje de industrias que no sabe o no respondió a la pregunta se puede deducir que estas industrias también trabajan bajo pedido.

Figura 13. **Tipo de producción**



Fuente: elaboración propia.

El tamaño de un aserradero se expresa por la capacidad instalada que posee, que es el volumen de madera aserrada producida por unidad de tiempo. Dentro de los factores que determinan el tamaño de un aserradero están:

- Volumen y dimensiones de la materia prima disponible en el área.
- Meta de producción (volumen a producir por unidad de tiempo).

- Recursos financieros de la empresa.

Existen diferentes clasificaciones para la capacidad instalada de un aserradero; para lo cual se determinó tomar la clasificación utilizada por Hederström según el estudio *Investigación técnico-económica de la industria del aserrío en Guatemala* por ser una clasificación de nivel nacional, la cual se adapta a las características de las industrias de la región. La siguiente tabla muestra los diferentes rangos de la clasificación:

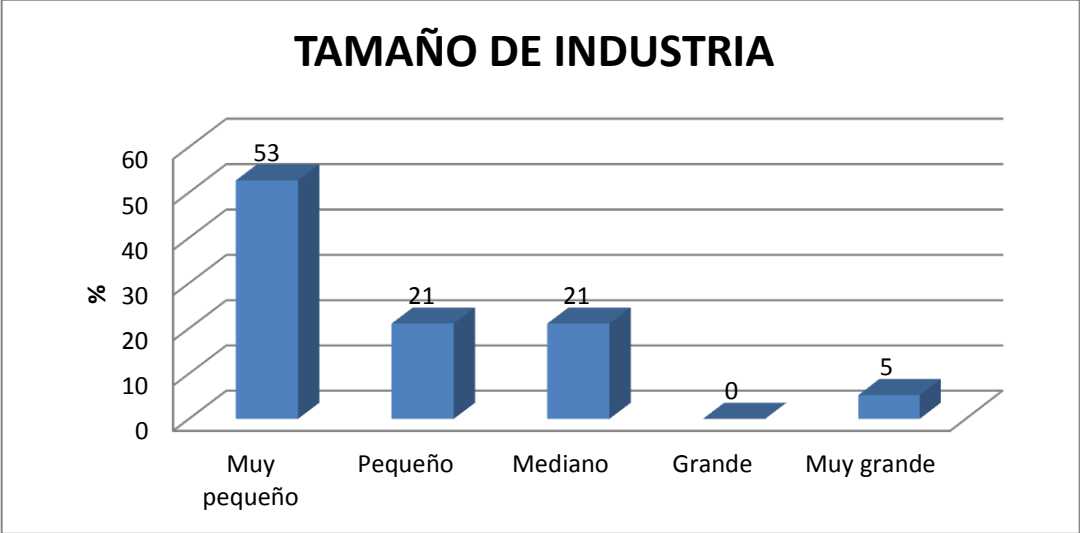
Tabla VIII. **Clasificación de industria forestal primaria**

Tamaño De Industria	Vol. Producido (pt/mes)
Muy pequeño	2 442,24 – 16 790,40
Pequeño	19 130,88 – 43 146,24
Mediano	45 588,48 – 81 611,52
Grande	83 952 – 141 649,92
Muy grande	143 990,4

Fuente: Hederström, T. *Investigación Técnico – Económica de la Industria del Aserrío en Guatemala*. Guatemala, Proyecto PNUD / FAO-GUA / INAFOR.

En base a esta clasificación, por el volumen de madera transformado al mes en un turno de 8 horas al día, la mayoría de industrias que se encuentran en el departamento, el 53 %, se clasifican como aserraderos muy pequeños, 21 % se consideran como pequeños, de igual manera el 21 % de industrias son medianas, no existen industrias clasificadas como grandes y por último únicamente un 5 % de las industrias se pueden considerar como muy grandes (ver figura 14).

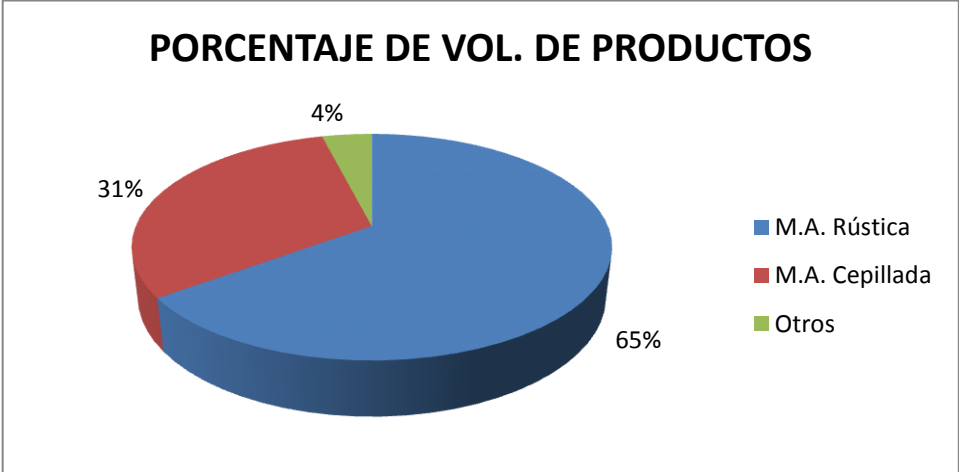
Figura 14. **Tamaño de industria**



Fuente: elaboración propia.

- Productos de madera

Figura 15. **Porcentaje de volumen de productos**



Fuente: elaboración propia.

La industria forestal de transformación primaria se dedica en su mayoría a la producción de madera aserrada húmeda la cual es utilizada principalmente para construcción, ya que del total de volumen producido por este tipo de industria el 65 % es madera aserrada rústica en diferentes dimensiones, el 31 % consiste en madera aserrada cepillada de diferentes dimensiones, la cual en gran parte se trabaja bajo pedido; y 4 % de la producción corresponde a otros productos, entre los cuales se mencionan tarimas, machimbre y celosía; lo cual refleja que este tipo de industria no le da un valor agregado a la madera.

- Control de calidad para productos elaborados

Realizar un control de calidad a sus productos no es una prioridad para las industrias debido a que el mercado no es exigente en ese sentido, porque la mayor parte de los productos son utilizados para construcciones rústicas.

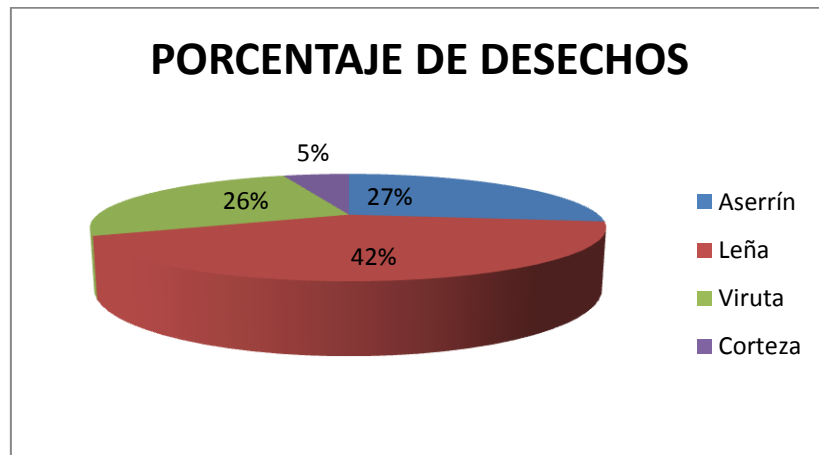
El 26 % de industrias de la región no realizan ningún control de calidad a la madera ya procesada, por lo que entregan y venden sus productos sin revisarlos; por otro lado 74 % de las industrias si lo hace; aunque se reporta que si lo llevan a cabo, no es parte del proceso de aserrío y esta se realiza a pedido del comprador, lo cual no repercute en el precio del producto. De las industrias que si realizan un control de calidad el 70 % hacen una observación de condiciones y el 30 % restante realiza una revisión de dimensiones.

- Desechos generados y destino

Los desechos o residuos son los desperdicios que se tienen a partir del proceso de aserrío de la madera, según la figura 14 el 27% de estos desechos es aserrín, 42 % consiste en leña; ambos se originan durante el aserrío principal y dimensionado de la madera, 26 % de estos desechos es viruta que

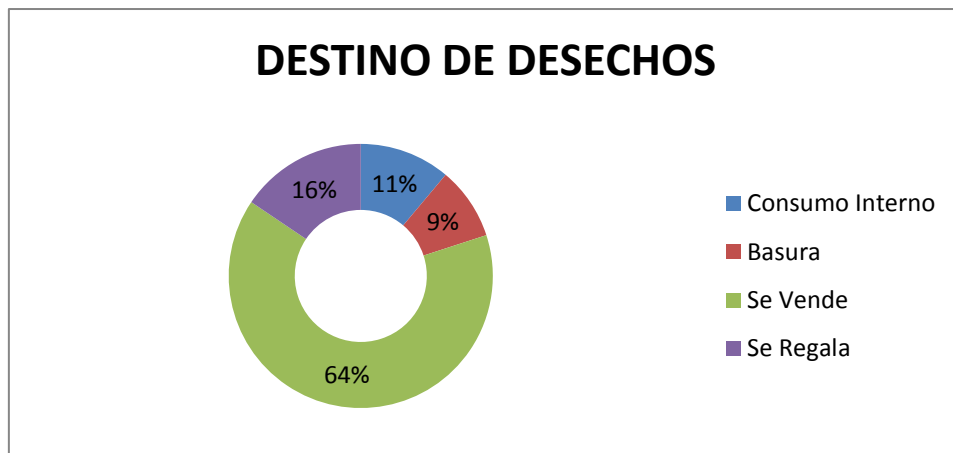
proviene del cepillado de la madera y un 5 % que es corteza. No se reporta la lepa como un desecho ya que la mayoría hace un proceso de reaserrío para aprovecharla dejando solo leña.

Figura 16. **Porcentaje de desechos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Destino de desechos**



Fuente: elaboración propia.

Anteriormente no se buscaba dar un valor agregado a los desechos por lo que estos se regalaban o terminaban en la basura. Pero los desechos tienen un valor no despreciable es por ello que el destino de estos ya no es el mismo que antes, el 64 % de los desechos se vende, el 16 % se regala, un 11 % se utiliza para consumo interno de la industria ya sea para otros procesos, por ejemplo para las industrias que cuentan con hornos de secado se convierten en combustible para la obtención de energía calórica, o para crear otros productos y darle un valor agregado a los desechos; tan solo un 9 % va hacia la basura.

### **2.1.2.10.3. Maquinaria**

La maquinaria juega un papel muy importante en la industria forestal, por ello es necesario que esta se encuentre en condiciones óptimas para un buen funcionamiento. De la maquinaria utilizada por la industria forestal primaria de la región el 35 % tiene un tiempo de uso menor a los 10 años, un 28 % se encuentra entre los 11 y 20 años y un 37 % sobrepasa los 20 años de uso. A continuación se detallan más aspectos sobre la maquinaria:

- Sistema de alimentación a la maquinaria principal y secundaria

La forma como se transportan las trozas del patio a la maquinaria principal es uno de los factores que indican el nivel de tecnología que se cuenta en la región. En la tabla IX se muestra las formas en que las industrias lo hacen, la mayoría el 71 % de las industrias, lo hace manualmente por lo que aún hacen uso de la fuerza humana, 29 % utilizan un sistema mecanizado distribuido en un 23 % que utiliza montacargas y un 6 % que hace uso de tractor.

Tabla IX. **Sistema de alimentación del patio a maquinaria principal**

Sistema Alimentación Del Patio A Maquinaria Principal	f	%
Manual	22	71
Automática	0	0
Tractor	2	6
Montacargas	7	23
TOTAL	31	100

Fuente: elaboración propia.

Poseer un sistema que se encargue de transportar la madera aserrada obtenida de la sierra principal a las sierras secundarias refleja la eficiencia con que se trabaja y al mismo tiempo permite el flujo continuo del proceso de transformación de la madera; con respecto a esto, la tendencia que se tiene en la región, en un 100 %, es hacerlo manualmente por medio de carritos o cargando directamente la madera, lo cual refleja la deficiencia en los sistemas de transporte utilizados.

- Mantenimiento de maquinaria

Realizar un mantenimiento periódico a la maquinaria es un factor muy importante para el correcto funcionamiento de la misma, el 65 % de industrias indicó que si poseen un programa de mantenimiento programado, el cual básicamente consisten en programaciones empíricas basadas en las recomendaciones del fabricante o a la experiencia del operario.

Tabla X. **Programa de mantenimiento general**

Programa de mantenimiento general	%
Si	65
No	35
Total	100

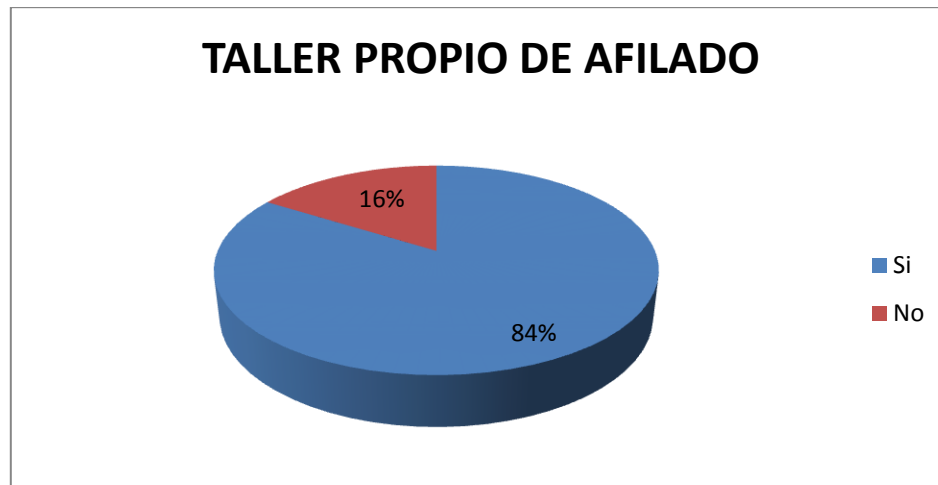
Fuente: elaboración propia.

De igual manera mantener una sierra o cuchilla bien afilada contribuye al buen desempeño de la maquinaria, por ello es importante tener un programa de afiladura para sierras y cuchillas.

El 48 % de las industrias si lo poseen por recomendaciones del fabricante y que corresponden a aserraderos móviles de modelos recientes, y la mayoría de ellas un 52 % no realizan esta actividad de forma programada. Gran parte de las industrias que poseen programa de afiladura cuentan con su propio taller de afilado, el 84 % de las industrias si lo poseen ya que se les hace más cómodo afilar las sierras y cuchillas en el mismo aserradero; sin embargo la mayoría de operarios que realizan el afilado no han recibido una capacitación específica para realizar esta actividad. Mientras que el 16 % de industrias no poseen taller propio de afiladura, lo que implica a las industrias tener que llevar sus sierras a otro lugar para afilarlas.



Figura 18. Taller propio de afiladura



Fuente: elaboración propia.

- Frecuencia de cambio de hoja

De la muestra encuesta de industrias forestales primarias de la región que utilizan sierra de cinta; se observa en la tabla XI que la tendencia de cambio de sierra de cinta es cada 2 horas con un 37 % por recomendación de los distribuidores de equipo, un 30 % cambia hoja de sierra en términos menores de 2 horas debido a que asierra maderas duras o volúmenes mayores, y un 34 % restante cambia hoja en término mayor a 2 horas, diariamente o cuando se avería, factor que influye en el rendimiento.

Tabla XI. **Frecuencia de cambio de sierra de cinta**

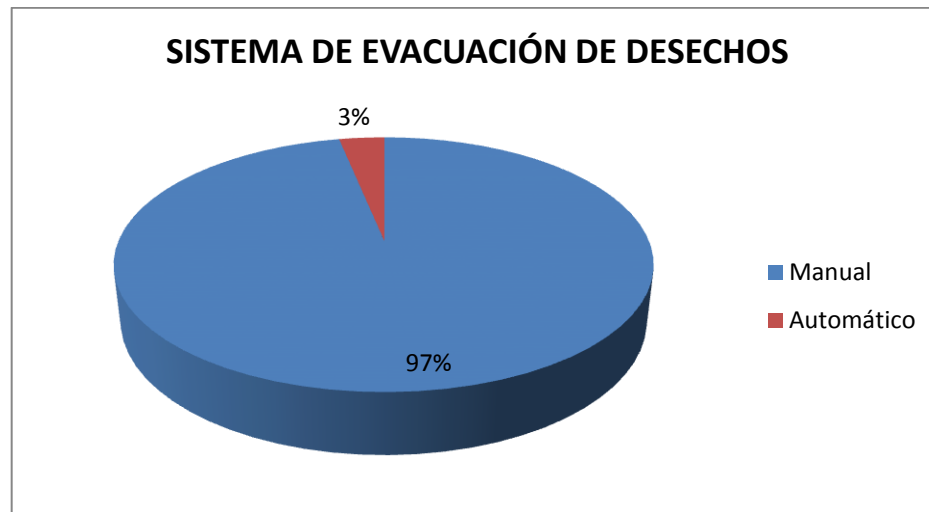
Frecuencia de cambio de sierra de cinta	%
2 horas	37%
Menor a 2 horas	30%
Diaria	11%
Mayor a 2 horas	18%
Cuando se avería	4%
Total	100%

Fuente: elaboración propia.

- **Sistema de evacuación de desechos**

Contar con un sistema de evacuación de desperdicios en el aserradero permite aprovechar de mejor manera la jornada de trabajo, ya que contribuye a evitar tiempos muertos durante la jornada producidos porque en algunos casos las fosas de la maquinaria principal son pequeñas y con la constante transformación de las trozas se llenan de aserrín, por lo que es necesario vaciarlos constantemente; además de que permite tener el área de trabajo limpia y ordenada, y evitar algún incidente o accidente durante la jornada. Según la figura 17 la mayoría de industrias de la región Metropolitana no cuentan con un sistema de evacuación de desechos automático, el 97 % lo hace de forma manual mediante el uso de herramienta de mano, tan solo un 3 % de las industrias extraen sus desechos de forma automática.

Figura 19. Sistema de evacuación de desperdicios



Fuente: elaboración propia.

- Estudio de rendimiento

Uno de los puntos importantes para la industria forestal primaria de la región es conocer el rendimiento que tiene la maquinaria que posee, ya que esto les permite conocer que tanto se están aprovechando los recursos madereros; el 61 % de las industrias no ha realizado un estudio de rendimiento; mientras que el restante 39 % de estas si lo ha realizado. Cabe mencionar que solo el 16 % de las industrias ha presentado dichos estudios a la Región Metropolitana del INAB para su respectiva confrontación y aceptación. En el siguiente cuadro se listan las industrias que han presentado sus estudios de rendimiento con sus porcentajes de rendimiento, cuyo expediente se encuentra en el archivo de la Región Metropolitana.

Tabla XII. **Industrias que presentaron estudios de rendimiento al INAB**

<b>Correlativo IF</b>	<b>Nombre Comercial</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Especie</b>	<b>Porcentaje de rendimiento</b>
1716	Aserradero Alemán	Aserradero Wood Mizer HRI-20	-	76%
1162	Aserradero San Roque	Aserradero y reaserradora Shiffer	-	82%
1146	Aserradero La Selva	Aserradero Wood Mizer LT15	Latifoliada	74%
2062	Maderas San Miguel, S.A.	Aserradero Wood Mizer LT15	-	80%
2375	Maderas San Ángel	Aserradero Robinson	Coníferas (pino)	74%

Fuente: Región Metropolitana INAB Guatemala.

Las industrias que han presentado sus informes de rendimiento, poseen un porcentaje aceptable con respecto al aprovechamiento de la madera ya que estas poseen un porcentaje superior al 70 %.

- Descripción de maquinaria

La industria primaria de la región utiliza diversas máquinas para sus procesos. En la tabla XIII se muestra un listado de la maquinaria utilizada en las industrias de transformación primaria de la Región Metropolitana:

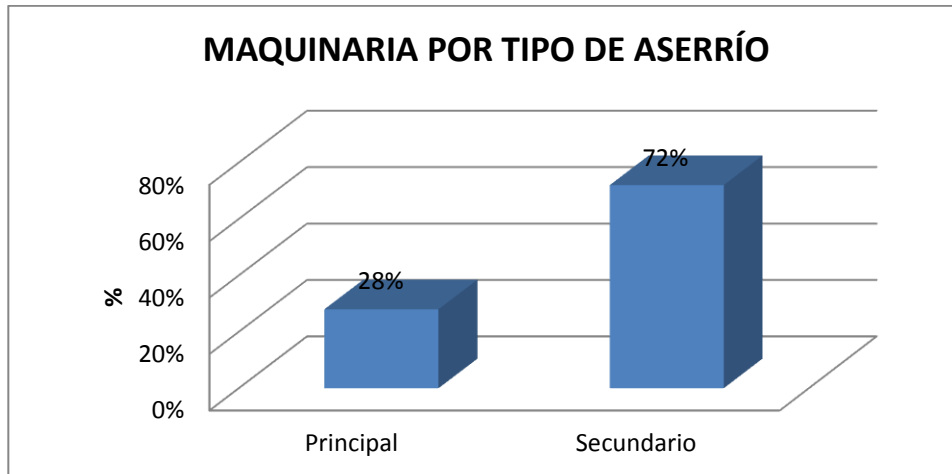
Tabla XIII. **Maquinaria**

MAQUINARIA
Sierra Circular
Sierra de Banda
Canteadora
Cepillo
Reaserradora
Sierra de Banco
Despuntadora
Trompo
Escuadra
Molduladora
Aserradero
Chipiadora
Mochimbradora
Bolillador
Sierra Múltiple

Fuente: elaboración propia.

Con base en la maquinaria encontrada en las industrias de la región, en la figura 20 se observa que el 28 % de está corresponde a maquinaria destinada al aserrío principal, siendo las más utilizadas las sierras de banda y los aserraderos, los cuales son utilizadas para transformar madera aserrada grande a dimensiones más pequeñas; y el 72 % corresponde a maquinaria de aserrío secundario, siendo las más encontradas en la industria el cepillo que se usa para pulir o cepillar madera aserrada, sierra de banco se emplean para cortar los extremos de la madera aserrada y la despuntadora utilizada para cortar los extremos del largo de la madera.

Figura 20. **Maquinaria por tipo de aserrío**

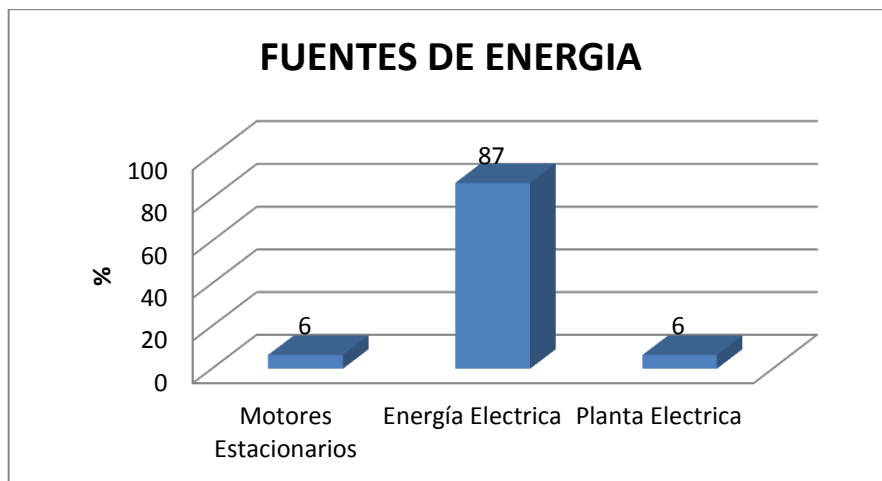


Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.2.10.4. Fuentes de energía**

Según la figura 21 el 87 % de industrias utilizan la energía eléctrica como fuente de energía para su funcionamiento, la mayoría de estas poseen instalación trifásica por el tipo de maquinaria que se utiliza en este tipo de industria; un 6 % opta por utilizar únicamente motores estacionarios, los cuales utilizan gasolina (3 %) y diesel (3 %) para su funcionamiento, y un 6 % está optando por hacer uso de plantas eléctricas.

Figura 21. Fuentes de energía



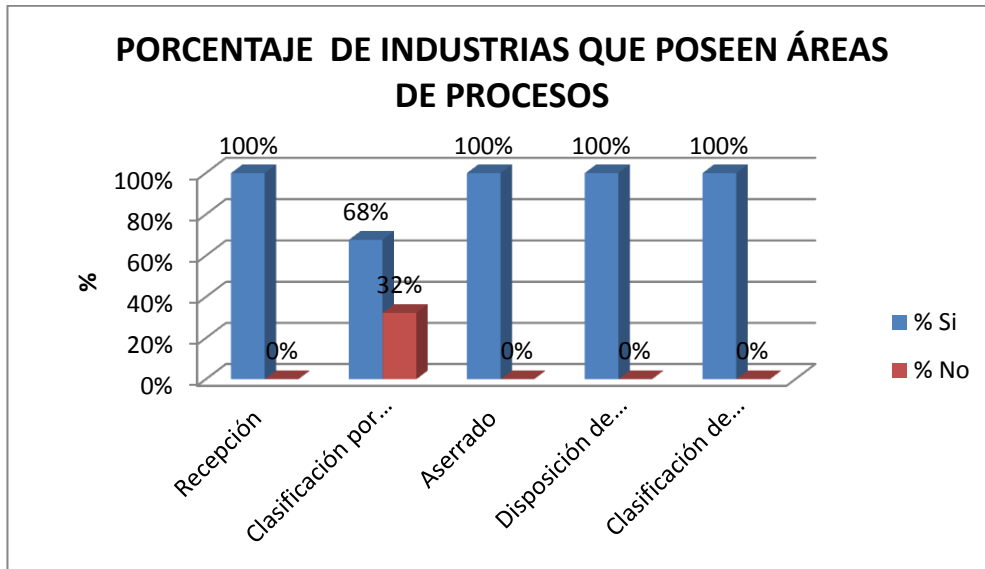
Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.2.10.5. Áreas de proceso

Es indispensable que las industrias cuenten con los procesos y áreas básicas para el procesamiento de la madera y que éstas estén bien delimitadas dentro del espacio físico con el que se cuenta; entre las cuales se pueden mencionar: área para la recepción de materia, área de aserrado de la madera, que va desde la entrada de la madera en troza hasta salida de madera aserrada dimensionada (rustica y/o cepillada), área para disponer de los desechos generados durante el proceso de aserrío y área de clasificación de productos de madera para acomodar adecuadamente el producto final según las características que este posea.

En la figura 22 se puede observar que las industrias de la región cuentan en un 100 % con estas áreas, tan solo un 32 % de las industrias no cuenta con área ni realiza una clasificación por dimensiones de su materia prima.

Figura 22. **Porcentaje de industrias que poseen áreas de proceso**

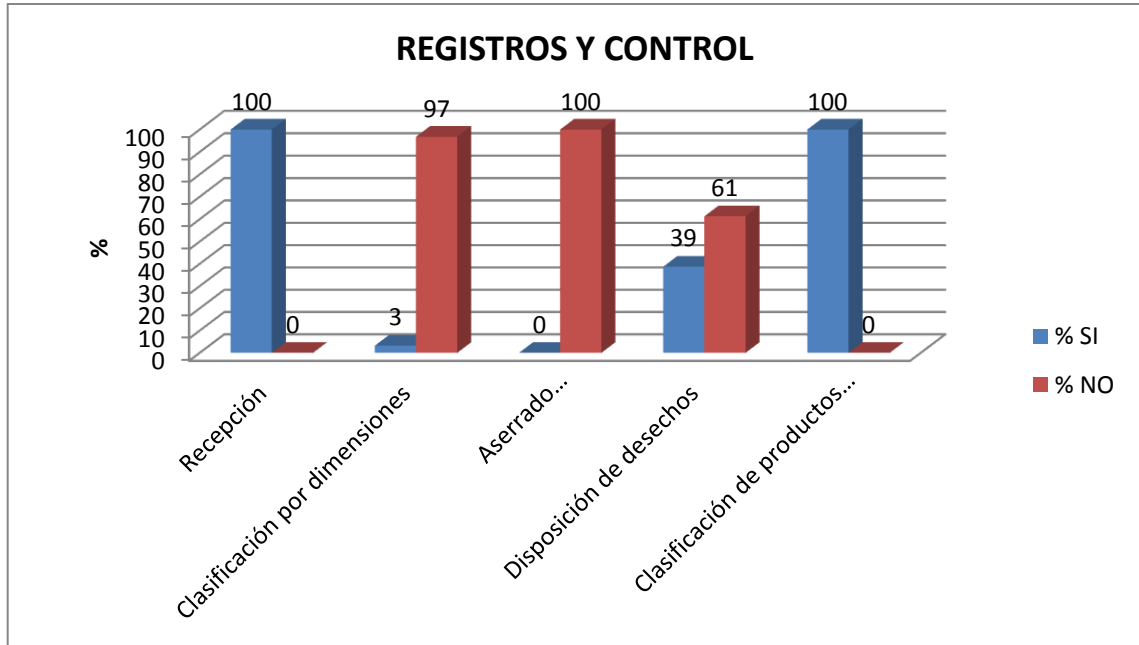


Fuente: elaboración propia.

