

aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo

**guía para su planificación
y establecimiento**

INDICE

Página

INTRODUCCION

PRIMERA PARTE - CONSIDERACIONES BASICAS

1.0	MATERIAS PRIMAS	1
1.1	Fuente de abastecimiento	1
1.2	Especies a utilizar	2
1.3	Coste de la materia prima en fábrica	3
2.0	COMERCIALIZACION	5
2.1	Generalidades	5
2.2	Areas de comercialización	6
2.3	Clases de uso final	7
2.4	Demanda, abastecimiento y especificaciones de la madera aserrada	8
2.5	Distribución	10
2.6	Precio	12
2.7	Plan de comercialización	13
3.0	ELABORACION INDUSTRIAL	15
3.1	Generalidades	15
3.1.1	Tipo de aserradero a considerar	17
3.1.2	Abastecimiento de trozas hasta 5 000 m ³ /A	18
3.1.3	Abastecimiento de trozas hasta 10 000 m ³ /A	18
3.1.4	Abastecimiento de trozas hasta 20 000 m ³ /A	18
3.2	Elección del emplazamiento	24
3.2.1	Criterios sobre el emplazamiento	24
3.2.2	Superficie del emplazamiento	25
3.2.2.1	Patio de trozas	25
3.2.2.2	Patio de secado al aire	26
3.2.2.3	Superficie de edificaciones	27
3.2.2.4	Estanque de trozas	27
3.2.2.5	Ejemplos de superficie de emplazamiento	28
3.2.3	Distribución del emplazamiento	28
3.2.4	Almacenaje de trozas	29
3.2.4.1	Volumen de almacenaje de trozas	29

	<u>Página</u>
3.2.4.2 Disposiciones para el almacenaje de trozas	30
3.2.4.3 Patio de trozas	30
3.2.4.4 Estanque de trozas	31
3.3 Protección y manipulación de las trozas	31
3.3.1 Protección de las trozas	31
3.3.2 Alimentación de trozas	32
3.3.3 Muelle de alimentación de trozas	32
3.3.4 Limpieza de las trozas	33
3.3.5 Descortezado de las trozas	33
3.4 Maquinaria necesaria	36
3.4.1 Aserrado o despiece de las trozas	37
3.4.1.1 Esquemas de despiece	37
3.4.1.2 Maquinaria para el despiece	41
3.4.1.3 Sierra principal circular	42
3.4.1.4 Sierra principal de cintas	42
3.4.1.5 Carro de trozas	43
3.4.1.6 Elección de maquinaria	43
3.4.1.7 Bastidor de rodillos de la sierra principal y transbordo	44
3.4.2 Desdoblado	44
3.4.2.1 Entrada y salida de la desdobladora	45
3.4.3 Canteado	45
3.4.3.1 Entrada y salida de la canteadora	47
3.4.4 Retestado	47
3.4.4.1 Sierras retestadoras	47
3.4.4.2 Entrada y salida de la retestadora	49
3.5 Selección, clasificación y tratamiento	49
3.5.1 Selección	49
3.5.2 Clasificación	50
3.5.3 Inmersión y tratamiento de testas	51
3.5.3.1 Inmersión	
3.5.3.2 Tratamiento de testas	52
3.6 Secado	53
3.6.1 Programas de secado	55
3.6.2 Dimensiones después del secado	55

	<u>Página</u>
3.6.3 Reclasificación	56
3.6.4 Almacenaje en seco	56
3.7 Subproductos	56
3.7.1 Astillas	57
3.7.2 Eliminación de residuos	58
3.7.3 Evacuación de subproductos	58
3.8 Suministro de energía	59
3.8.1 Necesidades de energía	59
3.8.2 Alternativas energéticas	60
3.8.3 Grupos electrógenos diesel	60
3.8.4 Vapor producido a partir de residuos de madera	60
3.8.4.1 Suministro de agua	62
3.8.4.2 Personal de explotación	62
3.9 Funciones de apoyo	62
3.9.1 Contabilidad	62
3.9.2 Control de producción	64
3.9.3 Inventario	64
3.9.4 Mantenimiento	65
3.9.5 Despacho de pedidos	65
3.9.6 Servicios de Administración y Dirección	66
4.0 PERSONAL	67
4.1 Necesidades de personal	67
4.1.1 Personal de explotación	67
4.1.2 Otro personal	68
4.2 Sueldos y jornales	69
4.3 Disponibilidad y capacitación de personal	69
5.0 CONSIDERACIONES LEGALES, AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD	71
5.1 Aspectos legales	71
5.2 Aspectos ambientales	71
5.3 Seguridad	72
6.0 ESTRUCTURAS	73
6.1 Generalidades	73

