

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE
EN LAS INDUSTRIAS MADERERAS**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

**RONY BLADIMIR OLA LEÓN
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 1997

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

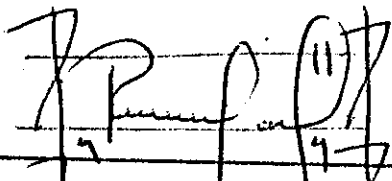
08
T(4077)
C2

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS INDUSTRIAS MADERERAS.

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha 10 de octubre de 1,996



RONY BLADIMIR OLA LEÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Víctor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5o.	Br. Warner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADOR	Ing. Oscar Francisco Castro Moreno
SECRETARIO	Ing. Francisco González López

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca



COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

GUATEMALA

GUATEMALA, MARZO 18 DE 1997
OFICIO NO. 019-97/JG/ROM.

INGENIERO INDUSTRIAL
JOSE FRANCISCO GOMEZ RIVERA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
CIUDAD DE GUATEMALA

ESTIMADO INGENIERO GOMEZ:

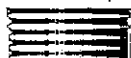
CORDIALMENTE COMUNICAMOS A USTED QUE HABIENDOSE REVISADO EL INFORME FINAL DE LA TESIS DE GRADUACION DEL ESTUDIANTE RONY BLADIMIR OLA LEON, CARNET NUMERO: 90-17446, TITULADA: "CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS INDUSTRIAS MADERERAS", CONSIDERAMOS QUE EL TRABAJO HA SIDO CORRECTAMENTE ELABORADO CUMPLIENDO CON LOS OBJETIVOS TRAZADOS EN LA PLANIFICACION RESPECTIVA, ASI COMO LO ESTABLECIDO EN LA LEY DE PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, POR LO QUE RECOMENDAMOS SU APROBACION E IMPRESION.

ATENTAMENTE,

ING. IND. JOSE GUZMAN SHAUL
COLEGIADO NO. 2785
ASESOR DE TESIS

VO. BO.

ING. JUAN FRANCISCO ASTURIAS
COORDINADOR NACIONAL





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador de la Práctica Laboral 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 de Tesis al trabajo de tesis titulado **CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS INDUSTRIAS MADERERAS**, presentado por el estudiante universitario Rony Bladimir Ola León, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

LECCIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS



Ing. Francisco Hernández Arriaza
Coordinador de la Práctica Laboral
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, julio de 1997

emds

mds



FACULTAD DE INGENIERIA

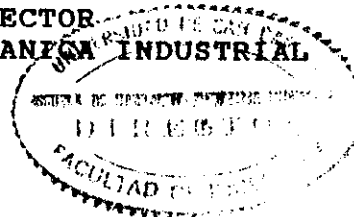
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

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 con el Visto Bueno del Coordinador de Área, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS INDUSTRIAS MADERERAS**, presentado por el estudiante universitario Rony Bladimir Ola León, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

LEER Y ENSEÑAR A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, agosto de 1,997.

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

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 tesis titulado **CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS INDUSTRIAS MADERERAS**, presentado por el estudiante universitario Rony Bladimir Ola León procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, agosto de 1,997.

emds

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por haberme permitido la culminación de mis estudios.

A MIS PADRES:

Fermin Ola y Rosa Elena León.
como tributo y recompensa a sus esfuerzos y apoyo.

A MIS HERMANOS: Judy, Marilyn, Yury, Jeffrey, Carlos, Sergio, Alma Rosa y Marina.

Por su apoyo y comprensión.

A MI ABUELA:

Emilia de Jesús Fajardo.
Por su amor y apoyo brindado.

A MIS PRIMOS: Y TÍOS.

Muy cariñosamente.

A MIS AMIGOS:

Leonardo Ortuño Valdivieso.
Carlos Lionel Morales.
Francisco Ramírez Castellanos.
Gabriel de León Ayala.
Julio Palacios Sierra.

Por brindarme su amistad incondicional.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

RECONOCIMIENTO

- **A la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), por haberme permitido la realización de este trabajo.**
- **Al ingeniero José Guzmán por toda la orientación y dedicación que amablemente me concediera, durante la elaboración de este trabajo.**

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
Lista de figuras	iii
Glosario	iv
Introducción	vi
Objetivos	vii
1. DESARROLLO SOSTENIBLE	
1.1 ¿Qué es el desarrollo sostenible?.....	1
1.1.1 Objetivos del desarrollo sostenible.....	1
1.1.2 Principios del desarrollo sostenible.....	2
1.1.3 Dimensiones del desarrollo sostenible.....	6
1.1.4 ¿Cuáles son las ventajas de la aplicación del desarrollo sostenible por las industrias madereras?.....	8
1.2 Análisis de un desarrollo no sostenible.....	9
1.2.1 La depredación maderera desmedida.....	9
1.2.2 Falta de tecnología moderna para el mejor aprovechamiento de los residuos forestales.....	10
1.3 Quiénes deben colaborar al desarrollo sostenible de las industrias madereras.....	11
2. ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE LA MADERA DESPERDICADA POR LAS INDUSTRIAS MADERERAS.	
2.1 Impacto de los aprovechamientos forestales industriales.....	13
2.1.1 Ubicación del área.....	13
2.1.2 Metodología.....	13
2.1.3 En que afecta la madera desperdiciada al desarrollo sostenible.....	16
2.2 Desperdicio de madera debido a malas técnicas de trabajo.....	16
2.2.1 Desperdicio de madera en el corte del árbol en pie (apeo).....	17
2.2.2 Desperdicio de madera en el corte del árbol tumbado (trozado).....	21
3. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL MADERERO.	
3.1 El aprovechamiento de los residuos de la madera como una contribución al desarrollo sostenible.....	23
3.1.1 Los residuos de la madera utilizados como combustible.....	23
3.1.1.1 Formas de quemar la madera.....	24
3.1.1.2 La combustión de la madera.....	26

3.1.1.3	El desperdicio de la madera utilizado como leña.....	27
3.1.1.4	Utilización de los residuos de la madera para la fabricación de carbón vegetal utilizable en el hogar y la industria.....	28
3.2	Valiosos subproductos que rinden importantes utilidades.....	35
3.2.1	Estructuras de madera laminadas para la elaboración de techos a través de pequeñas piezas de madera.....	35
3.2.1.1	Definición y usos.....	35
3.2.1.2	Ventajas y limitaciones del proceso de laminación.....	36
3.2.1.3	Especies y calidades a utilizar.....	38
3.2.1.4	Consideraciones de la fabricación de estructuras de madera laminadas.....	39
3.2.2	Tableros producidos de los residuos de la madera.....	48
3.3	Beneficios económicos obtenidos al aprovechar los residuos de la madera de la mejor manera posible.....	50
4.	ESTRATEGIA PARA EL CAMBIO.	
4.1	Qué deben hacer las industrias madereras para enfocarse al desarrollo sostenible.....	52
4.1.1	Mejoramiento de la mano obra.....	54
4.1.2	Mejoramiento de las condiciones de trabajo.....	55
4.1.3	Mejoramiento de los salarios y beneficios sociales para aumentar la productividad.....	55
4.1.4	Mejoramiento continuo e interminable de los procesos de producción y utilización de tecnología moderna como una contribución al desarrollo sostenible.....	58
4.2	Campaña de concientización a las industrias para que utilicen la madera de la mejor manera posible.....	58
	Conclusiones	viii
	Recomendaciones	ix
	Bibliografía	x
	Anexos	xi

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
2.1	Marcas de apeo	17
2.2	Pérdidas de madera en el apeo	18
2.3	Pérdida del valor de la madera al no utilizar técnicas de apeo adecuadas.....	19
2.4	Pérdida de madera por apeo de árboles sobre obstáculos en el terreno	20
2.5	Técnicas apropiadas de corte	21
2.6	Pérdidas de madera en árboles tumbados por el viento	22
2.7	Fases del proceso de carbonización	30
3.1	Juntas o uniones comúnmente utilizadas	41
3.2	Ciclo económico de los cultivos forestales	53

GLOSARIO

Apear: corte del árbol en pie.

Árbol: planta de tronco leñoso y elevado que se ramifica a cierta altura.

Área de estudio: superficie forestal donde se realiza el análisis.

Aserradero: industria que procesa madera para obtener productos semielaborados como tablas, tablón, vigas, en general madera aserrada.

Carbón vegetal: combustible sólido de color negro, de origen vegetal, que contiene una proporción elevada de carbono.

Comercialización: negociar, comprar y vender con fin lucrativo.

Concesión forestal: es la facultad que el Estado otorga a personas guatemaltecas, individuales o jurídicas, para que por su cuenta y riesgo realicen aprovechamientos forestales en los bosques de propiedad estatal, con los derechos y obligaciones acordados en su otorgamiento de conformidad con la ley.

Densidad: relación entre la masa de un cuerpo y la del agua ó del aire que ocupa el mismo volumen.

Depredación: uso inadecuado de los recursos.

Desarrollo: crecimiento económico.

Desarrollo sostenible: proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico y la transformación de los métodos de producción; y busca la integración del desarrollo y el medio ambiente.

Desperdicio o residuo aprovechable: materiales que quedan sin ningún control, y que pueden ser aprovechados.

Economía: arte de administrar y ordenar los gastos o ingresos de una empresa ó industria.

Estrategia: arte de coordinar las acciones y de obrar para alcanzar un objetivo.

Estructura de madera laminada: se preparan pegando piezas de madera relativamente pequeñas, formando un gran miembro o estructura de madera, en forma recta o curvada.

Hectárea: medida de superficie equivalente a diez mil metros cuadrados.

Hornos de carbón: en los que se aprovecha la combustión parcial de la carga para iniciar la carbonización.

Industria: conjunto de operaciones para la obtención y transformación de los productos.

Industrialización: aplicación de procedimientos industriales a una actividad.

Juntas: formas que se le da a la madera para poder realizar la unión de piezas.

Licencia: es la facultad que el estado otorga a personas guatemaltecas, individuales o jurídicas, para que por su cuenta y riesgo realicen aprovechamientos sostenibles de los recursos forestales, incluyendo la madera, semillas, resinas, gomas y otros productos en terrenos de propiedad privada, cubiertos de bosque.

Producción: conjunto de los productos de la industria.

Productividad: relación entre los recursos obtenidos versus los recursos invertidos.

Residuo de madera, leña y aserrín: comprende los desperdicios y desechos de madera de cualquier clase, entre ellos tocones, raíces de árboles, residuos de aserraderos; se emplean en especial como madera de trituración para la fabricación de pastas de papel, tableros etc.

Retorta: lugar en que la carga es calentada por una fuente externa de calor.

Silvicultura: ciencia que se ocupa del cultivo y de la conservación de los bosques.

Tecnología industrial: conjunto de los instrumentos, procedimientos y métodos empleados en la industria.

Tocón o troncon: parte del tronco de un árbol que queda unida a la raíz cuando se corta por el pie.

Troza: cualquier sección de las ramas o tronco de un árbol apeado.

Tumbar: consiste en cortar un árbol con hacha ó motosierra.

Volumen: cubicación de la madera.

INTRODUCCIÓN

Existe una realidad evidente en Guatemala, la crisis ambiental en acelerada agudización y que se expresa principalmente en la deforestación, provocada en algunos de los casos por mal aprovechamiento de la madera, lo que provoca grandes porcentajes de desperdicios de este recurso.

Esta problemática que es necesario considerarla, debe tomar en cuenta el rol que cada componente de la sociedad esta asumiendo hoy día, lo mismo que los niveles de acción que intervienen en su que hacer cotidiano relacionado con los proyectos de desarrollo en general y sobre todo cuando se trata de proyectos de desarrollo sostenible.

En este trabajo se dará a conocer el concepto de desarrollo sostenible aplicado a Guatemala así como también se determinará por medio de un análisis si las industrias madereras integran el medio ambiente y el desarrollo.

Se analizarán algunos de los usos que se le pueden dar a los residuos de la madera, así como también se dará a conocer el ciclo económico forestal con que deben cumplir las industrias madereras para que sus actividades brinden beneficios ecológicos, económicos y sociales.

OBJETIVOS GENERALES

- a) Contribuir con el desarrollo de Guatemala.**
- b) Mejorar el nivel de eficiencia de toda industria maderera.**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Que este trabajo sirva de referencia para las industrias madereras actuales y futuras en su enfoque al desarrollo sostenible.**
- b) Analizar la situación real del aprovechamiento de la madera.**
- c) Dar a conocer la cantidad de madera estimada que se desperdicia anualmente y que podría ser aprovechada.**
- d) Analizar algunas de las formas como se pueden utilizar los residuos de la madera de tal manera que se contribuya a la disminución del desperdicio de la madera.**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

1. DESARROLLO SOSTENIBLE

1.1 ¿Qué es el desarrollo sostenible?

Desarrollo sostenible es un proceso de cambio progresivo en la calidad de la vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social y la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo y que se sustenta en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región.

Este proceso implica el respeto a la diversidad étnica y cultural regional, nacional y local, así como el fortalecimiento y la plena participación ciudadana, en convivencia pacífica y en armonía con la naturaleza, sin comprometer y garantizando la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras "Acuerdo de la declaración de Guácimo Costa Rica, para Centro América, octubre de 1,994".

Al hablar del desarrollo sostenible debe entenderse como el estilo de desarrollo que permite la satisfacción de las necesidades presentes, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones pueda satisfacer las propias; es decir, que tanto en el uso de recursos renovables como no renovables, se trata de evitar su agotamiento.

El desarrollo sostenible quiere decir: progreso significativo hacia el logro de poblaciones estables, lo cual es muy importante, a la vez que esto nos lleva al cambio hacia tecnologías más limpias, de mayor rendimiento que nos ayuden a disminuir los desperdicios y aprovechar los recursos de la mejor manera posible de tal manera que se evite el agotamiento de los recursos.

Para enfocarse hacia este nuevo proceso de cambio, se debe integrar lo que se entiende por medio ambiente y desarrollo a fin de conseguir el desarrollo sostenible .

1.1.1 Objetivos del desarrollo sostenible

La consecución de la sostenibilidad significa fundamentalmente un cambio del comportamiento individual y requiere la cooperación internacional para alcanzar objetivos inmediatos entre ellos los siguientes:

- reactivación del crecimiento: la pobreza menoscaba la capacidad de la población para utilizar los recursos con sensatez.
- la urgente determinación de encontrar pautas de crecimiento que requieran la utilización de menos energía.
- la posibilidad de atender a las necesidades esenciales de la creciente población del mundo en desarrollo, al mismo tiempo que se procura conseguir un nivel de población mundial estabilizado y sostenible.
- la conservación y el mejoramiento de la base de recursos mediante medios alternativos de producción y consumo.
- la reorientación de las tecnologías a fin de hacer frente a los problemas planteados por un consumo en expansión y la necesidad de reducir la utilización de los recursos disponibles, así como también disminuir el desperdicio debido a técnicas de trabajo y tecnologías no adecuadas.

1.1.2 Principios del desarrollo sostenible

Vivir de forma sostenible depende de la aceptación de buscar la armonía con las demás personas y con la naturaleza.

La humanidad no debe tomar de la naturaleza más de lo que ésta sea capaz de reponer. Ello implica, a su vez, adoptar estilos de vida y pautas de desarrollo que respeten los límites de la naturaleza y funcionen dentro de ellos.

Esto se puede hacer sin rechazar los numerosos beneficios que la tecnología moderna ha aportado, con tal que la tecnología actúe también dentro de esos límites. Esta estrategia versa sobre un nuevo enfoque al futuro, no sobre un regreso al pasado.

Los principios del desarrollo sostenible están interrelacionados y se apoyan mutuamente, estos describen los criterios que deben cumplirse y señalan las direcciones que deben seguirse para obrar en pro de la consecución de una sociedad sostenible.