De igual manera contar con procesos estandarizados con documentos de control y registro, le permite a las industrias obtener los mismo y/o mejores resultados en sus procesos, la industria primaria no cuenta con la documentación necesaria que les permita a los operarios conocer a fondo todas las actividades que realizan a lo largo del proceso de transformación primario de la madera; únicamente el 6 % de las industrias cuentan con manuales de procedimiento y ninguna de las industrias poseen diagramas de procedimientos para sus procesos; todas las industrias lleva registros y controles de la recepción de materia prima y clasificación de productos de madera, el cual presentan al INAB en los informes; caso contrario durante el aserrado de la madera no existen registros en esta parte del proceso. Por otra parte el 39 % de las industrias llevan un registro de la cantidad de desechos generados en el proceso productivo y un 3 % de industrias cuentan con registros durante la clasificación de la madera recibida (ver figura 23).



Figura 23. **Porcentaje de industrias que cuentan con registros y controles**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.2.10.6. Mercado destino

En la figura 24 se observan los destinos hacia donde se dirige la producción de la industria forestal, el 84 % de industrias de transformación primaria de la región 1 ofrecen sus productos únicamente a nivel nacional, mientras que el 16 % de industrias restantes ofrecen sus productos al mercado nacional e internacional; siendo El Salvador el principal destino de sus productos.

Figura 24. **Destino de productos**

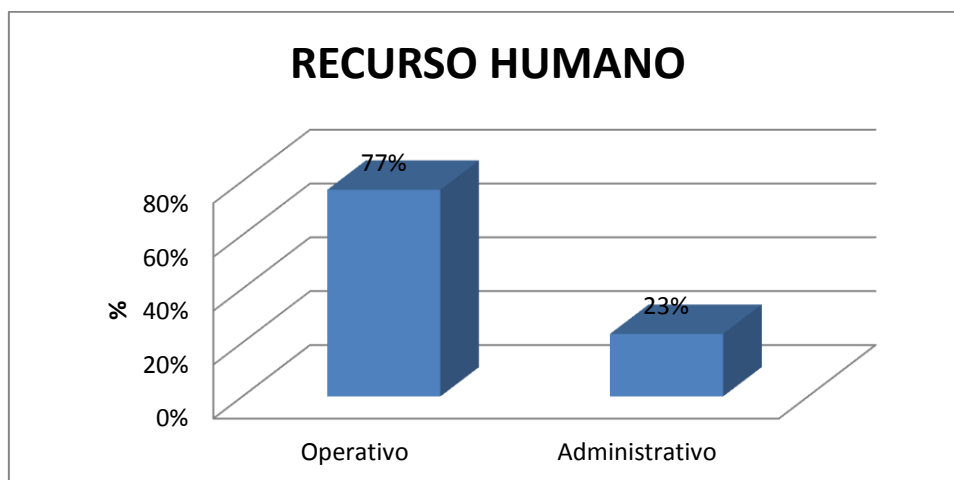


Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.2.10.7. Recursos humanos**

La figura 25 muestra que el recurso humano de las industrias forestales está conformado en su mayoría por personal operativo, ya que este representa el 77 % de la población, contra un 23 % que es recurso administrativo que en su mayoría son los propietarios de las industrias.

Figura 25. **Recurso humano**



Fuente: elaboración propia.

La figura 26 da a conocer que solo el 23 % de las industrias de la región capacitan a su personal en instituciones como INTECAP o por medio de capacitaciones brindadas por los proveedores de maquinaria; un 77 % de las industrias no optan por capacitar a su personal operativo, sino que prefieren adiestrarlos por medio de la práctica y en base a experiencia ganada en el trabajo diario.

Figura 26. **Industrias que capacitan a su personal operativo**

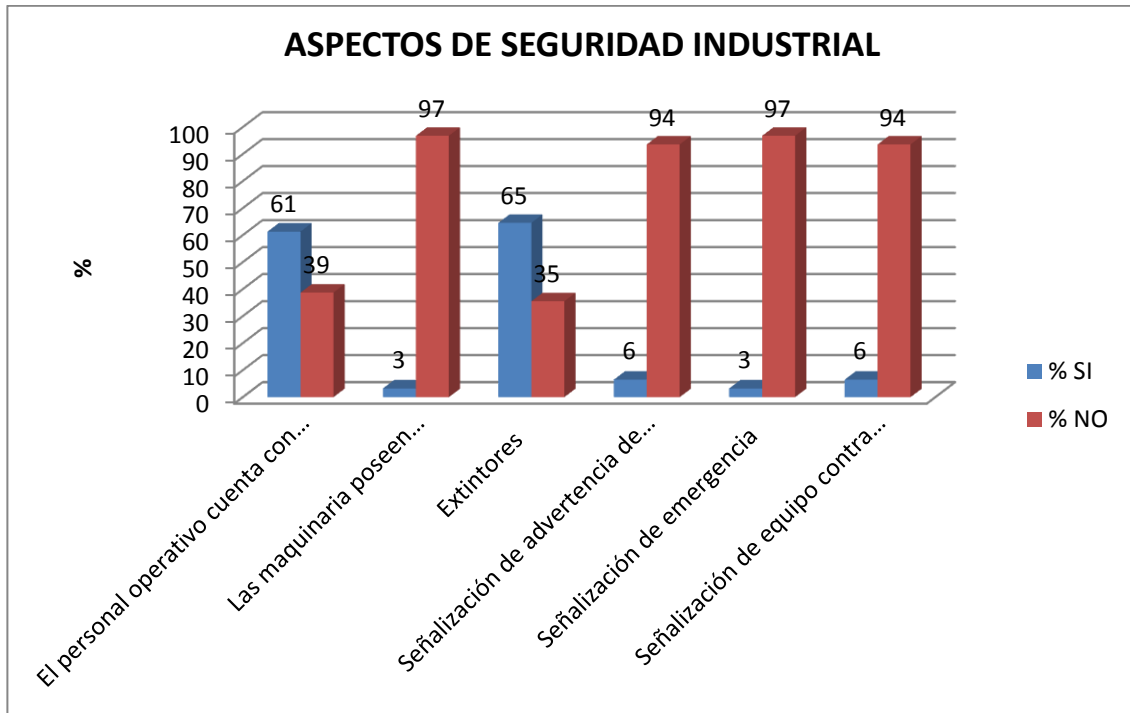


Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.2.10.8. Seguridad industrial**

Un ambiente seguro e higiénico permite un mejor desenvolvimiento de las actividades del personal operativo, pero al tema de seguridad se le ha dado poca importancia por parte de las industrias de la región; según la figura 27, 61 % de las industrias proveen equipo de protección individual a su personal, el cual consiste en guantes, mascarilla y lentes, y en muchos de los casos el personal opta por no utilizarlo. Solo un 3 % de las industrias ha instalado accesorios de seguridad en la maquinaria para resguardar al personal que opera en ellas. 65 % de las industrias poseen por lo menos 1 extintor, aunque estos no están ubicados en un lugar apropiado dentro de la industria y se desconoce si se le da mantenimiento adecuado. Son pocas las industrias que cuentan con la señalización básica e indispensable, 6 % cuenta con señalización de advertencia de peligro, 3 % cuenta con señalización de emergencia y un 6 % cuenta con señalización de equipo contra incendios.

Figura 27. Aspectos de seguridad industrial



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.2.11. Determinación y análisis del nivel de tecnología de la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala

Para determinar el nivel de tecnología que se tiene en la región metropolitana, se calificó individualmente a las industrias, para lo cual se conformaron los ocho aspectos anteriormente definidos, de los cuales se evaluaron aspectos genéricos del proceso de producción así como algunos aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en la eficiencia del proceso y

en la calidad y rendimiento del producto final. La tabla XIV muestra los pesos de las ponderaciones en una escala de 1 a 100 puntos, según el aspecto:

Tabla XIV. **Ponderación de aspectos**

<b>Aspecto</b>	<b>Ponderación</b>
Abastecimiento de Materia Prima	16
Transformación de Materia Prima	16
Maquinaria	20
Fuentes de Energía	8
Áreas de Proceso	10
Mercado Destino	10
Recurso Humano	10
Seguridad Industrial	10
Total	100

Fuente: elaboración propia.

Para asignar valores a cada uno de los aspectos, se consultó cuáles eran los objetivos prioritarios del proyecto y las características que los componen; cada aspecto se dividió en subfactores a los cuales se les otorgó un valor (ver apéndice 3). La ponderación de los subfactores se ilustra en la tabla XV.

Tabla XV. **Ponderación de subfactores**

<b>Aspecto</b>	<b>Sub factor</b>	<b>Ponderación</b>
Abastecimiento de materia prima	Disponibilidad de materia prima	8
	Control de calidad a la materia prima	4
	Stock de materia prima	4
Transformación de materia prima	Tipo de producción	4
	Control de calidad a los productos	4
	Recuperación de desechos	8
Maquinaria	Tipo de maquinaria principal	6
	Sistema de alimentación del patio a maquinaria principal	2
	Sistema de alimentación de maquinaria principal a secundaria	2
	Programa de mantenimiento general	2
	Sistema de evacuación de desechos	2
	Antigüedad de maquinaria principal	2
	Tiempo de cambio de sierra de maquinaria principal	2
	Afiladuría de sierras y cuchillas	2
Fuente de energía	Tipo de fuente de energía	8
Áreas de proceso	Secado de madera	6
	Clasificación de materia prima	1
	Manuales de operaciones de proceso	3
Mercado destino	Destino de productos elaborados	10
Recurso humano	Calidad del recurso humano	10
Seguridad Industrial	Equipo de protección individual para el personal	2
	Accesorios de seguridad para maquinaria	2
	Equipo de lucha contra incendios	4
	Señalización	2

Fuente: elaboración propia.

Se determinaron cinco niveles de tecnología, los cuales se describen a continuación:

- a) Óptimo nivel de tecnología (80 a 100 puntos): industrias que tienen líneas eficientes de producción, efectúan técnicas adecuadas en el proceso de producción, poseen maquinaria y equipo en muy buen estado, diversifican la producción con productos de calidad, poseen la capacidad instalada para responder a la demanda del mercado internacional y poseen personal con capacitado y con experiencia.
- b) Aceptable nivel de tecnología (60 a 79 puntos): industrias que poseen la maquinaria y equipo mínimo para dar respuesta a la demanda inmediata, únicamente implementan algunas técnicas adecuadas en el proceso de producción, existe poca diversificación de productos, el producto de calidad se circunscribe a madera aserrada clasificada, tienen capacidad para aportar a la demanda del mercado internacional y su personal tiene conocimientos y experiencia en base a capacitaciones recibidas.
- c) Bajo nivel de tecnología (40 a 59 puntos): industrias que poseen la maquinaria y equipo mínimo para dar respuesta a la demanda inmediata, no implementan técnicas adecuadas en el proceso de producción, no existe diversificación de productos y su personal tiene conocimientos y experiencia limitada.
- d) Muy bajo nivel de tecnología (20 a 39 puntos): más que industrias son empresas que operan con pocas máquinas, no aplican técnicas en el proceso de producción y su personal no tiene el mínimo de capacitación.



- e) Ineficiente nivel de tecnología (0 a 19 puntos): industrias que no poseen la maquinaria y equipo mínimo para dar respuesta a la demanda inmediata, no implementan técnicas adecuadas en el proceso de producción, y su personal no tiene el mínimo de capacitación.

#### 2.1.2.11.1. Nivel de tecnología de la Región Metropolitana

Para determinar el nivel de tecnología que posee las industrias transformación primaria de la Región Metropolitana, se procedió a calificarlas individualmente. La tabla XVI muestra los resultados obtenidos para cada una de las industrias.

Tabla XVI. Resultados de calificación

NOMBRE COMERCIAL	CALIFICACIÓN (puntos)
PRODEMYDE	57,5
ASERRADERO LA UNIÓN	46,5
INDUSTRIAS DE MADERA EL HORIZONTE Y ANEXO	53,5
ASERRADERO PINULA	43,5
ASERRADERO SAN CARLOS	50
ASERRADERO LA SELVA	47
ASERRADERO SAN ROQUE	49
MADERAS PETAPA	54
ASERRADERO NICOL'S	51
LA VIÑA	36
ASERRADERO EL BARATERO	49
ASERRADERO SANTA MARGARITA	47

Continuación de la tabla XVI.

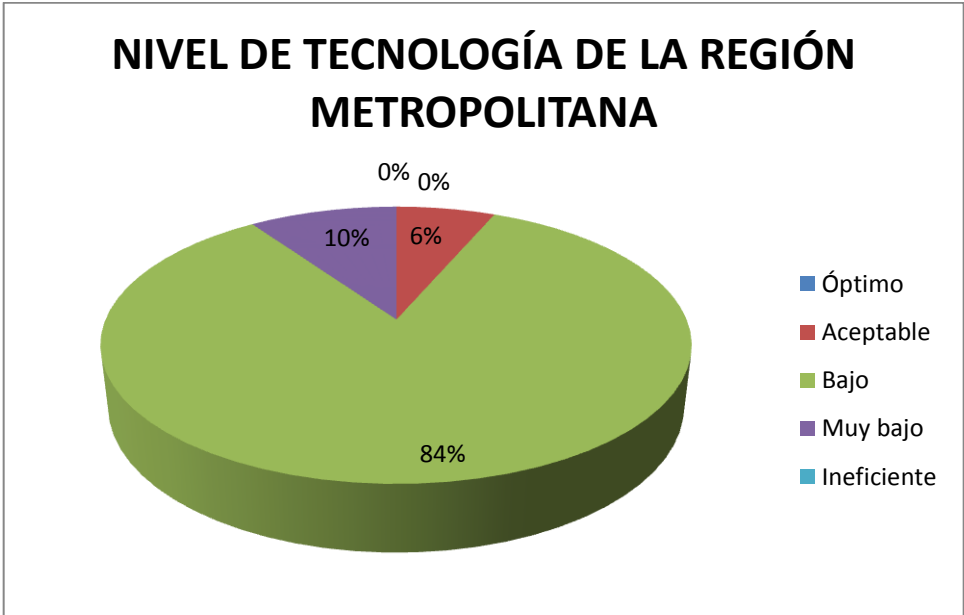
MARTISA	50,5
ASERRADERO ITALIANO GUATEMALA Y CARPINTERÍA No. 1	53
ASERRADERO Y CARPINTERIA MADECORT	47
ASERRADERO JIREH	62,5
ASERRADERO SAN RAFAEL	45,5
VENTA DE MADERA LA VILLA	42
ASERRADERO ALEMAN	46,5
ASERRADERO ROBERTO CONTENTI	33
INVERSIONES MANHATAN	47,5
MADERAS CEDROS DE GUATEMALA	38
MADERAS SAN MIGUEL, S. A.	47
AGUATILLO	31,5
DISTRIBUIDOR SAN MIGUEL	-
MADERAS DE LA CUYA	61
COMERCIAL YASMIN	37
IVERSA	45,5
ASERRADERO EL ALTO	50,5
ASERRADERO LAS VERAPACES	47,5
MADERAS SAN ANGEL	48
ASERRADERO LAS MARIAS	44

Fuente: elaboración propia.

Luego se identificó a qué nivel de tecnología pertenece según los valores descritos en la tabla anterior. Según la figura 28 se observa que la mayoría de industrias, el 84 %, tiene un bajo nivel de tecnología (40 a 59 puntos), 10 % de la industrias tienen muy bajo nivel tecnológico (20 a 39 puntos) y solo un 6 % de

las estás tiene un nivel de tecnología aceptable (60 a 79 puntos); esto demuestra que las industrias de la región son pequeñas en cuanto a su capacidad instalada y su tecnología no es la adecuada, no existen procesos productivos adecuados para un mayor aprovechamiento de los recursos, la calidad de los productos es baja ya que la exigencia del mercado no son las mejores porque en su mayoría se dedican a la transformación de madera para construcción y en algunos casos utilizan la madera para carpintería, cuentan con personal que pocas veces ha sido capacitado en temas específicos para la industria y una gran parte no le da mucha importancia al tema de seguridad.

Figura 28. Nivel de tecnología de la industria primaria



Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Propuesta de mejora

En el presente capítulo se presenta las propuestas de mejoras a las industrias forestales de transformación primaria de la Región Metropolitana.

### 2.2.1. Lineamientos tecnológicos de una industria forestal modelo de transformación primaria

La tabla muestra los lineamientos característicos de una industria forestal de transformación primaria con un óptimo nivel de tecnología, descritos en base a los factores evaluados en las industrias de la región, los cuales se ampliarán en el ítem 2.2.3.

Tabla XVII. Lineamientos tecnológicos de la industria forestal primaria

Aspecto	Lineamiento
Abastecimiento de materia prima	<ul style="list-style-type: none"><li>a) Disponibilidad de materia prima los 12 meses del año</li><li>b) Registro de control para la materia prima de ingreso</li><li>c) <i>Stock</i> de materia prima en patio, de acuerdo al volumen de producción y a la capacidad de almacenamiento.</li><li>d) Clasificación de materia prima por dimensiones (diámetro y longitud)</li><li>e) Almacenamiento apropiado de materia prima, para protección de deterioro y plagas.</li><li>f) Registros de control de ingreso de materia prima</li></ul>

Continuación de la tabla XVII.

Transformación de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Producción continua de productos de madera</li> <li>b) Registro de control para los productos de madera elaborados</li> <li>c) Alta calidad de productos de madera para construcción y exportación.</li> <li>d) Alta recuperación de desechos con alto valor agregado</li> <li>e) Registros de control de producción de productos de madera</li> <li>f) Registros de control de volumen de desechos, según su tipo</li> </ul>
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sistema de alimentación automático o mecanizado del patio a maquinaria principal</li> <li>b) Sistema de alimentación automático de maquinaria principal a secundaria</li> <li>c) Sistema de evacuación automático de desechos</li> <li>d) Antigüedad de maquinaria y equipos instalados menor a 20 años</li> <li>e) Programa de mantenimiento preventivo, en base a las consideraciones y recomendaciones del proveedor</li> <li>f) Tiempo de cambio de sierra de maquinaria principal en base a las consideraciones y recomendaciones del proveedor</li> <li>g) Taller propio para afiladura de sierras y cuchillas</li> </ul>
Fuente de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fuente de energía eléctrica para funcionamiento de la maquinaria y equipos de la industria</li> </ul>

Continuación de la tabla XVII.

Áreas de proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Distribución adecuada de áreas de la industria, en base al espacio físico de la misma</li> <li>b) Secado artificial con horno de los productos de madera</li> <li>c) Procesos estandarizados por medio de manuales y diagramas de procedimientos</li> </ul>
Mercado destino	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Productos de madera de alta calidad para venta nacional e internacional</li> </ul>
Recurso humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Personal profesional para el trabajo y con constantes capacitaciones en temas específicos a las áreas de trabajo</li> </ul>
Seguridad industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Equipo de protección individual para el personal operativo, en base al área de trabajo y actividad realizada</li> <li>b) Accesorios de seguridad en maquinaria y equipos que presentan riesgos al empleado</li> <li>c) Equipo de lucha contra incendios adecuado a la industria</li> <li>d) Presencia de señalización de advertencia, emergencia, prohibición, emergencia y obligación en la industria</li> </ul>

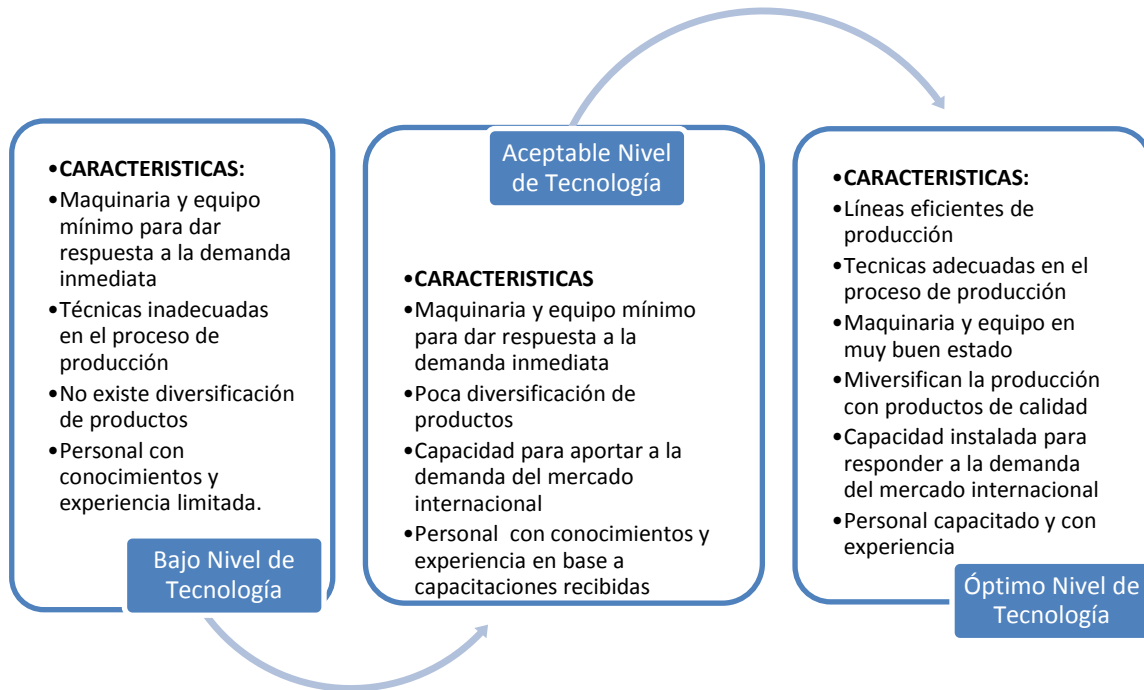
Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2. Salto tecnológico para la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala**

La mayoría de industrias de la Región Metropolitana poseen un bajo nivel de tecnología, esto refleja que la industria de aserrío primario de la región tiene poca capacidad instalada, procesos productivos inadecuados para un mayor aprovechamiento de los recursos, baja calidad de los productos madereros, personal poco capacitado en temas específicos para la industria y condiciones inseguras para el personal dentro del área de trabajo.

Por ello es necesario que la industria promueva cambios e implemente mejoras en sus procesos, técnicas de producción, maquinaria y equipos, productos, recurso humano, seguridad industrial para cumplir con la demanda del mercado nivel nacional y en el mejor de los casos el mercado internacional los cuales se describen en el numeral 2.2.3.; todo ello con el fin de pasar a tener un nivel de tecnología bajo a uno aceptable, y de ser posible y según las capacidades de la industria, un nivel óptimo.

Figura 29. Salto de tecnología



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Propuestas de mejora para la industria forestal de transformación primaria de la Región I Guatemala

A continuación se presentan algunas alternativas a tomar en cuenta para mejorar las condiciones actuales en las que se encuentra la industria de transformación primaria de la región:

#### 2.2.3.1. Abastecimiento de materia prima

- A. Contar con más de un proveedor y/o con *stock* de materia prima en patio, para evitar contratiempos en la producción de productos de madera



derivados de la falta de recursos a transformar. La adquisición de madera se puede dar de la siguiente forma:

a. Extracción propia:

Para utilizar este sistema se debe disponer de una concesión forestal y contar con personal y equipos para aprovechar el bosque a través de un departamento o área especializada de extracción forestal.

Para ello se debe contar con el siguiente equipo y maquinaria:

- ✓ Equipos de extracción: motosierras, tractores forestales cargadores frontales, tractor de orugas.
- ✓ Equipos de transporte: camiones, remolcadores, grúas.
- ✓ Equipo técnico especializado para manejo del bosque.

b. Compra a terceros:

Otro de los sistemas para el abastecimiento de materia prima que se puede utilizar es la compra de trozas a terceros, la cual se da de dos maneras:

- ✓ Mediante contrato entre extractor y aserradero.
- ✓ Cuando el extractor llega hasta la localidad en donde se encuentra el aserradero y oferta su madera rolliza.

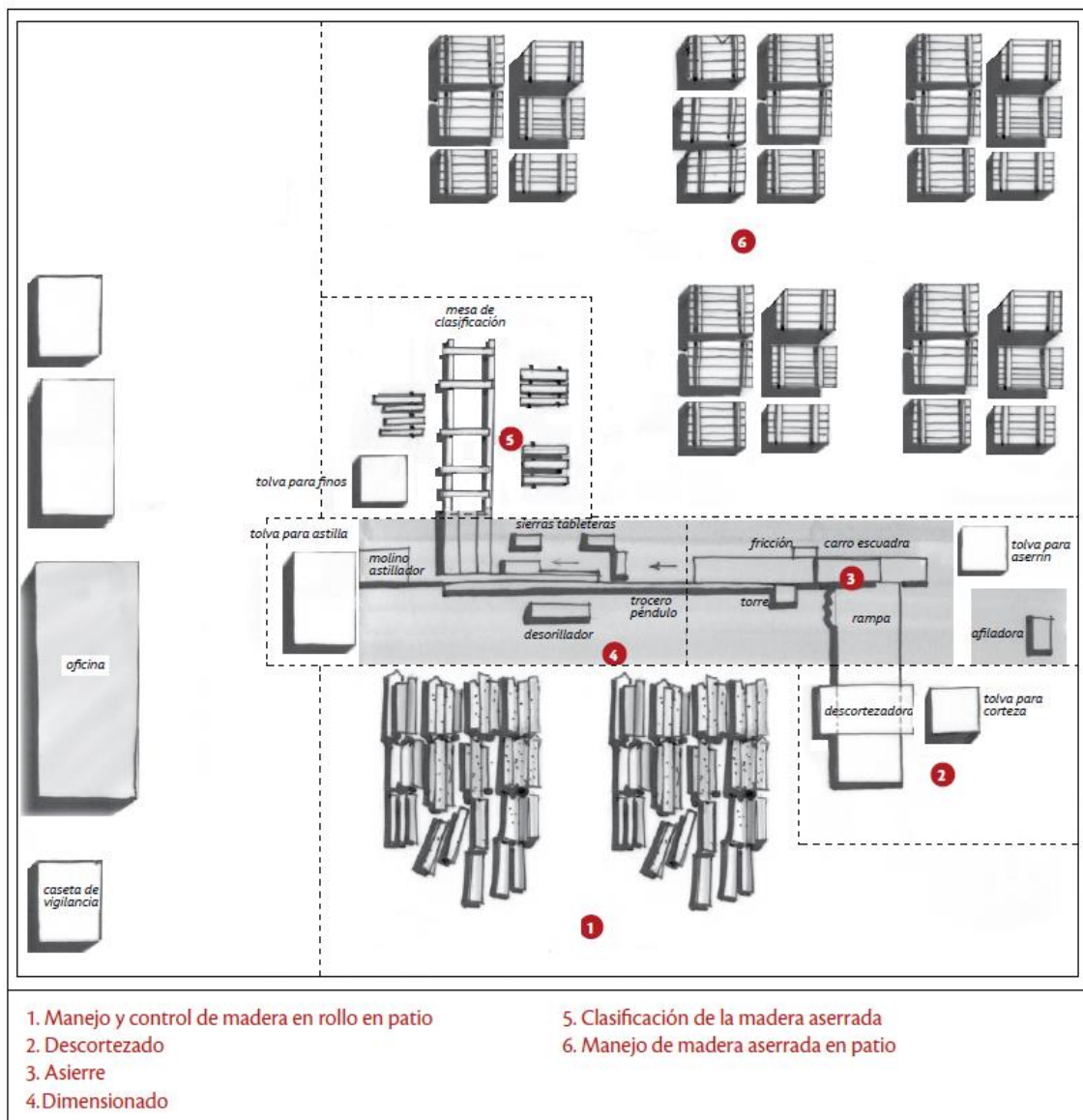
B. El manejo de las trozas puede ser manual, semimecanizado o mecanizado. El sistema empleado dependerá del tamaño del aserradero, de los volúmenes de madera, de las características del terreno donde se ubica el patio de trocería y del poder de adquisición de la industria. El sistema semimecanizado funciona como un modelo ideal en aserraderos medianos, donde los operadores descargan, apila o acercan las trozas al

aserradero utilizando ganchos troceros y pueden apoyarse con malacates, grúas, montacargas, trascabos, etc.

- C. Separar físicamente en el patio de almacenamiento las trozas según su calidad, diámetro y longitud. Para ello se consideran cuatro categorías de calidad de la madera en rollo, las cuales son:
- a. Calidad I o sobresaliente: completamente recta, ausencia de plagas y enfermedades, heridas, grano en espiral, rabo de zorro, no menor a 25 cm de diámetro con corteza en su extremo menor, libre de ramas, libre de nudos.
  - b. Calidad II o aceptable: fuste aceptablemente recto o aserrable, con ramas que se inserten en ángulos de 60°, presencia o evidencia de la existencia de ramas gruesas, presencia de muchas ramas, fuste levemente inclinado, plantaciones adultas cuyos árboles no alcanzan un diámetro de 20 cm. También todas aquellas trozas que tengan excelentes características, pero no alcancen 25 cm D.
  - c. Calidad III o marginal: un aserrado de solo 50 % del fuste, torceduras severas, grano en espiral, árbol muy inclinado, con bifurcaciones, ramas muy gruesas, abundantes o insertadas en ángulos < 45°, heridas en el fuste, presencia de ramas viejas, presencia de plagas y enfermedades, diámetro < a 10 cm en la extremo inferior y que tiene las medidas mínimas de comercialización (< a 2,5 L).
  - d. Calidad IV o árbol no aserrable: troza no aserrable por características físicas y dimensiones (< 10 cm de diámetro sin corteza). Su uso es para leña, postes y biomasa.