	<u>Página</u>
6.3 Materiales de construcción	73
7.0 FASES DE CONSTRUCCION	75
8.0 CALCULO DE COSTES	78
8.1 Generalidades	78
8.2 Fuentes de información	78
8.3 Cálculos de costes de capital	80
8.3.1 Generalidades	80
8.3.2 Adecuación del terreno y emplazamiento	80
8.3.3 Estructuras	80
8.3.4 Equipo de elaboración y equipos auxiliares	81
8.3.5 Gastos generales de construcción	82
8.3.6 Ingeniería	82
8.3.7 Capital de explotación	82
8.3.8 Gastos previos a la puesta en marcha	83
8.3.9 Gastos de intereses capitalizados	83
8.3.10 Imprevistos	83
8.3.11 Cuadro-resumen de costes de capital	83
8.4 Cálculo de costes de fabricación	84
7.4.1 Generalidades	84
8.4.2 Volúmenes unitarios	85
8.4.3 Trozas de aserrar	86
8.4.4 Mano de obra	86
8.4.5 Energía	87
8.4.6 Otros materiales	87
8.4.7 Administración y gastos generales	87
8.4.8 Imprevistos	87
8.4.9 Depreciación	88
8.4.10 Procedimiento detallado de cálculo	88
8.4.11 Presentación de los resultados	90
9.0 FINANCIACION	91
9.1 Programa Tiempo-Dinero	91
9.2 Plan de financiación	92

	<u>Página</u>
10.0 PREVISIONES Y ANALISIS FINANCIEROS	94
10.1 Generalidades	94
10.2 Balance de resultados	94
10.2.1 Ingresos netos de ventas	94
10.2.2 Coste de fabricación	95
10.2.3 Beneficio bruto	95
10.2.4 Depreciación y amortización	95
10.2.5 Gastos de intereses	95
10.2.6 Ingresos (pérdidas) netos antes del <u>impuesto de utilidades</u>	96
10.2.7 Impuesto sobre utilidades	96
10.2.8 Utilidades netas	96
10.3 Balance del flujo de caja	96
10.3.1 Fondos procedentes de la explotación	96
10.3.3 Desembolsos de caja	97
10.3.4 Flujo de caja neto	97
10.4 Balance	97
10.5 Análisis de rentabilidad	98
10.5.1 Rentabilidad bruta de la inversión total	98
10.5.2 Rentabilidad neta de la inversión en acciones ordinarias	98
10.5.3 Proporción de cobertura de intereses	98
10.5.4 Proporción de servicio de la deuda	99
10.5.5 Período de devolución	99
10.6 Análisis de sensibilidad	99
11.0 EVALUACION DE LA INVERSION	101

	<u>Página</u>
SEGUNDA PARTE - EJEMPLOS	103
Introducción	103
EJEMPLO 1. ASERRADERO PORTATIL	103
1.1 Características de la materia prima	104
1.2 Producción de trozas de aserrar	104
1.3 Producción del aserradero	104
1.4 Equipo del aserradero	105
1.5 Preparación del emplazamiento	106
1.6 Edificaciones	106
1.7 Personal	107
1.8 Financiación y economía	108
1.8.1 Coste de capital	108
1.8.2 Ingresos de ventas	108
1.8.3 Costes de fabricación	108
1.8.4 Resultados financieros previstos	109
1.8.5 Análisis de rentabilidad	110
1.8.6 Análisis de sensibilidad	111
EJEMPLO 2. ASERRADERO PEQUEÑO PERMANENTE	120
2.1 Características de la materia prima	120
2.2 Producción de trozas de aserrar	120
2.3 Producción del aserradero	121
2.4 Volumen de ventas	121
2.5 Equipo del aserradero	121
2.6 Requisitos del emplazamiento del aserradero	122
2.7 Superficie del emplazamiento	122
2.7.1 Superficie del estanque de trozas	122
2.7.2 Superficie del patio de secado al aire	123
2.8 Edificaciones	124
2.9 Personal	124
2.10 Financiación y economía	126
2.10.1 Coste de capital	126
2.10.2 Ingresos de ventas	127

	<u>Página</u>
2.10.4 Resultados financieros previstos	127
2.10.5 Análisis de rentabilidad	128
EJEMPLO 3. ASERRADERO PERMANENTE	141
3.1 Características de la materia prima	141
3.2 Producción de trozas de aserrar	141
3.3 Producción del aserradero	142
3.4 Volumen de ventas	142
3.5 Equipo del aserradero	142
3.6 Requisitos del emplazamiento de la industria	143
3.7 Edificaciones	143
3.8 Superficies del emplazamiento	144
3.8.1 Superficie del patio de trozas	144
3.8.2 Patio de secado al aire	144
3.9 Personal	145
3.10 Financiación y economía	146
3.10.1 Coste de capital	146
3.10.2 Ingresos de ventas	148
3.10.3 Costes de fabricación	148
3.10.4 Resultados financieros previstos	148
3.10.5 Análisis de rentabilidad	150
3.10.6 Análisis económico	151
APENDICE I - GLOSARIO Y ABREVIATURAS	164
APENDICE II - LISTA DE REFERENCIAS UTILES	171
APENDICE III - LISTA DE LAMINAS	172
APENDICE IV - LISTA DE FIGURAS	173

INTRODUCCION

En los países en desarrollo, las industrias forestales son con frecuencia un eslabón fundamental para mejorar el nivel económico y social de las comunidades rurales. Sin embargo, es frecuente que las industrias madereras más integradas necesiten un gran recurso forestal no comprometido y precisen el desarrollo de un gran mercado, mano de obra especializada y un capital importante. Como medio conducente a una industria de mayor dimensión, el desarrollo de un pequeño aserradero suele ser un primer y excelente paso. Esto se debe:

- Al costo de inversión comparativamente reducido por unidad de producción.
- A la sencillez de la operación y a la posibilidad de comenzar de una forma bastante intensiva en cuanto a mano de obra.
- A la flexibilidad del volumen de producción y de la sustitución de la mano de obra por capital, en etapas posteriores.