Los principios son :

1. Respetar y cuidar la comunidad de los seres vivientes:

Este principio refleja el deber de cuidar a las demás personas y las demás formas de vida, ahora y en el futuro. Es un principio ético. Significa que el desarrollo no debe hacerse a expensas de otros grupos ni de las generaciones venideras. Nuestro fin debe ser el de compartir equitativamente los beneficios y costes de la utilización de los recursos y la conservación ambiental entre las diferentes comunidades y grupo de intereses, entre las personas pobres y las acomodadas y entre una generación y las que seguirán.

Toda la vida sobre la tierra forma parte de un gran sistema interdependiente, que influye en los componentes no vivos del planeta rocas, suelos, aguas y aire , y de ellos depende. La perturbación de una parte de esta biosfera puede afectar a la totalidad.

Así como las sociedades humanas son interdependientes y las generaciones futuras se verán afectadas por nuestras acciones presentes, así también el mundo de la naturaleza se ve dominado cada vez más por nuestro comportamiento.

La gestión del desarrollo para que no amenace la supervivencia de otras especies ni destruya los hábitat es una cuestión de ética y al mismo tiempo práctica.

Si bien nuestra supervivencia depende de la utilización de otras especies y recursos, no se deben utilizar en forma irracional.

2. Mejorar la calidad de la vida humana.

El verdadero fin del desarrollo es el de mejorar la calidad de la vida humana. Es un proceso que permite a los seres humanos realizar su potencial, generar la confianza en sí mismos y llevar una vida digna y plena.

El crecimiento económico es un componente importante del desarrollo, pero no puede ser un fin en sí, ni puede prolongarse indefinidamente. Aunque las personas difieren por los fines que pueden asignar al desarrollo. Algunos de éstos son prácticamente universales, entre ellos figuran: una vida prolongada y saludable, la educación, el acceso a los recursos necesarios para un nivel de vida decoroso, la libertad política, la garantía de disfrute de los derechos humanos y la ausencia de violencia. Sólo si mejoran nuestras vidas en todos estos sentidos, será real el desarrollo.

3. Conservar la vitalidad y diversidad de la tierra.

El desarrollo basado en la conservación debe abarcar actividades explícitamente destinadas a proteger la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas naturales del mundo, de los que nuestra especie depende enteramente.

Para ello es necesario:

conservar los sistemas sustentadores de vida:

Se trata de los procesos ecológicos que mantienen el planeta apto para la vida. Ellos configuran el clima, purifican el aire y el agua, regulan el caudal de las aguas, reciclan los elementos esenciales, crean y regeneran el suelo y permiten que los ecosistemas se renueven.

Conservar la biodiversidad:

Con esto se refiere no sólo a todas las especies de plantas, animales y microorganismos, sino también a toda la gama de variaciones genéticas dentro de cada especie y a la variedad de ecosistemas.

Velar por que el aprovechamiento de los recursos renovables sea sostenible:

Entre los recursos renovables figuran el suelo, los organismos silvestres y domésticos, los bosques, las praderas, las tierras cultivadas y los ecosistemas marinos y de agua dulce que son fuente de la pesca. Un uso es sostenible si mantiene la capacidad de renovación de los recursos, a la vez que se aproveche el recurso al máximo evitando así el desperdicio.

4. Reducir al mínimo el agotamiento de los recursos no renovables.

Los minerales, el petróleo, el gas y el carbón son efectivamente no renovables. Sin embargo, se puede prolongar su vida, por ejemplo, reciclándolos, utilizando una menor cantidad de un recurso para fabricar un producto terminado, o adoptando sustitutos renovables cuando sea posible.

La adopción en gran escala de dichos métodos es esencial para que en el futuro la tierra pueda mantener a miles de millones de personas más y proporcionar a todos una calidad de vida decorosa.

5. Mantenerse dentro de la capacidad de carga de la tierra.

Los límites varían de región a región y las repercusiones dependen del número de personas y de la cantidad de alimentos, agua, energía y materias primas que utilicen y malgaste cada una de ellas.

Unas pocas personas consumiendo en grandes cantidades pueden causar tanto daño como muchas personas consumiendo poco.

Hay que formular procedimientos encaminados a lograr un equilibrio entre el número de seres humanos y sus estilos de vida y la capacidad de la naturaleza, junto con tecnologías que aumenten dicha capacidad a través de un manejo cuidadoso.

6. Modificar las actitudes y prácticas personales.

Para adoptar la ética de la vida sostenible, las personas deben reexaminar sus valores y modificar su comportamiento .

La sociedad debe promover valores que aboguen por la nueva ética y se opongan a los que sean incompatibles con una forma de vida sostenible.

Se debe difundir información mediante sistemas educativos formales y no formales, a fin de que puedan explicarse y entenderse las acciones necesarias para la supervivencia y el bienestar de las sociedades.

7. Facultar a las comunidades para que cuiden de su propio medio ambiente.

La mayoría de las actividades creativas y productivas de los individuos o los grupos se realizan en comunidades.

Las comunidades y las agrupaciones de ciudadanos constituyen el medio más accesible para que las personas actúen de forma socialmente valiosa y expresen sus preocupaciones.

Si se les faculta adecuadamente y se les proporciona la debida orientación e información , las comunidades pueden participar en la adopción de las decisiones que les afecten y desempeñar un papel indispensable en la creación de una sociedad sostenible con un fundamento seguro.

1.1.3 Dimensiones del desarrollo sostenible

a) Económico:

El desarrollo económico sostenible se fundamenta en la libertad, la justicia, la equidad social y la eficiencia económica.

El sistema económico y el ecológico están estrechamente interrelacionados; ignorar uno de los ejes de la ecuación significa inevitablemente poner en peligro al otro.

Esto significa que si las industrias madereras quieren asegurar su funcionamiento y economía, estas deben asegurar también que tendrán la materia prima disponible en cualquier momento, lo cual únicamente lo pueden conseguir si renovan constantemente los recursos utilizados y los saben aprovechar al máximo.

b) Humano:

El desarrollo sostenible quiere decir progreso significativo hacia el logro de poblaciones estables.

En un país o región determinados, el crecimiento acelerado de la población socava el desarrollo y debilita la base de recursos naturales disponibles para mantener a cada habitante.

El desarrollo sostenible ocasiona, además, la utilización máxima de los recursos humanos para mejorar la educación y los servicios de salud, y para combatir el hambre.

Es especialmente importante que los servicios básicos alcancen a quienes viven en extrema pobreza; por tanto, el desarrollo sostenible significaría reorientar o reasignar recursos para asegurar las necesidades humanas básicas.

El desarrollo humano influye fuertemente en otras dimensiones del desarrollo sostenible. Así, una población sana y bien alimentada para trabajar, y una fuerza de trabajo mejor educada, ayudan al desarrollo económico.

Esto da a entender de que las industrias madereras necesitan capacitar mejor a su personal para que estos alcancen un buen nivel y puedan adquirir buenas técnicas de trabajo, de tal manera que contribuyan a la productividad de la industria y por ende al mejor aprovechamiento de la madera.

c) Ambiental:

El desarrollo sostenible necesita proteger los recursos naturales requeridos para la producción alimentaria y combustibles para cocinar, desde los suelos hasta las áreas de recolección de leña, sin dejar de expandir la producción para satisfacer a poblaciones en aumento.

El agotamiento y deterioro de la base renovable de los recursos naturales es un problema para el futuro.

La contaminación del agua, el aire y la tierra se ha incrementado rápidamente y probablemente continúe si no se reorientan los procesos actuales de desarrollo e industrialización. La principal amenaza radica en la pérdida de bosques y la disminución y deterioro de los caudales y calidad del agua, lo que a su vez es una de las causas principales de enfermedad y muerte, sobre las poblaciones marginales.

El mejoramiento sostenible de los recursos y el mejoramiento de la calidad ambiental constituyen mecanismos de protección a los procesos ecológicos.

Las industrias madereras pueden colaborar con la dimensión ambiental, por medio de la renovación de los recursos que utilice y por medio del mejor aprovechamiento posible de la madera, evitando así el desperdicio.

d) Tecnológico:

Las instalaciones industriales con frecuencia han contaminado el aire, agua y suelo circundantes. En los países desarrollados, el control de los flujos de materiales de desperdicio y la eliminación de la contaminación se llevan a cabo con grandes gastos; en muchos países en vías de desarrollo, los contaminantes no se controlan en general.

Sin embargo, la contaminación no es una consecuencia inevitable de la actividad industrial sino que refleja el uso de tecnologías ineficientes o procesos antieconómicos, así como negligencia y falta de sanciones económicas.

El desarrollo sostenible quiere decir cambio hacia tecnologías que sean más limpias y rendidoras, tan próximas a **cero emisiones** o procesos **cerrados** como sea posible, y que reduzcan el consumo de energía y otros recursos naturales al mínimo.

La meta, en primer lugar, sería procesos o sistemas tecnológicos que creen pocos desperdicios o contaminantes; que reciclen desechos en forma interna y que funcionen con, o mantengan a, los sistemas naturales.

Existen y comienzan a explotarse los prototipos y posibilidades para muchas de estas tecnologías modernas desde el punto de vista ecológico; las economías muy desarrolladas deberían apoyar la transición a dichas tecnologías.

1.1.4 ¿Cuáles son las ventajas de la aplicación del desarrollo sostenible por las Industrias madereras?

Definitivamente, las ventajas obtenidas por las industrias madereras al aplicar el desarrollo sostenible son muchas, ya que al aprovechar el recurso (madera) al máximo estará obteniendo mayores utilidades, a la vez que estará contribuyendo a la disminución de la deforestación, y por ende colaborará a formar una región sostenible.

Con la aplicación de un desarrollo sostenible estas industrias lograran crecer económicamente, a la vez que no perjudicaran a las generaciones actuales y futuras, debido a que estas industrias aseguraran que la materia prima que están utilizando será renovada en poco tiempo, a la vez que se aprovechara al máximo la materia prima evitando así el agotamiento y el desperdicio.

Cuando se realiza la aplicación de un desarrollo sostenible a las industrias madereras, automáticamente se están obteniendo ventajas económicas, ecológicas y sociales las cuales nos brindaran múltiples beneficios entre los cuales tenemos:

- Mejoramiento de las lluvias
- Disminución de la erosión y recuperación de suelos pobres
- Disminución de la deforestación al aprovechar al máximo el recurso forestal
- Protección de nacimientos de agua
- Mejoramiento del paisaje
- Generación de fuentes de trabajo
- Mejoramiento del nivel de vida

- Generación de divisas
- Crecimiento económico

Claro que para poder aplicar un desarrollo sostenible se debe cambiar la forma de pensar y concientizarse en la importancia que existe entre el desarrollo y el medio ambiente.

1.2 Análisis de un desarrollo no sostenible

El desarrollo sostenible se refiere específicamente a la mala utilización de los recursos disponibles, al alto porcentaje de desperdicios de madera que podrían ser utilizados, a la utilización de una tecnología no adecuada así como, a las malas técnicas de trabajo.

Estos factores que son necesarios considerarlos forman lo que es en si un desarrollo no sostenible y afectan la economía, la ecología y la sociedad.

1.2.1 La depredación maderera desmedida

Como se sabe la caoba es la especie maderable que históricamente ha tenido mayor importancia en la economía petenera y del país en general. Desafortunadamente su explotación ha sido desmedida, sin mecanismos eficientes de control y con un alto índice de tráfico ilegal.

De acuerdo a los estudios realizados, si las industrias madereras no modifican sus actuales prácticas de extracción selectiva, concentrada casi exclusivamente en caoba y cedro, y si no se llega a controlar la explotación ilegal y el alto porcentaje de desperdicio de madera que podría ser aprovechado, el potencial de estas dos especies se agotara antes del año 2,000.

De acuerdo a las proyecciones elaboradas sobre la deforestación del bosque petenero y el mal aprovechamiento del recurso y tomando una deforestación promedio de 100,000 hectáreas por año, se ha determinado que un escenario realista demuestra que sin una intervención decidida por parte del estado, organismos internacionales e industrias madereras, para el año 2,012 se habrá eliminado casi la totalidad de los bosques peteneros, incluyendo gran parte de la biosfera maya. Esto no es desarrollo sostenible.

1.2.2 Falta de tecnología moderna para el mejor aprovechamiento de los residuos forestales

Uno de los factores que definitivamente afecta a las industrias madereras para poder aprovechar al máximo los recursos forestales, es la falta de tecnología moderna y la utilización de buenas técnicas de trabajo.

El sector privado desempeña un papel decisivo en el desarrollo sostenible, porque es agente primario en el desarrollo y despliegue de tecnologías perfeccionadas.

En los países en vías de desarrollo, las tecnologías que se emplean actualmente son con frecuencia menos eficaces y mucho más contaminantes que aquellas disponibles en los países industriales.

El desarrollo sostenible quiere decir rápida introducción de tecnologías perfeccionadas que disminuyan el desperdicio y por ende aumenten la productividad.

La cooperación tecnológica, el desarrollo o la adaptación conjunta de tecnologías más limpias y de mayor rendimiento para ajustarlas a las necesidades locales a fin de reducir la brecha entre los países en vías de desarrollo y los industrializados, elevaría la productividad económica así como impediría un mayor deterioro en la calidad del ambiente.

Algunas veces se piensa que la alta tecnología es sinónimo de contaminación ambiental, pero en la mayoría de los casos es el uso inadecuado e insuficiente de ésta por parte de los inversionistas. De la misma forma que los inversionistas privados han creado máquinas dañinas para el ambiente, también las luchas del pueblo, la ciencia y la tecnología con fines sociales han provisto soluciones para estos problemas.

La innovación tecnológica es en sí misma un importante tema de encuentro; el carácter sostenible del desarrollo exigirá un cambio tecnológico continuo en los países industriales a fin de reducir las emisiones y el uso de recursos por unidad de producción.

Además, demandará un cambio tecnológico acelerado en los países en vías de desarrollo, en particular en aquellos que se industrializan, para evitar repetir los errores del desarrollo y la multiplicación del daño ambiental existente en los países industriales.

El perfeccionamiento tecnológico es, asimismo, decisivo para reconciliar los objetivos del desarrollo con las limitaciones ambientales.

1.3 Quiénes deben colaborar al desarrollo sostenible de las Industrias madereras

Definitivamente existen varios sectores que deben colaborar al desarrollo sostenible de las industrias madereras, entre los principales se observarán los siguientes:

a) El Estado:

El Estado juega un papel bastante importante en el enfoque hacia el desarrollo sostenible, debido a que a través de los órganos del Estado se puede lograr la colaboración de algunas organizaciones tales como ONG'S, CACIF etc., ya que el sector privado desempeña un papel decisivo en el desarrollo sostenible, porque es agente primario en el desarrollo y despliegue de tecnologías modernas.

Guatemala participo en la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible, en donde se comprometió a cumplir programas y acciones a corto, mediano y largo plazo que delinean un cambio de esquema de desarrollo, de nuestras actitudes individuales y colectivas, de las políticas y acciones nacionales y regionales hacia la sostenibilidad política, económica, social, cultural y ambiental de las sociedades.

La alianza es una estrategia de coordinación y concertación de intereses, iniciativas de desarrollo, responsabilidades y armonización de derechos. Mediante la alianza se reiteran y amplían los compromisos contraídos por el estado para el nuevo proceso de desarrollo sostenible en la región.

b) Las comunidades:

Son distintos sectores usufructuarios de los recursos naturales, especialmente de la tierra y el bosque. Estos grupos han venido actuando consciente o inconscientemente, de manera desordenada e irracional ya sea como grupo de interés o como simples ciudadanos que, ante la falta de promoción de tecnologías apropiadas y de prácticas culturales congruentes con los proyectos de desarrollo sostenibles y la cultura en general, han deteriorado los recursos, ya sea por la motivación de acumular mas riquezas o ya sea por la urgencia de sobrevivir.