La figura 30 muestra el área dentro de la industria dispuesta para el almacenado de la madera en rollo en el patio.

Figura 30. Vista en planta de aserradero



Fuente: Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales*. p. 13.

- D. Apilar sobre trozas dispuestas transversalmente las trozas para prevenir el deterioro causado por el contacto directo con el suelo. Las tongas se orientan evitando que los extremos de las trozas queden expuestos a la acción de los vientos dominantes y se ubican cerca del aserradero, con la finalidad de optimizar recorridos, uso de combustible e inversión en mano de obra, así como de evitar “tiempos muertos” y desgaste de los equipos y herramientas.

Figura 31. **Apilado de trozas**



Fuente: Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales*. p. 19.

- E. Aplicar una mezcla de agua, baba de nopal, sal y cal en los extremos de las trozas y en aquellas partes desprovistas de corteza para disminuir el deterioro de la madera en rollo; especialmente si no se va transformar en las siguientes semanas y más aún si su almacenamiento en patio coincide con la temporada de lluvias.

- F. Para el preparado de la mezcla: en un recipiente con 200 litros de agua se agregan 50 piezas de nopal; se dejan en reposo durante 3 días. Al tercer día se sacan los nopales y se añade un saco de cal y 3 kilos de sal entera. Se revuelven los ingredientes y se deja reposar 12 horas más.
- G. Seleccionar la materia prima que va a ingresar al aserradero según el número de piezas de dimensiones específicas que deben producirse en el aserradero para cumplir con los pedidos y el criterio de “primeras entradas, primeras salidas”; la cual consiste en dar prioridad a las trozas que lleva más tiempo almacenada en patio; con el fin de evitar que la trocería quede oculta y rezagada; condición que genera deterioro y pérdida del material debido a la disminución del contenido de humedad, el ataque de mancha e insectos y el rajado en los extremos de las trozas.
- H. Al hacer la revisión de la materia prima recibida en el aserradero, descontar el volumen de madera en rollo que presenta pudrición, quemaduras, malformaciones, etc. y se establecen las calidades de cada pieza: primaria, secundaria o aprovechamiento (asociado con las puntas y ramas de los árboles) La calidad de la madera en rollo incluye varias características de la forma de la troza:
- a. Conicidad
  - b. Curvaturas
  - c. Cicatrices y aviejamiento
  - d. Dimensión: diámetro y longitud.

#### **2.2.3.2. Transformación de materia prima**

A continuación se describe el aserrío principal y secundario del proceso de transformación de madera aserrada, así como algunos puntos importantes a

tomar en cuenta en el proceso. El apéndice 4 describe el proceso de aserrado de la madera.

#### **2.2.3.2.1. Aserrío principal**

- A. Antes del aserrado de la pieza, identificar y eliminar objetos incrustados en las trozas, utilizando herramientas como martillo y cincel o cepillos de alambre; para disminuir los daños en las sierras cintas ocasionados por elementos abrasivos incrustados en la troza.
  
- B. Instalar una solera metálica sobre los cargadores o vigas de madera de la rampa de trocería para facilitar el movimiento de las trozas. Si el volteo y el acomodo de la troza en el carro escuadra se realizan manualmente con ganchos troceros, se recomienda emplear un apoyo de madera, conocido como tacón, que facilite las maniobras de los volteadores.

Figura 32. **Volteo de troza**



Fuente: Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales*. p. 33.

- C. Acomodar la troza en el carro escuadra con el extremo de diámetro menor en la parte delantera del carro, dirigido hacia el compensador de conicidad. Esta acción favorece que el aserrador observe con mayor facilidad la parte más nudosa, así como el corte de la sierra que comenzará cortando por lo blando en lugar de lo duro; en la parte del diámetro mayor de la troza se encuentra la madera más vieja, cicatrices, desvío de las fibras, etc. Es importante que al llegar a la parte dura de la troza, la sierra ya tenga una línea de corte definida con un esfuerzo uniforme.
- D. Hacer un primer corte para obtener una tabla de 4 pulgadas de ancho y de 7/8" de espesor; con el objetivo de disminuir los desperdicios de la madera al momento de sanear los cantos. Si no es suficiente en el primer paso por la sierra cinta, el aserrador deberá realizar otro corte de 1/4", 3/8" o 1/2" de espesor sin exceder una pulgada, según sea lo necesario para obtener la cara de 4 pulgadas con sus respectivos refuerzos. Esto en función de elevar el coeficiente de aprovechamiento de la madera aserrada y maximizar la producción de madera ancha.
- E. Realizar continuamente ejercicios de calibres en las piezas aserradas para tener un control de la producción. Para ello, se mide el espesor de la madera aserrada que se va produciendo con la finalidad de verificar si la escala del carro está bien calibrada y si el marcador está señalando con precisión la medida del corte. La medición puede hacerse con una amplia variedad de equipos, desde calibradores electrónicos hasta flexómetros.

Figura 33. **Medición de espesor de madera aserrada**



Fuente: Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales*. p. 38.

#### **2.2.3.2.2. Aserrío secundario**

- A. Contar con una línea, en donde se seleccionen las piezas aprovechables, las cuales pueden ser utilizadas como materiales para la fabricación de componentes de empaque agrícola, cuadrados para mango de escoba y tarimas. Con esta acción de aprovechamiento de las costeras puede incrementarse el coeficiente de aserrío hasta en 3 %. Se identificarán piezas cuyo espesor permita hacer tablas de 3/4", 5/8" o 1/2" de espesor, cuyo control se llevará por medio de la siguiente tabla.



Tabla XVIII. **Recuperación de piezas aprovechables**

RECUPERACIÓN DE PIEZAS APROVECHABLES				CODIGO	
				RR-01/13	
Fecha: _____					
Dimensiones			No. De Piezas	Volumen (m³)	
Espesor (pulg.)	Ancho (pulg.)	Longitud (pulg.)			
3/4	3/4	28			
3/4	3/4	30			
3/4	3/4	32			
3/4	3/4	34			
3/4	3/4	36			
3/4	3/4	38			
3/4	3/4	40			
3/4	3/4	42			
5/8	5/8	28			
5/8	5/8	30			
5/8	5/8	32			
5/8	5/8	34			
5/8	5/8	36			
5/8	5/8	38			
5/8	5/8	40			
5/8	5/8	42			
1/2	1/2	28			
1/2	1/2	30			
1/2	1/2	32			
1/2	1/2	34			
1/2	1/2	36			
1/2	1/2	38			
1/2	1/2	40			
1/2	1/2	42			
Total					

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Recuperación de desechos**



Fuente: Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales*. p. 51.

#### **2.2.3.2.3. Clasificación y almacenado de productos de madera**

Para clasificar y almacenar la madera aserrada se debe tomar en cuenta dos criterios, las dimensiones (A), y el grado de calidad (B) que posee la madera aserrada. El apéndice 5 muestra el formato de registro de la producción de madera aserrada.

- A. Las medidas de los productos elaborados que se manejan en el mercado, son idénticas para las diferentes especies, la mayor similitud las tienen las coníferas, pero de igual manera las latifoliadas se venden con las mismas medidas. Las medidas más utilizadas son las siguientes:

Tabla XIX. **Codificación de productos de madera aserrada**

<b>PRODUCTOS DE MADERA</b>	
<b>REGLA</b>	<b>CODIFICACION</b>
2 pulgadas * 3 pulgadas * varios largos	RE-1-n
3 pulgadas * 3 pulgadas * varios largos	RE-2-n
4 pulgadas * 4 pulgadas * varios largos	RE-3-n
<b>TABLA</b>	
1 pulgadas * 12 pulgadas * varios largos	TA-1-n
1 pulgadas * 10 pulgadas * varios largos	TA-2-n
<b>TENDAL</b>	
3 pulgadas * 4 pulgadas * varios largos	TE-1-n
4 pulgadas * 5 pulgadas * varios largos	TE-2-n
<b>TABLÓN</b>	
2 pulgadas * 5 pulgadas * varios largos	TO-1-n
2 pulgadas * 6 pulgadas * varios largos	TO-2-n
2 pulgadas * 8 pulgadas * varios largos	TO-3-n
2 pulgadas * 12 pulgadas * varios largos	TO-4-n
Donde n puede tomar diferentes valores, en base al largo de la pieza	

Fuente: elaboración propia.

- B. Una clasificación visual de la madera aserrada permite que de forma rápida se le pueda asignar una clase determinada, de la que dependerá el destino de esa madera, ya que cada utilidad requiere unas características distintas en cuanto a la calidad, hecho que define el precio. Para que la clasificación de la madera sea rápida, es necesario definir criterios de clasificación visuales lo más descriptivos posibles de la calidad y que puedan ser medidos y vistos fácilmente. Este es el caso de los tres criterios de esta propuesta de clasificación: nudos, fendas superficiales y azulado de la madera.

Tabla XX. **Calidad de productos de madera aserrada**

GRADO DE CALIDAD	NUDOS	FENDAS SUPERFICIALES	AZULADO DE LA MADERA	USOS DE LA MADERA ASERRADA
C-0	Sin nudos	Sn fendas superficiales	No Admitido	Carpintería, ebanistería, marcos y puertas
C-1	Nudos en un canto	1. Fendas superficiales $< \frac{1}{4} L$ de la cara exterior, y que no atraviesa la pieza. 2. Profundidad $< \frac{1}{4} G$ .	No admitido	Estuchería, ebanistería, carpintería, suelos, envases.
C-2	Nudos en una cara y un canto	1. Fendas superficiales $< \frac{1}{2} L$ de la cara exterior, y que no atraviesa la pieza. 2. Profundidad $< \frac{1}{2} G$ .	Admitido	Estuchería, envases, palets, traviesa de ferrocarril.
C-3	Nudos en todas la caras pero madera limpia entre nudos	1. Fendas superficiales que no atraviesan la pieza. 2. Profundidad $< \frac{1}{2} G$ .	Admitido	Palets, construcción.
C-4	Resto de madera			construcción

Fuente: CONFEMADERA. *Estandarización de medidas y clasificación de madera aserrada de coníferas.* p. 2.

Acomodar los paquetes para que las piezas que tengan más salida o rotación de tal forma que queden más próximos y accesibles a las maniobras del montacargas o su destino siguiente, ya sea el patio de madera aserrada o el camión de embarque; esto con el fin de disminuir las tareas de los empleados, así como el uso de equipos y consumo de combustibles y lubricantes.

Figura 35. Almacenado de productos de madera



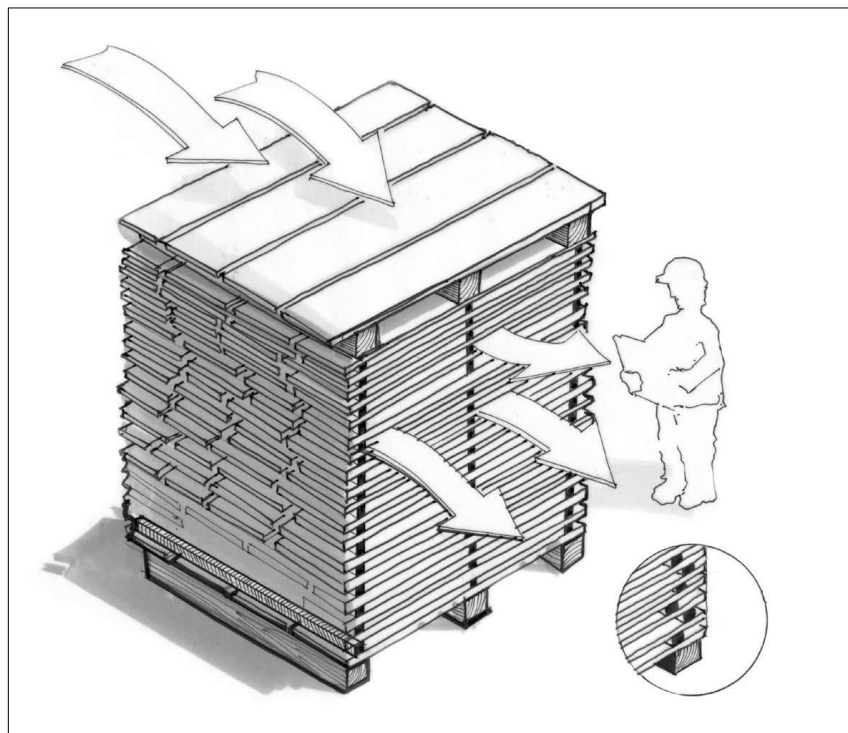
Fuente: elaboración propia, con programa Micorsoft Visio 2010.

Para almacenar la madera aserrada de forma segura y adecuada, armar las estibas para secar la madera al aire libre. El encargado de patio coordina estas acciones tomando en cuenta lo siguiente:

- Orientar las estibas de forma que los cantos de las tablas queden expuestos a la acción de los vientos dominantes para que se logre un secado más uniforme y en menor tiempo.
- Armar los bancos de madera o paquetes usando cargadores como base, generalmente se emplean durmientes o cargadores para evitar el contacto directo de la madera con el piso, además si se posee, permite la entrada de las cuchillas del montacargas, la circulación del aire por debajo de la estiba y favorecer la estabilidad del paquete.
- Usar separadores, conocidos como fajillas, para facilitar el paso del aire entre las piezas; se recomienda que los separadores estén secos completamente para evitar que manchen la madera. Los separadores se elaboran de los cuadrados para mango de escoba que no califican como tales y deben tener dimensiones iguales para asegurar la uniformidad de la pila.
- Garantizar la misma distancia entre los separadores a lo largo de la madera aserrada, generalmente de 2 pies, para procurar una ventilación uniforme entre las piezas y dar estabilidad al paquete. Entre tabla y tabla debe haber una separación de una pulgada para favorecer el movimiento del aire.
- Mantener una misma línea entre los separadores y los cargadores ubicados en la base de la estiba, esto con el fin de prevenir torceduras y daños en las camas más bajas de la estiba de madera.
- Tapar la madera al momento de completar la estiba. Esta práctica evita que se disminuya la calidad de la madera por las condiciones de intemperie. Las tapas deberán exceder en un pie la superficie de la

estiba de madera ya enfajillada, tanto en ancho como en largo, para no ocasionar escurrimientos sobre los costados de la estiba y daños causados por el sol. Las tapas deben tener una inclinación para favorecer el escurrimiento del agua.

Figura 36. **Estiba de madera aserrada**



Fuente: Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales*. p. 65.

### **2.2.3.3. Maquinaria**

La tabla XXI muestra las diferentes maquinas que se utilizan en el proceso de aserrado de madera, así como sus especificaciones:

Tabla XXI. **Maquinaria y sus características**

<b>MAQUINARIA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<p>Aserradero, Modelo Lt 50, Marca Wood-Mizer.</p>	<p>Dimensiones (con el paquete Trailer)</p> <p>Longitud: 26'-2 "(8m)</p> <p>Ancho: 6'-6 "(2m)</p> <p>Altura (posición de la cabeza max): 11 '(3,3 m)</p> <p>Peso (con opciones de alimentación más pesadas): 4,370 libras (1 982kg)</p> <p>Opciones de energía</p> <p>38 HP (28,1 kW) gasolina: estándar/ 47 CV (35 kW) Diesel: Opcional/ 25 CV (18,5 kW) de 3 fases eléctricas: Opcional</p> <p>Capacidad máxima de corte</p> <p>Iniciar longitudes: 21 '(6.4 m) y hasta 45' (13m) w / BX</p> <p>Entrar diámetro: 36 "(91 cm)</p> <p>Tasas de producción: hasta 700 BF / HR</p>
<p>Aserradero Portátil, Modelo LT15 G18, Marca Wood-Mizer.</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Largo máximo de corte: 5,40 m.</p> <p>Ancho máximo de corte: 23"</p> <p>Peso aproximado: 544 kg.</p> <p>Opciones de energía</p> <p>18 HP gasolina / 25 HP gasolina / 10 HP eléctrico / 17 diesel</p> <p>Capacidad máxima de corte</p> <p>Largo estándar de la troza a cortar: 5,4 m.</p> <p>Diámetro máx de la troza: 71 cm. (28")</p> <p>Capacidad de corte del bloque máx. 58 cm. (23") x 74 cm. (29") de alto.</p>



Continuación de la tabla XXI.

<p>HR120 Reaserradero Horizontal</p>	<p>Dimensiones Largo: 2 m (78 ") Ancho: 1,8 m (72 ") Altura: 2,1 m (85 ") Peso: 444 kg (980 libras) Opciones de energía 13,4 kW (18 CV) Gasolina/ 18,6 kW (25 HP) Gasolina/ 7,5 kW (10 HP) Elec 230 V 1F/ 12,7 kW (17 HP) Diesel</p>
<p>Cepillo de 20" DC-580 Modelo 22-450 (3 Fases)</p>	<p>Motor: 5 HP, 200-220/440 V, 60 Hz Capacidad de corte 20" No. de velocidades: 2 Profundidad de corte: 3/16"</p>
<p>TP305 CEPILLO DE 15 AMP</p>	<p>Dimensiones Tamaño: 12,5" Opciones de energía Motor 15 Amps, Voltaje 120V/60Hz Capacidad máxima de corte Espesor máximo: 6" Espesor mínimo: 3/16" Prof. Máxima: 3/16" Largo máximo: 12"</p>
<p>Descortezadora Modelo 36SE</p>	<p>Cabezal: Cabezal descortezador de 12 pulgadas con dientes de carburo y control de profundidad incorporado Motor: Motor eléctrico de 20 hp para el cabezal desco-tezador y de 15 hp para la bomba hidráulica/ Motores Kohler a gasolina, de 25 hp. Componentes hidráulicos: Sistema hidráulico con bomba en tándem de 16 GPM. Doce ruedas de soporte de troncos. Cuatro brazos de descarga</p>

Continuación de la tabla XXI.

	<p>Dos polines posicionadores de troncos para avanzar o retroceder el tronco</p> <p>Dos conexiones hidráulicas para la cubierta de salida.</p> <p>Controles: el movimiento de carro, controlado con el pie, permite liberar las manos para accionar los controles hidráulicos.</p> <p>Puente móvil de entrada: 12 o 24 pies</p>
Sierra Radial Modelo 812	<p>Motor: Eléctrico de 10 hp</p> <p>Hojas: Sierra circular de 26 pulgadas</p> <p>Alimentación: Dos polines de alimentación. Dos polines de salida</p> <p>Chasis: 48" de ancho x 60" de largo x 55-60" altura ajustable</p> <p>Capacidad: 8" x 12" (o a sus especificaciones)</p>
Afiladora	<p>Sistema profesional de afilado para hojas de 2½ a 7¼ pulgadas.</p> <p>Dos motores de ½ hp - 220 volts 50/60 Hz + partida magnética</p> <p>Cabezal afilador ajustable</p> <p>Alimentación automática de la hoja</p> <p>Accesorio para hoja de doble corte</p> <p>Mesón de trabajo</p> <p>Soporte para la hoja</p>

Fuente: elaboración propia

- A. El funcionamiento óptimo de los equipos es el resultado, en buena medida, de aplicar una práctica adecuada de mantenimiento preventivo, la cual permite estandarizar la producción de volumen de madera aserrada y mantener los costos de producción. Variables como el rendimiento y la calidad del maquinado de la madera se controlan

positiva y negativamente por factores asociados al carro escuadra y su trayecto hasta la torre principal.

Es necesario que el aserrador aplique una serie de controles para diagnosticar el funcionamiento del carro escuadra y su intervención en el rendimiento y calidad de la producción, tales como:

- a. Alineación, limpieza y lubricación de las vías.
  - b. Existencia de un espacio o “luz” entre la vía guía y la rueda del carro escuadra.
  - c. Tensión del cable
- B. Para una sierra de banda, se recomienda que para mantener la producción y asegurar un maquinado óptimo de la madera:
- a. El área dentada de la sierra trabaje 1/4” afuera del canto de los volantes para prevenir que se rompa algún diente.
  - b. Los volantes estén alineados para evitar vibraciones del equipo, que repercuten en el maquinado de la madera y roturas en la sierra cinta.
  - c. Exista una placa para la limpieza permanente de la banda del volante. La placa puede ser de plomo, bronce o metales suaves.
  - d. Los baleros y las chumaceras de los volantes estén lo suficientemente lubricados y engrasados. Esta actividad forma parte del mantenimiento preventivo que debe realizarse mínimo una vez por semana.
  - e. La guía esté dotada de unos taquetes de madera blanda o corchos que le den rigidez a la sierra y la mantengan fija.

- f. Haya un continuo suministro de agua por medio del gotero para evitar un calentamiento de la sierra cinta y favorecer la limpieza de la guía.
- g. Se aplique diesel sobre la sierra cinta para lubricarla y disolver la resina que se pega sobre su superficie.
- h. La sierra cinta se cambie cada 3 o 4 horas. Aunque la rotación de las sierras dependa del programa de producción, es fundamental no castigar el acero de la sierra y mantener mayor velocidad y precisión en el corte.
- i. El brazo guía se disponga lo más próximo posible al borde de la troza, esto implica mayor precisión en el corte, incremento en la velocidad de avance y por ende mayor volumen de producción. El aserrador moverá el brazo guía hacia arriba o hacia abajo según el diámetro de la troza para mantener firme la sierra cinta al momento del corte.

#### **2.2.3.4. Fuentes de energía**

Las industrias forestales de la región utilizan energía en su mayoría energía eléctrica para poner en funcionamiento la maquinaria, por ello es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

##### **2.2.3.4.1. Energía eléctrica**

- A. Resulta de más beneficio que las instalaciones eléctricas en las industrias de aserrío primario sean trifásicas, ya que está demostrado, en forma técnica, científica, y práctica, que la mejor manera de producir, transmitir y consumir energía eléctrica es usando circuitos trifásicos;

algunas de las razones por las que la energía trifásica es superior a la monofásica son:

- a. Los sistemas trifásicos dan una salida estable.
- b. Una alimentación monofásica puede obtenerse de los circuitos trifásicos pero trifásica no puede obtenerse de un motor monofásico.
- c. El factor de potencia de los motores monofásicos es pobre en relación a los motores trifásicos equivalentes.
- d. Para máquinas convertidoras como los rectificadores, el voltaje de salida en corriente continua es más uniforme si el número de fases se incrementa.

#### **2.2.3.4.2. Planta eléctrica**

- A. Según la capacidad de adquisición por parte de la industria, se recomienda hacer uso de ella cuando:
  - a. Hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.
  - b. Además cuando se necesite generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente en zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en las industrias donde a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse.
- B. Es importante conocer las características, especificaciones, operación y funcionamiento que posee una planta eléctrica. La operación de la planta

eléctrica es sencilla y puede funcionar en dos modalidades: modalidad de emergencia y modalidad continua.

a. Modalidad de emergencia

Capacidad y funcionamiento:

- ✓ Potencia de salida: 37,5kVA/30,0kVA
- ✓ Frecuencia: 60Hz
- ✓ Velocidad del motor (rpm): 1800
- ✓ Consumo de combustible: 8.9 L/h

Operación y programación:

- ✓ Los selectores del control maestro deben estar ubicados en la posición de automático. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.
- ✓ En caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará con un retardo de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se le conoce como transferencia de energía.
- ✓ Después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la re transferencia (la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal) quedando aproximadamente 5 minutos encendida

la planta para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

b. Modalidad continúa

Capacidad y funcionamiento:

- ✓ Potencia de salida: 33,8kVA/27,0kVA
- ✓ Frecuencia: 60Hz
- ✓ Velocidad del motor (rpm): 1800
- ✓ Consumo de combustible: 8.0 L/h

Operación y programación:

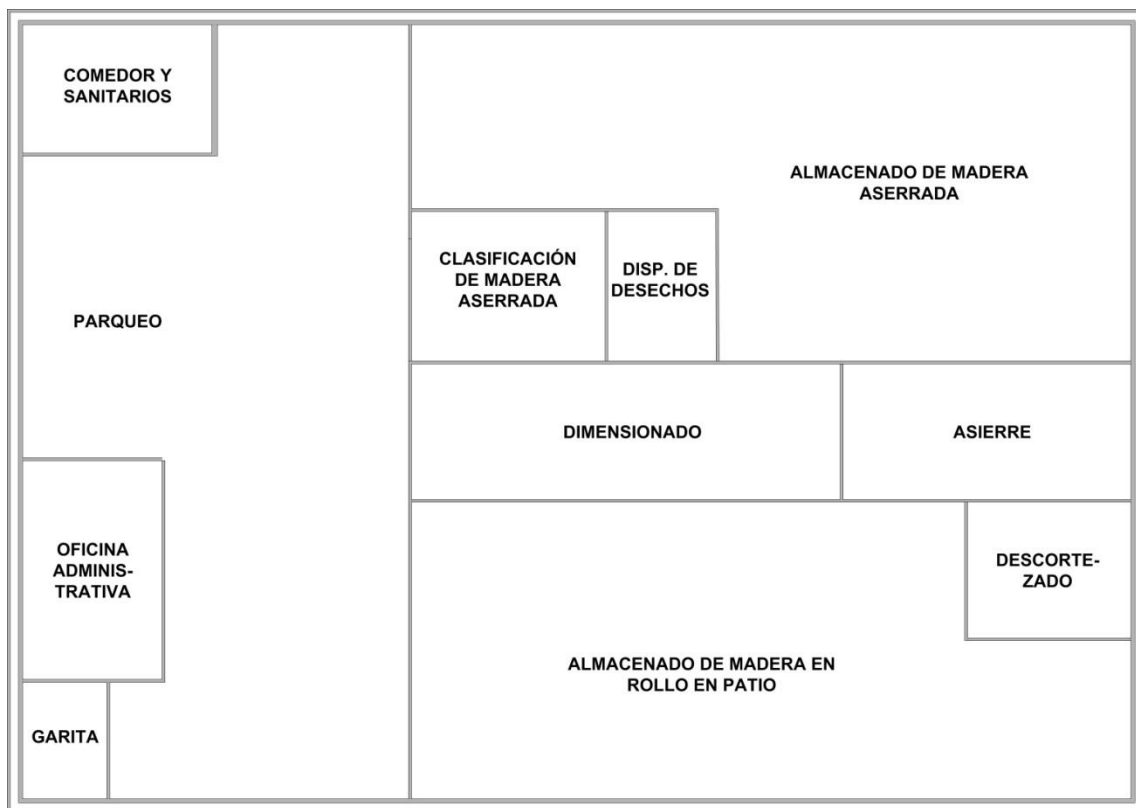
- ✓ El selector de control maestro debe colocarse en la posición de manual.
- ✓ Como medida de seguridad para que la planta eléctrica trabaje sin carga (en vacío), se debe colocar el interruptor principal "*Main*" del generador en posición de apagado off.
- ✓ Colocar el *main* de emergencia (en el generador) en posición de apagado.
- ✓ Encender el selector del control maestro, el cual arranca similar al encendido de un vehículo.
- ✓ Para apagar la planta se acciona el interruptor en la posición de apagado "*off*" para que el motor se apague

#### **2.2.3.5. Áreas de proceso**

Contar con las áreas de proceso básicas para la transformación de productos madereros es de vital importancia, para ello se presentan las siguientes recomendaciones:

- A. Definir claramente el espacio físico dentro de la industria, para cada una de las áreas (recepción de materia prima, clasificación por dimensiones y almacenamiento de materia prima, aserrado, secado de la madera, clasificación de productos de madera); si es posible delimitarlo.

Figura 37. **Áreas de una industria forestal primaria**



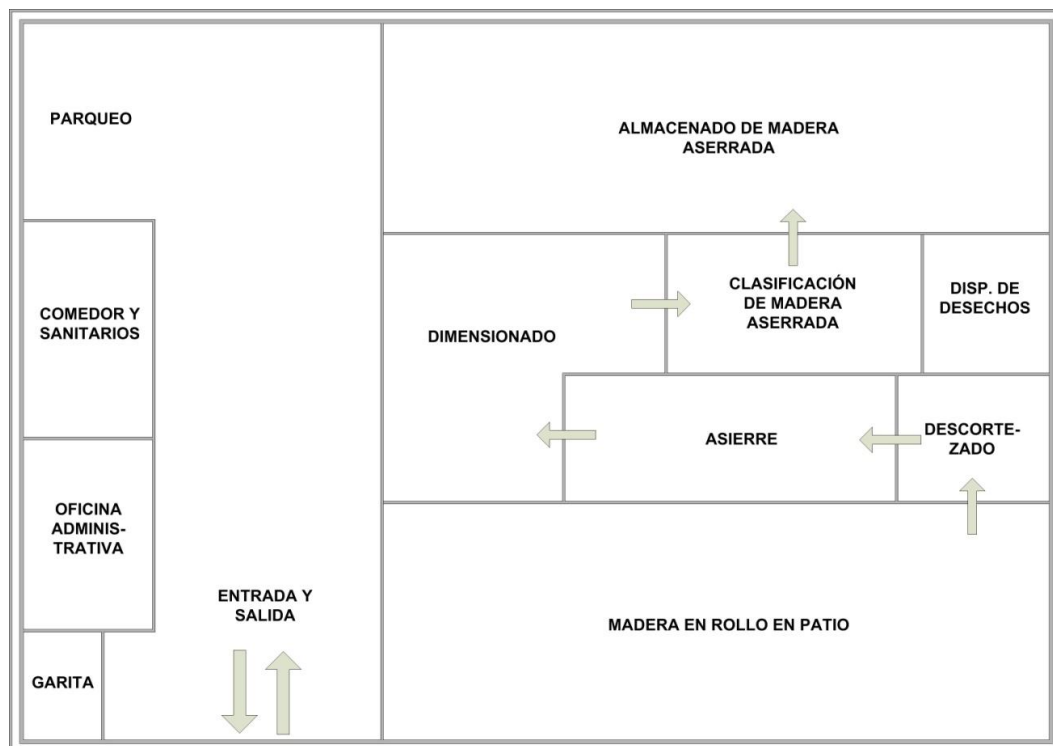
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2010.