Además, pueden ser importantes para un país los beneficios de la producción de madera aserrada, en cuanto al abastecimiento local, a la sustitución de importaciones, al efecto multiplicador sobre el empleo rural y a las posibles ganancias por exportaciones.

Los factores a considerar cuando se determine la viabilidad de una empresa de aserrío - localización, mercados, recuperación de la inversión, mano de obra especializada, maquinaria, capital - son muchos y suelen ser dependientes entre sí. La FAO ha considerado que una guía sencilla puede servir de ayuda a empresas y gobiernos para determinar las posibilidades existentes para industrias de aserrío de tamaño pequeño a mediano.

Debido a las grandes diferencias de técnicas y procesos de elaboración que aplican, no es posible abarcar en una publicación todos los tipos de aserraderos de tamaño pequeño a mediano para maderas de coníferas y de frondosas. Esta guía se ha elaborado de forma sencilla y apropiada para que la utilicen personas sin preparación técnica. Se refiere a aserraderos con un consumo de 5 000 a 20 000 metros cúbicos anuales de trozas y, en términos generales, a los siguientes campos en que hay más necesidad de asistencia:

- Zonas de maderas frondosas tropicales, sin una alta proporción de especies valiosas de exportación.
- Producción de madera aserrada, dimensionada para construcción o tablonos clasificados de forma sencilla para muebles u otros usos, en su mayoría secada al aire.
- Venta principalmente a mercados locales o regionales.

Esta guía se divide en dos partes:

Primera parte. Consideraciones básicas. Esta sección analiza los factores a tener en cuenta cuando se considera una empresa de aserrío y la forma en que debe recogerse y utilizarse la información para llegar a una evaluación de la inversión. Analiza las facetas de comercialización, suministro de trozas, producción, personal, ingeniería y construcción, cálculo de costes y contabilidad.

Segunda parte. Ejemplos. Se consideran tres ejemplos específicos, describiéndose en la primera parte la metodología detallada de cada ejemplo. Los ejemplos elegidos son:

- Un pequeño aserradero portátil en la parte oriental del centro de la India, que corta anualmente 5 000 metros cúbicos de trozas de frondosas procedentes del bosque húmedo tropical. Este es el tipo de aserradero que puede acompañar al desmonte de un bosque correspondiente a un proyecto de construcción de una carretera o ferrocarril.
- Un aserradero que consume 10 000 metros cúbicos de trozas, situado en Indonesia/Malaya.
- Un aserradero permanente de 20 000 metros cúbicos, situado en los bosques de frondosas tropicales de Centroamérica.

En toda la guía se hace hincapié especial en la sencillez del diseño y del funcionamiento del aserradero. Esto reduce las necesidades de capital a un mínimo, aumentando las oportunidades de creación de puestos de trabajo. No se han incluido dispositivos electrónicos, favoreciéndose las operaciones manuales, excepto en aquellas circunstancias en que es necesaria la ayuda mecánica por razones de seguridad y salubridad.

El manual se basa en el trabajo realizado por el Grupo Sandwell de Vancouver. No se pretende que las cifras que se indican sean específicas para un país determinado y no son definitivas. Se basan en valores de 1979 y son sólo estimaciones que tratan de aclarar los procedimientos a emplear.

PRIMERA PARTE - CONSIDERACIONES BASICAS

1.0 MATERIAS PRIMAS

En toda esta guía se supone que la materia prima a emplear incluye maderas frondosas tropicales. Esto comprende una amplia variedad de calidades posibles de madera, desde las duras y difíciles de trabajar a las que se asientran con facilidad y desde trozas de diámetro relativamente pequeño, de bosques secos de hoja caduca, hasta trozas de gran diámetro, de tipo corriente en los bosques densos tropicales húmedos.

1.1 Fuente de abastecimiento

Antes de comenzar la planificación, hay que definir de forma clara sobre un mapa oficial las áreas de bosque que servirán como fuente de materia prima.

Deben examinarse los siguientes puntos:

- i. En términos generales, ¿parece que el área dispone de provisiones adecuadas de madera?
- ii. ¿Ha sido explotada el área anteriormente?
- iii. ¿Existen derechos relacionados con el área, como cultivos, caza, o recolección de productos forestales secundarios?
- iv. ¿Qué medios de acceso existen? ¿Se verá dificultado el acceso, por ejemplo, por una agricultura permanente situada en los valles?
- v. ¿Cuántos kilómetros de carreteras de acceso habrá que construir?
- vi. Si se van a utilizar carreteras públicas,
 - ¿Cuáles son las especificaciones de tales carreteras?
 - ¿Cuál es la calidad de mantenimiento? ¿Son transitables durante todo el año?
 - ¿Se espera que el usuario contribuya al mantenimiento de las carreteras? Si es así, ¿en qué cuantía?

Si las respuestas a las preguntas anteriores son aceptables, habrá que obtener autorización escrita para cortar en la zona, en la que se exponga:

- i. Periodo para el que se otorga la licencia de corta, si ésta es renovable y si los derechos son exclusivos.
- ii. Especies que pueden cortarse.
- iii. Diámetro mínimo (dap) que puede cortarse.
- iv. Volumen anual que puede cortarse.
- v. Especificaciones para la construcción de carreteras.
- vi. Otras responsabilidades del usuario.