La incorporación de estos grupos al quehacer de los proyectos y su relación con el medio ambiente, tanto de carácter privado como comunitario ha sido reciente.

En los últimos años las acciones de concientización a nivel internacional y los procesos de descentralización y reducción de las funciones del Estado, han provocado una cierta dinámica que está permitiendo mas y mejores espacios de participación a los sectores no gubernamentales en la dinámica socioeconómica relacionada con la gestión ambiental y los proyectos de desarrollo en general con una visión tendencialmente sostenible.

O sea que la participación de las comunidades hacia un enfoque sostenible es vital, ya que en gran parte de ellos depende el buen o mal aprovechamiento de los recursos disponibles.

c) Las municipalidades:

Las municipalidades también juegan un papel importante hacia el enfoque al desarrollo sostenible ya que estas deben verificar que los proyectos que se estén realizando cumplan con un manejo de manera participativa y técnica que multipliquen el impacto positivo de los proyectos.

d) La cooperación Internacional:

Ha venido constituyéndose en un factor importante, tanto en lo que se refiere al apoyo técnico y financiero, como también en la visión, pues los fenómenos sociales, culturales, políticos, económicos y ecológicos están impactando en la totalidad del globo terráqueo, sin importar fronteras de orden político.

Hoy en día, es posible afirmar que la cooperación internacional es uno de los principales actores que dinamiza los procesos institucionales alrededor de la gestión de proyectos de desarrollo y que ha permitido impulsos, mayores o menores, en cada uno de los países, orientando el desarrollo sostenible.

2. ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE LA MADERA DESPERDICIADA POR LAS INDUSTRIAS MADERERAS

2.1 Impacto de los aprovechamientos forestales Industriales.

En muchos casos, los aprovechamientos forestales no han sido eficientes y han producido muchos desperdicios, esto es debido en gran parte a malas técnicas de trabajo así como a tecnologías no adecuadas.

Según entrevistas con la industria maderera, también con personas que trabajan en instituciones relacionadas con el medio ambiente, se ha determinado que aproximadamente el 50% de un árbol queda como desperdicio en forma de ramas, trozas de diámetros pequeños aprovechables y trozas con defectos.

Esto indica que la utilización del recurso madera, no se está utilizando en una forma sostenible, debido a que el porcentaje de desperdicio es demasiado alto.

Según un estudio realizado se pudo determinar la cantidad estimada de madera desperdiciada que podría ser aprovechable, los resultados de este estudio se pueden observar a continuación.

2.1.1 Ubicación del área

Para poder realizar la estimación de la cantidad de madera desperdiciada y que podría ser aprovechada, se tomará como referencia un estudio de aprovechamiento forestal industrial en un área del Petén, y por medio de este estudio y datos proporcionados por la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) se determinará esta cantidad de madera.

2.1.2 Metodología

El estudio se efectuó en un área total de 1,083.54 hectáreas, en donde se tenía como objetivo principal cuantificar el volumen en metros cúbicos de madera que las industrias dejaban como desperdicio en forma de trozas, ramas y tocones.

a) Medidas de desperdicio

Con relación a la madera aprovechable, se tomó como parámetro de medición largos de 1 metro y diámetros de 20 centímetros, en adelante.

En algunos casos se tomaron medidas en largos de 50 centímetros en adelante, cuando las trozas de madera tenían diámetros aprovechables mayores de 60 centímetros, siempre que la madera no tuviera daños mayores de 75%.

En cada troza de madera se midió el diámetro mayor y el menor, para calcular el volumen real de la madera aprovechable.

Se pudo determinar también que una de las causas por las cuales había demasiado desperdicio era debido a las malas técnicas de trabajo así como también a la utilización de herramientas no adecuadas como las motosierras que solo brindan una eficiencia del 60% al 80%.

b) Resultado de la madera desperdiciada y que podría ser aprovechable

Los datos que se presentan a continuación corresponden a madera comercial real que puede ser aprovechada por la industria, industria artesanal, carpinterías etc.

RESULTADOS TOTALES DEL VOLUMEN DE MADERA EN METROS CÚBICOS ENCONTRADA COMO DESPERDICIO			
TROZAS	RAMAS	TOCONES	TOTAL
539.35	342.38	50.74	932.47

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro anterior, se determino que la cantidad de madera dejada como desperdicio en un área de 1,083.54 hectáreas es considerable, ascendiendo a un total de 932.47 metros cúbicos de madera.

Y si ahora se considera la cantidad de licencias promedio que otorga la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre en hectáreas a explotar, se podrá obtener la cantidad estimada de madera desperdiciada.

La cantidad promedio de hectáreas que se explotan anualmente registradas legalmente ascienden a 29,479.35 .

Ahora realizando unos pequeños cálculos matemáticos se determinará la cantidad de madera desperdiciada en metros cúbicos.

HECTÁREAS A EXPLOTAR

**DESPERDICIO DE MADERA EN
METROS CÚBICOS**

1,083.54	-----	932.47
29,479.35	-----	X

$$X = ((29,479.35) * (932.47)) / (1,083.54)$$

X = 25,369.26 metros cúbicos de madera desperdiciada

O sea que la cantidad estimada anual promedio de madera desperdiciada asciende a 25,369.26 metros cúbicos.

Y sabiendo que 1 metro cúbico es igual a 220 Pies Tablares Troza (220 PTT) y que el pie de madera cuesta aproximadamente Q 3.00, se determinará la cantidad aproximada de dinero que se desperdicia anualmente, por no aprovechar al máximo el recurso forestal.

El cálculo sería el siguiente:

A = Total de metros cúbicos de madera desperdiciada anualmente

B = Número de pies por metro cúbico

C = Precio estimado de un pie de madera

D = Cantidad estimada de dinero perdida anualmente por mal aprovechamiento de la madera.

$$A * B * C = D$$

$$((25,369.26) * (220) * (3.00)) = Q. 16,743,711.26$$

Como se puede observar, la cantidad de madera desperdiciada es elevada, así como también el monto estimado de dinero que se pierde anualmente, el cual asciende aproximadamente a dieciséis millones ochocientos mil quetzales.

Por medio de los datos obtenidos, se puede observar que la forma en que están actuando las industrias madereras es en una forma no sostenible, debido a que el desperdicio y las pérdidas son demasiado elevadas.

2.1.3 En que afecta la madera desperdiciada al desarrollo sostenible

La madera desperdiciada afecta al desarrollo sostenible, ya que el desarrollo sostenible se refiere a un mejor aprovechamiento de la madera y a una renovación del recurso utilizado, al no aprovechar al máximo el recurso forestal se contribuye a la deforestación de Guatemala, ya que por el gran desperdicio que se esta provocando se necesitará cortar más arboles y esto afectará grandemente a la aplicación de un desarrollo sostenible.

Según el análisis realizado anteriormente se pudo observar el alto porcentaje de desperdicio de madera que por lógica afecta a la situación económica y ecológica del país y por tanto se debe tomar medidas que ayuden a disminuir estos altos porcentajes de desperdicio.

2.2 Desperdicio de madera debido a malas técnicas de trabajo

Una de las causas por las cuales se generan altos porcentajes de desperdicio de madera, es debido a las malas técnicas de trabajo, y esto ocurre debido a que no hay una buena capacitación hacia el trabajador con la cual el pueda aumentar su eficiencia y su productividad, a continuación se observarán algunas malas técnicas de trabajo las cuales son responsables en parte del alto porcentaje de desperdicio de madera.

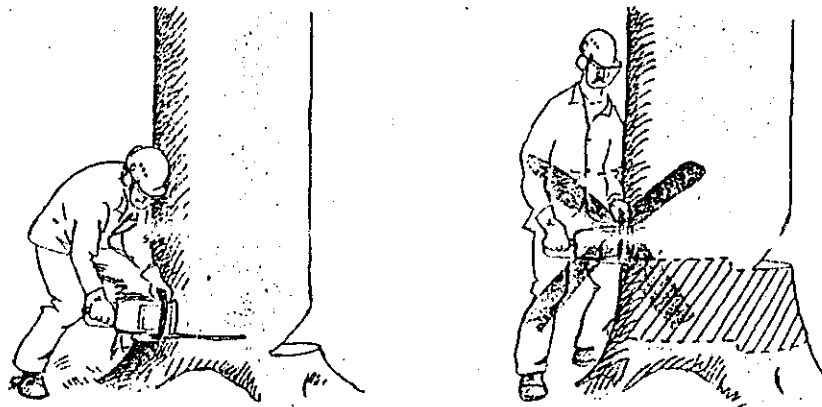
2.2.1 Desperdicio de madera en el corte del árbol en pie (apeo)

a) **Tocones altos** son un signo de un trabajo mal hecho y de poca supervisión, algunas veces, son el resultado de colocar marcas de apeo demasiado altas para el control del corte del árbol en pie.

Otras veces, los operadores prefieren hacer el corte a 1 metro sobre el suelo exceptuando casos especiales (árboles huecos o con grandes gambas), el tocón debe ser lo más bajo posible; con lo que respecta al tipo de sierra que se debe utilizar, esto va a depender directamente del tipo de madera a cortar ya que la madera podría estar verde, suave ó seca. Por lo general casi siempre se trata de utilizar sierras que sean de acero con un contenido de carbono de 0.7%, ya que son muy resistentes; siempre se debe de tratar que sean lo más delgadas posibles para no generar demasiado desperdicio.

La mayoría de sierras están clasificadas de 1.0 a 18.0 milímetros de espesor y de 100 a 3,000 milímetros de diámetro.

Donde el nivel de salario es bajo y el precio de la madera es elevado, el valor de la madera dejada en un tocón puede corresponder al salario semanal del operador o a un valor mayor (ver figura 2.1).

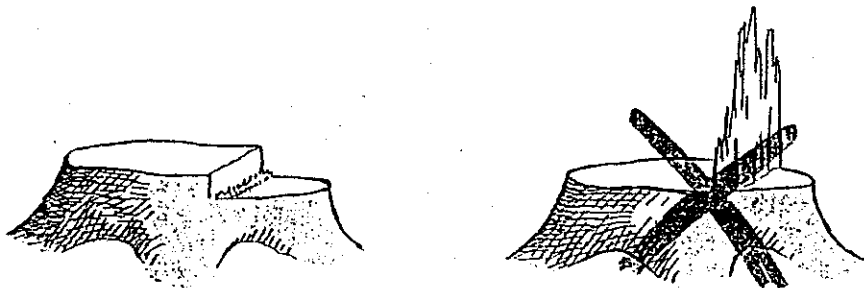


Marcas de apeo

Figura 2.1

b) También, se pueden producir pérdidas considerables de madera en el apeo si el árbol se corta sin muesca o con una muesca insuficiente.

Si la muesca está a la misma altura o más arriba del corte de dirección, hay un riesgo de que astillas de madera sean arrancadas de la base, reduciendo el valor de la troza (ver figura 2.2).

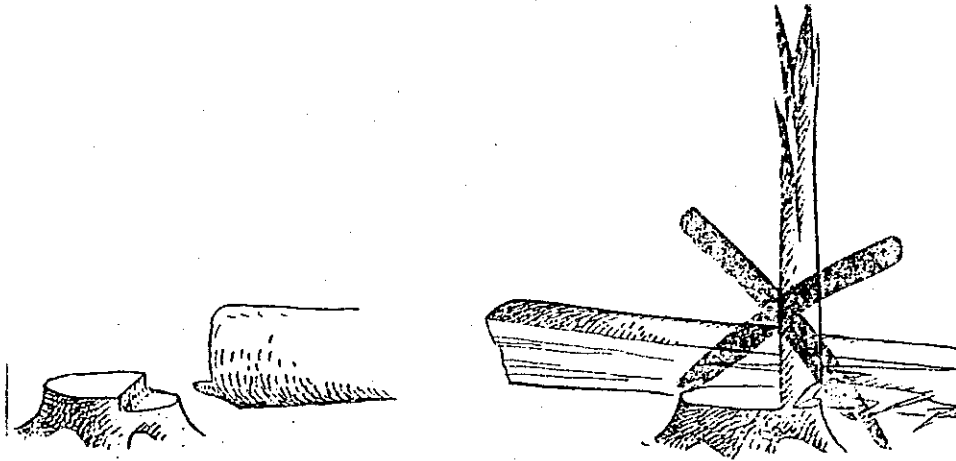


Pérdidas de madera en el apeo

Figura 2.2

c) Si la muesca es demasiado pequeña, esto puede ser muy peligroso debido a que la caída del árbol no será guiada apropiadamente.

Si la muesca no se hace correctamente, el árbol se puede rajar. Al mismo tiempo, se produce una considerable pérdida en la parte de mayor valor (ver figura 2.3).



Pérdida del valor de la madera al no utilizar técnicas de apeo adecuadas

Figura 2.3

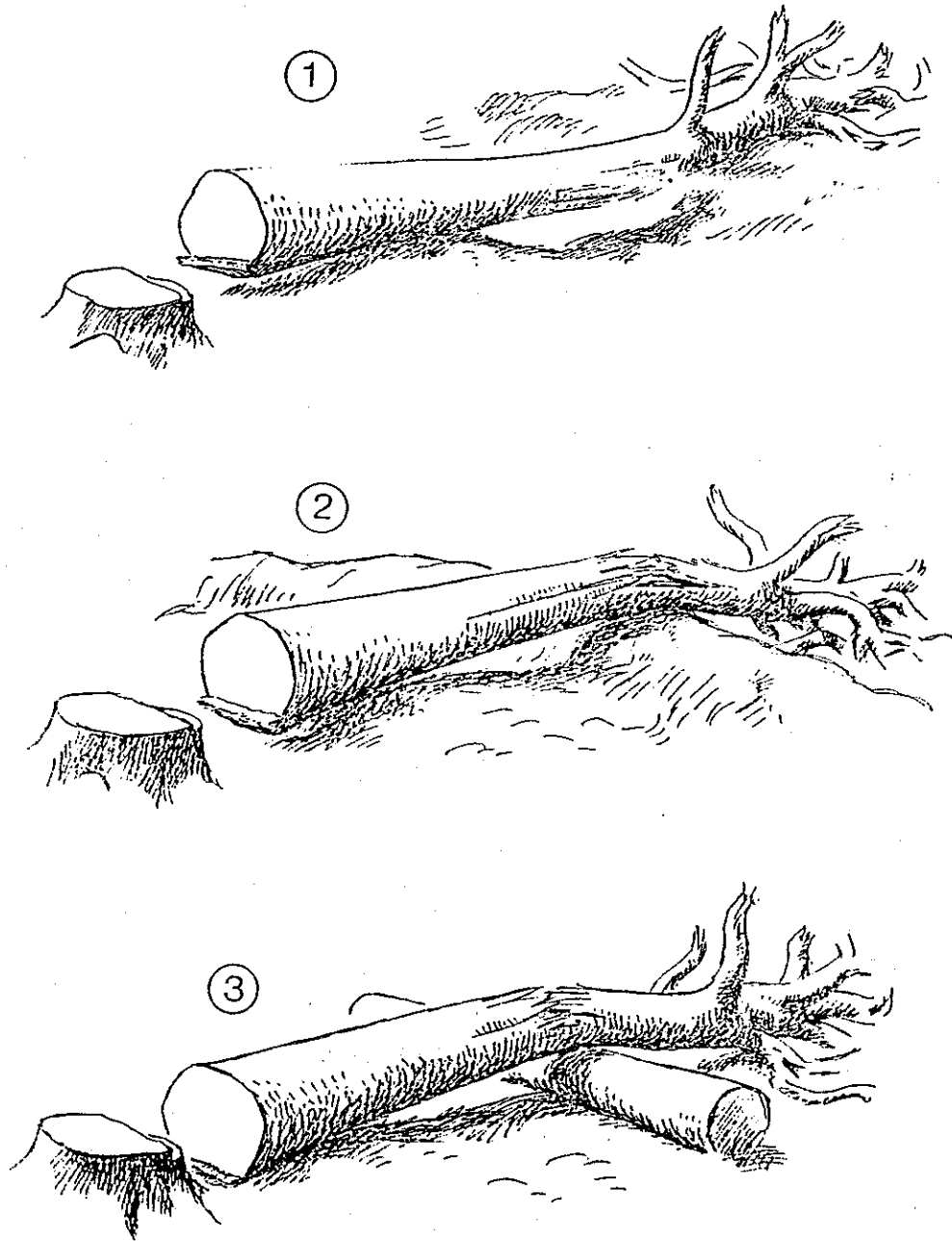
Una considerable cantidad de madera valiosa se pierde cuando se apean árboles grandes sobre obstáculos en el terreno, tales como: 1) lomas, 2) trozas, 3) rocas (ver figura 2.4).