- B. En las industrias que no posean sistema de extracción de desechos (viruta, aserrín, polvillo, etc.); mantener, en la mayor medida posible, limpias y ordenadas las diferentes áreas que conforman la industria, para ello se tomar en cuenta los siguientes puntos:



- a. Respetar las áreas de proceso previamente delimitadas para conservar el orden dentro de la planta.
  - b. Ubicar recipientes en las áreas de proceso, para depositar los desechos que se generan en las mismas.
  - c. Indicarle al operario que debe limpiar su área de trabajo, en cada parada que se haga, para realizar el cambio de sierra de la maquinaria principal o cada 2 horas.
  - d. Al momento de llenar el recipiente, trasladar los desechos al área donde han de recopilarse.
- C. Contar con una correcta distribución de áreas y puestos de trabajo, según las limitaciones de espacio físico que se tengan en la industria.

Figura 38. **Layout de la industria forestal primaria**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2010.

#### **2.2.3.5.1. Manuales de procedimiento**

- A. Para conocer la secuencia de actividades de transformación de la madera que cada una de las personas debe realizar en cierta parte del proceso, es necesario contar con documentos que describan el procedimiento, lo cual le permite al involucrado conocer con más detalle la operación que debe realizar durante el proceso. A continuación se muestran los procedimientos para el mantenimiento preventivo de la planta eléctrica, mantenimiento preventivo de la maquinaria principal y recepción de madera en rollo. En el apéndice 6 se muestran los manuales de procedimiento con sus respectivos registros.

#### **2.2.3.5.2. Registros y control**

Presentar constantemente y en las fechas establecidas, los documentos correspondientes a los registros de ingreso de materia prima y egreso de productos, a la Región Metropolitana del INAB Guatemala. Estos documentos son proporcionados por el INAB Guatemala, y los mismos se muestran en el anexo 2.

#### **2.2.3.6. Mercado destino**

En el siguiente subíndice se dan a conocer aspectos muy importantes referentes a la búsqueda de nuevos mercados; como: producto, precio, plaza y promoción.

### 2.2.3.6.1. Búsqueda de nuevos mercados

Para la búsqueda de nuevos mercados se debe ser muy cuidadoso pero decidido y arriesgado, y para lo cual se debe tener presente los siguientes puntos:

- A. Producto: los productos elaborados que se manejan en el mercado para las diferentes especies tanto coníferas como latifoliados, se ofrecen en las siguientes presentaciones:

Tabla XXII. Productos de madera

<b>PRODUCTOS DE MADERA</b>
<b>REGLA</b>
2 pulgadas * 3 pulgadas * varios largos
3 pulgadas * 3 pulgadas * varios largos
4 pulgadas * 4 pulgadas * varios largos
<b>TABLA</b>
1 pulgadas * 12 pulgadas * varios largos
1 pulgadas * 10 pulgadas * varios largos
<b>TENDAL</b>
3 pulgadas * 4 pulgadas * varios largos
4 pulgadas * 5 pulgadas * varios largos

Continuación de tabla XXII.

<b>TABLÓN</b>
2 pulgadas * 5 pulgadas * varios largos
2 pulgadas * 6 pulgadas * varios largos
2 pulgadas * 8 pulgadas * varios largos
2 pulgadas * 12 pulgadas * varios largos
Donde n puede tomar diferentes valores, en base al largo de la pieza

Fuente: elaboración propia.

- B. Precio: para determinar un precio atractivo, tanto para el productor como para el consumidor, es necesario conocer los precios de la madera aserrada que se manejan en la Región I a la fecha, los cuales se dan a conocer en la siguiente tabla:

Tabla XXIII. **Precios de productos de madera**

MADERA ASERRADA RÚSTICA	PRECIO PROMEDIO (Q/PT)
Pino	Q 4.00
Ceprés	Q 4.25
Caoba	Q 15.00
Cedro	Q 15.00
MADERA EN BLOCK	PRECIO PROMEDIO (Q/PT)
Pino	Q 4.15
Ceprés	Q 6.25
Caoba	Q 12.00
Cedro	Q 13.00
Matilisguate	Q 8.25
Conacaste	Q 8.00
Chichipate	Q 5.00
Palo Blanco	Q 7.25

Fuente: elaboración propia.

C. Plaza: para la venta de los productos de madera se puede hacer uso de los siguientes canales de distribución:

a. Canal directo o canal 1, el cual va del productor o fabricante al consumidor: Este tipo de canal no tiene ningún nivel de intermediarios, por tanto, el productor o fabricante desempeña las siguientes funciones:

- ✓ Comercialización
- ✓ Transporte
- ✓ Almacenaje

Las actividades de venta directa incluyen:

- ✓ Ventas por teléfono
- ✓ Compras por correo y de catálogo
- ✓ Compras en línea

b. Canal detallista o canal 2, del productor o fabricante a los detallistas y de estos a los consumidores: en este tipo de canal se hará uso de intermediarios, los detallistas o minoristas los cuales pueden ser:

- ✓ Almacenes
- ✓ Ferreterías
- ✓ Locales de venta de madera

En estos casos, se debe contar con encargado de ventas que se encarga de hacer contacto con los minoristas, quienes se encargaran de vender los productos al consumidor.

Figura 39. Tipos de canal de distribución



Fuente: <http://valleinternacional.com/tlc-con-estados-unidos/conozca-mas-sobre-estados-unidos/logistica/canales-de-distribucion/>. Consulta: abril 2013.

- D. Promoción: para promover e informar al mercado sobre los productos de madera que se ofrecen, se puede llevar a cabo de las siguientes formas:
- Promocionar el producto a través de folletos, catálogos, etc., (ver anexo 3).
  - Realizar viajes oportunos y mantener contacto directo con clientes.
  - Participación en ferias, eventos comerciales, etc.

### **2.2.3.7. Recursos humanos**

Para el recurso humano se presentan dos divisiones el recurso operativo, que realiza las actividades de transformación de la madera, y el administrativo en su mayoría está conformado por los propietarios de las industrias.

#### **2.2.3.7.1. Personal operativo**

Es importante contar con personal operativo capacitado para las diferentes funciones en la industria de aserrío primario, ya que comprende la mayoría del recurso humano de las mismas; por lo tanto es recomendable capacitarlo constantemente en los siguientes temas:

- Manejo de maquinaria
- Seguridad e higiene industrial
- Afiladuría de sierras y cuchillas
- Tecnología de la madera

#### **2.2.3.7.2. Personal administrativo**

Para el personal administrativo es importante que este cuente con un grado de escolaridad a nivel diversificado (como secretarias, peritos, técnicos, administradores, entre otros) como mínimo; ya que muchas de las funciones demandan de algún tipo de conocimiento científico para desempeñar mejor su función dentro de la industria. La XXIV muestra el número de empleados del área administrativa con los que debe contar una industria forestal primaria, según su tamaño:

Tabla XXIV. **Número de empleados administrativos**

<b>TAMAÑO DE LA INDUSTRIA</b>	<b>No. DE EMPLEADOS</b>
Muy pequeño	2
Pequeño	2
Mediano	4
Grande	4
Muy grande	6

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3.8. Seguridad industrial**

La seguridad juega un papel muy importante en una industria de transformación de productos de madera, debido a los riesgos que se corren al momento de utilizar los equipos, maquinarias e incluso el producto mismo, a continuación se muestran algunos aspectos en materia de seguridad a tomar en cuenta para proteger la integridad del trabajador.

#### **2.2.3.8.1. Equipo de protección personal**

El equipo de protección personal está conformado por todos aquellos elementos cuyo fin sea el de resguardar la salud del trabajador, a continuación se detallan cada uno de ellos:

- Ropa de trabajo

Para las actividades de aserrío, se debe utilizar ropa de trabajo que reúna los siguientes requisitos de seguridad:



- La ropa de trabajo deberían ajustar bien; no deben tener partes flexibles que cuelguen o cordones sueltos ni bolsillos, y si los hay debieran ser pocos y tan pequeños como sea posible
  - Las prendas de vestir sueltas, desgarradas o rotas, corbatas y cadenas de llaveros o de relojes no deben ser usadas en las áreas cercanas a maquinas en movimientos.
  - Las camisas con mangas cortas deberían usarse con preferencia que las mangas largas o enrolladas.
  - No se deben llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
  - Mientras se esté realizando cualquier labor con maquina en movimiento, no utilizar anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, bufandas, corbatas o cualquier prenda que cuelgue.
- Dispositivos de protección de pies

Para las distintas operaciones de aserrío es importante utilizar calzado que proteja los dedos de la caída de grandes pesos y evitar algún tipo de lesión en ellos. Se distinguen tres tipos de calzados de seguridad:

- Calzado de seguridad, clase I
  - ✓ Caída de objetos con energía máxima de impacto de 20 kgm (196 J).
  - ✓ Resistencia al aplastamiento de la puntera: 1 500 kgf (14,7 kN) de carga estática.
  - ✓ Resistencia al plegado.
  - ✓ Resistencia a la corrosión, en el caso de que la puntera de seguridad fuera metálica.

- Calzado de seguridad, clase II
  - ✓ Resistencia a la perforación de la plantilla de seguridad: 110 kgf (1 078 N) a una velocidad máxima de aplicación del punzón de 12,5 mm/min.
  - ✓ Resistencia al plegado.
  - ✓ Resistencia a la corrosión, en el caso de que la plantilla de seguridad fuera metálica.
  
- Calzado de seguridad, clase III
  - ✓ Caída de objetos con energía máxima de impacto de 2,0 kgm (196 J).
  - ✓ Resistencia al aplastamiento de la puntera: 1 500 kgf (14,7 kN) de carga estática.
  - ✓ Resistencia al plegado.
  - ✓ Resistencia a la perforación de la plantilla de seguridad: 110 kgf (1 078 N) a una velocidad máxima de aplicación del punzón de 12,5 mm/min.
  - ✓ Resistencia a la corrosión, en el caso de que la puntera y/o plantilla fueran metálicas
  
- Dispositivos respiratorios

En los procesos industriales se crean contaminantes atmosféricos que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores, por lo que habrá que disponer de equipos protectores a nivel respiratorio. Los equipos de protección respiratoria se clasifican de la siguiente manera:

- Equipos filtrantes
  - ✓ Equipos filtrantes sin mantenimiento: desechables en su totalidad al final de su capacidad de filtración. Totalidad de su superficie es filtrante; cubren nariz, boca y barbilla.
  - ✓ Equipos con filtros recambiables: compuestos de una pieza facial que lleva incorporados dos filtros, desechables al final de su vida útil. Se debe realizar una limpieza y mantenimiento periódicos. Las piezas faciales pueden ser de media máscara, o completas.

Según la operación, maquinaria con la que esté trabajando y a las partículas liberadas al ambiente se recomienda utilizar mascarillas con filtro físico adaptado al tipo de madera en manipulación.

- Dispositivos de protección facial y visual

Los trabajadores deben utilizar anteojos de seguridad contra impactos para proteger los ojos y la cara de lesiones debido a entes físicos, sobre todo cuando se mecanizan materiales duros, frágiles o quebradizos, debido al peligro que representa para los ojos las virutas y fragmentos de la máquina pudieran salir proyectados. Los equipos de protección personal de ojos y cara, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ✓ Gafas de seguridad: protegen la vista de los impactos de energía leves y, dependiendo de las características de la lente, del deslumbramiento, rayos UV y la radiación

infrarroja. Elaborados generalmente de vidrio reforzado o policarbonato.

- ✓ Anteojos de seguridad: protegen los ojos contra impactos de mediana intensidad y, dependiendo del diseño y la fabricación, de salpicaduras y polvo espeso, ya que "sellan" el marco de la cara. Por lo general, las lentes están hechas de policarbonato o de vidrio reforzado revestido de material antiniebla.
- ✓ Máscara de protección facial: protegen los ojos y la cara contra impactos de energía medianos a altos, salpicaduras de líquidos y peligros como las salpicaduras de metal fundido o los arcos eléctricos, etc. Banda de sujeción o un arnés ajustable que se sujeta a una pantalla única que cubre toda la cara y las orejas, a una pantalla de malla metálica o a una pantalla opaca a la que se le incorporan lentes. Algunos diseños combinan la protección de la vista, los oídos y las vías respiratorias en un solo modelo.

- Dispositivos de protección auditiva

Es importante utilizar protectores auditivos cuando no es imposible el aislamiento acústico de la máquina en la cual se esté trabajando, de acuerdo con la evaluación del riesgo realizada; ya que los ruidos que van de 85 a 90 dB resultan perjudiciales para el operario; por lo que en las operaciones en las cuales el trabajador esté expuesto a estos niveles de ruido se recomienda utilizar protección auditiva. Los protectores para oídos se pueden dividir en dos grupos principales:

- Los tapones o dispositivos de inserción: protector que se utiliza inserto en el conducto auditivo externo. Material: espuma blanda, silicona, vinilo, cera, algodón, elastómeros. Reducción de ruido: 15 dB.
- Orejeras: consta de dos casquetes que ajustan convenientemente a cada lado de la cabeza por medio de elementos almohadillados, quedando el pabellón externo de los oídos en el interior de los mismos. Sistema de sujeción por arnés. Disminución de ruido: 25 dB o 40 dB.
- Dispositivos de protección de dedos y manos

Por la aparente vulnerabilidad de los dedos, manos y brazos durante las operaciones de aserrío de la madera, con frecuencia se deben usar equipos protectores, tales equipos como el guante y de acuerdo a sus materiales y sus diversas adaptaciones hacen que tengan un amplio uso de acuerdo a las consideraciones correspondientes a su aplicación. Además del largo para proteger, si es necesario, el antebrazo y brazo del trabajador. Por lo cual es necesario considerar el uso de guantes según sea la operación que se esté realizando:

- Los guantes, mitones, manoplas deben usarse en operaciones que involucre manejo de material caliente, o con filos, o puntas, raspaduras o magulladuras.
- Los guantes no se aconsejan el uso en operadores que trabajen en máquinas rotativas, ya que existe la posibilidad de que el guante sea arrastrado por la máquina en uso forzando así la mano del operario al interior de la máquina.

- Si el guante a usar es de tamaño largo se aconseja que las mangas cubran la parte de afuera del final del guante.
- Se debe utilizar guantes de cuero o cuero reforzado, para el manejo materiales abrasivos o ásperos, además de evitar que entren el polvo, suciedad metal caliente entre los guantes del trabajador.
- Se debe utilizar guantes de telas elaborados en lana, fieltro y algodón, y algunos reforzados con cuero, hule o parches sujetos con grapas de acero, para proteger de cortes y rozaduras en trabajos livianos.

A continuación se presenta los tipos de protección para manos y dedos, así como algunas de sus aplicaciones:

- Guantes anticortes de malla de acero: proporciona la máxima protección de manos contra filos o cuchillas móviles. Diseñados para adaptarse al contorno de la mano, maximizado el confort y el ajuste.  
Aplicaciones: procesamiento de carne, afilado, limpieza de hojas de filos, pescaderías, restaurantes, veterinarios etc.
- Guantes de nitrilo: brinda comodidad fresca y seguridad de agarre. Muy buena resistencia a salpicaduras químicas.  
Aplicaciones: en tareas como trabajos de fundición o mecanizado de hierro y moldes, industria de la construcción, madera, montaje en talleres automovilísticos, etc.

- Guantes tejidos con puntos PVC: guantes con revestimiento de puntos de PVC en una cara dándole una textura porosa que permite la ventilación y fácil agarre. Disminuye la absorción de agua, aceite y grasa.  
Aplicaciones: trabajo de carga y descarga, construcción, industrial, automotriz y mecánica.
- Guantes de carnaza cortos y largos: elaborado en carnaza con forro interno, resistente al calor. Manejo de objetos calientes.  
Aplicaciones: ideal para trabajos pesados, soldaduras, manejo de objetos, corte de madera etc.
- Protección de cabeza

Debe suministrarse protección para la cabeza a aquellos trabajadores que están expuestos a sufrir accidentes en esta parte del cuerpo, el uso del mismo dependerá en gran medida de las operaciones que se estén realizando; para lo cual se dan a conocer las siguientes especificaciones de los protectores de la cabeza:

- Casco clase A: son los cascos que dan protección contra impactos, lluvia, llamas, salpicaduras de sustancias ígneas y soportan, luego del ensayo de resistencia al impacto, una tensión de ensayo de 15 000 V con una fuga máxima de 8 mA y una tensión de hasta 20 000 V sin que se produzca la ruptura del dieléctrico.
- Casco clase B: son los cascos que dan protección contra impactos, lluvia, llamas, salpicaduras de sustancias ígneas y

soportan una tensión de ensayo de 2 200 V con una fuga máxima de 3 mA.

- Casco clase C: son los cascos que dan protección contra impactos, lluvia, llamas, salpicaduras de sustancias ígneas, pero a los cuales no se les impone exigencias en lo referente a condiciones dieléctricas.
- Casco clase D: son los cascos que dan solo protección contra impactos reducidos, sin exigencias de otra índole. Esta clase de cascos se refiere, de preferencia, a los metálicos.

#### **2.2.3.8.2. Accesorios de seguridad para maquinaria**

Las máquinas y herramientas que se utilizan en las operaciones de aserrío requieren un uso cuidadoso. Estos trabajos generalmente originan una alta siniestralidad, tanto en lo referente a la gravedad de las lesiones que sus máquinas y herramientas producen como al elevado número de ellas. Por ello es recomendable tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debe procurarse que los motores principales, estén en locales aislados de los lugares de trabajo y de no ser así, de acuerdo con la potencia de los mismos, debe rodearse de barreras u otros dispositivos, no permitiéndose al personal extraño al servicio de aquellos, la entrada en estos locales o en los recintos en tal forma limitados, prohibición que debe hacerse presente mediante avisos o carteles adecuados. Los motores directamente acoplados a las máquinas, deberán ser directamente protegidos si fuera necesario. Se exceptúan de estas

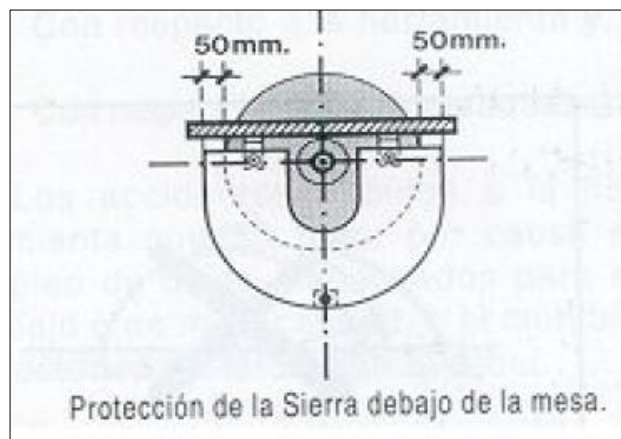


medidas aquellos que no ofrezcan peligro alguno para las personas que puedan aproximarse a ellos.

- Tanto el arranque como la parada y demás operaciones para el funcionamiento de la maquinaria deben hacerse de forma y mediante dispositivos tales, que no ofrezcan riesgo para los trabajadores encargados de los mismos.
- Las máquinas deben estar provistas de dispositivos que permitan pararas rápidamente y de tal forma que resulte imposible todo embrague accidental.
- Debe contarse con dispositivos especiales capaces de poder obtener una parada de los motores principales o de cualquiera de las máquinas accionadas en casos de emergencia.
- Los interruptores y demás mandos de puesta en marcha de las máquinas, se deben asegurar para que no sean accionados involuntariamente; las arrancadas involuntarias han producido muchos accidentes.
- Los engranajes, correas de transmisión, poleas, cadenas, e incluso los ejes lisos que sobresalgan, deben ser protegidos por cubiertas.
- Los útiles de las máquinas (cuchillas, sierras circulares, etc.) que por su naturaleza cortante o lacerante y la gran velocidad de que están animadas o que por cualquier otra causa ofrezcan peligro para los trabajadores, con excepción del punto de operación necesario para la tarea que se realice en cada momento, deben protegerse mediante el

uso de dispositivos que eviten, en lo posible, que aquellos puedan tocarlos o ser alcanzados en forma involuntaria o casual

Figura 40. **Accesorio de seguridad para sierra de banco**



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=122>. Consulta: abril 2013

- Utilizar empujadores como medidas complementarias de las medidas de protección existentes, y con más razón cuando se cortan piezas pequeñas o al final de cualquier pieza.
- Utilizar resguardos, ya que este tipo de protección se utiliza como una barrera entre el peligro y el operador de la máquina, entre ellas se pueden citar las carcasas, pantallas, vallas, cubiertas, etc. Los resguardos pueden ser:
  - Fijos: se necesita de herramientas para retira el mismo de la zona de peligro.
  - Envoltentes: encierra la totalidad del área riesgosa.

- Distanciator: por sus dimensiones hace que la zona de riesgo sea inaccesible.
- Móvil: el mismo puede retirarse sin el uso de herramientas pudiendo ser el mismo articulado o conducido por guías.
- Regulable: es un resguardo fijo o móvil que permite variar sus dimensiones, ya sea en su totalidad o en parte del mismo.
- Móvil con enclavamiento: la máquina con el resguardo abierto, no funciona, por ende no es peligrosa y hasta tanto no se cierre el mismo el equipo no está habilitado para funcionar. Si dicho resguardo es abierto durante el funcionamiento de la máquina se provoca la parada de la misma. También esta protección puede llevar un bloqueo que no permita abrirlo con la máquina en funcionamiento, o mientras existan movimientos residuales de inercia.

#### **2.2.3.8.3. Equipo de lucha contra incendios**

Contar con extintores en la industria, como equipo de lucha contra incendios; los cuales a su vez dependen del tipo de material combustible involucrado:

- Extintores clase A apagan incendios en materiales combustibles ordinarios, como madera y papel. La clasificación numérica en ésta clase de extinguidor se refiere a la cantidad de agua que contiene el extinguidor y a la cantidad de fuego que apagará.
- Extintores clase B deben utilizarse en incendios donde se involucren líquidos inflamables, como grasa, gasolina, aceite, etc. La clasificación numérica en ésta clase de extinguidor señala la cantidad aproximada de

pies cuadrados de incendio de líquido inflamable que una persona no experta puede apagar.

- Extinguidores clase C son adecuados para uso en fuego activados por electricidad. Esta clase de extinguidores de incendios no tienen una clasificación numérica. La letra "C" indica que el agente extintor no es conductor.
- Químico seco multiusos para Incendios de clase A, B, y C. El agente fosfato mono amoníaco es barato y no es conductor de electricidad pero deja un residuo en polvo que puede dañar equipo. No es recomendable para incendios ocultos.
- Químico seco para incendios de clase B y C. Los agentes de bicarbonato de potasio y de bicarbonato de sodio son extremadamente efectivos contra incendios de clase B y no son conductores de electricidad. No producen efectos tóxicos y se pueden recoger con una aspiradora o con una escoba y recogerlo.

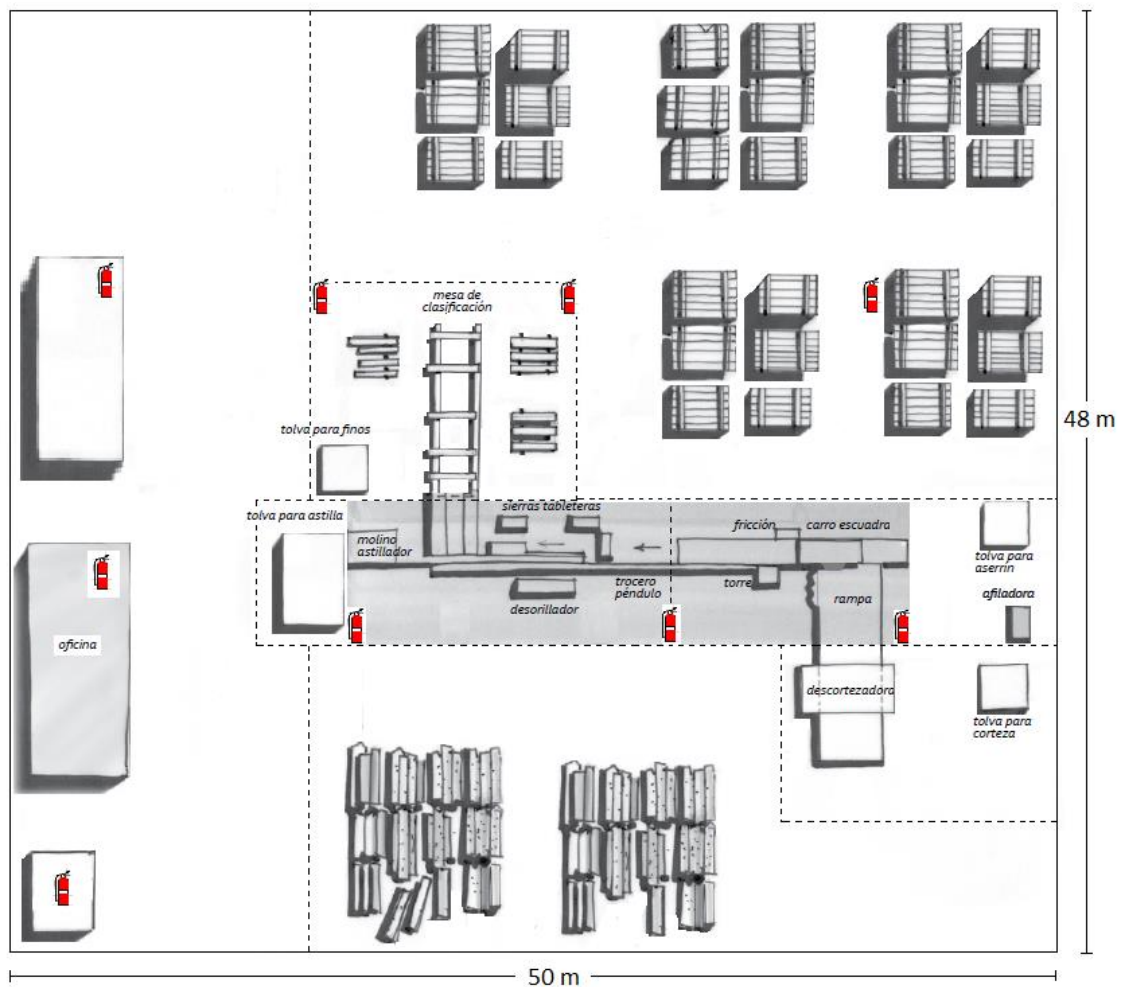
Es importante tener una buena ubicación de los extintores dentro de la industria, para lo cual al momento de instalarlos se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Sean de fácil accesibilidad y estén relativamente libres de obstrucciones temporales
- Estén cerca de los trayectos normales de paso
- Estén cerca de entradas y salidas
- No sean propensos a recibir daños físicos.
- Se pueden alcanzar inmediatamente.

La siguiente imagen muestra la ubicación de los extintores dentro de una industria cuya superficie es de 2 400 m<sup>2</sup>, se cuenta con extintores clase A, con

capacidad mínima de extinción 4A, para lo cual se necesitan 9 extintores. En el apéndice 7 se muestra el procedimiento para el cálculo de extintores.

Figura 41. **Ubicación de extintores**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2010.

A continuación se muestran algunos de los proveedores de equipo de lucha contra incendios, en este caso en particular, para extintores, que se encuentran el departamento de Guatemala:

- ECOGAS  
Planta Central  
Km. 32 Carretera al Pacífico bodega # 1 Norte  
Flor del Campo, Amatitlán, Guatemala, Guatemala.  
Tel: (502) 6661-3500
  
- Grupo Incos  
2a. avenida 8-60 zona 9 Guatemala  
Tel. 2381-5611/2381-5650  
info@incos.com.gt  
<http://extinguidores.incos.com.gt>
  
- Productos El Aire  
41 calle 6-27 zona 8 Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 24210400  
[www.productosdelaire.com](http://www.productosdelaire.com)
  
- SITAGUA, S.A.  
10 calle 2-35 zona 9 Guatemala, Guatemala  
Tel: (502) 23602149  
[www.sistagua.com](http://www.sistagua.com)






#### **2.2.3.8.4. Señalización**

Utilizar señales de seguridad en los lugares de trabajo para referir un objeto, actividad o situación determinada, y cuya finalidad sea proporcionar una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud del trabajador; según la siguiente clasificación:

- Señal de evacuación: es la señal de seguridad que indica la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad.
- Señal de equipo contra incendios: se utiliza para indicar la ubicación de extintores, gabinetes, estaciones de alarma, sistemas de extinción de incendios, teléfonos de emergencia entre otros.
- Señal de obligación: se usa para describir una acción obligatoria como: el uso de ropa de trabajo y de equipo de protección personal.
- Señal de prohibición: con una banda también circular y otra diagonal a 45 respecto a la horizontal, dispuesta de la parte superior izquierda a la inferior derecha. Se utiliza para prohibir acciones específicas susceptibles de provocar un riesgo.
- Señal de advertencia: las señales de advertencia tienen por objeto indicar a los usuarios la proximidad y la naturaleza de un peligro difícil de ser percibido a tiempo, con objeto, de que se cumplan las normas de comportamiento que, en cada caso, sean procedentes.