- vii. Defectos admisibles.
- viii. Normas de cubicación.
- ix. Valor de la madera en pie o canon a pagar.
- x. Responsabilidad del titular de la licencia en cuanto a regeneración, control de la erosión, etc.

La clarificación de estos puntos es un primer paso esencial antes de comenzar la planificación. Unas condiciones desfavorables en cualquiera de estos aspectos podrían afectar a la viabilidad de la industria propuesta, por lo que deben ser cuidadosamente examinados desde este punto de vista.

El próximo paso importante es establecer el volumen real de materia prima disponible. Normalmente existe alguna información en forma de inventario. ESTO DEBE COMPROBARSE mediante un reconocimiento de los típicos para estimación de la madera en pie (una intensidad del 0,01% es suficiente). Los factores que deben comprobarse son: volumen en pie de las especies utilizables, uniformidad de la distribución, porcentaje de defectos y volumen recuperable sin corteza de trozas utilizables, que puede entregarse al aserradero. El último punto es el más importante, siendo raro que se calcule en los inventarios de los servicios forestales. El volumen neto comercial recuperable varía desde el 20% a más del 50% del volumen en pie, dependiendo del tamaño de los árboles, especie, grado de defectos, cantidad de roturas y pérdidas durante la extracción e intensidad de la utilización. Suele ser mayor en los bosques mezclados de dipterocarpaceas y menor en las zonas arboladas secas con árboles de hoja caduca.

Es muy difícil establecer volúmenes mínimos para la extracción económica de un suministro de materia prima. Si el volumen medio recuperable sin corteza de las especies utilizables es inferior a 15 m³/ha y si estas especies no tienen un valor neto en aserradero de por lo menos 150 \$ EUA/m³ de madera simplemente aserrada, será difícil lograr la extracción a un costo aceptable. Son excepción unos costos de extracción extraordinariamente reducidos, debidos a un terreno favorable, a costos reducidos de la mano de obra o a distancias cortas de transporte.

1.2 Especies a utilizar

Los bosques de maderas frondosas tropicales contienen muchas especies diferentes, habiendo establecido los tecnólogos que gran parte de esta madera es teóricamente utilizable. Sin embargo, la gente tiene grandes prejuicios contra las maderas que no ha utilizado anteriormente. Aunque se puedan promover y vender nuevas especies mediante un aserrado preciso, una buena presentación y un precio reducido, no es prudente considerarlas como la única base de la producción de un nuevo aserradero, a menos que sus propiedades sean extraordinariamente buenas o exista una clara demanda de estas especies. Al planificar una nueva empresa será prudente suponer que del 70% al 90% de la producción de los 5 primeros años se basará en especies que son y han sido generalmente aceptadas para fines constructivos. El resto pueden ser unas pocas especies menos conocidas cuya proporción puede aumentarse a medida que se obtenga una mayor experiencia de su aceptación en el mercado.

La mejor forma de establecer la aceptación de una especie es hablar con los usuarios como aserradores, contratistas de construcción, fabricantes de muebles y carpinteros. Los agricultores pequeños o los aldeanos forestales suelen ser buenos conocedores de los usos de las especies menos conocidas. Deben recogerse en los aserraderos muestras de las maderas aceptables y comprobarlas con las de la zona a cortar, porque suele haber confusión en los nombres locales. Si es posible, debe pedirse a los funcionarios locales del departamento forestal que verifiquen las especies y ayuden a preparar una lista de los nombres locales que se deben utilizar normalmente.

1.3 Coste de la materia prima entregada en fábrica

El coste de las trozas entregadas en aserradero suele ser el mayor coste individual que interviene en la producción de madera aserrada. Dependiendo de la dificultad del madereo, puede llegar hasta el 60% de los costes de fabricación. Por ello es importante obtener un cálculo preciso de este coste.

El coste de la madera es función de la cantidad extraída por unidad de superficie y de los obstáculos físicos para la extracción. Cuanto menor sea el volumen extraído de madera por unidad de superficie, mayor será la proporción de estos costes por unidad de volumen. Otras partidas como los gastos generales, impuestos, viviendas para los trabajadores, depreciación de la maquinaria y prospección maderera son costes fijos y no cambian con el volumen extraído.

El cálculo del coste de la madera entregada en fábrica a partir de los datos básicos, exige una considerable experiencia. Si es posible, para obtener esta información hay que disponer de una persona con experiencia. Si ello no es posible, puede hacerse una estimación aceptable hablando con maderistas de la zona o, de no existir, de otras zonas con un tipo análogo de bosque y de terreno. Tales estimaciones pueden comprobarse utilizando varias fuentes.

Antes de intentar hacer una estimación del coste de la madera entregada, deben determinarse los siguientes puntos:

- i. Volumen medio aproximado a extraer por unidad de superficie, promedio de tamaño y peso de las trozas.
- ii. Método de extracción a emplear, ej. animales o maquinaria.
- iii. Tipo de acceso a utilizar, ej. cursos de agua o carretaras.
- iv. Duración de la temporada de explotación. En muchas zonas tropicales húmedas es de 6 a 8 meses y con frecuencia menos.
- v. Si se van a emplear contratistas o si la industria va a extraer sus propias trozas.

Adoptadas estas decisiones, hay que calcular el coste de las siguientes operaciones componentes:

- i. Prospección y localización de las masas a explotar.