La mayoría de las especies se rompen si golpean estos obstáculos. Aún cuando la parte rota pueda ser pequeña, la desclasificación causada puede ser considerable y puede causar grandes pérdidas.

Un operador bien adiestrado y experimentado evitará esta clase de pérdidas, evitando estos obstáculos cuando fija la dirección de caída.

Los esfuerzos para evitar obstáculos, no solamente reducen pérdidas sino que también facilitan el trabajo, evitando trozado innecesario.

En el caso de especies valiosas de maderas duras, la rotura de un árbol puede ser muy costosa .



Pérdidas de madera por apeo de árboles sobre obstáculos en el terreno

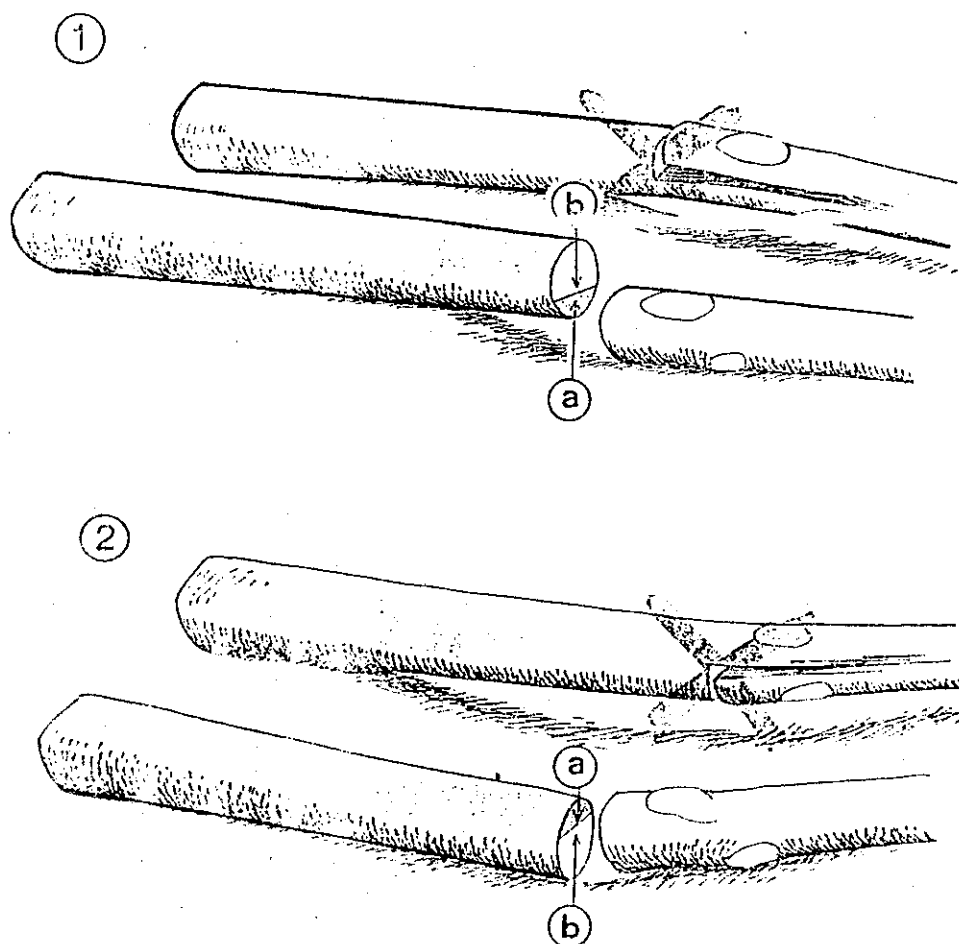
Figura 2.4

2.2.2 Desperdicio de madera en el corte del árbol tumbado (trozado)

Cuando los árboles están bajo tensión, se van a rajar con facilidad si el trozado comienza en el lado que está bajo tracción.

Técnicas apropiadas de corte con la motosierra reducen este peligro en gran medida y evitan así el desperdicio.

Siempre hay que cortar primero el lado del árbol que está bajo compresión (a), luego hay que finalizar el corte con el lado que esta bajo tracción (b) (ver figura 2.5).

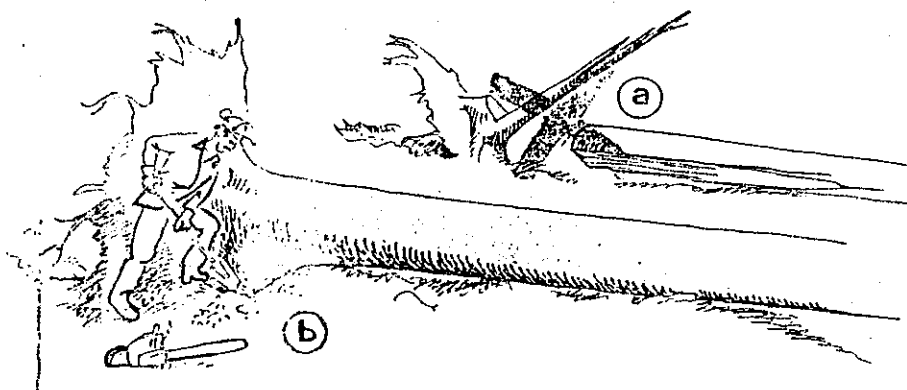


Técnicas apropiadas de corte

Figura 2.5

Cuando se corta el tocón de árboles tumbados por el viento, se puede rajar fácilmente la madera. Normalmente, la parte superior está bajo tracción, si el corte se inicia en este lugar, en muchos casos, la troza se puede rajar hasta varios metros (a) y por medio de esto se puede obtener una pérdida considerable .

La parte inferior que está bajo presión, debe cortarse primero. Si este lado no es accesible, debido a que se encuentra sobre el suelo, hay que cavar primero con una pala (b) y se evitará así el desperdicio de madera (ver figura 2.6).



Pérdidas de madera en árboles tumbados por el viento

Figura 2.6

Éstas son algunas de las recomendaciones que se les puede dar a conocer a los operarios, para que estos sean más eficientes y productivos y que así puedan colaborar a la aplicación de un desarrollo sostenible en el país.

Como se pudo observar, la cantidad estimada de madera que se desperdicia anualmente es elevada, por lo tanto se debe colaborar a disminuir este desperdicio, utilizando técnicas de trabajo adecuadas como las que se señalaron anteriormente; así como la tecnología moderna para utilizar los desperdicios de la madera, al máximo.

3. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL MADERERO

3.1 El aprovechamiento de los residuos de la madera como una contribución al desarrollo sostenible.

Una de las formas como se puede colaborar al desarrollo sostenible es aprovechando al máximo toda la madera que queda como desperdicio tanto en los lugares de corte como en los aserraderos, ya que como se pudo observar anteriormente la cantidad de madera desperdiciada es elevada, por lo tanto se debe tomar conciencia de esto y se debe aprovechar al máximo este recurso, a continuación se analizará algunas de las formas como se pueden utilizar los residuos de la madera y así evitar el desperdicio.

3.1.1 Los residuos de la madera utilizados como combustible

La madera, usada directamente o carbonizada, fue hasta hace 100 años la principal fuente de calor utilizada por el hombre.

Al aumentar la demanda térmica, por el progreso industrial y la consiguiente elevación del nivel de vida, cedió su lugar a combustibles de mayor potencia calorífica, como los carbones y aceites minerales, que, con el adecuado perfeccionamiento de los procesos de transformación de energía pudieron aprovecharse en condiciones económicas sumamente favorables.

Hay, sin embargo, circunstancias que aconsejan, aún hoy, el uso de la madera como combustible, y que son las siguientes:

a) Disponibilidad de residuos:

Hay fábricas que emplean madera como materia prima (aserraderos, grandes mueblerías, carpinterías, fabricas de papel, etc.) y que dejan como sobrantes de escaso valor desechos en forma de recortes, virutas, aserrín y cortezas que representan del 30% al 50% de la madera original. La disponibilidad de estos residuos puede ser por lo menos suficiente para satisfacer las necesidades propias de energía de la fábrica, en cuyo caso es una excelente solución económica adaptar la central de fuerza y vapor a ese combustible residual que ahorrará bastante dinero, y a la vez colaborará al desarrollo de las industrias.

b) Disponibilidad de madera residual a bajo costo:

Otras veces, y es el caso de grandes aserraderos de las regiones madereras, este combustible residual (wood waste como se le llama en la técnica americana), se produce en cantidades muy grandes, y a un costo tan bajo que justifica su transporte y utilización en puntos bastante alejados del centro de producción, entrando directamente a competir con los combustibles corrientes en las comparaciones económicas que deciden la selección del combustible y proceso de generación en otras industrias.

c) Situación de emergencia:

En países no productores de combustibles corrientes, o en aquellos de producción insuficiente, se presenta el problema de la crisis energética, que obliga a quemar como solución de emergencia, las existencias madereras del país.

Estas situaciones justifican una política de repoblación forestal intensa suficiente para paliar en lo posible los déficits de los suministros, y a prever en los sistemas de producción de vapor, soluciones que permitan la fácil adaptación al combustible de emergencia.

Cualquiera de las circunstancias mencionadas se presentan o pueden presentarse en Guatemala, por lo que se deben tomar en cuenta al proyectar instalaciones de aprovechamiento de la energía contenida en la madera.

3.1.1.1 Formas de quemar la madera

La potencia calorífica de las distintas maderas secas es prácticamente la misma, y puede fijarse como promedio aproximado en 4,500 cal/kg.

Las maderas resinosas (pino) o muy compactas pueden llegar a 5,000 cal/kg . Se deduce de inmediato que la potencia calorífica de la madera tal como se recibe será el producto de 45 ó 50 por el resultado de restar de 100 el porcentaje de humedad, o sea:

$$\text{Potencia calorífica en cal/kg.} = (45 \text{ ó } 50) * (100 - \text{humedad}\%)$$

Resalta la necesidad evidente de una correcta determinación de la humedad de la madera destinada a combustible para poder deducir el precio de adquisición de la caloría, que es lo que interesa para fijar el costo de producción de energía.

Esta determinación se hace secando la madera en trozos en una estufa a 105° - 110°C hasta pesada constantemente y calculando la pérdida unitaria de peso.

La humedad de la madera es muy variable, ya que se trata de un material originariamente muy húmedo y que es sumamente sensible a las influencias del medio o de los procesos industriales empleados.

Se considera que la madera recién cortada (generalmente los residuos de aserraderos están en este caso) contiene de 30% a 50% de humedad, que puede llegar al 70% en caso de transporte por flotación, influencia de la intemperie, etc.

Algunas formas como se puede quemar la madera se observarán a continuación:

a) En rollos y astillas

Es la forma usual y la que conviene en casos en que la tala de árboles se realiza para obtener leña combustible. Las dimensiones de este material son muy variables siendo más caros los tipos desmenuzados (astillas) que los enteros.

La potencia calorífica de este material va a depender directamente del porcentaje de humedad que contenga.

b) Residuos de aserraderos

Este material es común en Guatemala, y se puede utilizar fácilmente para colaborar a la crisis energética, ya que puede ser utilizado para diferentes actividades en el hogar y la industria.

c) Residuos Industriales propios

En carpinterías y fábricas de muebles los residuos son aserrín y recortes de tamaño variable, estos últimos, generalmente son de maderas secas con un contenido aproximado del 6% al 12% de humedad.

La escasa proporción de humedad y la presencia de partículas finas en el aserrín hacen de este combustible una solución ideal y económica para la generación de vapor, ya que presenta todas las características del carbón.

Otras industrias, en cambio, como las papeleras disponen de residuos madereros muy húmedos, que requieren dispositivos especiales en el hogar y la industria para su aprovechamiento eficaz.

3.1.1.2 La combustión de la madera

Al introducir la madera en un ambiente caldeado (en una industria, por ejemplo), se observan bien definidas las tres etapas clásicas de la combustión:

- evaporación de la humedad
- destilación del volátil
- combustión del carbón residual

En este proceso intervienen como factores principales:

a) La cantidad de aire necesario:

Para que se lleve correctamente la combustión de la madera.

b) Una temperatura apropiada:

La absorción es de 500 cal/kg. por la evaporación y 100 cal/kg. por destilación hasta 250°C. Los vapores destilados, mezclados con aire en proporción adecuada, se inflaman a 600°C aproximadamente.

c) El tiempo indispensable para que se efectúen las reacciones de todo el proceso:
En esto gran importancia tiene el tamaño de las piezas de la madera. Es bien sabido que el aserrín arde instantáneamente, en forma casi explosiva, mientras que un tronco de grandes dimensiones puede arder lentamente durante horas en una chimenea hogareña de fuego abierto.

Esto sucede por la escasa conductividad calorífica de la madera, que le permite arder en su periferia mientras el núcleo se conserva frío. Además, la ceniza depositada en la superficie contribuye a disminuir la rapidez de la combustión.

Como norma general convendrá, pues, cuando se deseen grandes liberaciones de calor, comparables con las usuales en los hogares de fuel oil y carbón mineral, quemar la madera en trozos pequeños (aserrín o polvo).

La forma o diseño de la caldera deberá estar de tal manera que permita el movimiento del aserrín o polvo en una forma racional para su perfecta combustión, utilizando la cantidad de aire estrictamente indispensable.

3.1.1.3 El desperdicio de la madera utilizado como leña

Estudios elaborados por la Dirección General de bosques y Vida Silvestre y Green Peace de América Latina, indican que el 72% de todos los hogares de Centroamérica utilizan leña.

El consumo diario per cápita en la región es de aproximadamente 2.5 kilos. Del total de consumo de energía de la región, la leña acumula más de la mitad, la manufactura, agroindustria, procesos alimenticios y actividades artesanales suman el 31% del total del consumo de leña.

En Guatemala, el 78% de la población utiliza leña para sus quehaceres, según el instituto nacional de estadística (INE) para el año 1,994 había un total 8,331,874 habitantes pero considerando una tasa de crecimiento del 2.5% anual, se obtendría para el año 1,997 un total de 8,972,517 habitantes, por lo tanto un 78% de la población equivale a 6,998,563.

En Guatemala el corte de árboles para convertirlos en leña constituye una de las grandes causas de la deforestación.

Una de las formas como se puede ayudar a disminuir la deforestación es aprovechando al máximo los residuos forestales, en este caso sería aprovechando todo lo que quede como desperdicio en los aserraderos ó industrias, de tal manera que no se tenga que cortar otro árbol para obtener combustible.

Como se pudo notar la madera es el combustible doméstico predominante para la población rural, países en desarrollo y también para muchos pobres de las zonas urbanas.

La madera es el combustible preferido porque puede utilizarse sin ningún equipo complicado, tanto en su aprovechamiento como en distribución, y puede adquirirse con poco gasto, con frecuencia sin más gasto que el que representa su recogida.

Para los pobres es frecuente que no exista alternativa para el combustible de madera u otros materiales orgánicos que se disponen localmente.