La siguiente tabla muestra el código de colores que debe poseer las diferentes señales antes descritas:

Tabla XXV. Código de colores

TIPO DE SEÑAL	FORMA GEOMÉTRICA	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE SÍMBOLO	COLOR DE MARCO Y BANDAS	COLOR DE TEXTO
Evacuación	 CUADRADO O RECTANGULO	Verde	Blanco	SC	Blanco
Equipo Contra Incendios	 CUADRADO O RECTANGULO	Rojo	Blanco	SC	Blanco
Obligación	 CIRCULO	Azul	Blanco	SC	Blanco, sobre un rectángulo azul
Prohibición	 CIRCULO CON DIAGONAL	Rojo	Negro	Bandas circular y diametral: Rojas	Negro, sobre fondo blanco
Advertencia	 TRIANGULO EQUILÁTERO	Amarillo	Negro	Marco triangular: Negro	Negro, sobre un rectángulo amarillo

Fuente: elaboración propia.



## 2.2.4. Análisis de costos

La siguiente tabla muestra los costos que se tuvieron durante el desarrollo del proyecto de EPS en el INAB Guatemala, el cual tuvo una duración de 6 meses, en donde se identifican los recursos utilizados para llevar a cabo las diferentes actividades de cada una de las fases que conforman el proyecto.

Tabla XXVI. Análisis de costos del proyecto

Fase de Servicio Técnico-profesional			
Tipo de Recurso	Costo unitario	Cantidad	Sub total
Estudiante epesista	-	1	Q 2 000,00
Asesor empresa/institución	-	1	Q 6 500,00
Impresiones	Q 0,25	80	Q 20,00
Útiles en general	-	-	Q 85,00
Transporte personal (Q/día)	Q 2,50	126	Q 315,00
Operativo de Campo			
Alimentación (Q/porción)	Q 18,00	12	Q 216,00
Transporte	-	-	Q 720,00
Impresiones	Q 0,25	224	Q 56,00
Fase de Investigación			
Tipo de Recurso	Costo unitario	Cantidad	Sub total
Rotulación	Q 10,00	32	Q 320,00
Impresiones	Q 0,25	60	Q 15,00
Fase de Docencia			
Tipo de Recurso			Costo
Impresiones	Q 0,25	10	Q 2,50
Alimentación	-	-	Q 60,00
Total			Q 10 309,50

Fuente: elaboración propia.



### **3. PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL ÁREA DE PROYECTOS DEL INAB GUATEMALA (CINFOR, COMUNICACIÓN SOCIAL, UICN, GFP, DIRECCIÓN DE INDUSTRIA Y COMERCIO FORESTAL, AUDITORÍA INTERNA, VIVERO CENTRAL, PAFG, SALÓN DE REUNIONES Y ÁREA DE BOMBAS)**

#### **3.1. Marco teórico**

Ahorrar energía es el camino más eficaz para reducir las emisiones contaminantes de dióxido de carbono a la atmósfera, y por tanto, ayudar detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático.

##### **3.1.1. Ahorro energético**

El ahorro energético, también denominado ahorro de energía o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea resentido el resultado final.

De acuerdo a los estudios e investigaciones que constantemente se realizan al respecto del cambio climático resulta imprescindible que los seres humanos puedan reducir la enorme dependencia a la energía no renovable, que como tal, cada día se va agotando más y más. Aunque la variación del clima constituye un fenómeno natural, el problema es que esta variación se está viendo acelerada como consecuencia del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por la actividad humana. El principal gas de efecto invernadero emitido por el hombre es el dióxido de carbono o CO<sub>2</sub>,

procedente en su mayor parte de la quema de combustibles fósiles utilizados principalmente en la producción de energía y en el transporte.

Por ello ahorrar energía es vital para todos, porque ayuda a mejorar y proteger el medio ambiente y de ayuda a mejorar la economía. Además el hecho de ahorrar energía permite reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y por consiguiente ayuda a detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático; siendo este el camino más sencillo y rápido para lograrlo. En promedio cada kWh de electricidad ahorrado, evita la emisión de aproximadamente un kilogramo de CO<sub>2</sub> en la central térmica donde se quema carbón o petróleo para producir esa electricidad; en el caso de las hidroeléctricas, esto equivale a un litro de agua.

Ahorrar energía conlleva otras ventajas adicionales para el medio ambiente, pues con ello se logra evitar; lluvias ácidas, mareas negras, contaminación del aire, residuos radiactivos, riesgo de accidentes nucleares, proliferación de armas atómicas, destrucción de bosques, etc.

Ahorrar energía también afecta el nivel económico, porque cada kWh le cuesta al consumidor dos quetzales aproximadamente (actualmente), de forma que cambiar de hábitos o sustituir los aparatos por otros menos despilfarradores representa ahorrar dinero; en algunos casos al inicio la alternativa que se propone puede parecer más costosa, pero lo invertido inicialmente se recupera de forma más o menos rápida, pues se habrá reducido el gasto en energía, y una vez amortizado comenzará el ahorro.

Ahorrar energía es también un deber de solidaridad, si se tiene en cuenta que cada habitante de los países desarrollados consume, en promedio, la misma energía que 16 ciudadanos del tercer mundo, y que los europeos

occidentales son responsables de la emisión de seis veces más cantidad de CO<sub>2</sub> que los países subdesarrollado; se debe tener conciencia y no ser parte de los países contaminantes sino de los pocos que quieren un mundo mejor para futuras generaciones.

### **3.1.2. Factores que influyen en el consumo de energía eléctrica**

- **Personas**
  - Comportamiento humano: cambiando muchos de los hábitos se podrá utilizar la energía de una forma más eficiente. Una de las tareas más importantes de cualquier estrategia de gestión energética es informar y educar a la personas con el objetivo de cambiar sus hábitos y evitar derroches de energía innecesarios.
  - Ocupación: el número de personas y de horas en que un edificio está ocupado es un factor determinante en la demanda de energía.
  
- **Edificio**
  - Aprovechamiento máximo de la luz natural.
  - Estado del edificio: grado de aislamiento térmico, estado de puertas, ventanas, persianas, etc.
  - Existencia de controles y regulación de las instalaciones energéticas del edificio: Los aparatos de deben ser fácilmente accesibles por el personal y programados para lograr un uso más efectivo de la energía.
  - Con una distribución más eficiente del espacio de trabajo y aprovechando la ventilación natural se puede reducir notablemente el consumo de energía en climatización.

- Control de consumos eléctricos: controlando el tiempo de los consumos o cargas eléctricas se puede reducir el coste de la factura eléctrica. Esto se logra evitando consumos muy altos en un periodo de tiempo limitado (puntas de carga) o evitando que las mayores demandas se realicen en períodos en los que la tarifa es más alta (período punta) y primando el consumo en períodos con tarifa más barata (período valle).
  
- Equipos instalados: el número, eficiencia y uso que se haga de los equipos que tiene un edificio influirá directamente en la demanda energética.
  - Bombillo LED: con las bombillas de bajo consumo LED se puede reducir el coste de la luz, entre un 40 % y un 90 %, según el tipo de bombillas que se esté sustituyendo. Si se sustituyen las bombillas de bajo consumo "normales" (que no dejan de ser fluorescentes en pequeño, con un contenido de gases tóxicos) por las de tipo LED se puede reducir un 35-40 % del recibo de la luz. Si lo que se sustituye son incandescentes o halógenas, el ahorro puede estar entre el 75-90 % del recibo de la luz. La luz de bajo consumo de LED es una luz fría ya que al consumir poca energía emite poco calor. Aproximadamente el 95 % de energía se transforma en luz y un 5 % en calor.
  
- Factores externos: hay otros factores, como las condiciones meteorológicas, que influyen en la demanda energética de las instalaciones energéticas del edificio.

### 3.1.3. Porcentajes de ahorro energético estimado

A continuación se presenta, un aproximado de lo que se puede llegar a ahorrar energéticamente, ya sea sustituyendo luminarias, cambiando malos hábitos o aprovechando al máximo la energía cuando si sea bien utilizada:

Tabla XXVII. **Porcentajes de ahorro energético**

Bombilla fluorescente de bajo consumo	80%.
Lavadora en frío	80 - 92%.
Lavadora de bajo consumo energético	40 - 70%.
Frigorífico de bajo consumo energético	45 - 80%.
Calefacción en casa bien aislada	50 - 90%.
Calefacción de gas en vez de eléctrica	53 - 80%.
Bomba de calor en vez de calefacción eléctrica	50%.
Cocina de gas en vez de eléctrica	73%.
Horno a gas en vez de eléctrico	60 - 70%.
Tender en vez de secadora	100%.
Lavavajillas con toma de agua caliente	68%.
Lavavajillas en frío	75%.
Permitir la ventilación de las rejillas de la nevera	15%.
Subir un grado la temperatura del termostato de la nevera	5%.
Tostador de pan en vez de horno	65 - 75%.
Calentador de agua solar con apoyo a gas o eléctrico en vez de solamente eléctrico	60 - 70%.
Calentador de agua solar con apoyo a gas en vez de calentador a gas	60%.
Calentador de agua solar con apoyo a gas en vez de calentador eléctrico	85%.
Ventilador de techo en vez de aire acondicionado	98%.
Aire acondicionado evaporativo en vez de refrigerativo	90%.
Necesidades de calor /frío tras cerrar pequeños escapes de aire en el techo /paredes	20 - 25%.
Necesidades de calor /frío tras aislar el techo	20 - 25%.

Fuente: elaboración propia.

Las cifras indican el porcentaje de energía que se ahorra respecto a la que consumía el aparato/hecho en cuestión antes del cambio de tecnología, hábito u otros.

#### **3.1.4. Consumo fantasma de energía eléctrica**

Los aparatos electrónicos conectados permanentemente a la red eléctrica, producen un bajo consumo aunque estén apagados. Normalmente este consumo se sitúa alrededor de 5W por aparato. Esto ocurre porque los aparatos electrónicos utilizan un transformador interno para convertir la corriente alterna en continua de bajo voltaje.

Antes de la era digital, los equipos electrónicos analógicos, llevaban una llave mecánica que desconectaba directamente de la red, al transformador principal que entregaba la corriente a todo el resto del equipo; por lo que anteriormente estos equipos no producían consumo fantasma, o invisible, de electricidad. Hoy en día los aparatos eléctricos poseen un dispositivo conocido como *stand by*, que sirve al electrodoméstico para encenderse más deprisa, detectar un mando a distancia en cualquier momento o realizar algún tipo de orden programada; en otras ocasiones, los aparatos vienen provistos de relojes, luces o paneles informativos digitales que están activados constantemente, y que, por tanto, necesitan también electricidad, por lo tanto este transformador queda siempre conectado a la red.

Aunque su consumo pueda parecer bajo, la suma de los cada vez más numerosos vampiros puede suponer al final del año un importante gasto en la factura eléctrica. Por ejemplo, un informe del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley de Estados Unidos (EE.UU.) indica que en dicho país requieren el 10 % del gasto eléctrico en los hogares. Mientras que otros estudios estiman



que, dependiendo del número de aparatos conectados a la red, la factura puede aumentar entre un 5 y un 20 %.

En la tabla se muestra el consumo vampiro de algunos aparatos eléctricos, comúnmente utilizados:

Tabla XXVIII. **Consumo vampiro de aparatos eléctricos**

<b>Aparato Eléctrico</b>	<b>Consumo en Watts</b>
T.V. Pantalla Común	3,06 watts
T.V. Plasma o LCD	1,38 watts
Aire acondicionado	1 watt
Cargador de Celular	0,26 watts
Radio reloj	2 watts
Reproductor DVD	1,55 watts
Equipo de Sonido (estéreo)	1,66 watts
Cafetera o Tetera	1,14 watts
Microondas o tostador	3,08 watts
Estufa eléctrica	4,21 watts
Computadora de Escritorio	2,84 watts
Laptop	8,9 watts
Cargador de laptop	4,42 watts
Monitor de computadora	12 watts (standby) y 0,8 W conectado
Modem (Internet)	3,84 watts
Impresora y Fax	5,31 watts
Escáner	2,48 watts

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Situación actual de las oficinas

Es necesario conocer la situación en las que se encuentran las oficinas en estudio, por ello se analizarán aspectos como hábitos de consumo de los empleados, tipos y condiciones de los aparatos y equipos que consumen energía eléctrica, entre otros.

#### 3.2.1. Consumo anual de energía eléctrica de los últimos cinco años

Para conocer la tendencia de consumo de energía eléctrica en las oficinas de CINFOR, Comunicación Social, UICN, GFP, Dirección de Industria y Comercio Forestal, Auditoría Interna, Vivero Central, PAFG, salón de reuniones y área de bombas se solicitó apoyo a servicios generales, quienes proporcionaron los recibos de consumo energético de los contadores No. G-44584, L-95657 y N-35117 para el período comprendido entre julio de 2011 y diciembre de 2012, la tabla muestra el historial de consumo energético en kwh para cada contador.

Tabla XXIX. **Historial de consumo energético**

Lectura de Mes (Kwh)	No. de Contador		
	G-44584	L-95657	N-35117
jul-11	616	1 857	0
ago-11	665	2 037	0
sep-11	587	1 807	0
oct-11	577	1 892	0
nov-11	608	2 066	0
dic-11	550	1 042	994

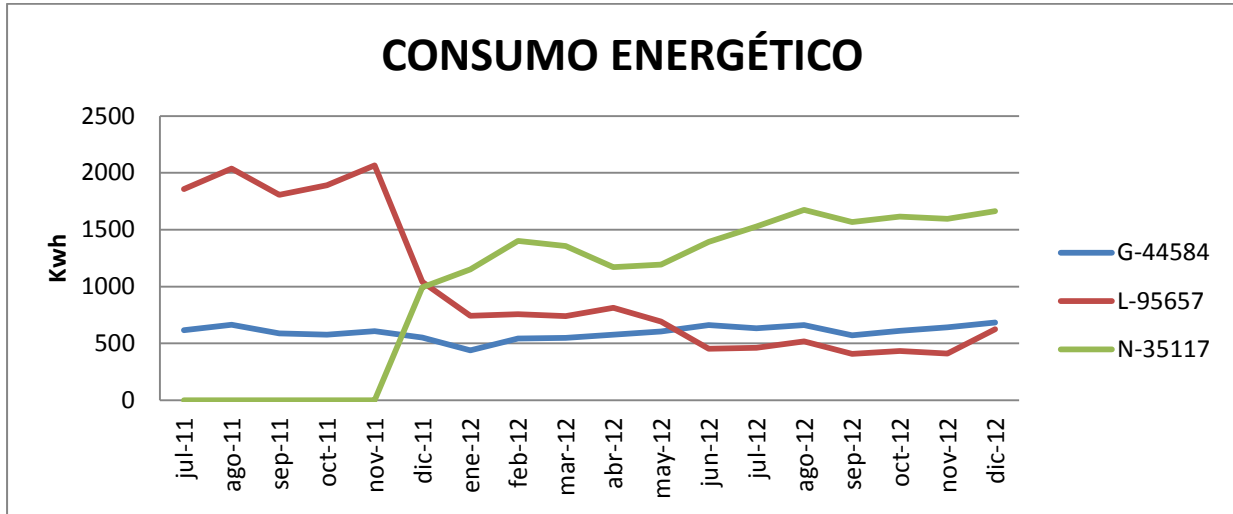
Continuación de la tabla XXIX.

ene-12	437	743	1 152
feb-12	543	756	1 402
mar-12	547	741	1 356
abr-12	575	813	1 169
may-12	605	693	1 193
jun-12	662	452	1 394
jul-12	634	462	1 528
ago-12	662	516	1 673
sep-12	570	408	1 566
oct-12	610	434	1 614
nov-12	642	409	1 596
dic-12	683	624	1 663

Fuente: Servicios Generales. INAB Guatemala.

La figura muestra la tendencia de consumo energético que se tiene para el período comprendido, para el contador G-44584 se observa que el consumo no varía mucho por lo que se mantiene constante; en el contador L-95657 se observa que el consumo va en disminución y para el contador N-35117 la tendencia se observa que el consumo es creciente.

Figura 42. Historial de consumo de energía eléctrica

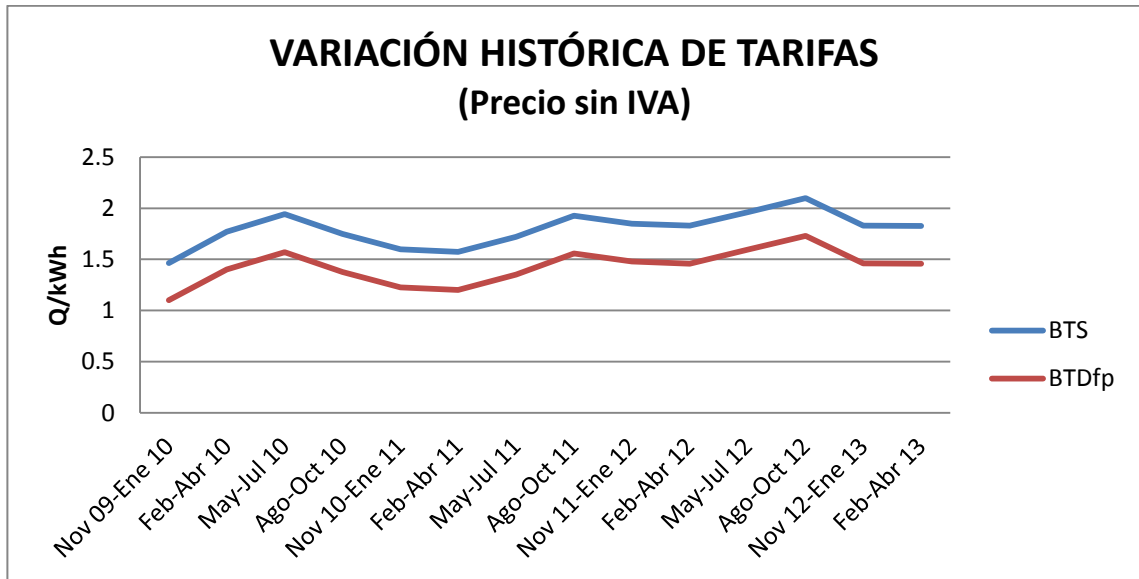


Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Variación del precio de la energía eléctrica en los últimos años

El precio de la energía eléctrica ha variado a lo largo del tiempo, y además depende de la tarifa que se posea; para las oficinas del INAB del área en estudio se utilizan dos tipos de tarifa: tarifa BTS (Baja Tensión Simple) y tarifa BTDFp (Baja Tensión con Demanda fuera de punta), en la figura se muestra la variación del precio sin IVA, en quetzales por kWh (Q/kWh), para el período comprendido entre noviembre de 2009 hasta abril de 2013.

Figura 43. Variación de precios de tarifas



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica, República de Guatemala.

### 3.2.3. Inventario de los equipos e instalaciones consumidores de energía eléctrica

Para determinar cuánta energía se consume, dónde y cómo se utiliza, se realizó un inventario de los equipos e instalaciones eléctricas con los que se cuenta. La metodología empleada para la elaboración del inventario es la siguiente:

- Recopilación de información sobre los equipos e instalaciones energéticas presentes en las oficinas de estudio, así como de sus consumos.
- Características de las oficinas de estudio: número de empleados, sistema de horarios, instalaciones que posee, etc.

En la siguiente tabla se muestran los equipos y aparatos eléctricos que se tienen en las oficinas, para lo cual se hicieron cuatro divisiones para su presentación: equipo y aparatos eléctricos (equipo de cómputo, impresora, fotocopiadora, teléfono, microondas, oasis, cafetera, etc.), iluminación, climatización y motores eléctricos.

Tabla XXX. **Resumen de inventario de fuentes de consumo eléctrico**

Iluminación		
Componente	Cant.	kwh
Tubo fluorescente	149	632,2
Bombilla incandescente	7	114,2
Bombilla fluorescente	12	70,9
Total	168	817,3
Aparatos y Equipo Eléctricos		
Componente	Cant.	kwh
Equipo de computo	15	629,2
Laptop	14	140,5
Impresora	9	24,3
Fotocopiadora	3	41,7
Rauter	4	34,6
UPS	12	219,3
Teléfono	12	15,6
Escáner	1	0,2
Cañonera	2	38,8
Televisor	4	9,9
Refrigerador	3	90,0
Microondas	5	57,8

Continuación de la tabla XXX.

Percoladora	2	196,9
Oasis	4	23,1
Cafetera	3	119,6
Tetera	1	11,6
Radio	3	37,2
Total	97	1 690,1
Climatización		
Componente	Cant.	kwh
Aire acondicionado	1	170,1
Deshumecedor	2	8,3
Ventilador de pedestal	2	25,2
Total	5	203,6
Motores Eléctricos		
Componente	Cant.	kwh
Bomba de agua	1	-
Bomba de riego	1	-
Total	2	587

Fuente: elaboración propia.

La tabla muestra el consumo mensual total que se tiene en las oficinas de estudio, cuyo valor asciende a 3 289,7 kWh/mes; al corroborar este dato con último consumo de las oficinas (2 970 kWh/mes, según historial de consumo) se observa que existe una discrepancia del 10,8 %, la cual se considera aceptable.

Tabla XXXI. **Tabla resumen**

TABLA RESUMEN		
Área	kwh.mes	%
Iluminación	817,3	25%
Aparatos y equipos eléctricos	1 690,1	51%
Climatización	203,6	6%
Motores eléctricos	587,0	18%
Total	3 289,7	100%

Fuente: elaboración propia.

#### **3.2.4. Encuesta sobre los hábitos de consumo de los trabajadores**

Es necesario conocer los hábitos de consumo de los trabajadores, para poder calcular mejor los consumos e identificar los modelos de comportamiento que deben de ser modificados para evitar consumos innecesarios de energía. Para ello se llevó a cabo un cuestionario entre los empleados de la de las oficinas de estudio en donde además se preguntó por la disposición individual para asumir compromisos de reducción de consumo.



Figura 44. Cuestionario sobre hábitos de consumo energético

	<b>CUESTIONARIO SOBRE HÁBITOS DE CONSUMO ENERGÉTICO</b>			
<b>UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES INAB-USAC</b>				
FECHA:    /    /				
Oficina: _____				
<b>Instrucciones: Marque con una "X" la respuesta a cada una de las siguientes preguntas</b>				
	Si	No	NA	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Sueles dejar las luces encendidas cuando sales de una sala y esta queda vacía?
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Utilizas la configuración de ahorro de energía para los equipos de la oficina (computadora, impresora, fotocopiadora, otros)?
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Mantienes los equipos de oficina encendidos durante largos períodos de tiempo sin utilizarlos?
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Mantienes los equipos de oficina encendidos durante la hora de almuerzo?
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Abres ventanas y puertas cuando el aire acondicionado esta funcionando?
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Desenchufas los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los estas utilizando?
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Desenchufas los aparatos electrónicos y cargadores al finalizar la jornada de trabajo?
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Te parece bien que tu organización promueva un plan en la oficina y campañas informativas entre los empleados para reducir el consumo energético?
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Estarías dispuesto a cambiar tus hábitos de consumo para reducir el consumo energético en tu lugar de trabajo?

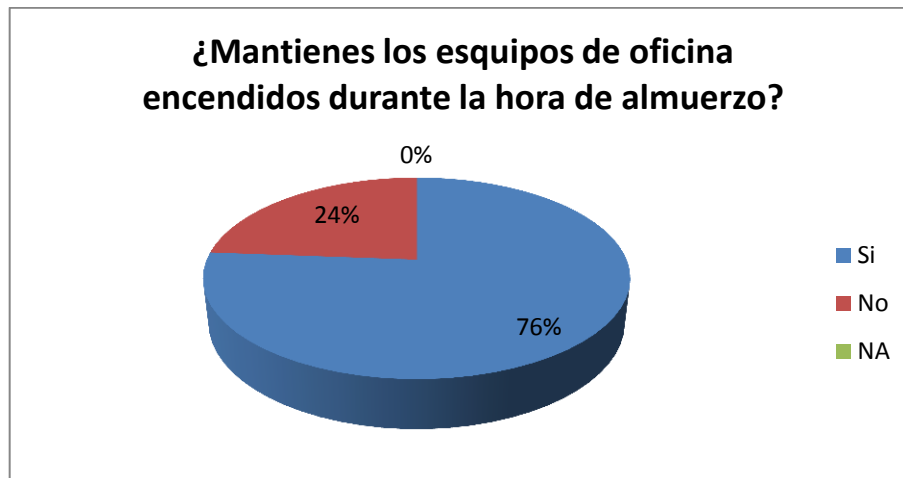
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

### **3.2.4.1. Resultados**

Los resultados obtenidos a partir del cuestionario dan a conocer los hábitos de consumo de los trabajadores, los cuales se presentan a continuación:

- El 24 % de los empleados encuestados suele dejar las luces encendidas al momento de salir de una oficina, aun cuando esta queda vacía.
- Respecto a la pregunta de si utilizan el modo de ahorro de energía para los equipos de oficina, el 64 % respondió que si utiliza esta configuración mientras que el 26 % restante no lo utiliza.
- Un dato muy importante con respecto al uso de los equipos es el tiempo en el cual estos se encuentran encendidos, el 43 % de los empleados respondieron que si mantienen los equipos encendidos durante largos períodos de tiempo sin hacer uso de ellos, y durante la hora de almuerzo la gran mayoría, un 76 %, no los apaga.

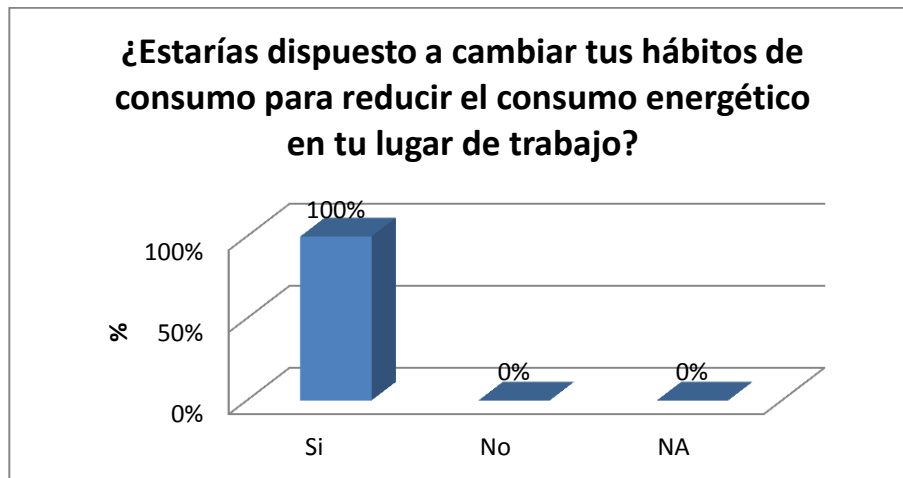
Figura 45. **Utilización de los equipos de oficina**



Fuente: elaboración propia.

- Aunque no todas las oficinas cuentan con aire acondicionado, al hacer uso del mismo los empleados si optan por cerrar puertas y ventanas durante el funcionamiento del aire para mejorar su efectividad.
- Desenchufar los aparatos y equipos eléctricos cuando estos no se están utilizando y al finalizar la jornada de trabajo ayuda a reducir el consumo de energía eléctrica, el 52 % de los empleados si desenchufa los aparatos cuando no los está utilizando; y el 57 % si lo hace al finalizar la jornada de trabajo.
- El 100 % de los empleados entrevistados dijo estar de acuerdo a que el INAB promueva un plan y campañas informativas entre los empleados para reducir el consumo energético, y también están de acuerdo a cambiar sus hábitos de consumo para disminuir el consumo de energía eléctrica en su área de trabajo.

Figura 46. Hábitos de consumo



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5. Indicador

Para conocer la situación actual del consumo de energía eléctrica en las oficinas en estudio, es necesario definir un indicador que permita cuantificar los cambios obtenidos después de la propuesta de ahorro energético, así como para darle seguimiento a la misma. Para ello se definió como indicador del área de estudio la relación de kwh consumidos en el mes entre el número de empleados que laboran en las oficinas, el cual quedó definido de la siguiente manera: kwh/persona.

### 3.3. Propuesta de mejora

Con el fin de aprovechar adecuadamente el recurso energético y por consiguiente disminuir el consumo de energía eléctrica en las oficinas, se dan a conocer las acciones contempladas en el plan de mejora.