- ii. Aneo.
- iii. Arrastre, incluyendo el coste de las vías de arrastre.
- iv. Tronzado.
- v. Cubicación.
- vi. Carga.
- vii. Construcción y mantenimiento de caminos.
- viii. Transporte al aserradero.
- ix. Gastos generales (incluyendo contabilidad, supervisión, impuestos, talleres, precio de la madera en pie o canon).

Los costes que se dan a continuación, basados en valores de 1979, se refieren a distintas situaciones y se dan como ejemplo del orden de magnitud que cabe esperar en distintos tipos de operaciones. No deben aplicarse a otra situación cualquiera.

Estos costes no incluyen cánones o pagos de la madera en pie, recuperación del capital o costes de intereses. La longitud de transporte en camión tiene un efecto importante.

América Central	- Operación completamente mecanizada, tractores de cadenas y "skidders", construcción de carretaras, transporte de trozas, temporada de explotación de 8 meses.
	- Volumen extraído aprovechable: 30 m ³ /ha.
	- Coste de las trozas entregadas en fábrica (1978) 30-45 \$ EUA/m ³ .
Sud América Amazónica	- Similar al anterior.
	- Coste de las trozas entregadas en fábrica (1975) 20-25 \$ EUA/m ³ .
Sudeste de Asia	- Bosque pantanoso - transporte por río - 25-30 \$ EUA/m ³ .
	- Bosque de montaña - transporte por carretera - 8-18 \$ EUA/m ³ .
África Occidental	- Bosque tropical húmedo - completamente mecanizado - 12 \$ EUA/m ³ .
África Oriental	- Plantaciones - mecanizada - 6-12 \$ EUA/m ³ .

2.0 COMERCIALIZACION

2.1 Generalidades

La comercialización es una de las funciones más importantes de toda empresa de negocios, y a pesar de ello, con frecuencia se subestima su importancia. Esto es evidente sobre todo en el caso de aserraderos de tamaño pequeño a mediano. Lo normal es que los implicados en el desarrollo de estas empresas tengan experiencia en aprovechamientos madereros o industrias de aserrío, y sólo hayan tenido una experiencia limitada en la comercialización de madera aserrada. Como resultado de ello, la planificación referente a nuevos aserraderos suele enfocarse casi enteramente hacia las necesidades del productor más que hacia el mercado, y con frecuencia con resultados desastrosos.

La comercialización abarca una amplia gama de actividades. Incluye la identificación de oportunidades de mercado en cuanto a localización, especificaciones de los productos y volumen y precio de las ventas potenciales. Esta información es de importancia fundamental para el desarrollo satisfactorio de un proyecto de aserradero, y por ello es muy importante que los datos pertinentes sean tan completos y seguros como sea posible.

En Europa y Norteamérica la obtención de los datos y perspectivas del mercado suele incluir la aplicación de técnicas relativamente complicadas que comprenden el análisis de series cronológicas de los factores de la tasa de crecimiento y de las pautas de consumo de madera. Para hacer previsiones del consumo de madera se pueden utilizar proyecciones del crecimiento de la población, tasas del crecimiento económico y factores que influyen en el nivel de ingresos. Aunque el futuro empresario de un pequeño aserradero no haría probablemente tales proyecciones, puede obtener de asociaciones industriales y organismos gubernamentales los resultados de trabajos detallados de investigación sobre mercados que hayan sido realizados por otros.

Muchos países en desarrollo con bosque de frondosas tropicales, tienen grandes dificultades para definir la correlación existente, por ejemplo, entre las tasas de crecimiento de la población y el consumo de madera aserrada. Muchos de estos países tienen una economía doble en la cual la población puede clasificarse en dos grupos: el de altos ingresos (consumidor), y el de bajos ingresos, esencialmente no consumidor.

Al evaluar el mercado local debe atenderse con cuidado a su dimensión actual y potencial. Las previsiones de la demanda, basadas en datos de series cronológicas obtenidos de las estadísticas de importación, pueden conducir a error debido a que el nivel de las importaciones suele estar frenado por limitaciones no mercantiles, como las restricciones de importación, utilizadas para mantener el cambio exterior. Los prejuicios locales contra la madera como material para la vivienda o unas normas de construcción anticuadas pueden limitar seriamente también la utilidad del enfoque convencional para obtener previsiones de mercado.

A fin de lograr una evaluación realista de las oportunidades y limitaciones del mercado para aserraderos locales de tamaño pequeño a mediano, hace falta un enfoque práctico. Será difícil obtener datos publicados de confianza y con frecuencia no existirán. Debe hacerse hincapié en el análisis de las necesidades locales en cuanto a usos finales y en la identificación de las tendencias. Habrá que confiar mucho en el criterio de los que estudien el mercado y, por ello, es muy conveniente disponer de un buen conocimiento de la comunidad local. Debido a la naturaleza subjetiva del trabajo, muchas de las estimaciones pueden ser imprecisas.

Las fuentes de información más probables serán:

- i. Los organismos gubernamentales.
- ii. Las sociedades de propiedad estatal.
- iii. Las cooperativas.
- iv. Los contratistas privados, arquitectos e ingenieros.
- v. Los aserraderos existentes.
- vi. Los agentes comerciales de madera aserrada, vendedores al por mayor y detallistas.
- vii. Usuarios industriales del sector privado.