Los combustibles comerciales, aunque están disponibles, exigen efectuar desembolsos para la compra de estufas y equipos que suelen estar fuera del alcance de los pobres de la zonas rurales. Por tanto, una consecuencia del crecimiento de las poblaciones es el aumento inexorable de las presiones sobre los recursos forestales disponibles localmente y sobre otras fuentes de material leñoso.

La fuente de aprovisionamiento de madera para combustible avanza progresivamente desde la recolección de madera muerta hasta la poda de árboles vivos, el apeo de árboles, la destrucción total de la cubierta arbolada y por último hasta el arranque de tocones y la extracción de matorral.

Es necesario que se contribuya a la disminución de la deforestación , utilizando los residuos de las actividades madereras como leña.

3.1.1.4 Utilización de los residuos de la madera para la fabricación de carbón vegetal utilizable en el hogar y la industria.

El carbón vegetal puede obtenerse de muchas sustancias orgánicas, pero la más abundante de ellas, y la más frecuentemente utilizada, es la madera . Las propiedades físicas y químicas del carbón vegetal dependen de la materia prima original y de las condiciones del proceso de carbonización.

Todas las especies de madera dan un carbón vegetal que puede utilizarse como combustible en el hogar o en la industria, para usos generales.

El aprovechamiento de los residuos, como los desechos de los aserraderos, el aserrín y las cortezas; y los desperdicios en la tala de árboles tienen gran importancia, ya que se pueden utilizar perfectamente para la elaboración de carbón vegetal.

Los países desarrollados con industrias primarias y secundarias más extensas y concentradas, tienen con frecuencia buenas posibilidades de reducir las pérdidas originadas por los desperdicios, ya que estas industrias le dan un valor agregado al desperdicio de la madera.

Como se pudo observar, la gran cantidad de madera que se desperdicia en Guatemala, se podría utilizar para la fabricación de carbón vegetal la cual es utilizable en el hogar y la industria, y por medio de esto se puede colaborar a disminuir la crisis energética del país, así como también la deforestación provocada por la misma crisis energética.

a) Consideraciones sobre la fabricación del carbón vegetal

El carbón vegetal se obtiene como consecuencia de la reducción química de la materia orgánica en determinadas condiciones. Aunque las técnicas son muy variables, el principio fundamental es común a todas ellas, y los instrumentos utilizados pueden dividirse en los siguientes:

1) Hornos.

En los que se aprovecha la combustión parcial de parte de la carga para iniciar la carbonización.

2) Retortas.

En las cuales la carga es calentada por una fuente externa de calor.

3) Retortas parciales.

También llamados hornos continuos, en los cuales la carga recibe energía de una fuente externa combustible durante una parte, al menos, del ciclo de carbonización.

En el proceso de carbonización conviene distinguir las cuatro fases siguientes :

FASE	TEMPERATURA APROXIMADA °C	PRODUCTOS
A. De combustión (no se aplica a las retortas)	Desde la temperatura ambiente a 600 °C	Bióxido de Carbono Agua
B. De deshidratación	100 °C a 120 °C	Agua
C. Exotérmica	270 °C a 600 °C	Ácido acético, agua alcohol metílico, alquitrán, bióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, hidrógeno y nitrógeno
D. De enfriamiento	600 °C a la temperatura ambiente	

Fases del proceso de carbonización
Figura 2.7

FASE A: Combustión (solo en los hornos).

Es necesario asegurarse de que el material de ignición pueda arder intensamente en presencia de gran cantidad de oxígeno, de forma que pueda calentar profundamente la carga antes de llegar a las Fases B y C.

Durante este período, la temperatura aumenta rápidamente y al cabo de una hora, o bien cuando la carga llega a la temperatura de 600 °C, disminuye la cantidad de aire y la temperatura desciende entre 100 °C y 150 °C.

Los hornos han evolucionado, desde los medios más primitivos que el hombre conoció para hacer carbón vegetal, por ejemplo cubriendo la madera ardiente o quemándola en un agujero hecho en el suelo.

El principio de todos ellos es parecido, y está basado en la combustión de una parte de la pila de la madera, hasta que está bastante caliente para poder reaccionar exotérmicamente con una cantidad de aire limitada, es decir, carbonizarse.

Los actuales hornos hechos de ladrillo, hormigón y metal tienen ventaja sobre los hornos primitivos, cubiertos de tierra, o sobre los hoyos; ya que permiten controlar mejor el producto final y que éste sea más limpio. Aunque en muchos países todavía sigue

obteniéndose el carbón vegetal con los medios más antiguos, que están completamente justificados cuando el capital es escaso, el hecho de que los rendimientos sean inciertos y que el carbón vegetal se contamine a veces con tierra y piedras son dos de las razones de que se adopten los métodos de producción más eficaces.

En la esfera de la carbonización de la madera, uno de los adelantos más importantes es el horno Herreschoff. En este horno se pueden carbonizar astillas de cualquier material orgánico, incluidos el aserrín y las cortezas, que tengan un grado de humedad inferior al 45%.

La materia prima se hace descender espiralmente por el horno por medio de brazos soportados por un árbol vertical giratorio, y se encuentra con los gases calientes ascendentes que, después del impulso inicial, se desprenden del horno.

FASE B: Deshidratación.

Esta fase es de duración variable, desde algunas horas a varios días según la humedad de la madera y el tipo de horno o de retorta utilizado.

La temperatura aumenta hasta 270 °C, antes de que empiece la reacción exotérmica de carbonización.

FASE C: Exotérmica.

Una vez eliminada el agua, se produce un rápido aumento de la temperatura, ya que empieza la descomposición de la madera, y varias sustancias, principalmente ácido acético, alcohol metílico y alquitrán, se eliminan con el humo.

A veces se alcanzan temperaturas de 600 °C a 700 °C, antes de que cese la destilación, que es la fase en la cual debe cerrarse el horno, y que se distingue por una reducción de la cantidad y un cambio de color del humo producido.

FASE D: Enfriamiento.

La velocidad a que disminuye la temperatura depende de la técnica de carbonización utilizada, y del espesor y capacidad de las paredes del aparato.

El rendimiento en peso del carbón vegetal es del 20% al 30% del peso en seco de la madera, así como el rendimiento del volumen es de aproximadamente el 50% del volumen la madera.

Para producir una tonelada de carbón vegetal hacen falta, aproximadamente, cuatro toneladas de material leñoso seco. Si no hay probabilidades de disponer de mercado para los subproductos, el mejor método de carbonización será el que origine menos gastos de transporte y de producción de la materia prima.

Las instalaciones fijas son ideales para las empresas que dispongan de suministros de materias primas con suficiente continuidad, los lugares más indicados para instalar hornos fijos son los que estén cerca de las industrias principales, como los aserraderos o en los lugares cercanos a la tala de árboles, u ocasionalmente, de las industrias secundarias, como las fábricas de muebles o cualquier otro tipo de fábrica que se dedique a la manufactura de artículos de madera, que producen con frecuencia residuos de madera de poco valor comercial, que pueden venderse como carbón vegetal, una vez tratados.

Pero la mayor parte de la madera aprovechable para carbón vegetal no está concentrada en las fábricas, sino dispersa en amplias zonas forestales, ya que al realizarse la tala de árboles, se deja como desperdicio aproximadamente el 50% de un árbol, que puede ser perfectamente utilizado para la fabricación de carbón vegetal.

b) El carbón vegetal como combustible para las necesidades domésticas.

El carbón vegetal es un combustible ideal para los pueblos y ciudades, porque no produce humo, y puede quemarse en las estufas para calentar la casa y el agua, además de servir para los usos culinarios generales.

En los países desarrollados, su precio suele ser elevado, pero en los países donde hay mucha madera puede resultar el combustible más barato de los que no producen humo.

El carbón vegetal está especialmente indicado para las parrillas y barbacoas, porque da a los alimentos un aroma delicioso y característico.

En su humo no se ha encontrado ninguna sustancia que pueda afectar a la cocción de los alimentos.

c) El carbón vegetal como combustible para fines Industriales

El carbón vegetal puede utilizarse en la industria para secar algunas materias primas como el lúpulo, el tabaco y otras materias primas que necesitan una atmósfera especial.

El carbón vegetal puede utilizarse también en las instalaciones de calefacción central y en las estufas que se emplean para calentar los hornos de tabaco.

El carbón vegetal puede quemarse mezclado con piedra caliza, para obtener cal viva, o bien ser pulverizado para utilizarlo en lugar de petróleo en los equipos de inyección combustible.

Su principal utilización es la fabricación de cemento; el cemento se obtiene quemando cal arcillosa o una mezcla de cal con arcilla y pizarra a la temperatura de 1400°C a 1900°C .

El carbón que se utiliza en la fabricación del cemento debe tener una humedad inferior al 4 por ciento. Es preferible que su contenido de sustancias volátiles sea más del 20 por ciento, ya que el carbón vegetal pulverizado debe arder espontáneamente al lanzarlo dentro del horno y, por consiguiente, debe mantenerse a una temperatura de carbonización máxima inferior a 500 °C, a fin de que queden suficientes sustancias volátiles en el carbón vegetal.

Para obtener 4 toneladas de cemento hace falta una tonelada, aproximadamente de carbón vegetal.

d) Otros usos Industriales del carbón vegetal

El carbón vegetal se utiliza en diferentes tamaños graduados, como cama o cubierta superficial para mejorar los césped y los terrenos verdes para deportes, es también un constituyente de los compuestos que se utilizan para las macetas y semilleros, y se utiliza igualmente para eliminar el mal olor y el mal sabor del agua.

El carbón vegetal actúa como un acondicionador del suelo aplicado a los lechos de las plantas, al mismo tiempo que suministra valiosos elementos a la tierra.

Este tratamiento es muy beneficioso para las flores, en particular para las rosas; no debe, sin embargo, utilizarse grandes cantidades de carbón vegetal sobre los semilleros, porque ejerce un efecto de inhibición sobre la germinación y el crecimiento.

El carbón vegetal también se puede utilizar en pigmentos para tintas de imprenta y pinturas. Los negros vegetales, de un negro muy intenso, y muy indelebiles, se hacen con carbón vegetal.

Una de las más grandes utilizaciones industriales que se le hace a la madera o al carbón es la gasificación, está es una de las formas más limpia y completa de aprovechar la energía del bosque, la ciencia se llama dendro energía.

También se puede utilizar carbón vegetal para la fabricación de cianuros, carburos, sulfuros y pólvora.

Otra forma de utilizar el carbón vegetal es en briquetas ya que nos presenta las siguientes ventajas:

- A) Menor desperdicio, ya que puede utilizarse el contenido total de carbón vegetal, incluso el polvo.
- B) Almacenamiento y transporte más baratos, porque las briquetas son densas y se fabrican a un mismo tamaño.
- C) La calidad de la combustión puede modificarse con el aditivo que se convenga.

Para la fabricación de las briquetas de carbón vegetal, el carbón vegetal es triturado y mezclado con los finos que se encuentran naturalmente en el alquitrán de madera o en el almidón, y es prensada en moldes que son secados después en hornos.

Se le puede añadir varios aditivos a la mezcla de carbón vegetal como medio de cocción. A la mezcla puede también añadirse materiales de poco valor como el aserrín y las astillas, a fin de dar aroma de madera a las carnes.

Otros aditivos útiles son las ceras, que aseguran una rápida ignición en las briquetas de carbón vegetal.

La carbonización y fabricación de briquetas con cortezas y aserrín es uno de los mejores modos de aprovechar los desechos de las maderas al máximo.

3.2 Vallosos subproductos que rinden importantes utilidades

Se pueden elaborar diferentes productos con los residuos de la madera; también con las trozas y ramas que se quedan en los bosques como desperdicio de las talas, aproximadamente un 50% de un árbol se queda como desperdicio en los bosques.

Para la industria maderera, esto significa asociarse con otras industrias tales como las de la pulpa y el papel, la de los tableros de fibra y de partículas etc.

Esto también significa que la operación de elaboración de la madera aserrada por sí misma debe expandir sus horizontes hasta incluir más operaciones de conversión. Normalmente la diversificación en la elaboración de la madera aserrada tiene dos objetivos: 1) El permitir al fabricante surtir un mercado que no se puede surtir adecuadamente sólo con madera aserrada, y 2) Permitir la utilización de los residuos de la madera que de otra manera no se utilizan, logrando así una reducción en los costos de elaboración de todos los productos.

Entre los productos secundarios más importantes que se podrían obtener en los aserraderos se encuentran los siguientes: las estructuras de madera laminadas, las astillas de la madera, los tableros de partículas, tableros de astillas o serrín, tableros de viruta con cemento etc.

3.2.1 Estructuras de madera laminadas para la elaboración de techos a través de pequeñas piezas de madera

La producción de estructuras de madera laminada ha hecho posible, en muchos países, reconquistar mercados madereros que alguna vez se surtieron con las tablas grandes y limpias, que se obtenían de los bosques vírgenes, pero inexistentes en el bosque de segundo crecimiento.

La laminación se basa principalmente en el alto grado de aprovechamiento del material que se logra con ella, ya que si bien la madera es un recurso renovable, es importante explotarlo inteligentemente por razones económicas y ecológicas.

3.2.1.1 Definición y usos

Las estructuras de madera laminadas se preparan pegando piezas de madera relativamente pequeñas, formando un gran miembro o estructura de madera, ya sea en forma recta o curvada, de tal manera que las direcciones de sus fibras sean esencialmente paralelas; a este proceso se le conoce como laminación.

En su forma más sencilla, la operación del laminado puede consistir simplemente en pegar dos tablas de 1' X 4' difíciles de vender, para producir una de 2' X 4' para la cual existe un buen mercado.

En su forma más compleja, el proceso de laminado puede producir grandes arcos curvados con un claro de muchos pies de altura.

3.2.1.2 Ventajas y limitaciones del proceso de laminación

Las ventajas de la construcción utilizando madera laminada son muchas y muy relevantes, sin embargo, se presenta aquí un listado de las más importantes:

1. Cuando los miembros laminados se fabrican encolando piezas de madera seca, tales miembros generalmente no sufrirán secado posterior y no se contraerán cuando estén en servicio bajo condiciones secas normales, de manera que hay muy poca posibilidad de que se desarrollen grietas, reventaduras, flojedad en conectores, etc., que son defectos que acompañan a este proceso durante el sazonado de maderas sólidas. Además, el uso de miembros secos reducirá el peso cuando se tenga que realizar el transporte, así como el costo de mantenimiento.
2. Los miembros laminados pueden ser producidos con un contenido de humedad bajo en toda su estructura en un tiempo relativamente corto, mientras que los miembros sólidos requerirán, dependiendo de su tamaño, semanas o aún meses para sazonarse. Esto permite que puedan considerarse en el diseño los valores de resistencia más altos de la madera sazonada.
3. Se pueden producir miembros laminados de cualquier tamaño a partir de piezas pequeñas incrementando su ancho mediante juntas de borde o su largo mediante juntas de extremo, de manera que pueden construirse miembros laminados de secciones transversales o longitudes mayores que las que podrían obtenerse como piezas sólidas o que pudieran ser transportadas en distancias largas. Además, esto permite una mejor utilización de la madera aserrada y de árboles más pequeños, que de otra manera resultarían no comerciales. Por medio de la construcción laminada se puede obtener de un 20% a un 40% de incremento en la utilización de un árbol.