### **3.3.1. Plan de mejora al consumo de energía eléctrica**

Las medidas de reducción seleccionadas en el plan de mejora al consumo de energía eléctrica deberán adaptarse a los objetivos propuestos y estar dirigidas preferentemente a los principales puntos de consumo detectados tras el análisis del inventario y el cuestionario.

#### **3.3.1.1. Áreas de mejora**

Las áreas de mejora, que abarcará el plan de mejora al consumo de energía eléctrica, están clasificadas en función del equipo o sistema energético sobre las que actúan:

- **Iluminación:** la iluminación es uno de los principales puntos de consumo energético de las oficinas, por lo que cualquier actuación dirigida a reducir este consumo tendrá una repercusión substancial en el consumo de energía eléctrica.
- **Equipos y aparatos eléctricos:** por lo general en las oficinas se cuenta con un gran número de aparatos y equipos eléctricos como: computadoras, impresoras, fotocopiadoras, escáneres, microondas, cafeteras, etc. Los consumos individuales de cada uno de estos aparatos suelen ser relativamente bajos; pero en conjunto y por el hecho de estar muchas horas en funcionamiento, representa una parte importante de la factura de energía eléctrica.
- **Climatización:** la presencia de sistemas de refrigeración en oficinas es un hecho cada vez más habitual y al mismo tiempo preocupante, debido a

que en su mayoría estas instalaciones representan altos consumos de energía eléctrica.

### **3.3.1.2. Objetivos**

- Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante el uso consiente y eficiente de las fuentes de consumo energético.
- Promover el máximo aprovechamiento posible las fuentes naturales y renovables de energía.
- Determinar los hábitos de consumo adecuados para un mejor aprovechamiento del recurso energético.
- Identificar los equipos y aparatos más eficientes, cuya demanda de energía, para su funcionamiento, sea baja en comparación con otros.

### **3.3.1.3. Medidas para reducción del consumo de energía eléctrica**

A continuación se dan a conocer las acciones a tomar en cuenta en las áreas de mejora, que abarcará el plan de mejora al consumo de energía eléctrica:

#### **3.3.1.3.1. Iluminación**

- Utilización de equipos de iluminación de forma eficiente

- Descripción de la medida

Recurrir a la iluminación artificial cuando sea necesario, utilizando los sistemas de iluminación más eficientes disponibles (con altos índices de eficiencia luminosa), en función de las necesidades de iluminación de cada zona de la oficina.

Se recomienda sustituir las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes o led según la capacidad de adquisición. Al momento de sustituir los tubos fluorescentes, sustituir los tubos de 38 mm de diámetro por los de 26 mm; proporcionan la misma intensidad de luz con menor consumo, y su costo es el mismo. La tabla muestra la comparación entre los diferentes tipos de luminarias que se encuentran en el mercado.

Tabla XXXII. **Tipo de luminaria**

Incandescentes	Fluorescentes	LED
<b>Bombillas</b>		
50 watts	14-15 watts	1,5-3 watts
75 watts	15-18 watts	5 watts
100 watts	19-21 watts	7-8 watts
<b>Tubos (26mm de diámetro)</b>		
-	18 watts	9 watts
-	30 watts	13 watts
-	36 watts	16 watts

Fuente: elaboración propia.

- Ahorro estimado

Dependerá en cada caso, de las características particulares de la instalación y del uso que se haga de la misma, según el número de horas de encendido y del tipo de lámpara sustituida. La tabla muestra el ahorro unitario en watts por hora estimado en base al tipo de luminaria:

Tabla XXXIII. **Ahorro estimado**

Incandescentes	Fluorescentes	Ahorro	LED	Ahorro
	Bombillas			
50 watts	14-15 watts	35 watts	1,5-3 watts	12 watts
75 watts	15-18 watts	57 watts	5 watts	13 watts
100 watts	19-21 watts	79 watts	7-8 watts	13 watts
	Tubos (26mm de diámetro)			
-	18 watts	-	9 watts	9 watts
-	30 watts	-	13 watts	17 watts
-	36 watts	-	16 watts	20 watts

Fuente: elaboración propia.

- Responsable

El responsable del plan de mejora de la gestión energética de la oficina será el encargado de evaluar qué bombillas han de



ser sustituidas, y cuáles son las más adecuadas para cada caso. Servicios generales será el encargado de llevar a cabo la compra e instalación de los equipos.

- Aprovechamiento de la luz natural y uso consiente de la iluminación

- Descripción de la medida

La cantidad de luz natural que entra en el interior de una oficina depende de factores como la posición y el tamaño de las ventanas, la transparencia de los cristales, el color de las paredes, del suelo y el mobiliario, la orientación del edificio o la presencia de obstáculos y sombras en el exterior.

Con esta medida se propone considerar opciones como las siguientes:

- ✓ Siempre que sea posible, orientar el puesto de trabajo para aprovechar al máximo el uso de la iluminación natural, asegurando que no se produzcan deslumbramientos molestos para el personal.
- ✓ Utilizar tonos claros y ligeros para decorar paredes y techos, y en el mobiliario; ya que presentan mayores índices de reflexión que los colores oscuros.
- ✓ Mantener limpias las ventanas y levantadas las persianas/cortinas en la medida de lo posible, siempre y cuando no produzca deslumbramientos.

- Ahorro estimado

Depende en gran medida del uso que ya se esté haciendo de la iluminación natural en la oficina, así como de las características

particulares de cada edificio. Se pueden conseguir ahorros de hasta el 30 % sobre el consumo eléctrico.

- Responsable
 

Servicios generales, responsable del plan de mejora de la gestión energética será el encargado de informar a los empleados de las ventajas de aprovechar la luz natural, y de comunicar las medidas necesarias a poner en práctica.
- Limpieza y mantenimiento de los sistemas de iluminación
  - Descripción de la medida
 

El polvo que se acumula en las luminarias reduce el rendimiento de los sistemas de iluminación en el tiempo, por lo que se recomienda realizar un mantenimiento periódico y programado de la instalación, limpiando las fuentes de luz y las luminarias, y reemplazando las bombillas necesarias en función de la vida útil indicada por el fabricante.

Tabla XXXIV. **Vida media y útil de luminaria**

Tipo de Luminaria	Vida Media (h)	Vida Útil (h)
Bombilla incandescente	1 000	1 000
Bombilla fluorescente	9 000	6 750
Bombilla led	60 000	50 000
Tubo fluorescente	12 500	7 500
Tubo led	50 000	50 000

Fuente: elaboración propia.

Vida media: número medio de horas de funcionamiento de ese tipo de lámpara.

Vida útil o económica: indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución.

- Ahorro estimado

Depende mucho del estado en que se encuentren las instalaciones, por lo que el ahorro se considera bajo.

- Responsable

Servicios generales, responsable del plan de mejora de la gestión energética de la oficina será el encargado de informar al personal de mantenimiento de las acciones y tareas a llevar a cabo. Todos los empleados pueden contribuir, informando en caso de que sea necesario llevar a cabo alguna tarea específica que no se haya detectado.

### **3.3.1.3.2. Equipos y aparatos eléctricos**

- Uso de regletas múltiples con interruptor

- Descripción de la medida

Al acabar la jornada laboral, muchos equipos de oficina siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición *stand-by* (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de

permanecer conectados a la red. Algunos dispositivos ópticos, como teclados o ratones, siguen también encendidos aunque se haya apagado el equipo de cómputo. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red.

Para evitar estos “consumos fantasma” tan habituales en una oficina y asegurarse de que no se producen consumos de energía innecesarios en modo espera durante las ausencias nocturnas, festivos y fines de semana, se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una base de enchufes múltiple, o regleta, con interruptor, de manera que al acabar la jornada laboral se puedan apagar todos a la vez de la toma de corriente pulsando el interruptor de la regleta.

- Ahorro estimado
  - Todos los equipos electrónicos, en modo espera (*stand-by*), pueden llegar a consumir hasta un 15 % del consumo en condiciones normales de funcionamiento, por lo que al hacer uso de regletas se pueden desconectar totalmente de la red.
- Responsable
  - Servicios generales, responsable del plan de mejora de la gestión energética de la oficina será el encargado de evaluar qué equipos resultan más adecuados, y de informar a los trabajadores sobre su uso y funcionamiento; además de gestionar las compras/instalación de los equipos seleccionados.
- Configurar el modo de ahorro de energía de los equipos, y gestionar adecuadamente su consumo

- Descripción de la medida

Se recomienda configurar adecuadamente el modo de ahorro de energía para los equipos de oficina. Además es importante que los empleados adquieran una serie de pautas de gestión eficiente de los equipos para optimizar su consumo:

- ✓ Al hacer paradas cortas, de unos 10 minutos, apagar la pantalla del monitor, ya que es la parte del ordenador que más energía consume (entre el 70-80 %). Para paradas de más de una hora se recomienda apagar por completo el equipo de cómputo.
- ✓ Al ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio se ahorra entre un 15-20 % de energía. Con el brillo a un nivel bajo, fijado así en muchos portátiles por defecto cuando funcionan con la batería, el ahorro llega hasta el 40 %.
- ✓ Elegir imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio.
- ✓ En promedio, una página blanca requiere 74 W para desplegarse, mientras que una oscura necesita solo 59 W (un 25 % de energía menos).
- ✓ El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorro una media de 7,5 Wh frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.
- ✓ Al imprimir o fotocopiar documentos, es conveniente acumular los trabajos de impresión (ya que durante el encendido y apagado de estos equipos es cuando más energía se consume).

- ✓ Los empleados deberán asegurarse que los equipos permanecen correctamente apagados al finalizar la jornada laboral.

La tabla muestra las funciones de ahorro de energía que se pueden utilizar en los equipos.

Tabla XXXV. **Funciones de ahorro de energía**

TABLA SOBRE FUNCIONES DE AHORRO DE ENERGÍA			
	Características	Estado al volver a utilizar el equipo	¿Cuándo utilizarlo?
Suspender	Interrumpe el suministro de energía en todos los elementos, salvo en la memoria RAM. Permite seguir descargando información y ejecutando los programas activos.	El sistema vuelve al mismo estado antes de suspenderse, en pocos segundos. Si hay un corte de luz se pueden perder los datos y trabajos activos que no se hubieran guardado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· En periodos cortos que no se use el equipo (10-30 min).</li> <li>· Ahorrar energía de las baterías en los portátiles.</li> </ul>
Hibernar	Guarda una imagen del escritorio con todos los archivos y documentos abiertos y desconecta la alimentación del equipo.	Los archivos y documentos se abren en la misma ubicación y estado en que se encontraban previamente, sin perder los trabajos ante cortes de luz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Durante periodos largos de inactividad.</li> <li>· Evita tener que cerrar todos los archivos, apagar, reiniciar y volver a abrir los archivos.</li> </ul>

Continuación de la tabla XXXV.

Apagar	Apaga por completo el sistema.	El sistema se reinicia por completo.	<ul style="list-style-type: none"><li>· Para pausas largas de más de 1 hora.</li><li>· Al finalizar la jornada.</li></ul>
--------	--------------------------------	--------------------------------------	---

Fuente: WWF España. *Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas*. p. 90.

- Ahorro estimado  
Dependiendo del tipo de equipos y del uso que se haga de los mismos, con una correcta formación se pueden conseguir ahorros de entre el 10 y 20 % de energía.
- Responsable  
Servicios generales, responsable del plan de mejora de la gestión energética de la oficina será el encargado de informar a los trabajadores sobre el correcto uso de los mismos. Con el apoyo del Departamento de Informática se encargará de configurar los sistemas de ahorro de energía de los equipos de los empleados con unas funciones predeterminadas por defecto, que después el usuario podrá adaptar conforme a sus costumbres.

### **3.3.1.3.3. Climatización**

- Regulación adecuada de la temperatura de climatización
  - Descripción de la medida  
Mientras los equipos de climatización estén en funcionamiento, es recomendable asegurarse que tanto las puertas como las ventanas están debidamente cerradas para impedir pérdidas de energía innecesarias. Del mismo modo, no

hay que olvidar apagar los sistemas de calefacción o de aire acondicionado de las salas no ocupadas, tan sólo será necesario encenderlos unos minutos antes de que vayan a ser utilizadas.

Es importante regular adecuadamente la temperatura del puesto de trabajo a unos niveles óptimos para mantener el confort de los empleados y evitar consumos de energía innecesarios. Ajustar el termostato un grado por encima o por debajo fuera del rango de temperaturas óptimo puede incrementar el consumo entre un 8-10 %.

- Ahorro estimado
  - Se pueden obtener ahorros del 20-30 % del consumo de energía total en el edificio. Dependerá, en todo caso, de las características particulares de cada oficina.
- Responsable
  - Servicios generales, responsable del plan de mejora de la gestión energética de la oficina será el encargado de establecer las temperaturas de control del sistema, y de informar a todos los trabajadores. Los trabajadores de la organización deberán conocer estas temperaturas óptimas de control y el ahorro energético asociado.
- Mantenimiento adecuado de los equipos de climatización
  - Descripción de la medida
    - Durante la vida útil de los equipos será necesario realizar de forma periódica operaciones de mantenimiento para asegurar el



adecuado funcionamiento y rendimiento de las instalaciones de climatización, como por ejemplo:

- ✓ La limpieza de los filtros de los equipos de aire acondicionado y la sustitución de los fluidos refrigerantes.
  - ✓ El funcionamiento correcto de los sistemas de regulación de la temperatura de los equipos.
- Ahorro estimado
    - Dependiendo de cómo se estuviera realizando el mantenimiento con anterioridad. Se estima que se pueden tener un ahorro del 10 % en climatización.
  - Responsable
    - Servicios generales, responsable del plan de mejora de la gestión energética en las oficinas, será el encargado de evaluar las medidas más adecuadas, de proponer y llevar a cabo la contratación de los servicios más adecuados.

#### **3.3.1.4. Tabla resumen**

La tabla XXXVI muestra en resumen las medidas a llevarse a cabo para la reducción del consumo de energía eléctrica en las oficinas del área de proyectos del INAB Guatemala.

Tabla XXXVI. **Medidas para reducción de consumo de energía eléctrica**

Áreas de Mejoramiento	Objetivos	Medidas para reducción de consumo	Responsable
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante el uso consiente y eficiente de las fuentes de consumo energético.</li> <li>Promover el máximo aprovechamiento posible las fuentes naturales y renovables de energía.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipos de iluminación de forma eficiente</li> <li>Aprovechamiento de la luz natural y uso consiente de la iluminación</li> <li>Limpieza y mantenimiento de los sistemas de iluminación</li> </ol>	Servicios Generales
Aparatos y equipos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar los hábitos de consumo adecuados para un mejor aprovechamiento del recurso energético.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Uso de regletas múltiples con interruptor</li> <li>Configurar el modo de ahorro de energía de los equipos y gestionar adecuadamente su consumo</li> </ol>	Servicios Generales
Climatización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los equipos y aparatos más eficientes, cuya demanda de energía, para su funcionamiento, sea baja en comparación con otros.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Regulación adecuada de la temperatura de climatización</li> <li>Mantenimiento adecuado de los equipos de climatización</li> </ol>	Servicios Generales

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Rotulación y señalización

Con el fin de complementar el uso consiente y eficiente del recurso energético entre los empleados de las oficinas en estudio, se diseñaron tres diferentes tipos de rótulos; en conjunto con servicios generales se colocaron en áreas comunes de las oficinas para que los empleados de las mismas puedan observarlos con mayor frecuencia y facilidad.

Las siguientes figuras muestran el diseño de los rótulos que se utilizaron en la fase:

Figura 47. Iluminación



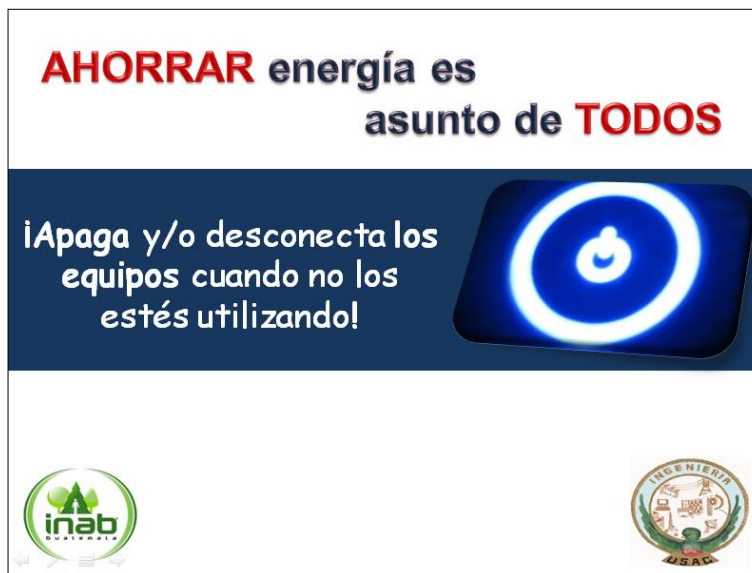
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point 2010.

Figura 48. Configuración de ahorro



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point 2010.

Figura 49. Apagar equipo



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point 2010.

### 3.3.3. Ahorro estimado de energía eléctrica

Estimar con exactitud el ahorro de energía eléctrica en las oficinas de estudio se hace difícil de determinar, la tabla muestra los ahorros estimados para cada una de las medidas antes descritas.

Tabla XXXVII. Ahorro estimado de kWh

Áreas de Mejora	Medidas para reducción de consumo	Ahorro Estimado
Iluminación	Utilización de equipos de iluminación de forma eficiente	-
	Aprovechamiento de la luz natural y uso consiente de la iluminación	223 kWh.mes
	Limpieza y mantenimiento de los sistemas de iluminación	37 kWh.mes
Aparatos y equipos eléctricos	Uso de regletas múltiples con interruptor	227 kWh.mes
	Configurar el modo de ahorro de energía de los equipos y gestionar adecuadamente su consumo	151 kWh.mes
Climatización	Regulación adecuada de la temperatura de climatización	35 kWh.mes
	Mantenimiento adecuado de los equipos de climatización	18 kWh.mes
Total		691 kWh.mes

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se dan a conocer los costos en los que se incurren al momento de elaborar el plan de ahorro de energía eléctrica:

Tabla XXXVIII. **Costos de plan de ahorro energético**

<b>TIPO DE RECURSO</b>	<b>C/U</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUB TOTAL</b>
Humano	Q 600,00	1	Q 600,00
Útiles en general	Q 150,00	-	Q 150,00
Investigación bibliográfica	Q 50,00	-	Q 50,00
Operativo de campo	Q 30,00	1	Q 30,00
Alimentación	Q 18,00	5	Q 90,00
Transporte	Q 2,50	5	Q 12,50
Rotulación de áreas	Q 10,00	32	Q 320,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 1.252,50</b>

Fuente: elaboración propia.

## **4. CAPACITACIÓN AL PERSONAL DEL ÁREA DE PROYECTOS DEL INAB GUATEMALA EN EL TEMA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **4.1. Capacitación al personal del área de proyectos del INAB Guatemala**

La capacitación impartida al personal del INAB, se llevó a cabo respondiendo a la necesidad de reforzar el contenido de la fase de investigación, con lo cual se busca mejorar la conducta del personal.

#### **4.1.1. Planificación de capacitaciones**

Las capacitaciones impartidas al personal del área de proyectos del INAB Guatemala, se planificaron de la en base a lo siguiente:

##### **Justificación**

El recurso más importante en cualquier organización lo forma el personal implicado en las actividades laborales, es decir, el recurso humano. Por lo cual es de mucha importancia para el INAB, influir en la conducta y rendimiento de los individuos, lo cual repercute directamente en la calidad y optimización de los servicios que se brindan; además de los recursos que se emplean, en este caso en particular el recurso de energía eléctrica.

En tal sentido se plantea la necesidad de la presente capacitación para el personal del área de proyectos del INAB Guatemala, para desarrollo del mismo y mejora en la calidad del servicio que brindan a la población.

## Alcance

El presente plan de capacitación es de aplicación para todo el personal que labora en el área de proyectos del INAB Guatemala.

## Objetivos de las capacitaciones:

- Conocer las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica y el impacto que éstas tienen al medio ambiente.
- Identificar los distintos beneficios que conlleva el uso consciente y eficiente del recurso energético.
- Definir los hábitos de consumo apropiados que los empleados pueden aplicar en el uso de la energía eléctrica; con el fin de disminuir su consumo

## Metas de las capacitaciones:

- Dar la capacitación de ahorro energético a un mínimo de 15 empleados del personal del área de proyectos del INAB Guatemala, considerando que debe asistir una persona que represente a cada uno de las oficinas del área de proyectos del INAB Guatemala.
- Que el personal conozca cada una de las medidas de ahorro de energía descritas en el capítulo 3.

## Estrategias:

- Capacitaciones impartidas en el interior de las instalaciones del área de proyectos de INAB.
- Señalización de áreas de trabajo referente al ahorro energético.
- Uso de material audiovisual como herramienta para impartir las capacitaciones.
- Evaluación al personal que recibió la capacitación por medio de cuestionarios.



#### 4.1.2. Programación de capacitaciones

Las capacitaciones impartidas al personal del área de proyectos del INAB, se programaron tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Las fechas en que se llevaron a cabo las capacitaciones, son 7 de marzo y 8 de marzo del año en curso.
- El lugar en donde se desarrolló la capacitación es el rancho del área de proyectos del INAB.
- La capacitación tiene una duración aproximada de 45 min.

La tabla describe los diferentes aspectos de las capacitaciones impartidas en el área de proyectos del INAB Guatemala.

Tabla XXXIX. Programación de capacitaciones

TEMA DE CAPACITACION	CAPACITADOR	ASISTENCIA	HORARIO	FECHA
Energía eléctrica y sus usos	Rudy Sandoval	16	14:00 – 15:00	07/03/2013
Ahorro energético	Rudy Sandoval	18	13:00 – 15:00	07/03/2013

Fuente: elaboración propia.

Es necesario darle seguimiento a las capacitaciones impartidas al personal del INAB, por lo cual estas se deben llevar a cabo cada 3 meses para reforzar el contenido de las mismas.

### **4.1.3. Metodología**

El proceso de capacitación al personal del INAB se impartió a partir de la consideración de una metodología, está a su vez se definió de la siguiente manera:

#### **4.1.3.1. Talleres teóricos**

Se definió el taller teórico-práctico como técnica para desarrollar el tema de ahorro energético, con el fin de buscar la acción y participación de los empleados que asistieron a las capacitaciones; y no únicamente que se les expusiera el tema.

Los talleres se desarrollaron siguiendo el orden de las siguientes actividades:

- Bienvenida a los asistentes y presentación de capacitador.
- Presentación del tema de la capacitación a impartir.
- Proyección de video referente al tema.
- Ejercicio práctico.
- Evaluación al personal asistente, sobre los conocimientos adquiridos.
- Agradecimientos.



#### **4.1.4. Técnica de evaluación**

La herramienta que se utilizó durante las capacitaciones impartidas en el INAB, para obtener evidencias de la información percibida, son los cuestionarios de selección múltiple.

#### 4.1.4.1. Cuestionarios de selección múltiple

Con la finalidad de corroborar si se cumplieron los objetivos y finalidades que la capacitación persigue, se procedió a realizar un pequeño test a los empleados que asistieron, el cual consiste en 4 preguntas.

Figura 50. Cuestionario ahorro energético

	<b>CUESTIONARIO AHORRO ENERGÉTICO</b> <b>UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES</b> <b>INAB-USAC</b>	
<b>Oficina:</b> _____		
<b>Instrucciones: Subraye la respuesta que considere correcta o responda a la pregunta</b>		
1.- ¿De las siguientes fuentes de energía para generar electricidad, indique cuál no corresponde a la categoría de renovables?		
a) Energía solar	b) Energía eólica	c) Energía termoeléctrica
2.- ¿Cuántos kg de CO2 se generan para producir 1kWh?		
a) 1 kg de CO2	b) .75 kg de CO2	c) 2 kg de CO2
3.- ¿Cuál es el área que representa mayor consumo de energía eléctrica en la oficinas?		
a) Iluminación	b) Climatización	c) Aparatos y equipos eléctricos
4.- De las buenas prácticas de consumo mencionadas en la charla, ¿Cuál practica usted en su área de trabajo?		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>		

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

#### **4.1.4.2. Retroalimentación**

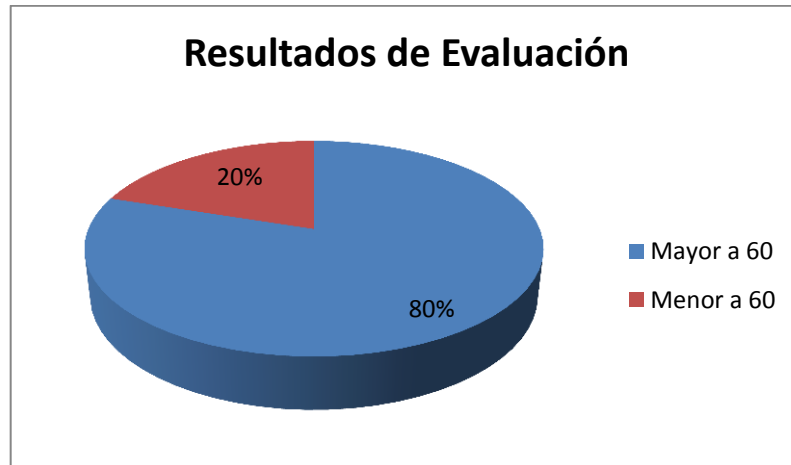
Luego de que se llevó a cabo el proceso de evaluación, se procedió a responder correctamente las preguntas, para que los empleados conocieran su desempeño y los conocimientos que adquirieron durante la capacitación; con la intención de reforzar sus conocimientos y superar sus deficiencias.

#### **4.1.5. Resultados de la capacitación**

Los resultados obtenidos a partir de la capacitación impartida en el tema de ahorro energético son:

- 16 empleados recibieron la primera capacitación; y 18 empleados recibieron la segunda capacitación, que se impartieron en el área de proyectos del INAB.
- Del total de empleados que recibieron las capacitaciones, el 80 % obtuvo una calificación arriba de 60, mientras que el 20 % restante obtuvo una calificación por debajo de los 60 puntos.

Figura 51. **Resultados de evaluación**



Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Gran parte de industrias de la Región Metropolitana, el 84 %, tiene un bajo nivel de tecnología, 10 % de las industrias tienen muy bajo nivel tecnológico y solo un 6 % de éstas tiene un nivel de tecnología aceptable; esto demuestra que las industrias de la región son pequeñas en cuanto a su capacidad, no existen procesos productivos eficientes para un mayor aprovechamiento de los recursos, la calidad de los productos es baja, su personal operativo ha sido capacitado en pocas ocasiones y la gran mayoría le resta importancia al tema de seguridad.
2. Para levantar la información del estudio, se procedió a identificar una población de industrias primarias pertenecientes a la Región I, luego por muestreo se definió y seleccionó una muestra, a la cual se visitó, entrevistó y se obtuvo información, la cual fue tabulada y graficada para su respectivo análisis.
3. Los factores que se evaluaron en la industria de transformación primaria de la Región I, para recoger la información de las mismas son abastecimiento de materia prima, transformación de materia prima, maquinaria, fuentes de energía, áreas de proceso, destino de los productos, recurso humano de la industria y seguridad industrial.
4. La línea de base o estudio de base es la primera medición de todos los indicadores contemplados en el diseño de un proyecto y, por ende, permite conocer el valor de los indicadores al momento de iniciarse las acciones planificadas, es decir, establece el punto de partida del

proyecto; siendo su objetivo proporcionar una base de información contra la cual monitorear y evaluar el progreso y eficacia de una actividad durante la implementación de la misma y después de que se haya completado.

5. Algunos de los lineamientos de mayor importancia que debe poseer una industria forestal primaria son: disponibilidad de materia prima los 12 meses del año, producción continua y de alta calidad de productos de madera, maquinaria y equipos mayor a 20 años de antigüedad, procesos estandarizados, personal con capacidad para realizar las actividades de transformación de madera, medidas esenciales de seguridad para proteger la integridad de los trabajadores y las instalaciones de la industria.
6. La propuesta de mejora contiene diversas propuestas técnicas para cada uno de los factores que conforman la industria de transformación primaria de madera, los cuales pretenden mejorar los procesos, maquinaria y equipo, conocimiento del personal, etc., que posee actualmente la industria; todo ello con el fin de elevar el nivel de tecnología de cada industria y por ende de la Región I Guatemala.
7. El plan de ahorro de energía eléctrica que se llevó a cabo en el Área de Proyectos del INAB Guatemala (CINFOR, Comunicación Social, UICN, GFP, Dirección de Industria y Comercio Forestal, Auditoría Interna, Vivero Central, PAFG, Salón de Reuniones y Área de Bombas), consistió en determinar la distribución del consumo de energía eléctrica, las medidas a tomar y los hábitos a corregir por parte de los empleados para disminuir el consumo energético.



8. Por medio de las capacitaciones impartidas al personal del Área de Proyectos del INAB Guatemala se dio a conocer las formas como se genera la energía eléctrica, los resultados obtenidos en el plan de ahorro de energía, las medidas a tomar para la reducción en el consumo de energía, con el fin de crear consciencia entre los colaboradores que hacen uso de los recursos en las instalaciones.