Las secciones que siguen describen un sistema sencillo para preparar un plan realista de comercialización para aserraderos de tamaño pequeño a mediano.

2.2 Áreas de comercialización

Antes de proceder a la elaboración de datos detallados sobre mercado, es conveniente definir los límites geográficos aproximados del mercado. Esto exigirá una combinación de conocimiento y entendimiento de los temas locales y una evaluación de los siguientes factores:

- i. Límites geográficos naturales, incluyendo ríos navegables, cadenas montañosas y áreas desérticas.
- ii. Situación, producción y áreas aproximadas de mercado de los aserraderos existentes.
- iii. Localización y tamaño de los centros importantes de población.
- iv. Localización de consumidores industriales potencialmente importantes de madera aserrada, como fabricantes de muebles, minas, ferrocarriles, fabricantes de bandejas de carga, embaladores para la exportación, fabricantes de camiones y remolques, etc.
- v. Servicios de transporte existentes incluyendo itinerarios, disponibilidad, costes por ton/milla, y regularidad.
- vi. Todas las limitaciones gubernamentales, nacionales, regionales o locales, que puedan restringir la distribución de madera aserrada.
- vii. El uso de madera aserrada de importación, incluyendo volúmenes y cierta estimación de las pautas de distribución.

En base a la información precedente, puede hacerse una definición preliminar de la que parece ser área lógica de mercado para el aserradero propuesto. La investigación subsiguiente puede ocasionar alguna modificación de la evaluación inicial. Sin embargo, servirá como base aceptable para estudios más profundos.

2.3 Clases de uso final

Habiendo definido el área de mercado, pueden identificarse los usos principales de la madera aserrada dentro de esta región. Estos incluirán algunos de los siguientes o todos ellos:

- i. Viviendas residenciales: unidades habitacionales unifamiliares o plurifamiliares.
- ii. Construcciones de instituciones públicas: escuelas, hospitales, clínicas.
- iii. Agricultura: cobertizos para animales, almacenes, cercas, pesebres, cajas de madera.
- iv. Obras públicas: puentes, muelles, sistemas de regadío, edificios para almacenes.
- v. Instalaciones militares: barracones, almacenes, bandejas de carga, carros de transporte.
- vi. Ferrocarriles: traviesas, pasos a nivel, edificios de mantenimiento y almacenaje.
- vii. Minas: maderas para minas, viviendas de trabajadores, almacenes.
- viii. Construcciones industriales: edificios de fábricas, almacenes, viviendas de trabajadores.
- ix. Fabricación: industrias de muebles, viviendas prefabricadas, fabricantes de camiones y remolques, bandejas para transporte, cajas de madera.
- x. Varios: consumo público general para renovaciones, ampliaciones, dependencias, construcción naval, incluyendo barcos de pesca, barcas y barcos de transporte de pasajeros.

La identificación de las diversas clases de uso final dentro de la región de mercado, aunque es una actividad relativamente directa, exige un examen intenso de todo el material publicado (por ejemplo, guías comerciales) y, lo que es más importante, entrevistas directas con representantes bien informados de todos los grupos consumidores de madera aserrada que sean pertinentes y de aquéllos que estén dedicados a la industria de fabricación de madera aserrada. Estas entrevistas deben organizarse de tal modo que se obtenga la información necesaria para la etapa siguiente.

2.4 Demanda, abastecimiento y especificaciones de la madera aserrada

Para cada una de las clases de uso final identificadas en la sección 2.3, debe obtenerse la siguiente información: especificaciones de la madera aserrada utilizada, consumo y abastecimiento anual estimados y tendencias futuras. Por último, debe calcularse el balance actual y previsto de oferta y demanda de madera aserrada.

- i. Especificaciones de la madera aserrada. Es fundamental para la planificación de un aserradero, independientemente del tamaño, disponer de una definición confiable sobre las necesidades del mercado respecto a las especificaciones de los productos. Para proporcionar la información básica necesaria, habrá que determinar las especificaciones de la madera aserrada exigidas para cada clase de uso final.

Es muy importante en esta etapa atender a los detalles, ya que aspectos que parecen insignificantes con respecto a calidad, tamaño, etc., pueden tener una importancia fundamental para el diseño y funcionamiento del aserradero. Aunque no es probable que un solo aserradero pueda atender las necesidades de productos de todos los usuarios finales potenciales dentro de su región de mercado, un buen conocimiento del panorama total puede tener gran valor para adoptar decisiones finales respecto a los sectores a que hay que dirigir el plan final de comercialización. Los detalles específicos que deben obtenerse son los siguientes:

- calidad - preferencias respecto a especies, color, duración, resistencia, defectos admisibles
- tamaño - espesor, anchura, longitud
- tolerancias - tolerancias admisibles en cuanto a dimensiones, por exceso y por defecto
- secado - aceptabilidad de la madera aserrada "verde" o requisitos de secado parcial o secado al horno.