4. Las juntas encoladas pueden desarrollar hasta el 100 por ciento de la resistencia de la madera, lo que las convierte en el más fuerte medio mecánico de sujeción, ya que el límite práctico para otras juntas es del 85 por ciento de la resistencia de la madera.
5. El proceso de laminación tiende a aumentar las cualidades estructurales del miembro fabricado por encima de la madera de que está hecho, al permitir la eliminación o dispersión de los defectos mayores, como grandes nudos. Es decir, a diferencia de una pieza de madera sólida en la que un nudo ocupará un solo volumen, en un miembro fabricado a partir de piezas más pequeñas obtenidas del mismo tronco, el nudo, si no se lo elimina, quedará dividido en varias partes distribuidas a lo largo del miembro, de manera que la causa de reducción de resistencia no quede concentrada.
6. Los miembros laminados pueden ser producidos en formas especiales, como arcos curvos o vigas de sección variable, para lograr mejores propiedades de resistencia y economía al hacer corresponder los requerimientos del análisis con el diseño. Si se les compara con miembros de madera sólidas, usualmente se requiere mucho menos volumen y peso de madera y la cola reemplaza gran parte de los conectores y demás piezas metálicas que serían necesarios en la construcción tradicional.
7. La laminación permite el uso de madera de alta resistencia en las porciones del miembro que estarán sometidas a mayores esfuerzos o donde se requiera mejor apariencia, mientras que se podrá utilizar madera más débil y consecuentemente más barata en las regiones del miembro donde los esfuerzos sean bajos, sin afectar adversamente la integridad estructural del mismo.
8. Pueden obtenerse efectos arquitectónicos muy agradables a través de un diseño utilizando madera laminada.
9. Es factible la fabricación de elementos prefabricados, cuyo fácil y rápido montaje los haría muy atractivos comercialmente.

10. La construcción con estructuras de madera laminada sustituiría otros tipos de construcción que requieren la importación de gran parte de sus insumos, mientras fomentaría una gran industria en potencia, que lamentablemente no ha sido explotada.

11. El tratamiento para la preservación de la madera es mucho más fácil y económico cuando las secciones a tratar son pequeñas, lográndose además una mejor penetración en todo el volumen, de manera que si las piezas que formarán el miembro son tratadas antes del ensamblaje, se conseguirán secciones más resistentes al ataque de bacterias, hongos, insectos e incluso, fuego, que según la Asociación Americana de Aseguradores, es más nocivo a las estructuras de acero que a las de madera adecuadamente tratadas.

Las limitaciones que tiene el proceso de laminación es que involucra la utilización de equipo especial, la preparación del personal, lo cual no se requiere con la construcción tradicional con madera.

Algunas veces la facilidad de fabricar miembros de cualesquiera dimensiones, como se mencionó, se ve limitada por la dificultad de transportarlos al sitio de la construcción.

3.2.1.3 Especies y calidades por utilizar

Se puede utilizar cualquier especie de madera en la técnica de laminación, siempre y cuando se hayan establecido los esfuerzos unitarios permisibles.

En los Estados Unidos, las especies que más han sido utilizadas para laminaciones con fines estructurales son el abeto Douglas y el pino del Sur debido a su costo favorable, a la disponibilidad de la madera y a su capacidad de soportar los esfuerzos requeridos.

También se han utilizado especies de maderas duras como el roble blanco y rojo, pero principalmente para laminaciones destinadas a embarcaciones.

Entre las especies disponibles en Guatemala, se consideran como las más adecuadas el pino, el ciprés y otras especies de coníferas bien conocidas que han sido extensamente usadas en construcción según los métodos tradicionales y cuya abundancia hace que su precio sea sumamente favorable.

Sin embargo, existe una gran cantidad de otras especies menos conocidas para las cuales podría encontrarse un uso alternativo al que actualmente tienen, generalmente sólo se les reduce a leña.

3.2.1.4 Consideraciones de la fabricación de estructuras de madera laminadas

La fabricación de productos de madera laminada fuertes y confiables incluye una adecuada preparación de la madera.

Un corte ordinario y un encaje manual de las juntas generalmente no conducirían a producir ligaduras de alta resistencia y de consistencia uniforme.

La maquinaria y equipo requeridos para las diferentes operaciones de laminación pueden variar considerablemente de acuerdo con el tipo y tamaño de los miembros que se producirán.

Todo el equipo que se menciona a continuación puede ser utilizado en un proceso de laminación, aunque sin duda pueda existir mucho más equipo que de una mejor satisfacción en el proceso de laminación; así como también se mencionará como podría ser el taller de laminado.

El área requerida en una planta para laminar productos de madera depende de tres factores principales:

- a) La fuente de madera seca o las facilidades para secado en horno y su almacenamiento.
- b) El volumen de producción previsto.
- c) El tamaño y forma del material laminado.

Si las piezas a producirse van a consistir principalmente en miembros de longitud mayor que la obtenible según los tamaños estándar, debe proveerse cierto espacio para las operaciones de biselado.

El espacio requerido debe ser largo, aunque puede ser comparativamente estrecho; no es esencial que el biselado, pegado de juntas y su curado previo a darle el acabado final se realicen en la misma área o departamento en el que se hace el ensamble final.

Es conveniente contar con suficiente espacio para la inspección de la madera y para ensamblar en seco las laminaciones en el tamaño y forma requeridos, previamente a esparcir la cola.

Tal previsión permitirá colocar las laminaciones en la posición correcta para mantener la separación necesaria entre juntas y para ensamblar el número apropiado de piezas para cada paquete.

El espacio requerido para esparcir la cola es ligeramente superior al doble de la longitud del miembro más largo que vaya a ser fabricado, aunque puede ser reducido si el equipo para la aplicación de la cola se monta en dispositivos móviles.

Los requerimientos de espacio cuando se usan camas de sujeción fijas es algo mayor que cuando se usa equipo móvil, pero una disposición de este tipo es ventajosa si el material va a curarse en la propia cama. Las camas pueden disponerse en filas y el material acabado puede removerse de las camas mediante medios mecánicos.

Otro aspecto importante a considerar son los hornos de secado; en general es deseable el acceso a hornos de un diseño tal que la madera para laminar pueda secarse uniformemente y sin inducción de esfuerzos para satisfacer los requerimientos de un buen proceso de laminación.

Es necesario contar con equipo para verificar el contenido de humedad de la madera. Otro factor importante a considerar son las instalaciones para almacenar la madera seca, esto debe ser en edificios cerrados, donde debe mantenerse un adecuado control de humedad, plagas y hongos.

Es conveniente instalar lámparas calientes para evitar que el material absorba la humedad del ambiente.

El equipo necesario para aserrar, hacer juntas y poder preparar la madera adecuadamente para su encolado es el siguiente:

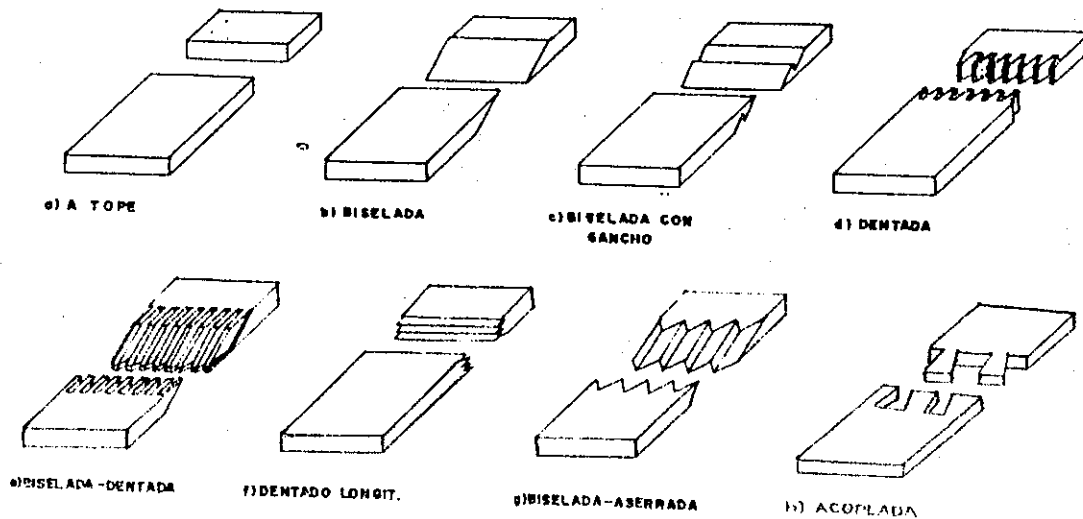
- sierras de corte longitudinal capaces de cortar un borde recto adecuado para ser pegado.
- sierras para corte transversal para ajustar los tableros y remover defectos.
- una sierra de banda, usualmente requerida cuando se necesitan laminaciones delgadas para miembros doblados con reducidos radios de giro.

Parte de la gran versatilidad de los miembros laminados proviene de la posibilidad de ser fabricados con cualquier longitud, lo que se consigue uniendo las piezas que lo forman, por su extremo.

Los valores de resistencia más altos se obtienen con juntas biseladas y los menores con juntas a tope. Esto se debe a que las juntas biseladas con pendientes bajas tienen superficies esencialmente paralelas a la fibra que pueden ser bien pegadas y desarrollar alta resistencia, mientras que las juntas a tope son superficies formadas por los extremos de las fibras que no pueden pegarse efectivamente.

Las juntas dentadas se encuentran en una posición intermedia entre las biseladas y las de tope y su resistencia varía según el diseño. Se les utiliza bastante porque suelen tener gran resistencia.

En la figura 3.1 se puede observar las diferentes juntas o uniones comúnmente utilizadas.



Juntas o uniones comúnmente utilizadas

Figura 3.1

Para pegar juntas de borde y biseladas se puede utilizar el equipo siguiente:

- el equipo de sujeción para unir bordes puede consistir en cargadores de mordazas manuales, u otros dispositivos para aplicar y sostener la presión en los bordes de los tableros durante las operaciones de encolado.
- para hacer juntas de extremo, el equipo puede ser un cepillo mecánico, una sierra o una fresadora o cualquier otro dispositivo para producir las superficies dentadas, planas o aserradas de la forma y uniformidad requeridas.
- el equipo para aplicar presión en las juntas biseladas puede ser prensas hidráulicas o de tornillo, prensas en "C" ó cualquier otro dispositivo adecuado para aplicar y mantener la presión durante el encolado y curado de las juntas biseladas.

El equipo para preparar las superficies puede ser el siguiente:

- para el trabajo inicial sobre ambas superficies de la madera ya horneada se utiliza un cepillo grueso que puede ser simple o doble.
- una pieza esencial de equipo la constituye la alisadora de gabinete ó cepillo eléctrico. Esta debe ser una máquina de cojinetes, de cilindro doble o sencillo, que sea posible graduar para alisar la madera con precisión.

Referente al equipo de almacenamiento, mezclado y aplicación de cola se puede observar lo siguiente:

- es conveniente contar con facilidades de almacenamiento adecuado que permitan conservar las colas bajo condiciones secas y frías. Si se utilizan resinas de fenol curado a temperaturas intermedias, es deseable algún medio de refrigeración para poder mantener la temperatura entre 0°C y 5°C .
- el equipo para mezclar la cola debe estar diseñado para producir una mezcla homogénea de los varios ingredientes con la menor cantidad de agitación posible. No debe

utilizarse equipo fabricado con materiales que sean atacados fácilmente por ácidos, los mezcladores de acero son adecuados para la mayoría de las colas de laminación.

Acerca de las guías, formas y equipo para manejo se puede observar lo siguiente:

- el tipo de guías, camas y fijadores necesariamente dependerá principalmente del tipo de laminación que se realizará. Es deseable que los moldes para trabajos curvos sean fácilmente ajustables. El uso de fijadores rígidos y no ajustables normalmente conducirá a costos elevados a menos que se requieran grandes cantidades de material de un tamaño y una curvatura dados. Todos los moldes y fijadores deben permitir que la pieza terminada sea removida fácilmente, pero deben ser lo suficientemente fuertes y rígidos para soportar las presiones aplicadas para doblar los miembros curvos hasta el contorno de las guías sin que se deformen.
- debe disponerse de medios mecánicos para manejar los miembros pesados, ya sea mediante grúas de piso u otro equipo elevador. El peso del material laminado terminado con las prensas colocadas puede ser de varios miles de libras por lo que debe darse especial consideración al problema del manejo. Si se usan carretillas o montacargas, es necesario un piso plano y preferentemente a nivel, de otro modo la plataforma del montacargas podría seguir la deformación y pendiente del piso.
- es deseable que las prensas tengan algún dispositivo de compensación por el cual la presión se aplique uniformemente a través de todo el ensamble.

A continuación se observarán algunos de los factores que hay que tomar en cuenta cuando se realiza un proceso de laminado.

a) Densidad.

Dos bloques de madera de igual volumen pueden variar mucho en peso, aún cuando los bloques sean de la misma especie, por lo tanto se debe considerar este factor cuando se realiza un proceso de laminación.

b) Cambio volumétrico.

La madera en servicio, tiende normalmente a contraerse a medida que elimina humedad y a hincharse al absorverla.

Estos cambios dimensionales generalmente introducen esfuerzos en las juntas de los miembros encolados. Mientras más altos sean los esfuerzos, más fuertes deberán ser las juntas para evitar la falla.

Aunque un cambio de humedad en el ambiente siempre conlleva un cambio en la humedad de la madera y por lo tanto deformaciones volumétricas, la reacción no es inmediata.

El retraso depende de diversos factores entre los que pueden mencionarse la especie, el tamaño de las piezas, etc.

c) Corte del material para laminar.

Algunas veces, es importante que las piezas angostas utilizadas para producir el ancho completo del miembro, se peguen por sus bordes para incrementar las propiedades de resistencia y porque las juntas de borde abierto pueden inducir agrietamientos y constituir un peligro de descomposición en condiciones húmedas o exteriores. Cuando no se requiere de esa resistencia extra, no será necesario encolar las piezas por su borde, si los miembros se utilizan bajo condiciones normales secas.

Cuando es necesario que las laminaciones sean de una pieza y no se dispone del ancho requerido, éste puede lograrse pegando por sus bordes bandas o tableros de la calidad deseada.

Al preparar la madera para esta operación, es necesario trabajar las piezas por sus bordes adecuadamente, para permitir la producción de pegos de alta resistencia.

El borde debe quedar cuadrado y recto para permitir un ajuste apretado de las superficies de madera.

Se han utilizado a menudo ciertos tipo de juntas de machimbre para obtener madera del ancho especificado. La ventaja de esto está principalmente en la facilidad de alineamiento, sin embargo, estas juntas normalmente involucran un mayor gasto de material, requieren equipo especial para su preparación y usualmente ofrecen una menor superficie efectiva para el pegado que las juntas planas. Normalmente es necesario producir laminaciones del largo requerido uniendo tableros más cortos, por sus extremos, con el propósito de obtener una mejor utilización de la materia prima, para distribuir dentro del

ensamble el grado, calidad y propiedades de resistencia requeridos, o algunas veces solo para permitir la manipulación de cada laminación como una sola pieza.

d) Acabado de las superficies.

El acabado de las superficies, previo a esparcir la cola, es una de las operaciones más importantes en la fabricación de productos laminados de madera.

La calidad del producto final queda determinada, en alto grado, por la precisión y cuidado con que se ejecuta esta fase del trabajo.

Para desarrollar juntas encoladas con la máxima resistencia, las superficies a ser pegadas deben ser trabajadas limpiamente y deben ajustarse con precisión, y no sufrir daño en las fibras, antiguamente se lijaban, picaban o rascaban intencionalmente, para hacerlas más rugosas, pero las pruebas que han sido efectuadas en juntas hechas con tales superficies han demostrado que ésto no beneficia en nada a la junta.

El cepillado final puede efectuarse, para lograr los mejores resultados, mediante alisadores equipados con cabezales cortadores bien ajustados. Deben mantenerse bien afiladas las cuchillas para evitar comprimir o dañar las fibras de la madera.

e) Disposición del ensamble laminado.

Es necesario elaborar un plano de la posición de las laminaciones en el ensamble para cada operación de encolado, especialmente cuando las laminaciones contienen juntas de borde y de extremo así como cuando el miembro es curvo. La resistencia del miembro laminado dependerá de la posición de tales juntas.

Cuando las vigas se hacen de laminaciones que contienen juntas de borde, éstas pueden desarrollar la misma resistencia que la madera sólida; de tal forma que la laminación trabajará como si se tratara de un solo tablero del ancho total.