## RECOMENDACIONES

Para el INAB Guatemala:

1. Actualizar la base de datos que posee SIREF y unificar con la que posee la Región Metropolitana, para tener un mejor control de las industrias que a la fecha aún están activas y funcionando.
2. Clasificar a las industrias forestales de transformación primaria con base en su capacidad instalada, para poder ser más equilibrado al momento de la toma de decisiones.
3. Aumentar el número de personal técnico en el área de industrias de la Región Metropolitana, de 4 a 8 empleados, para tener un mejor monitoreo de las industrias.
4. Aumentar los aspectos: área de ventas y compras, secado de madera, a evaluar en la industria, dentro de las bases de datos ya que a través de esto se puede obtener información valiosa en el futuro.

Para las industrias forestales primarias de la Región I:

5. Darle seguimiento al mantenimiento preventivo que se realiza a la maquinaria y equipos de la industria forestal primaria, con el fin de determinar el más adecuado.

6. Proveer de equipo de protección personal al personal operativo dependiendo de la tarea que esté realizando y la maquinaria con la que esté trabajado, según las recomendaciones descritas en la propuesta de mejora.
7. Proveer de suficiente equipo de lucha contra incendios a las industrias, en base al tamaño de la misma.
8. Capacitar constantemente al personal operativo en base a las actividades desempeñadas y al equipo utilizado en su área de trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. *Señales de seguridad e higiene para los edificios administrativos del petróleo mexicanos y organismos subsidiarios*. México: 2003. 74 p.
2. Confederación Española de Empresarios de la Madera. *Estandarización de Medidas y Clasificación de Madera Aserrada de Coníferas*. España: 2005. 2 p.
3. Departamento de Medio Ambiente de CC.OO. de Aragón. *Guía sobre el ahorro energético en oficinas*. España: 2006. 27 p.
4. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid. *Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos*. España: 2007. 325 p.
5. Hederström, T. *Investigación Técnico – Económica de la Industria del Aserrío en Guatemala. Guatemala, Proyecto PNUD / FAO-GUA INAFOR*. Guatemala: 1977. 105 p.
6. Programa Regional para Centro América (PROCAFOR) Guatemala. *Asistencia técnica en industria forestal para asociaciones forestales de Guatemala*. Guatemala: 2003. 61 p.

7. Rainforest Allianc. Reforestamos México, A.C. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *Manual de Buenas Prácticas en Aserraderos de Comunidades Forestales*. México: 2010. 113 p.
8. WWF España. *Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas*. España: 2008. 132 p.
9. ZAMORA C., René; BARRERA HOFMANN, Ingrid. *Diagnóstico y Marco de Referencia de la Estrategia y Plan de Acción para el Desarrollo Foresto-Industrial de Guatemala*. Guatemala: 2010. 125 p.

## **APÉNDICE**

## APÉNDICE 1. Borrador de boleta de información

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES INAB</b> <b>REGION I, GUATEMALA</b>											
<b>HOJA DE INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN PRIMARIA</b>												
<table style="width: 100%; border: 1px solid black;"> <tr> <td style="width: 50%;">Nombre Comercial: _____</td> <td style="width: 50%;">No. de Registro: _____</td> </tr> <tr> <td>Propietario: _____</td> <td>Tipo de Industria: _____</td> </tr> <tr> <td>Nombre Representante Legal: _____</td> <td>Teléfono: _____</td> </tr> <tr> <td>Dirección: _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Operación: _____</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Finalidad:</b> Obtener la información indispensable para conocer el comportamiento de la industria maderera en materia de tecnología, correspondiente a la Región I, Guatemala.</p>			Nombre Comercial: _____	No. de Registro: _____	Propietario: _____	Tipo de Industria: _____	Nombre Representante Legal: _____	Teléfono: _____	Dirección: _____		Tiempo de Operación: _____	
Nombre Comercial: _____	No. de Registro: _____											
Propietario: _____	Tipo de Industria: _____											
Nombre Representante Legal: _____	Teléfono: _____											
Dirección: _____												
Tiempo de Operación: _____												
<b>1 ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA</b>  <b>¿Qué tipo de especie o especies utiliza?</b>  Coníferas _____ _____ _____ _____  Latifoliadas _____ _____ _____ _____  <b>¿Indique de qué forma y qué cantidad de materia prima ingresa a su empresa?</b> Troza <input type="text"/> <input type="text"/> m <sup>3</sup> Trocillo <input type="text"/> <input type="text"/> m <sup>3</sup>  <b>¿Existe un control de calidad para la materia prima que ingresa?</b> Si <input type="text"/> No <input type="text"/>  <b>Si su respuesta es Si describa el método:</b> _____ _____ _____  <b>Indique los defectos que ha detectado en la materia prima</b>  Presencia de insectos <input type="text"/> Manchas <input type="text"/> Pudrición <input type="text"/> Rajaduras <input type="text"/> Quemaduras <input type="text"/>												

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.



## APÉNDICE 2. Boleta de información



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB)  
REGION I, GUATEMALA



### HOJA DE INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN PRIMARIA

Nombre Comercial \_\_\_\_\_  
Propietario: \_\_\_\_\_ No. Registro: \_\_\_\_\_  
Nombre Representante Legal: \_\_\_\_\_ Tipo de Industria: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Tiempo de Operación: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Obtener la información indispensable para conocer el comportamiento de la industria maderera en materia de tecnología, correspondiente a la Región I, Guatemala.

#### ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA

Indique qué tipo de especie o especies utiliza como materia prima

_____	_____
_____	_____
_____	_____

¿Indique de qué forma y qué cantidad de materia prima ingresa a su empresa?

- Troza      Cantidad: \_\_\_\_\_  
 Trocillo      Cantidad: \_\_\_\_\_  
 Block      Cantidad: \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia se abastece de materia prima?

- Diario                       Mensual  
 Semanal                       Durante la época seca  
 Quincenal                      Otro: \_\_\_\_\_

¿Cuál es el origen de la materia prima?

- Bosques municipales                       Bosques comunales  
 Bosques privados                       Contratistas

Indique el lugar de procedencia de su materia prima

Departamento

Municipio

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Continuación del apéndice 2.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mencione a sus proveedores

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Existe un control de calidad para la materia prima que ingresa?

Si                       No

Si su respuesta es Si describa el método: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Indique los defectos que ha detectado en la materia prima

Presencia de insectos                       Quemaduras

Manchas     Nudos

Pudrición     Picada

Rajaduras

Otros: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Posee un stock de materia prima?

Si                       No

Si lo posee indique la cantidad:

Indique el costo de su materia prima en Aserradero, según su tipo y especie

Especie	Tipo	Q/Volumen

¿Importa materia prima?

No                       Si → Motivo: \_\_\_\_\_

Si su respuesta es Si, indique los siguientes aspectos:

Especie	Tipo	Volumen	Q/Volumen

Continuación del apéndice 2.

**TRANSFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA**

Indique la cantidad de su producción:

Mencione qué productos elabora

Producto	Cantidad ó %	Precio de Venta

¿Existe un control de calidad para los productos elaborados?

Si                       No

Si su respuesta es Si describa el método: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Indique que desechos tiene en su proceso:

Leña                       Aserrín                     

Lepa                       Viruta

Indique el destino de los desechos de materia prima

Consumo interno                       Basura

Se vende                       Se regala

**MAQUINARIA**

Indique las características de la maquinaria encontradas en el siguiente cuadro

Tipo	No.	Marca	Modelo	Antigüedad	Trabajo Diario (h)	Ancho de Hoja	No. de Operarios
Sierra Circular							
Sierra de Banda							
Barreno							
Bolillador							

Continuación del apéndice 2.

Tipo	No.	Marca	Modelo	Antigüedad	Trabajo Diario (h)	Ancho de Hoja	No. de Operarios
Canteadora							
Cepillador							
Desputador							
Fresadora							
Horno							
Mochibradora							
Lijadora							
Reaserradora							

Indique el sistema de alimentación a la maquinaria principal

Manual                       Automática                       Montacargas

Indique el sistema de alimentación a la maquinaria secundaria

Manual                       Automática

¿Posee un programa de mantenimiento general?

Si                       No

¿Posee un programa de mantenimiento para rodamientos?

Si                       No

¿Posee un programa de afiladuría de sierras y cuchillas?

Si                       No

¿Cuenta con su propio taller de afilado?

Si                       No

Continuación del apéndice 2.

¿Indique la que frecuencia con la que cambia de sierra?

1/2 Hora       2 Horas       Cuando se averia  
 1 Hora       Diaria     

Indique el sistema de evacuación de desperdicios que posee

Manual       Automática

¿Ha efectuado estudio de rendimiento?

Si       No

Indique la capacidad de producción que posee, según el producto

Producto	Producción

**FUENTES DE ENERGÍA**

Indique la fuente de energía que utiliza

Motores Estacionarios       Energía Eléctrica

Tipo de energía eléctrica:

Monofásica  
 Trifásica

Si utiliza motores estacionarios, indique las siguientes características de la tabla

Tipo	Si	No	Antigüedad	Capacidad (Hp)
Diesel				
Bunker				
Gasolina				

**ÁREA DE PROCESO**

Indique los procesos con los que cuenta en su industria

Recepción  
 Clasificación  
 Aserrado (Fabricación/producto)  
 Disposición de desechos  
 Secado de madera       Clasificación de madera seca  
 Clasificación de madera verde

Secado de la madera:

Natural  
 Horno

Continuación del apéndice 2.

Área de la industria:

Describa todo el proceso en su industria:

¿Posee manuales de procedimientos para sus procesos?

Si                       No

Si su respuesta es Si, indique los procesos en donde los posee: \_\_\_\_\_

---

¿Posee diagramas de procedimientos para sus procesos?

Si                       No

Si su respuesta es Si, indique los procesos en donde los posee: \_\_\_\_\_

---

Indique los procesos en los cuales se cuenta con registros y control

Áreas de Proceso	Si	No
Recepción		
Clasificación		
Aserrado (Fabricación/producto)		
Disposición de desechos		
Secado de madera		
Producto de madera seca		
Producto de madera verde		

Otras áreas:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Continuación del apéndice 2.

<p><b>MERCADO DESTINO</b></p> <p>Indique el destino de sus productos</p> <p><input type="checkbox"/> Local                      <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p><input type="checkbox"/> Nacional                      <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p><input type="checkbox"/> Internacional                      <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p style="text-align: right;"><input style="width: 50px; border: 1px solid black;" type="text" value="100"/> %</p>																								
<p><b>RECURSOS HUMANOS</b></p> <p>Indique las características del recurso humano del siguiente cuadro</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 30%;">Tipo de Personal</th> <th rowspan="2" style="width: 15%;">No. de Personas</th> <th colspan="2" style="width: 55%;">Capacitación</th> </tr> <tr> <th style="width: 27.5%;">Si</th> <th style="width: 27.5%;">No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">Operativo</td> <td style="width: 15%;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Administrativo</td> <td></td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo de Personal	No. de Personas	Capacitación		Si	No	Operativo				Administrativo		NA	NA							
Tipo de Personal	No. de Personas	Capacitación																						
		Si	No																					
Operativo																								
Administrativo		NA	NA																					
<p><b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b></p> <p>Indique los siguientes aspectos vistos en la industria</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; text-align: center;">Si</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; text-align: center;">No</td> <td style="width: 80%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>El personal operativo cuenta con equipo de protección personal</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Las maquinaria poseen accesorios de seguridad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Extintores      →      Cantidad: <input style="width: 40px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Señalización de advertencia de peligro</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Señalización de emergencia</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Senlización de equipo contra incendios</td> </tr> </table> <p>Mencione el principal problema que se presenta en la industria: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				Si	No		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El personal operativo cuenta con equipo de protección personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Las maquinaria poseen accesorios de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extintores      →      Cantidad: <input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalización de advertencia de peligro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalización de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Senlización de equipo contra incendios
Si	No																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El personal operativo cuenta con equipo de protección personal																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Las maquinaria poseen accesorios de seguridad																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extintores      →      Cantidad: <input style="width: 40px;" type="text"/>																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalización de advertencia de peligro																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalización de emergencia																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Senlización de equipo contra incendios																						

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2010.

### APÉNDICE 3. Tabla de calificación de aspectos y sub factores

Abastecimiento de materia prima	Disponibilidad de materia prima:	
	Más de 10 meses	8 pt
	De 8 a 9 meses	6 pt
	De 6 a 7 meses	4 pt
	Menos de 6 meses	2 pt
	Control de calidad a la materia prima:	
	Sistemático	4 pt
	Empírico	0 pt
	Stock de materia prima:	
	Si posee	4 pt
No posee	0 pt	
	Subtotal	16 pt
Transformación de materia prima	Tipo de producción:	
	Continua	4 pt
	Bajo pedido	2 pt
	Control de calidad a los productos:	
	Sistemático	4 pt
	Empírico	0 pt
	Recuperación de desechos:	
	Alta recuperación con alto valor (cuadrado para bolillo)	8 pt
	Alta recuperación con bajo valor (orillas para cajas de tomate)	6 pt
	Baja recuperación con alto valor (lepa, piezas para carpintería)	4 pt
Baja recuperación con bajo valor (aserrín, viruta, etc. todo con el fin de ser utilizados para energía calórica)	2 pt	
	Subtotal	16 pt



Continuación de apéndice 3.

Maquinaria	Tipo de maquinaria principal:	
	Aserradero móvil, con reaserradora	6 pt
	Sierra de cinta, con reaserradora	5 pt
	Sierra circular, con reaserradora	4 pt
	Aserradero móvil, sin reaserradora	3 pt
	Sierra de cinta, sin reaserradora	2 Pt
	Sierra circular, sin reaserradora	0 pt
	Sistema de alimentación del patio a maquinaria principal:	
	Mecanizado	2 pt
	Manual	0 pt
	Sistema de alimentación de maquinaria principal a secundaria:	
	Automático	2 pt
	Manual	0 pt
	Programa de mantenimiento general:	
	Si posee	2 pt
	No posee	0 pt
	Sistema de evacuación de desechos:	
	Automático	2 pt
	Manual	0 pt
	Antigüedad de maquinaria principal:	
Igual o menor a 20 años	2 pt	
Mayor a 20 años	0 pt	
Tiempo de cambio de sierra de maquinaria principal:		
De 1 a 3 horas	2 pt	
Mayor a 3 horas	0 pt	
Afiladuría de sierras y cuchillas:		
Taller propio de afiladuría	2 pt	
Sin taller de afiladuría	0 pt	
Subtotal		20 pt

Continuación de apéndice 3.

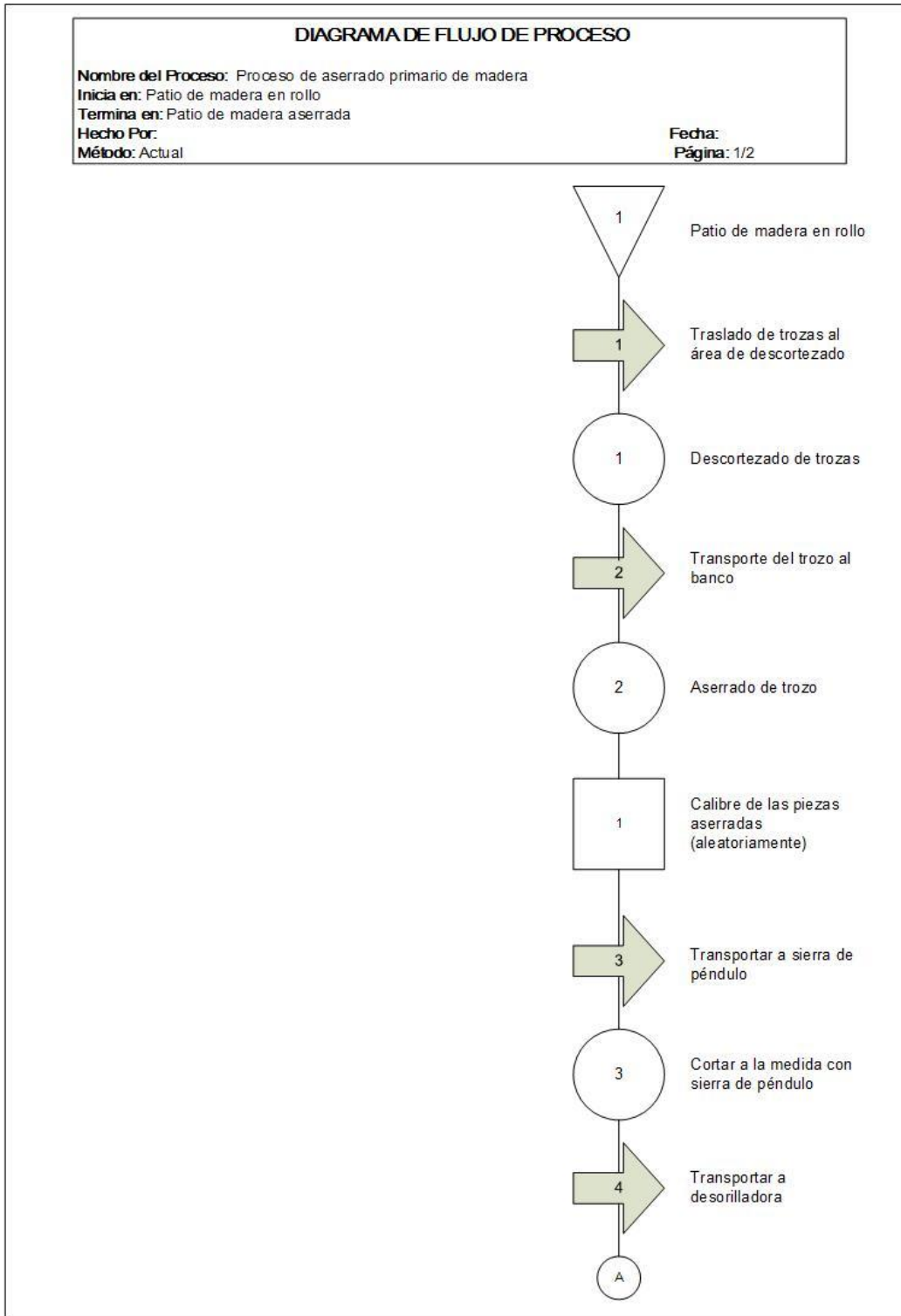
Fuente de Energía	Tipo de fuente de energía:	
	Energía eléctrica	8 pt
	Planta eléctrica	7 pt
	Motores estacionarios	0 pt
	Subtotal	8 pt
Áreas de Proceso	Secado de madera:	
	Secado artificial (horno)	6 pt
	Secado artificial y natural	4.5 pt
	Secado natural	3 pt
	Sin secar (madera húmeda)	1.5 pt
	Clasificación de materia prima:	
	Clasificación por dimensiones	1 pt
	Sin clasificación	0 pt
	Manuales de operaciones de proceso:	
	Operaciones con manuales	3 pt
Operaciones sin manuales	0 pt	
	Subtotal	10 pt
Mercado Destino	Destino de productos elaborados:	
	Nacional e internacional	10 pt
	Local y nacional	5 pt
	Subtotal	10 pt
Recurso Humano	Calidad del recurso humano:	
	Personal profesional para el trabajo con capacitaciones constantes	10 pt
	Capacita a su personal	5 pt
	No capacita a su personal (experiencia)	1 pt
	Subtotal	10 pt
Seguridad Industrial	Equipo de protección individual para el personal	
	Si posee EPP	2 pt
	No posee EPP	0 pt

Continuación de apéndice 3.

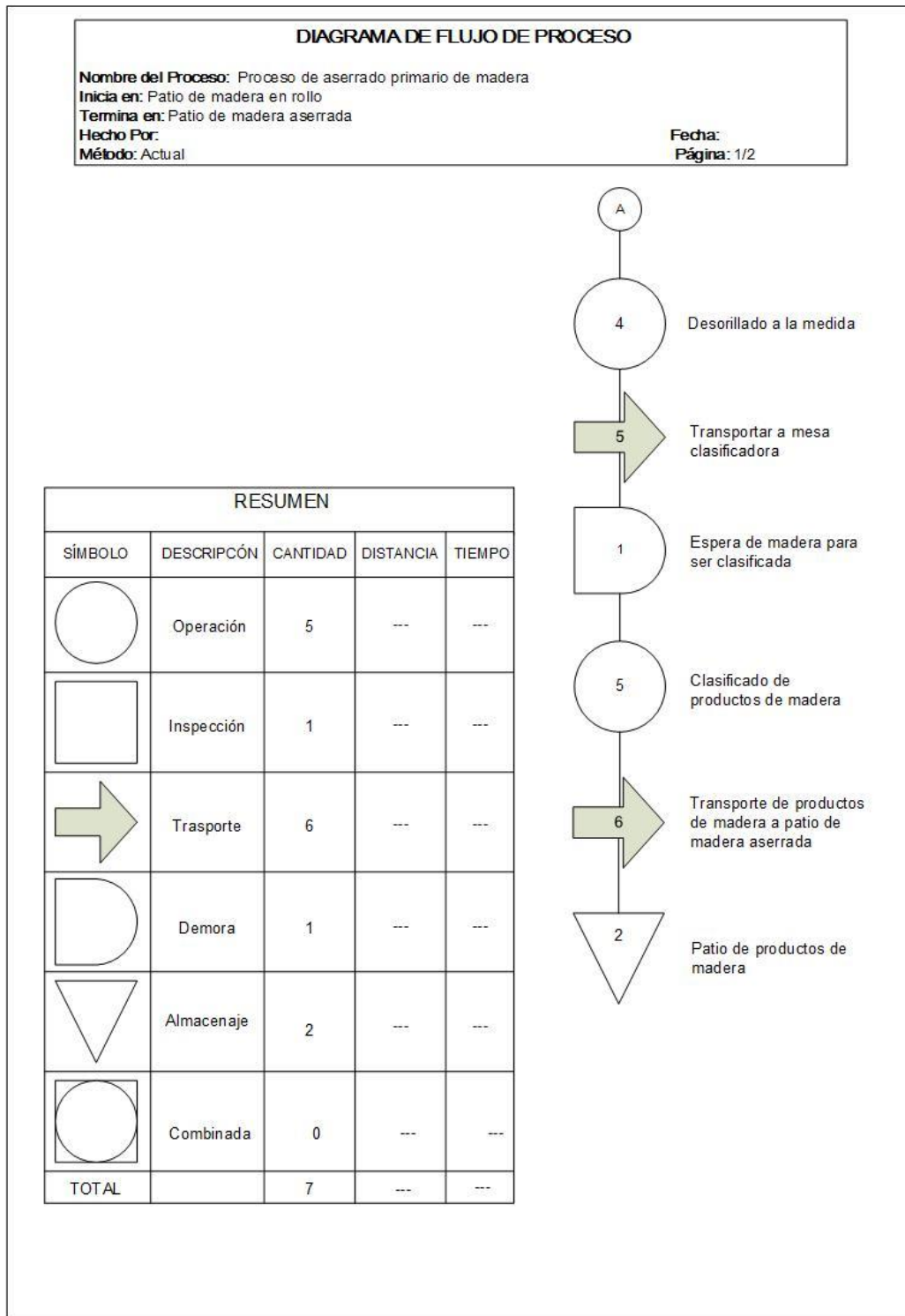
	Accesorios de seguridad para maquinaria:	
	Si posee	2 pt
	No posee	0 pt
	Equipo de lucha contra incendios:	
	Si posee	4 pt
	No posee	0 pt
	Señalización:	
	Señalización de advertencia, emergencia o de lucha contra incendios	2 pt
	Sin señalización	0 pt
	Subtotal	10 pt
TOTAL		100 pt

Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE 4. Diagrama de flujo del proceso de aserrado de madera



Continuación del apéndice 4.



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2010.

### APÉNDICE 5. Formato de registro de madera aserrada.

<b>REPORTE DE PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA</b>									<b>CÓDIGO</b> RP-03/13	
FECHA:				GRADO DE CALIDAD:						
ESPESOR (pulgada):										

longitud (pie)	8		10		12		14		Total	
ancho (pulgada)	Vol.	Cant.	Vol.	Cant.	Vol.	Cant.	Vol.	Cant.	Vol. (PT)	Cant.
3										
4										
5										
6										
8										
10										
12										
Otros										

longitud (pie)	16		18		20		Otros		Total	
ancho (pulgada)	Vol.	Cant.	Vol.	Cant.	Vol.	Cant.	Vol.	Cant.	Vol. (PT)	Cant.
3										
4										
5										
6										
8										
10										
12										
Otros										

RESUMEN			
CÓDIGO	PRODUCTO	CANTIDAD	VOLUMEN (PT)

Fuente: elaboración propia.

**APÉNDICE 6. Manuales de procedimiento: mantenimiento de planta eléctrica, recepción de madera en rollo, mantenimiento de sierra principal.**



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PLANTA ELÉCTRICA	CÓDIGO <b>MA-04/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 1 de 5

**CONTENIDO**

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. APARTADOS DE CAMBIO AL DOCUMENTO
4. ÁREAS INVOLUCRADAS
5. RESPONSABILIDADES
6. DEFINICIONES
7. DOCUMENTACIÓN APLICABLE
8. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMA DE FLUJO
10. MATERIALES Y EQUIPO
11. ANEXOS

**1. - OBJETIVO**

- 1.1. Definir las actividades a realizar para verificar el buen funcionamiento de la planta eléctrica.

**2. - ALCANCE**

- 2.1. Instalaciones de la planta eléctrica, y empleados que participen en el desarrollo de las actividades de mantenimiento: operador de la planta, Jefe de Planta.

**3. - APARTADO DE CAMBIOS AL DOCUMENTO**

Versión	Naturaleza del cambio	Modificación	Fecha de aplicación
1	-	-	2013

**4. - ÁREAS INVOLUCRADAS**

- 4.1 Área de máquinas

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PLANTA ELÉCTRICA	CÓDIGO <b>MA-04/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 2 de 5

**5. - RESPONSABILIDADES**

**5.1 Jefe de Planta:** Es el encargado de darle seguimiento a las observaciones dadas por el operario de la planta.

**5.3 Personal Operativo:** Encargado de realizar periódicamente las revisiones de la planta eléctrica y reportar cualquier duda o anomalía observada al jefe de planta.

**6. – DEFINICIONES**

**6.1 Control maestro:** es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.

**7. – DOCUMENTACIÓN APLICABLE**

REGISTROS	CÓDIGO	RESPONSABLE	TIEMPO DE CONSERVACIÓN
Registro de mantenimiento de Planta eléctrica	RA-04/01	Operario de planta eléctrica	7 días

**8. – DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO**

No	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
1	Operador de planta eléctrica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antes de encender la planta eléctrica revisar:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Nivel de agua en el radiador</li> <li>b) Nivel de aceite en el cárter</li> <li>c) Nivel de agua en celdas de batería</li> <li>d) Nivel de combustible en tanque diario</li> <li>e) Verificar limpieza en terminales de batería.</li> </ol> </li> <li>2. Colocar el interruptor principal del generador "MAIN" en OFF.</li> <li>3. Colocar los selectores de operación en el modo manual para arrancar la planta eléctrica.</li> <li>4. Se pone a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Frecuencia del generador (60 a 61Hz).</li> <li>b) De ser necesario se ajusta el voltaje al valor correcto por medio del potenciómetro de ajuste.</li> <li>c) Durante todo el tiempo que tarde la planta trabajando se debe estar revisando la temperatura del agua (180°F) presión de aceite</li> </ol> </li> </ol>

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Area	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General



Continuación del apéndice 6.