- ii. Consumo anual. Para cada una de las clases de uso final es necesario contar con estimaciones de los volúmenes vendidos actualmente. Estas estimaciones deben incluir con el mayor alcance posible, los volúmenes correspondientes a cada una de las especificaciones principales dentro de cada clase de uso final. Estas estimaciones de volúmenes son fundamentales para lograr el conocimiento del mercado. En muchos casos será muy difícil obtener información. Sin embargo, el investigador no debe descorazonarse pues incluso una estimación imperfecta, basada en el conocimiento local y en entrevistas, es mejor que una conjetura injustificada o la ausencia total de estimaciones.
- iii. Abastecimiento actual de madera aserrada. Hay que hacer un análisis del abastecimiento actual de madera aserrada dentro de la región de mercado. Este debe incluir las siguientes fuentes posibles de madera aserrada:

- aserraderos dentro de la región de mercado,

- aserraderos dentro del país pero fuera de la región de mercado,
- madera aserrada importada.

Debe ser bastante fácil obtener información sobre el abastecimiento actual de madera dentro de la región. Habrá que obtener todos los detalles posibles especialmente respecto a especies, dimensiones y calidades. Puede ser más difícil obtener datos sobre la madera aserrada que entre en la región de mercado procedente de fuentes externas (ya sean nacionales o extranjeras) ya que no siempre se dispone de estadísticas gubernamentales o éstas no son de confianza. También pueden faltar detalles sobre especificaciones de las importaciones. Sin embargo, se puede lograr normalmente mucha información útil mediante entrevistas con aquellas personas que intervienen directamente en el proceso de importación, como importadores, mayoristas, minoristas, y organizaciones de transporte.

- iv. Tendencias futuras. Hay que intentar determinar cualquier tendencia que pueda afectar al balance existente entre oferta y demanda de madera aserrada, y en consecuencia, a la posición competitiva de un nuevo aserradero. La demanda puede verse afectada por cambios en la población y en la riqueza nacional, medida por el producto nacional bruto per cápita. Puede tener gran importancia cualquier cambio en la política del gobierno que pueda afectar a la producción de nuevas unidades habitacionales. Análogamente, pueden desarrollarse otros sectores de la economía usuarios de la madera aserrada dentro de la región de mercado, como resultado de la política gubernamental. Pueden ampliarse los ferrocarriles, subvencionarse nuevas plantas industriales, emprenderse grandes proyectos de obras públicas, etc.

Pueden producirse cambios en el abastecimiento de madera aserrada, debidos a una serie de variables. La capacidad de aserrío dentro de la zona de mercado puede aumentar o disminuir debido a factores tales como el abastecimiento de madera, la demanda del mercado local, la posición competitiva de ciertos aserraderos, nuevos aserraderos programados, disponibilidad de mano de obra y así sucesivamente. Las importaciones de madera aserrada procedentes de aserraderos situados fuera de la región de mercado pueden cambiar debido a razones análogas. Las importaciones procedentes de suministradores extranjeros pueden aumentar o disminuir en el futuro como consecuencia de tarifas de protección, cambios de precios que reflejan condiciones económicas externas a la región del mercado local, y competencia de productores nacionales.

Las fuentes siguientes proporcionarán valiosa información sobre las tendencias futuras, debiendo utilizarlas al máximo:

- previsiones sobre población,
- planes gubernamentales,
- previsiones económicas (públicas y privadas),
- el criterio de representantes experimentados de usuarios finales y productores de madera aserrada.

V. Balance oferta-demanda. Mediante el examen de las estimaciones realizadas anteriormente sobre el abastecimiento y consumo actual de madera aserrada, junto con el análisis de las posibles tendencias futuras, debe poderse obtener una evaluación razonable del probable balance oferta-demanda de madera aserrada durante los próximos cinco o diez años. Lo ideal es que esta evaluación se refiera a los principales productos. La previsión del balance oferta-demanda sólo será fiable si lo son los datos sobre insumos. Aunque no pueden esperarse unos altos niveles de precisión, si el trabajo previo se ha hecho con cuidado, puede obtenerse una indicación útil sobre las oportunidades futuras.

También pueden determinarse escaseces previstas de ciertos tipos de madera aserrada que pueden tener una influencia directa sobre la combinación de productos programada para un nuevo aserradero. Recíprocamente, aunque no es probable, la proyección oferta-demanda puede revelar un exceso de oferta en relación con la demanda, lo que indica la necesidad de una gran precaución para el desarrollo a corto plazo de una nueva capacidad de aserrío dentro de la región de mercado. Análogamente, puede indicarse una oferta en exceso de un artículo determinado, proporcionando una vez más una información de gran valor para la planificación de las especificaciones de los productos de un nuevo aserradero.

2.5 Distribución

Es importante determinar cuáles serán los medios para que el producto del aserradero llegue al lugar del mercado. Los métodos de distribución local y regional tendrán gran influencia para elegir una orientación apropiada de un nuevo aserradero. En situaciones en que hay ya una industria de aserrío dentro de la región de mercado, pueden haberse establecido unas pautas claras de distribución y es probable que un nuevo aserradero, sobre todo si es pequeño, llegue a formar parte del sistema existente.