Las juntas biseladas bien pegadas no desarrollan la resistencia máxima de la madera, a menos que tengan pendientes muy bajas, lo máximo obtenible es un 95 por ciento de la resistencia de la madera limpia en tensión.

La disposición del ensamble para miembros curvos depende de las mismas consideraciones que para miembros rectos (especie, grado o calidad de la madera y posición de las juntas de borde y biseladas), pero el espesor máximo de las laminaciones está regido por la curvatura a la cual se las doblará.

f) Conformación y moldeo.

El propósito de las formas y las guías para pegado, es permitir el ensamblaje de las laminaciones después que se ha aplicado la cola, llevarlas a la forma deseadas en el producto final y sostenerlas en esa posición bajo la presión de encolado hasta que el adhesivo haya solidificado y curado.

Para pegar miembros rectos, la guía o forma generalmente consiste en una cama plana sobre la cual se tienden consecutivamente las laminaciones con la cola ya aplicada.

Generalmente el molde está diseñado para pegar dos o más miembros del mismo tamaño colocados uno encima del otro. Se colocan unos tableros rígidos encima y debajo del ensamble para ayudar a distribuir la presión.

Algunas veces también puede utilizarse una disposición en el que las laminaciones, los tableros de apoyo y los soportes se colocan en posición vertical.

El soporte puede diseñarse en este caso para pegar un solo ensamble laminado, o varios ensambles del mismo espesor colocados lado a lado.

Cuando se fabrican miembros curvos laminados, el ensamble curado retiene esencialmente la forma curva en que se pegó, después de que se libera de los retentores. Cuando los miembros se curan en el molde, el cual debe ser lo suficientemente fuerte para mantener la forma de las laminaciones deseadas, estas tienden menos a enderezarse que cuando es necesario removerlos antes de curar.

Por otro lado este efecto se desarrollará en menor grado si el miembro está fabricado de muchas laminaciones delgadas, que si lo está de unas pocas gruesas.

g) Aplicación del adhesivo.

Gran parte del éxito, al fabricar miembros laminados, depende de seguir un procedimiento adecuado para encolar el ensamble. Una buena práctica requiere que se ponga atención al arreglo de las laminaciones en el orden apropiado y en un lugar conveniente antes de aplicarles el adhesivo.

Para evitar el curado prematuro de la cola, es necesario mezclarla y esparcirla apropiadamente y colocar las laminaciones en la guía o cama de pegado y aplicar una presión adecuada uniforme y rápidamente.

Un procedimiento bien planeado y ejecutado eficientemente es especialmente importante cuando las colas tienen tiempos de ensamble cortos.

Según el procedimiento normal de laminación, las laminaciones se pegan primero por sus bordes luego por sus extremos y finalmente se afinan las superficies previo a aplicar la cola.

La cantidad de presión requerida para producir una junta fuerte varía dentro de un amplio rango. Las especies de alta resistencia al aplastamiento requieren y soportan más altas presiones de encolado que las especies de más baja resistencia.

h) Planchas y espaciadores de prensas.

Con las prensas o sargentos, generalmente usados para hacer miembros laminados, la presión se aplica ajustando una tuerca. No es práctico colocarlos tan próximos unos de otros como para aplicar la presión de encolado directamente a todas las partes del área de la junta. Por ello deben colocarse planchas entre el ensamble laminado y las prensas, para distribuir la presión sobre el área que queda entre éstas.

Estas planchas pueden ser de madera o metal y se colocan sobre ambas caras del miembro. Cuando se afianza un ensamble ancho, usualmente es necesario usar espaciadores pequeños entre las prensas para obtener la presión promedio requerida, en tales casos, no es necesario utilizar planchas gruesas. Para un ensamble estrecho en cambio, las prensas pueden estar relativamente separadas y aún brindar la presión requerida si se utilizan planchas gruesas para distribuir uniformemente la presión.

Finalmente se puede decir que en bastantes países la construcción con este tipo de láminas se ha usado más ampliamente en escuelas e iglesias, pero también se ha encontrado sumamente adecuada para teatros, supermercados, gimnasios, auditorios, casa de campo, almacenes, edificios para fábricas, hogares y barcos.

La arquitectura moderna con su tendencia a espacios claros, paredes sin cargas y aparatos estructurales que igualan la funcionalidad y la apariencia, pueden hacer fácil uso de las potencialidades de la construcción con láminas de madera.

Debido a que los componentes de madera laminada casi invariablemente dan lugar a estructuras permanentes con una vida probable de 25 a 50 años o más, deben elaborarse cuidadosamente y bajo las más estrictas condiciones de control de calidad.

Se les debe elaborar con precisión en relación a su forma y tamaño. Las uniones con el pegamento deben ser uniformes y libres de defectos latentes. El secado, procesado,

engomado y las operaciones de acabado, se deben controlar muy cuidadosamente.

3.2.2 Tableros producidos de los residuos de la madera

a) Materia prima

La materia prima utilizada para la elaboración de tableros son los residuos de la madera en forma de recortes, virutas, astillas y alguna cantidad de ramas, todo este tipo de materia prima se puede conseguir tanto en aserraderos, como también se puede encontrar como desperdicio en los bosques provocada por la tala de árboles, ya que como se pudo observar en los capítulos anteriores aproximadamente el 50% de un árbol queda como desperdicio.

b,c) Consideraciones sobre su elaboración y equipo

Los tableros de partículas formados en seco o los tableros de astillas, se preparan reduciendo mecánicamente el residuo de la madera, convirtiéndolo en partículas pequeñas, mezclándolo con un adhesivo por medio de calor.

Estos tableros se usan como corazón para el triplay, tableros decorativos, tabla aislante y otros artículos similares.

Existen dos tipos básicos de procesos para la elaboración de tableros de partículas. El proceso multiplaten o de prensa y el proceso de extrusión.

Los tableros producidos con el proceso de prensa se pueden utilizar en una gran variedad de usos.

Aquellos elaborados por el proceso de extrusión, normalmente se utilizan sólo como tablas de corazón, puesto que este tipo de tablero de partículas tiene poca flexibilidad, debiéndose esto a la orientación de las astillas.

En el proceso de multiplaten o de prensa el desperdicio de la madera primero se convierte en astillas en una astilladora o en una trozadora. Enseguida el tamaño de las astillas se reduce en un molino de martillos. Las partículas se secan en un secador rotatorio, hasta un contenido de humedad del 6% al 10%.

Si la humedad es demasiado alta se formarán ampollas en la tabla durante la operación del prensado y si el contenido de humedad es demasiado bajo, el adhesivo puede no fluir apropiadamente.

Después del secado, las astillas generalmente se reducen más en su tamaño en una desgarradora o molino. Las astillas que emergen del molino se tamizan para eliminar a las más finas y luego se almacenan.

Se miden al sacarlas del depósito de astillas y se les pasa un mezclador, donde se agrega un adhesivo resinoso. El contenido de resina del tablero, generalmente varía entre el 5% y el 12% en resina sólida, basado esto en el peso de las astillas secadas al horno.

La cantidad de adhesivo que se usa depende de las propiedades deseadas en el tablero. El tablero de corazón generalmente se prepara con un contenido de resina relativamente bajo, mientras que los tableros decorativos y los tableros con requisitos de gran resistencia, con demasiada frecuencia contienen una mayor cantidad de resina.

La mezcla resina-astilla se mide en una charola o molde o se comprime en una prensa o por medio de rodillos calientes. Los tableros precomprimidos se introducen entonces en una prensa caliente de aberturas múltiples, para la compresión final.

Después de que se completa el ciclo del secado, los tableros se sacan de la prensa caliente y reciben sus dimensiones en una batería de sierras que cortan al tamaño deseado.

Cuando se desea elaborar un tablero decorativo, se utilizan dos tamaños de partículas. Las partículas superficiales son en forma de hojuelas y las partículas centrales son astillas en forma de fibra. Existe una variación considerable en el proceso de planta a planta, y no todas las operaciones descritas aquí pueden estar presentes en una planta dada.

El segundo tipo de proceso de los tableros de partículas, es el de extrusión. En esta clase de planta la prensa caliente se reemplaza por una prensa de extrusión.

Esta consiste esencialmente en una garganta formada por placas calientes a vapor, cuya abertura tiene las dimensiones de la sección transversal del tablero que se ha de producir. Las partículas cubiertas de resina se introducen a través de la prensa de extrusión a presión, y el adhesivo se seca por el calor de las placas de la garganta.

Los tableros de partículas formados en seco, pueden hacerse en una gran variedad de tamaños, espesores, densidades, propiedades físicas y apariencia, para llenar los requisitos de un cliente o un mercado en particular.

Las propiedades de los tableros se pueden controlar variando el tamaño de las partículas, la forma de las mismas, las especies forestales, la presión, el contenido de resina y algunas otras variables relacionadas con los tableros.

3.3 Beneficios económicos obtenidos al aprovechar los residuos de la madera de la mejor manera posible

Los beneficios obtenidos al aprovechar los residuos de la madera son muchos, ya que como se pudo analizar anteriormente son abundantes los productos que se pueden obtener con los residuos de la madera.

Para que una actividad sea sostenible esta debe asegurar la renovación de la materia prima utilizada en corto plazo, así también debe garantizar que se utilizará la materia prima al máximo sin generar altos porcentajes de desperdicios, ya que altos porcentajes de desperdicios son un indicativo de una actividad no sostenible.

Los beneficios obtenidos al aprovechar los residuos de la madera se pueden analizar de una forma económica, tomando en cuenta la cantidad de dinero que se pierde anualmente por mal aprovechamiento de este recurso y proyectando esta cantidad hacia el futuro a un plazo fijo con intereses del 24% anual y tomando como tiempo de inversión 4 años; se obtendría lo siguiente:

Nota: se considero un interés del 24% anual debido a que el Banco de Guatemala a pagado ese porcentaje de intereses y tiempo de 4 años debido a que este es el tiempo mínimo que estipula el código forestal para darle mantenimiento a las reforestaciones.

Cálculos:

P = Cantidad de dinero perdida anualmente por mal aprovechamiento del recurso (madera)

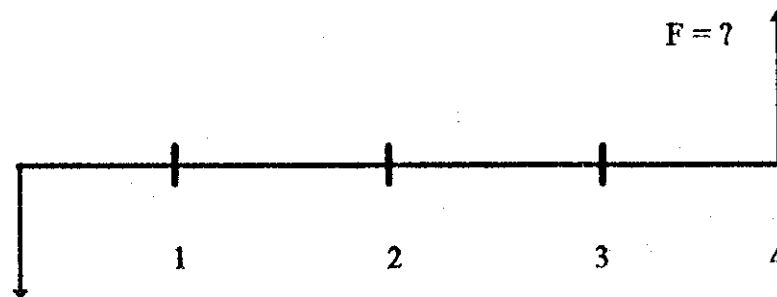
I = Tasa de interés anual

T = Tiempo de la inversión

$$P = Q 16,743,711.26$$

$$I = 24\%$$

$$T = 4 \text{ años}$$



$$P = Q16,743,711.26$$

Con los datos anteriores se puede realizar el siguiente calculo financiero:

F = Cantidad que se obtendrá en el futuro

P = Cantidad a invertir

SPCAF = Factor de pago simple cantidad compuesta

$$F = P * SPCAF$$

$$F = P * (1 + I)^{\uparrow T}$$

$$F = (16,743,711.26) * (1 + 0.24)^{\uparrow 4}$$

$$F = (16,743,711.26) * (2.3642)$$

$$F = Q 39,585,482.16$$

Como se puede observar la cantidad de dinero es considerable para la economía de Guatemala y está se puede obtener cambiando ó bien transformando los métodos de producción y los patrones de consumo, que brindarían grandes beneficios económicos, ecológicos y sociales ya que este dinero se podría invertir por ejemplo en reforestación, hospitales, escuelas o bien en capacitación a trabajadores y se podría adquirir nueva tecnología; por lo tanto los beneficios son enormes ya que se contribuiría al fortalecimiento y desarrollo de Guatemala.

Otra forma de poder invertir el dinero que se pierde anualmente, es en proyectos de carácter privado, los cuales podrían redituar tasas de intereses aún más altas y con lo cual se podría incentivar la inversión y por ende generar más empleos.

4. ESTRATEGIA PARA EL CAMBIO.

4.1 Que deben hacer las Industrias madereras para enfocarse al desarrollo Sostenible

Como se pudo observar en el capítulo 1, el desarrollo sostenible es un proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social y la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo.

De acuerdo con lo descrito en el concepto anterior, lo primero que deben hacer las industrias madereras para enfocarse al desarrollo sostenible es concientizarse de la problemática que se vive en Guatemala debido a la mala utilización de los recursos que se tienen disponibles, ya que como se pudo observar anteriormente el porcentaje de desperdicio de madera que se queda en los bosques debido a las talas inmoderadas es bastante alto lo cual es un indicativo de un desarrollo no sostenible.

El desarrollo sostenible de las industrias madereras, se refiere a que estas industrias deben asegurar que toda la materia prima que están utilizando será renovada en poco tiempo, esto solamente se puede lograr si las industrias madereras cumplen con el ciclo económico de los cultivos forestales (ver figura 4.1) el cual incluye:

- 1) La silvicultura
- 2) La producción
- 3) La industrialización
- 4) La comercialización

Además de cumplir con el ciclo económico de los cultivos forestales, las industrias madereras deben utilizar tecnologías modernas que permitan aprovechar al máximo los residuos forestales, de tal manera que se le de un valor agregado a toda la madera que queda como desperdicio tanto en los bosques como en los aserraderos e industrias.

La silvicultura se refiere a la ciencia que se ocupa del cultivo y de la conservación de los bosques, lo cual es elemental para que una industria maderera pueda seguir funcionando por largo tiempo, ya que por medio de la silvicultura asegurará que tendrá materia prima para poder seguir laborando, de lo contrario solamente se dedicará a la explotación irracional de los bosques sin pensar que algún día se quedará sin materia prima y que afectará grandemente a las futuras generaciones.

CICLO ECONÓMICO DE LOS CULTIVOS FORESTALES

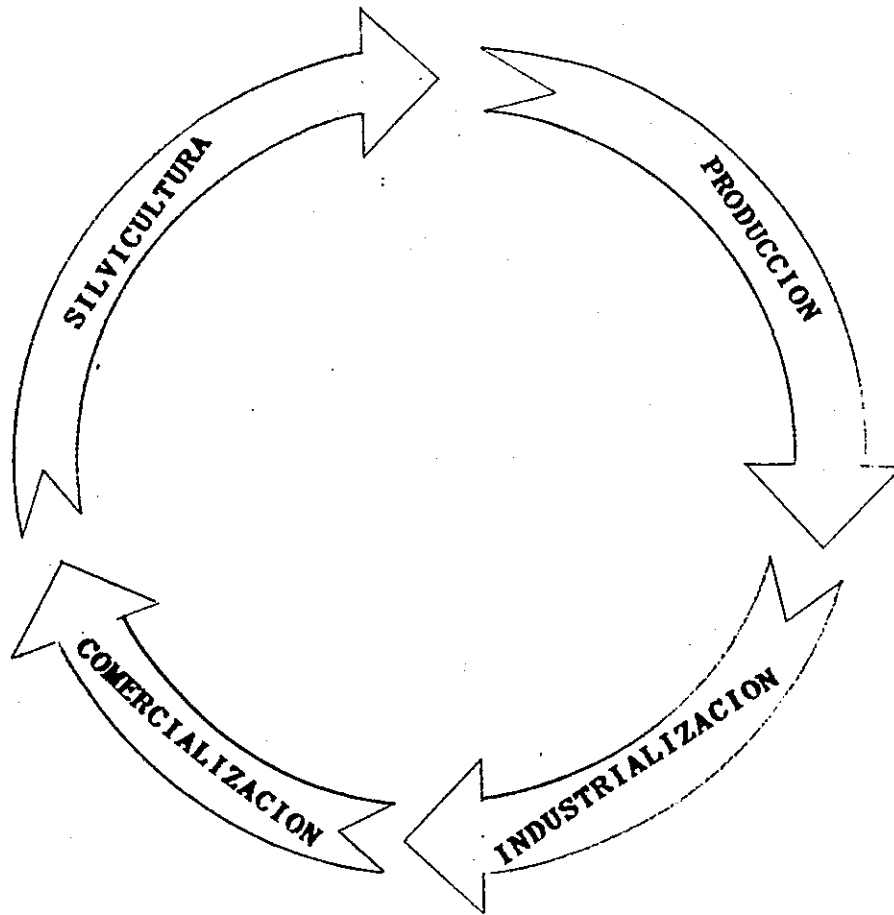


Figura 4.1

La producción se refiere a la poda y raleo de los árboles lo cual es realizado por la mayor parte de las industrias madereras, pero como se pudo observar en el estudio realizado en el capítulo 2, estas industrias dejan como desperdicio aproximadamente el 50% de un árbol, lo cual es debido en gran parte a malas técnicas de trabajo así como también a tecnologías no adecuadas.