<b>ASERRADERO SAN JOSÉ</b>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PLANTA ELÉCTRICA	CÓDIGO <b>MA-04/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 3 de 5

		<p>(70 PSI) y la corriente de carga del acumulador (1.5 amp.)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Si todo está correcto se acciona el interruptor en la posición de apagado "off" para que el motor se apague.</li> <li>6. Luego de la revisión preliminar y si todo está correcto simular falla del fluido eléctrico y revisarlo siguiente:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Corriente, voltaje y frecuencia del generador según los parámetros de operación (que pueden variar de un sistema a otro).</li> <li>b) Si alguno de estos valores está fuera de su rango de operación, notifique a su jefe inmediato.</li> <li>c) Si la temperatura del agua es muy alta, con mucha precaución quitar el tapón al radiador, revisar el nivel del agua y reponerla en caso de necesidad (sin parar el motor) si el nivel del agua se encuentra bien, buscar la manera de ventilar el motor por otros medios. También conviene verificar si el generador está muy cargado, ya que esa puede ser la causa, y si ese es el caso, se deberá disminuir la carga eléctrica hasta llegar a la corriente nominal de placa del generador. En caso de obstrucción de las celdas del radiador lavarlo a vapor para retirar la suciedad.</li> <li>d) Si la presión del aceite es muy baja para el motor, esperar que se enfríe, luego revisar el nivel de aceite y reponerlo en caso de ser necesario (con el motor apagado). Después volver a encender el motor. Si la presión no estabiliza, llamar al personal de Mantenimiento del Hospital.</li> <li>e) Si el amperímetro que señala la carga del alternador al acumulador proporciona una señal negativa, significa que el alternador no está cargando. En este caso se debe verificar el estado del alternador, regulador de voltaje y conexiones.</li> <li>f) Si la frecuencia del generador baja a un punto peligroso, personal autorizado debe calibrar al generador del motor a fin de compensar la caída de frecuencia. Es normal que el generador trabajando a plena carga baje un poco su frecuencia.</li> <li>g) Si el voltaje del generador baja su valor, es posible recuperarlo girando el potenciómetro del regulador de voltaje.</li> </ol> </li> <li>7. Si en el trabajo de la planta llegaron a actuar las protecciones, debe verificar la temperatura del agua y presión del aceite. Si actúa la protección por alta temperatura de agua dejar que el motor enfríe y después reponer el faltante (Ver ítem 6).</li> <li>8. Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor durante tres minutos al vacío.</li> <li>9. Cualquier duda o anomalía observada reportarla al jefe de planta.</li> </ol>
2	Jefe de Planta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Darle seguimiento a las observaciones presentadas por el operador de la planta eléctrica.</li> </ol>

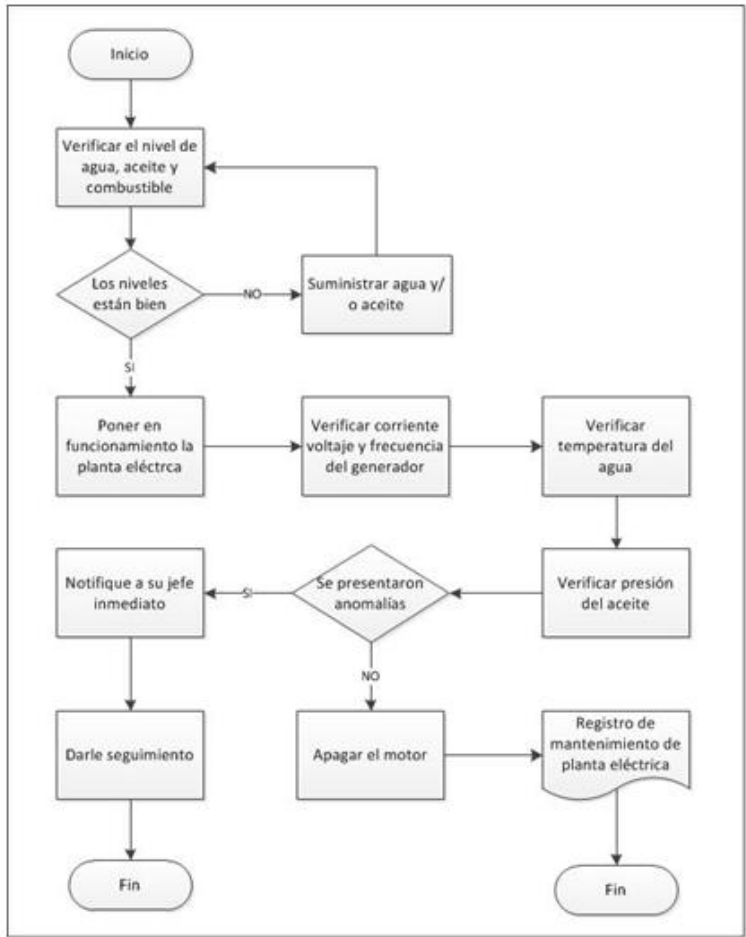
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Area	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PLANTA ELÉCTRICA	CÓDIGO <b>MA-04/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 4 de 5

**10. – DIAGRAMA DE FLUJO**



ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PLANTA ELÉCTRICA	CÓDIGO <b>MA-04/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 5 de 5

**11. -MATERIALES Y EQUIPO**

9.1 Multímetro

**10. – ANEXOS**

**10.1.- FRECUENCIA**

Una vez por semana, debe arrancar la planta por un lapso de 30 min.

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA:	FECHA:	FECHA:
Supervisor de Área	Jefe de Planta	Gerente General

Continuación del apéndice 6.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE PLANTA ELÉCTRICA		CÓDIGO RA-04/01	
Fecha: _____			
<b>REVISIÓN PRELIMINAR</b>			
Nivel de agua en el radiador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Nivel de aceite en el carter	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Nivel de agua en celdas de batería	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Nivel de combustible en tanque	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Limpieza de terminales de batería	Limpio	<input type="checkbox"/>	Sucio <input type="checkbox"/>
Frecuencia del generador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Temperatura del agua	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Presión de aceite	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Corriente de carga de acumulador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Válvulas de combustible abiertas	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Limpieza de filtro de aire	Limpio	<input type="checkbox"/>	Sucio <input type="checkbox"/>
Estado de filtro de aire	Bueno	<input type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>
Fugas de agua	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Fugas de aceite	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Fugas de combustible	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Tornillos flojos	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Elementos caídos o faltantes en el motor	Si	<input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Observaciones:			
<b>REVISIÓN EN MODO DE SIMULACIÓN DE FALLA</b>			
Corriente del generador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Voltaje del generador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Frecuencia del generador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Temperatura del agua	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Presión de aceite	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Carga del alternador	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
<b>Revisiones extras ( si actúan las protecciones)</b>			
Temperatura del agua	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Presión del aceite	Normal	<input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Observaciones:			

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
RECEPCIÓN DE MADERA EN ROLLO	CÓDIGO <b>PP-02/01</b> VERSIÓN: 1 Página 1 de 4

**CONTENIDO**

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. APARTADOS DE CAMBIO AL DOCUMENTO
4. ÁREAS INVOLUCRADAS
5. RESPONSABILIDADES
6. DEFINICIONES
7. DOCUMENTACIÓN APLICABLE
8. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMA DE FLUJO
10. MATERIALES Y EQUIPO
11. ANEXOS

**1. – OBJETIVO**

1.1. Definir los lineamientos y procedimientos que rigen todas las actividades relacionadas con la recepción de la madera en rollo.

**2. - ALCANCE**

2.1. El presente manual de operaciones aplica para todas las actividades relacionadas con la recepción de la madera en rollo y a los empleados que participen en el desarrollo de dichas actividades:

**3. - APARTADO DE CAMBIOS AL DOCUMENTO**

Versión	Naturaleza del cambio	Modificación	Fecha de aplicación
1	-	-	Agosto 2013

**4. - ÁREAS INVOLUCRADAS**

4.1 Manejo y control de madera en rollo en patio.

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
RECEPCIÓN DE MADERA EN ROLLO	CÓDIGO PP-02/01 VERSIÓN: 1
	Página 2 de 4

**5. - RESPONSABILIDADES**

**5.1 Encargado de garita de seguridad:** responsable de verificar que la papelería requerida para la recepción de madera este completa.

**5.3 Personal Operativo:** Responsable de recibir y archivar la papelería para la recepción de la madera en rollo, descargar y almacenar adecuadamente la madera en el patio de trozas.

**6. - DEFINICIONES**

**6.1 Nota de Envío de Bosque:** Documento que ampara los productos forestales que provienen del lugar de aprovechamiento forestal.

**7. - DOCUMENTACIÓN APLICABLE**

REGISTROS	CÓDIGO	RESPONSABLE	TIEMPO DE CONSERVACIÓN
Reporte de ingresos de madera en rollo al patio de almacenamiento	RP-02/13	Personal operativo	Diario
Control de madera en rollo que ingresa al patio de almacenamiento	RP-01/13	Personal operativo	Diario

**8. - DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO**

No	RESPONSABLE	ACCIÓN
1	Encargado de garita de seguridad	1. Solicitar al operador del camión, la nota de envío de bosque antes de ingresar con la carga al patio de almacenamiento.
2	Personal operativo	1. Verificar con atención la información de la nota de envío de bosque, sobre la materia prima (número de trozas, descripción y volumen en metros cúbicos) y el transporte empleado para transportarla. 2. Descargar, revisar, clasificar, medir la trocería y se establecer las calidades de cada pieza. 3. Al hacer la revisión se descontar el volumen de madera en rollo que presenta pudrición, quemaduras, malformaciones, etc. 4. Separar físicamente en el patio de almacenamiento las trozas según su calidad, diámetro y longitud. 5. Llenar los registros: Control de madera en rollo que ingresa al patio de

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA:	FECHA:	FECHA:
Supervisor de Área	Jefe de Planta	Gerente General

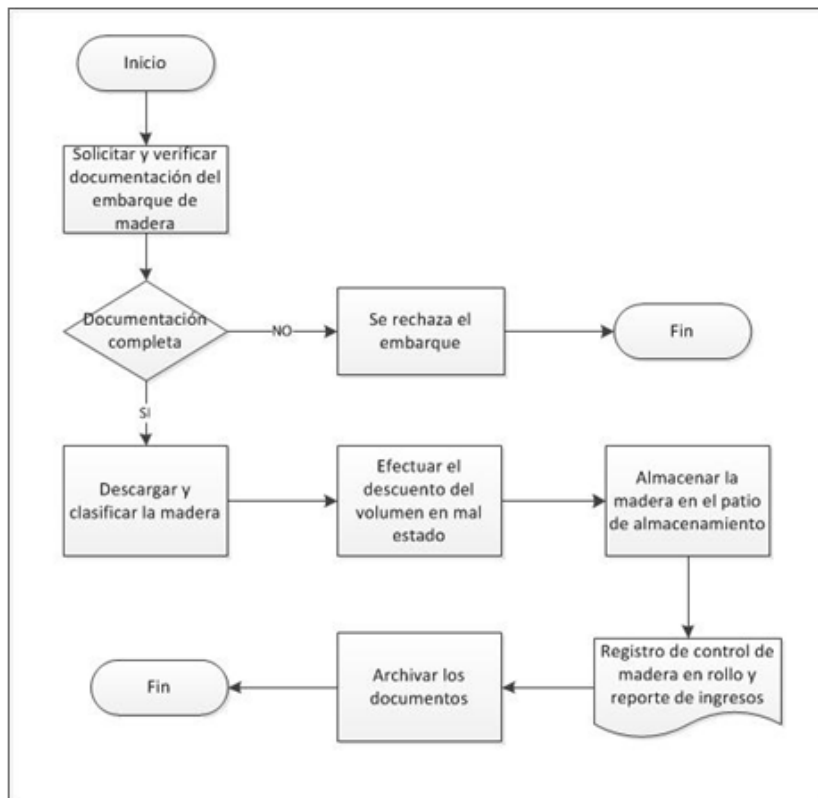
Continuación del apéndice 6.



<b>ASERRADERO SAN JOSÉ</b>	
RECEPCIÓN DE MADERA EN ROLLO	CÓDIGO <b>PP-02/01</b> VERSIÓN: 1 Página 3 de 4

		<p>almacenamiento y Reporte de ingresos de madera en rollo al patio de almacenamiento.</p> <p>6. Archivar los documentos correspondientes al lote de madera en rollo recibida.</p>
--	--	--

**9. – DIAGRAMA DE FLUJO**



ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
RECEPCIÓN DE MADERA EN ROLLO	CÓDIGO <b>PP-02/01</b> VERSIÓN: 1 Página 4 de 4

**10. - MATERIALES Y EQUIPO**

**9.1** Montacargas

**9.2** Ganchos troceros

**11. - ANEXOS**

**10.1.- FRECUENCIA**

Cada vez que ingrese madera en rollo se debe llenar los registros de ingreso.

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General







Continuación del apéndice 6.



<b>ASERRADERO SAN JOSÉ</b>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SIERRA PRINCIPAL	CÓDIGO <b>MA-01/01</b> VERSIÓN: 1
Página 1 de 4	

**CONTENIDO**

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. APARTADOS DE CAMBIO AL DOCUMENTO
4. ÁREAS INVOLUCRADAS
5. RESPONSABILIDADES
6. DEFINICIONES
7. DOCUMENTACIÓN APLICABLE
8. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMA DE FLUJO
10. MATERIALES Y EQUIPO
11. ANEXOS

**1. - OBJETIVO**

- 1.1. Definir las actividades a realizar para confirmar un desempeño apropiado de la sierra principal.

**2. - ALCANCE**

- 2.1. Áreas de proceso y empleados que participen en el desarrollo de las actividades de mantenimiento: operadores de la sierra principal, Jefe de Planta.

**3. - APARTADO DE CAMBIOS AL DOCUMENTO**

Versión	Naturaleza del cambio	Modificación	Fecha de aplicación
1	-	-	Agosto 2013

**4. - ÁREAS INVOLUCRADAS**

- 4.1 Área de procesos

**5. - RESPONSABILIDADES**

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SIERRA PRINCIPAL	CÓDIGO <b>MA-01/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 2 de 4

**5.1 Jefe de Planta:** Es el encargado de darle seguimiento a las observaciones dadas por el operario de la planta.

**5.3 Personal Operativo:** Encargado de realizar periódicamente las revisiones de la sierra principal y notificar cualquier duda o anomalía observada en el equipo, al jefe de planta.

**6. – DEFINICIONES**

**7. – DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS**

REGISTROS	CÓDIGO	RESPONSABLE	TIEMPO DE CONSERVACIÓN
Registro de mantenimiento de Sierra Principal	RA-01/01	Operario de sierra principal	Diario

**8. – PROCEDIMIENTO**

No	RESPONSABLE	ACCIÓN
1	Operador de planta eléctrica	1. Verificar: a) Limpieza del volante inferior b) Funcionamiento de limpiadores del volante inferior c) Mangueras y cables que no rocen d) Fugas de aceite y aire e) Presencia de pernos flojos, grietas f) Que el pantógrafo que no tengan pernos flojos y grietas g) Sistema de lubricación automática para los brazos de trozas h) Nivel de aceite en los tanques hidráulicos i) Si es necesario, rellenar los tanques hidráulicos j) Tensión de cable (carro porta trozas) k) Tensión de cadenas l) Si es necesario reparar daños m) Tensión de fajas n) Si es necesario reparar daños  2. Lubricar: o) Lubricar los rieles con aceite usado p) Con aceite usado las cadenas transportadoras q) Engrasar cable del carro porta trozas

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

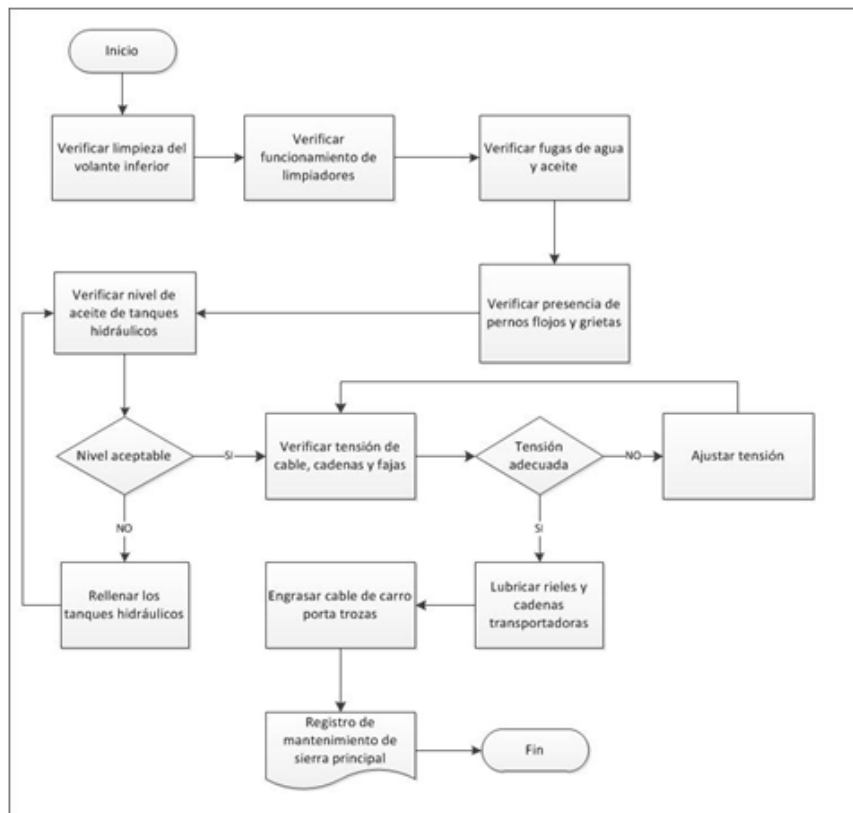
Continuación del apéndice 6.



<b>ASERRADERO SAN JOSÉ</b>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SIERRA PRINCIPAL	CÓDIGO <b>MA-01/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 3 de 4

		3. Cualquier duda o anomalía observada reportarla al jefe de planta.
2	Jefe de Planta	1. Darle seguimiento a las observaciones presentadas por el operador de la sierra principal.

**9. - DIAGRAMA DE FLUJO**



ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA: Supervisor de Área	FECHA: Jefe de Planta	FECHA: Gerente General

Continuación del apéndice 6.



<i>ASERRADERO SAN JOSÉ</i>	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SIERRA PRINCIPAL	CÓDIGO <b>MA-01/01</b> VERSIÓN: 1
	Página 4 de 4

**10. – MATERIALES Y EQUIPO**

**9.1** Pistola engrasadora

**11. – ANEXOS**

**10.1.- FRECUENCIA**

Diario se debe revisar las condiciones de la sierra principal.

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
FECHA:	FECHA:	FECHA:
Supervisor de Área	Jefe de Planta	Gerente General

Continuación del apéndice 6.

<b>REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE SIERRA PRINCIPAL</b>		<b>CÓDIGO</b> RA-01/01
<p><b>Fecha:</b> _____</p>		
<b>REVISIÓN DE SIERRA PRINCIPAL</b>		
Limpieza del volante inferior	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Funcionamiento de limpiadores del volante	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Mangueras y cables (rosan)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Fugas de aceite y aire	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Presencia de pernos flojos, grietas	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Sistema de lubricación automática para los brazos de trozas	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Nivel de aceite de tanques hidráulicos	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Se rellenaron los tanques hidráulicos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Tensión de cable (carro porta trozas)	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Tensión de cadenas	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
Tensión de fajas	Normal <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>
<p>Observaciones:</p>		

Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE 7. Cálculo de número de extintores

DATOS:

Extintor clase A

Capacidad mínima de extinción = 4A

Superficie de la industria = 2 400m<sup>2</sup>

	Riesgo de la Ocupación Liger (Bajo)	Riesgo de la Ocupación Normal (Moderada)	Riesgo de la Ocupación Extra
Unidad de Extinción	2A	2A	4A
Superficie máxima por unidad de A (m <sup>2</sup> )	270	135	90
Superficie máxima de suelo por extintor (m <sup>2</sup> )	800	800	800
Logitud máxima de recorrido hasta el extintor (m)	20	20	20

1. Cálculo del número de unidades de extinción (UE)

$$UE = 2\,400\text{m}^2 / 90\text{ m}^2 = 27A$$

2. Cálculo del número de extintores

$$E = 2\,400\text{ m}^2 / 800\text{ m}^2 = 3$$

3. Determinación de la superficie máxima para ser protegido por cada extintor

$$A = 27/3 = 9A$$

R/ Se necesitarán 9 extintores clase A para la industria.



## **ANEXOS**

### ANEXO 1. Población de las industrias de transformación primaria

Municipio	Correlativo IF	Nombre Comercial
Fraijanes	2268	ASERADERO LA SIERRA
Guatemala	1030	DISTRIBUIDOR SAN MIGUEL
Guatemala	1032	ASERRADERO LA UNIÓN
Guatemala	1162	ASERRADERO SAN ROQUE
Guatemala	1163	COMPRA Y VENTA Y ASERRADERO EL MAESTRO
Guatemala	1209	MADERAS PETAPA
Guatemala	1376	ASERRADERO EL BARATERO
Guatemala	1393	ASERRADERO SANTA MARGARITA
Guatemala	1407	MARTISA
Guatemala	1415	ASERRADERO SANTA INES
Guatemala	1422	ASERRADERO ITALIANO GUATEMALA Y CARPINTERÍA 1
Guatemala	1713	VENTA DE MADERA LA VILLA
Guatemala	1716	ASERRADERO ALEMAN
Guatemala	1790	MADERAS PETAPA No. 2
Guatemala	1811	ASERRADERO ROBERTO CONTENTI
Guatemala	1817	MADERAS EL LIBANO
Guatemala	1910	ASERRADERO Y FABRICA DE MUEBLES EL QUETZAL
Guatemala	1962	MADERAS CEDROS DE GUATEMALA
Guatemala	1989	INDUSTRIAS VERDUMAGUA, S. A. "IVERSA"
Guatemala	2071	COMERCIAL SANTA SOFÍA
Guatemala	2113	MAYAN WOODS
Guatemala	2142	REP. Y SERVICIOS CONSOLIDADOS VETTO
Guatemala	2181	ASERRADERO Y DISTRIBUIDORA MALDONADO
Guatemala	2254	ASERRACARPSA
Guatemala	1989	IVERSA
Mixco	1059	ASERRADERO SAN CARLOS
Mixco	1146	ASERRADERO LA SELVA

Continuación del anexo 1.

Mixco	1339	PROCESOS AGROFORESTALES DEL MONTE
Mixco	1414	ASERRADERO LA ROOSEVELT
Mixco	1266	LA VIÑA
Mixco	1816	MADERAS GOFER
Mixco	2091	TALLER DE CARPINTERIA EL ESFUERZO
Mixco	2094	MODA MUEBLES EL ARTE
Mixco	1563	ASERRADERO Y CARPINTERIA MADECORT
Mixco	2328	ASERRADERO SINAI II
Mixco	2244	COMERCIAL YASMIN
Palencia	2062	MADERAS SAN MIGUEL, S. A.
San José Pinula	1006	PRODEMYDE
San José Pinula	1609	ASERRADERO EL CIPRES
San José Pinula	1056	ASERRADERO PINULA
San José Pinula	1748	INDUSTRIA FORESTAL EL RISIAL
San José Pinula	1814	ASERRADERO LA ROCA
San José Pinula	1877	TRANSPORTES HERNANDEZ
San José Pinula	1669	ASERRADERO JIREH
San José Pinula	2054	DISTRIBUIDORA DE MADERA ESTRADA
San José Pinula	2161	ASERRADERO FORESTAL CENTROAMERICANO
San José Pinula	1950	INVERSIONES MANHATAN
San José Pinula	2252	RISKMANA
San José Pinula	2235	MADERAS DE LA CUYA
San José Pinula	2362	ASERRADERO LAS VERAPACES
San José Pinula	2375	MADERAS SAN ANGEL
San Juan Sacatepéquez	2189	ASERRADERO SAN FRANCISCO
San Juan Sacatepéquez	2334	ASERRADERO EL ALTO
San Pedro Sacatepéquez	1221	ASERRADERO NICOL'S
San Pedro Sacatepéquez	2070	ASERRADERO ARDON

Continuación del anexo 1.

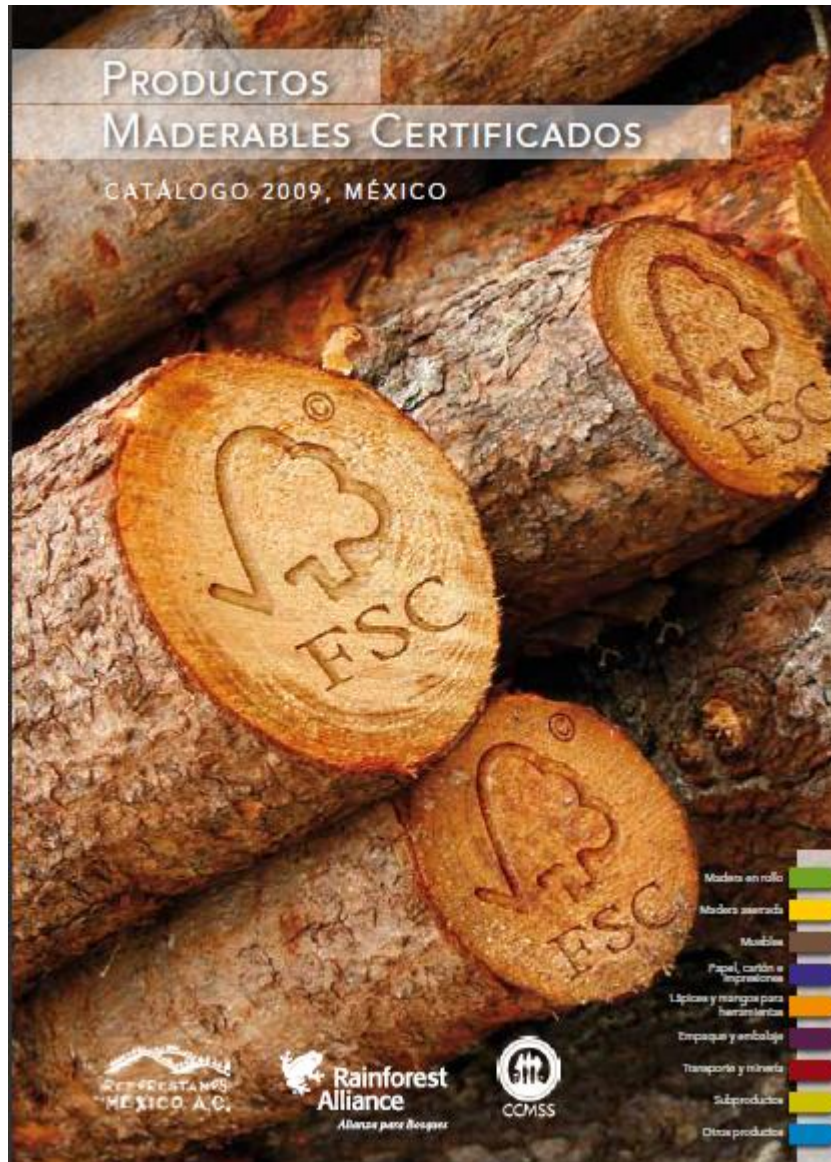
San Raymundo	2474	ASERRADERO LAS MARÍAS
San Raymundo	1431	PROCESADORA Y ASERRADERO DE MADERA EL CERRITO
San Raymundo	2272	PROCESADORA DE MADERA NAYO
Santa Catarina Pinula	1044	INDUSTRIAS DE MADERA EL HORIZONTE Y ANEXO
Villa Nueva	1174	LINDA VISTA
Villa Nueva	1694	ASERRADERO SAN RAFAEL

Fuente: INAB Guatemala.





### ANEXO 3. Catálogo de productos de madera

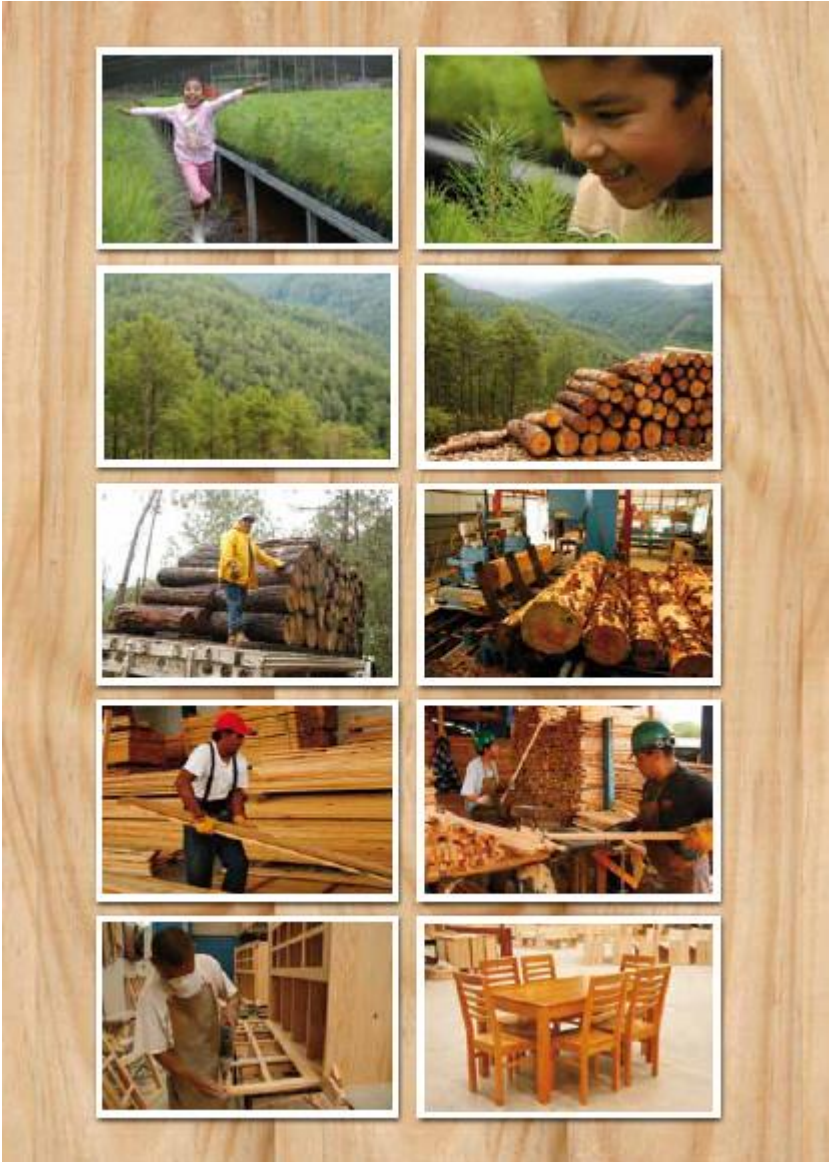


Continuación del anexo 3.





Continuación del anexo 3.



Fuente: [http://www.rainforest-alliance.org/forestry/documents/productos\\_fsc1109.pdf](http://www.rainforest-alliance.org/forestry/documents/productos_fsc1109.pdf). Consulta: abril 2013