La industrialización se refiere a los diferentes productos que se pueden obtener de la madera, y principalmente de toda la madera que queda como desperdicio en los bosques, como se pudo analizar en el capítulo 3 existen abundantes productos que se pueden obtener de los residuos de la madera, solo que para ello se necesita en la mayoría de los casos contar con tecnología moderna y nuevos procesos de producción, los cuales únicamente se pueden obtener por medio de la inversión ya sea proporcionada por el sector privado, la cooperación internacional, o por medio de apoyo del gobierno.

La comercialización se refiere a la búsqueda de mercados tanto nacionales como internacionales para los productos elaborados de los residuos de la madera, claro que estos mercados son muchos ya que los productos elaborados de los residuos de la madera son altamente consumidos por la población y por medio de la utilización de tecnologías modernas, personal capacitado, procesos de producción ordenados se pueden obtener costos bajos de tal manera que se pueda competir tanto nacionalmente como internacionalmente.

Lo que se busca en la aplicación del desarrollo sostenible es un punto de equilibrio entre lo económico y lo ecológico, de tal manera que puedan ir de la mano y que se pueda producir conservando y conservar produciendo.

Algunos de los factores a tomar en cuenta para poderse enfocar hacia el desarrollo sostenible son los siguientes:

4.1.1 Mejoramiento de la mano obra

Definitivamente este es un factor bastante importante ya que es indispensable poseer mano de obra calificada, para los diferentes procesos de producción de la madera.

Por medio de la capacitación al personal se puede elevar la productividad y la eficacia de los trabajadores, esto se puede lograr a través de la celebración de cursos cortos los cuales se pueden realizar cada cierto tiempo o bien enviando a los empleados capaces y prometedores a una capacitación adicional en el extranjero, esto puede ser en lugares como universidades o escuelas técnicas.

Al terminar con éxito la capacitación, los empleados pueden regresar a su trabajo pudiendo ocupar una posición de más responsabilidad, ya sea inmediatamente o después de algún tiempo.

La escala de salarios puede guardar relación también con los resultados de la capacitación, proporcionando un fuerte incentivo para que los trabajadores mejoren sus conocimientos en la tarea.

4.1.2 Mejoramiento de las condiciones de trabajo

Para enfocarse hacia el desarrollo sostenible se deberá de tomar en consideración como figura predominante el bienestar de los trabajadores, ya que es indispensable que estos puedan laborar en un ambiente agradable de trabajo y que sea bastante seguro; se deberá proporcionar todos los implementos necesarios al trabajador para que este pueda laborar sin ningún riesgo.

Este factor es muy importante, ya que la productividad del trabajador será proporcional a las condiciones en que este realiza su trabajo.

4.1.3 Mejoramiento de los salarios y beneficios sociales para aumentar la productividad

Es necesario pagar buenos salarios a los trabajadores para que estos puedan satisfacer la mayoría de sus necesidades, y por ende se encuentren motivados dentro de la empresa, aunque no necesariamente el dinero los va a motivar completamente, también hay que realizar otros tipos de actividades como homenajes, medallas o reconocimientos a trabajadores destacados.

Algunos otros beneficios que podrían brindar las industrias madereras a los trabajadores pueden ser los siguientes:

a) Vivienda

Cuando la industria maderera cuente con grandes espacios de terreno próximos a la industria, puede ponerlos a la disposición de los empleados con el fin de que estos puedan vivir cerca de la fábrica, y que no tengan que irse hacia lugares demasiado alejados de la industria, con esto estaría colaborando grandemente con los trabajadores.

b) Atención médica

La provisión de servicios médicos por parte de las industrias madereras para sus empleados debe ser una de las tareas principales de la dirección, ya que es indispensable que los empleados se encuentren en óptimas condiciones de salud para que puedan rendir al 100% en sus trabajos y por ende que sean más productivos.

c) Educación

Al igual que con los servicios médicos, las industrias madereras deben proporcionar facilidades educativas para los empleados y los hijos de los empleados, de tal manera que contribuyan a la elevación del nivel educativo y que inculquen una educación hacia el desarrollo sostenible para beneficiar tanto a las generaciones actuales como a las futuras.

d) Permisos

Se debe cumplir al pie de la letra con todos los permisos que establece el código de trabajo; ya que es importante cumplir con todo lo establecido por la ley, para no tener ningún tipo de problema tanto con los trabajadores como con el Ministerio de Trabajo, de esta manera se vivirá en un ambiente tranquilo entre directivos y empleados.

e) Seguridad

Definitivamente en todo tipo de industria es indispensable la seguridad industrial, en el caso de las industrias madereras estas deben proporcionar todo el equipo de seguridad (zapatos de seguridad, guantes, protección ocular, protección contra el ruido industrial etc.) necesario a sus empleados con el fin de poder evitar accidentes.

Además de todo esto es necesario que la industria maderera se encuentre informada de todos los acontecimientos recientes en materia de seguridad industrial con el fin de poderlos aplicar.

Es necesario capacitar a los trabajadores en los temas de seguridad en el trabajo y en las formas de evitar los accidentes, lo cual debe reducir indudablemente la incidencia de accidentes en situaciones peligrosas.

f) Incentivos

Es sumamente importante mantener motivados a los empleados, ya que en gran parte de esto va a depender la productividad de la empresa. La motivación debe incluir estímulos de carácter material y moral.

El incentivo material incluye el pago de una cantidad extraordinaria de dinero a aquellos empleados cuyo trabajo durante el mes ha alcanzado o superado la norma establecida por la dirección de la empresa, la valoración se debe basar en la producción y en la calidad del producto obtenido por el trabajador.

Este incentivo es bueno y puede estimular a muchos empleados para que lleguen a ser más eficaces y productivos.

Uno de los incentivos de mucha importancia es el incentivo moral, que no representa en absoluto ningún pago en dinero a nadie.

Es un estímulo que anima a los empleados a trabajar duramente, ya que se traduce en una publicidad; por ejemplo en los tableros de anuncios o en las noticias en la radio con respecto a los obreros sobresalientes, en las vitrinas de las fabricas se puede exponer las fotos de las personas cuyo trabajo ha sido sobresaliente, o bien se puede realizar un homenaje a los trabajadores sobresalientes en un año determinado, todo esto hace que el trabajador se sienta halagado y por ende aumente su motivación.

Se han realizado estudios en los cuales se ha determinado que la productividad de los trabajadores va a ser proporcional a la motivación que estos posean.

Es necesario implementar estos tipos de incentivos en las industrias madereras, para poder mantener motivados a los empleados, y poder obtener por ende mayor productividad en las actividades de la industria.

4.1.4 Mejoramiento continuo e Interminable de los procesos de producción y utilización de tecnología moderna como una contribución al desarrollo sostenible

Probablemente las mejores inversiones que pueden hacer los gobiernos para promover el desarrollo sostenible sean en ciencia, tecnología y en educación.

Por medio de esas actividades se puede lograr un uso más eficiente de los recursos, encontrar formas de sustituir los recursos naturales no renovables con recursos renovables y desarrollar nuevas técnicas para recuperar recursos naturales.

Por algunas razones, no se puede esperar que el sector privado invierta lo suficiente en estos campos: mucha de la tecnología necesaria tiene carácter de bien público, la investigación es riesgosa y las empresas privadas trabajan con un horizonte de tiempo relativamente corto; por lo tanto, al sector público le corresponde realizar el mayor esfuerzo siempre en coordinación estrecha con las entidades privadas y la cooperación internacional.

La formación de recursos humanos es la política más poderosa que tiene el estado para mejorar, de manera sostenible, la distribución de los ingresos y la competitividad del país en los mercados internacionales.

Una población bien educada, con un formación actualizada en los nuevos entornos internacionales, puede lograr altos niveles de respuesta, siempre que las políticas nacionales no interrumpan el aprovechamiento eficiente de los recursos humanos.

4.2 Campaña de concientización a las Industrias para que utilicen la madera de la mejor manera posible

Es necesario concientizar a todas las industrias madereras de la situación que vive Guatemala con respecto a las talas inmoderadas, a los grandes desperdicios de madera que se quedan en los bosques, al bajo aprovechamiento que se le da a los residuos forestales, a las malas técnicas de trabajo utilizadas, a la utilización de tecnologías no adecuadas.

Es necesario hacer comprender a estas industrias la diferencia que existe entre una practica de desarrollo sostenible y una practica de desarrollo no sostenible, de tal manera que puedan analizar la importancia de la aplicación de este concepto y que puedan comenzar a reparar todo el daño provocado por la aplicación de prácticas no sostenibles.

Se debe enseñar a las industrias madereras que deben integrar lo que es el **desarrollo y el medio ambiente** a fin de conseguir el **Desarrollo Sostenible** y así beneficiar tanto a las generaciones actuales como a las futuras.

Otro punto interesante a darles a conocer es que **Sostenibilidad** significa progreso, crecimiento, creación de riquezas y utilización de los recursos sin rebasar los límites de las posibilidades ecológicas y sin generar tantos desperdicios.

Un factor muy importante a considerar es que se debe cumplir con las leyes forestales impuestas por el gobierno y se debe imponer sanciones severas a las personas que incumplan con las leyes, algunas de las leyes forestales que rigen a las industrias madereras según el decreto 101-96 se pueden observar en este trabajo (ver anexo); sin embargo es necesario implementar y modificar algunas de estas leyes, ya que la cantidad de dinero pagada por una licencia de aprovechamiento forestal solo representa el diez por ciento de la cantidad de madera en pie y otro factor a modificar es que se debe incluir la totalidad del árbol en la cubicación ya que esto presionaría a las industrias a darle un valor agregado a todos los residuos de la madera a la vez que estarían aumentado la productividad en el trabajo.

CONCLUSIONES

1. Según el análisis realizado con los datos proporcionados por DIGEBOS y Green Peace, se pudo determinar la cantidad promedio anual de madera que se desperdicia en los bosques y que podría ser utilizada en las industrias, esta cantidad asciende aproximadamente a 25,400 metros cúbicos de madera y a una pérdida monetaria aproximada a Q 16,800,000.
2. Se determinó que para poderse encaminar las industrias madereras hacia el desarrollo sostenible, tienen que cambiar su forma de actuar y encontrar el punto de equilibrio entre el desarrollo y el medio ambiente.
3. Es necesario que las industrias madereras cumplan con el ciclo económico forestal para que en realidad sus actividades sean sostenibles y puedan crecer económicamente brindando beneficios ecológicos y sociales.
4. Es importante que las industrias utilicen todos los residuos de la madera para la fabricación de productos útiles, ya que de esta manera se contribuirá al desarrollo sostenible.

RECOMENDACIONES

1. Aprovechar la madera que se deja como desperdicio en los bosques y aserraderos dándoles un valor agregado por medio de algún proceso de producción o utilizarlos como combustibles ya sea para el hogar o la industria, ya que como se pudo determinar la cantidad que se desperdicia es bastante elevada.
2. Que todas las industrias madereras cumplan con el ciclo económico forestal el cual incluye la silvicultura, la producción, la industrialización y la comercialización para que sus actividades sean realmente sostenibles.
3. Proporcionar a las personas información sobre el desarrollo sostenible, con el objetivo de que cambien su forma de actuar y puedan brindar beneficios a las generaciones actuales y futuras.
4. Que las industrias madereras busquen inversión económica por medio del gobierno con el fin de poder adoptar tecnología moderna, y poder aprovechar al máximo los residuos forestales.
5. Proporcionar capacitación y buenas condiciones de trabajo a todas las personas que laboran en la industria maderera, con el objetivo de que estos puedan aumentar su productividad y por ende colaboren a disminuir el porcentaje de desperdicios.

BIBLIOGRAFÍA

- COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO. **Alianza Centroamericana para el desarrollo sostenible**. Nicaragua: s.e., 1,994. 4 pp.
- DÍAZ VISQUERRA, Mario Eddy. **La deforestación**. Guatemala: Editorial Llerena. 1,996. 8 pp.
- GREEN PEACE AMÉRICA LATINA. **Algunos casos de desarrollo no sostenibles y sus alternativas**. Guatemala: s.e., 1,994. 18 pp.
- GREEN PEACE AMÉRICA LATINA. **Campaña forestal para Centroamerica**. Guatemala: s.e., 1,994. 41 pp.
- GRETZINGER, Steve et. al. **Impacto de los aprovechamientos forestales industriales en un bosque primario del Petén**. Guatemala: s.e., 1,993. 16 pp.
- KAIMOWITZ, David et. al. **Economía y sostenibilidad**. Costa Rica: Editorial IICA. 1,994. 26 pp.
- LEY FORESTAL DECRETO 101-96. República de Guatemala.
- Mayer, Andre. **Informe sobre el carbón vegetal**. Roma: Editorial FAO. 1,975. 52 pp.

ANEXOS

REPUBLICA DE GUATEMALA
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
3121-4184



LEY FORESTAL DECRETO NÚMERO 101-96

Artículo 30:

Fianza: Para la concesión de tierra con bosque, el concesionario deberá otorgar fianza suscrita por una afianzadora nacional. El concesionario no podrá ejecutar trabajos en la concesión hasta no haberse recibido la fianza correspondiente. La fianza debe cubrir el valor del bosque en pie de las especies que aprovecharán en el plan operativo a desarrollarse.

Incumplimiento: En caso de que se comprobare que el concesionario ha incumplido con el contrato de concesión y ha abusado de los recursos naturales, se dará por terminada la concesión, ejecutándose la fianza.

Artículo 62:

Uso integral del árbol:

El INAB incentivará la utilización integral del árbol, a través del fomento de sistemas y equipos de industrialización que logren el mayor valor agregado a los productos forestales.

Artículo 64:

Acceso a las industrias Forestales de Transformación primaria:

El personal autorizado del INAB, previa identificación, tendrá acceso a las instalaciones de las industrias forestales del país. Estas industrias tienen la obligación de llevar la contabilidad sobre el volumen de trozas compradas o taladas y el volumen de madera aserrada que estas rindan. El volumen total de madera a vender será equivalente al volumen de trozas autorizadas, menos los desperdicios causados por el procesamiento

Artículo 66:

Obligaciones en la explotación de recursos no renovables:

Las personas que se dediquen a la explotación de recursos naturales no renovables están obligados a reforestar las áreas que utilicen y a proporcionarles mantenimiento durante un mínimo de 4 años, lo que deberá estipularse en la concesión, licencia o contrato.

Artículo 87:

Monto de la licencia para aprovechamiento forestal:

Toda persona a la que se le conceda licencia para aprovechamiento forestal pagará un monto equivalente al diez por ciento del valor de la madera en pie, que debe hacerse efectivo al momento de ser autorizada la licencia.