En ausencia de una red de distribución bien estructurada, será necesario determinar los medios más eficaces de distribución para toda nueva operación. En cualquier caso, habrá que analizar cuidadosamente la situación existente. Deben identificarse los canales de distribución y los costos correspondientes. Esto se puede lograr normalmente con poca dificultad especialmente por alguien que esté familiarizado con las prácticas locales en materia de negocios. Normalmente se aplicarán uno o más de los siguientes sistemas de distribución:

1. Ventas directas del aserradero al usuario final. Esto suele incluir a constructores locales, etc. que compran directamente de las existencias del aserradero. El aserradero puede hacer las entregas con su propio vehículo o mediante un transportista contratado en un sitio designado por el usuario a cambio de un pago por entrega. Otra alternativa es que el usuario pueda retirar sus pedidos directamente del patio del aserradero. Este método de distribución ofrece la ventaja de la sencillez, evitando el "intermediario". Es conveniente cuando los volúmenes son reducidos y no existe en la plaza una red de distribución adecuada. Ello compromete al encargado del aserradero en negocios directos con muchos clientes y en consecuencia en un volumen relativamente elevado de trabajo de oficina. También, a menos que las condiciones de venta sean estrictamente de pago al contado, el dueño del

aserradero se expone a un riesgo considerable crediticio, pues muchos de sus clientes pueden ser de medios financieros muy limitados.

- ii. Cooperativas. Si el propio aserradero forma parte de un grupo cooperativo, el sistema de distribución puede estar ya establecido. Otra alternativa es que un aserrador independiente desee distribuir su madera aserrada a través de uno o varios grupos cooperativos existentes dentro de su región de mercado.
- iii. Transportistas privados. En ciertas situaciones puede ocurrir que haya transportistas individuales que deseen comprar del aserradero madera aserrada con fines especulativos, volviéndola a vender y entregándola a los consumidores locales, cumpliendo de este modo esencialmente la función de mayorista-minorista. También en este caso el riesgo crediticio es una consideración importante y, en la mayoría de los casos, el aserrador debería estar bien advertido para que negocie sólo sobre la base de pago al contado contra retirada de la mercancía.
- iv. Tiendas al por menor. Si la región de mercado incluye una o más poblaciones de buen tamaño, es probable que existan tiendas de madera aserrada al por menor. Aunque contarán ya con fuentes de abastecimiento, es probable que sea interesante para ellos la producción de un nuevo aserradero, sobre todo si hay escasez de oferta. El aserrador necesitará decidir si va a hacer o no contratos en exclusiva con cualquier detallista en especial o si va a mantener una posición de "mercado abierto". Dependerá mucho de la reputación, tamaño, capacidad y situación financiera de los diversos detallistas disponibles para el aserrador.
- v. Distribuidores al por mayor. En grandes centros de población, en los que se consumen grandes volúmenes de madera aserrada y donde existen muchos suministradores, los canales de distribución tienden a hacerse más complicados. A medida que se hace más difícil para cada aserradero y para operaciones al por menor el comunicarse eficazmente, debido al número de empresas y a la amplia variedad de especificaciones involucradas, se van formando vendedores al por mayor para atender la necesidad de una mayor especialización. Estas empresas "intermediarias" suelen preferir tener acuerdos en exclusiva (o al menos parcialmente en exclusiva) con un grupo de aserraderos, a fin de garantizar una fuente de suministro. Si el vendedor al por mayor está bien financiado, el riesgo crediticio del aserrador se reduce al mínimo y la función vendedora del aserradero se simplifica mucho al venderse grandes volúmenes de una vez a un solo comprador (el mayorista). Aunque esto puede parecer atractivo, especialmente para un propietario/director de aserradero que esté más interesado en las operaciones industriales que en las mercantiles, existe el peligro de llegar a estar excesivamente comprometido con muy pocos compradores (quizás sólo uno). Se puede perder así el control del mercado y la dirección del aserradero puede hacerse insensible a las tendencias de cambio en los sectores de uso final del mercado de madera aserrada.

vi. Organismos gubernamentales. La política nacional puede obligar a que toda la producción de madera aserrada sea distribuida a través de uno o más organismos del gobierno, en cuyo caso no se presenta, como es lógico, el problema de elegir el canal de distribución más apropiado. Sin embargo, a falta de un sistema general de distribución nacional, existirán indudablemente diversos organismos gubernamentales cuyas actividades incluyen la utilización de madera aserrada. Las autoridades responsables de la vivienda y transporte, obras públicas, organismos de transporte, compañías de propiedad del gobierno de carácter industrial o relacionadas con los recursos y el sector militar, todos pueden ser grandes consumidores de madera aserrada. Lo normal es que tales organismos tiendan a tratar directamente con un aserradero y que organicen su propio transporte.

Lo corriente es que un sistema de distribución normal de un aserradero determinado incluya una combinación de los elementos precedentes. Es muy importante que en la etapa de planificación se formule una política de distribución, a fin de evitar conflictos y ayudar a alcanzar el mejor precio posible para la madera aserrada. Si se decide, por ejemplo, vender a tiendas locales al por menor, habrá que establecer y mantener una política clara respecto a los negocios con individuos o empresas privadas que podrían ser de otro modo clientes del detallista. Análogamente, si se establecen acuerdos para apoyar a ciertos "intermediarios" o suministrar a organismos gubernamentales específicos, deben hacerse y mantenerse asignaciones de la producción futura.

2.6 Precio

Tiene gran importancia el poseer un buen conocimiento de la estructura de precios de la madera aserrada dentro de la región de mercado. El precio suele ser la variable más decisiva para determinar la rentabilidad de la inversión de una empresa de aserrío. En un ambiente competitivo y sin controles el dueño de un aserradero determinado no puede normalmente ejercer mucha influencia sobre los niveles de precios. Es especialmente importante que los que proyectan una empresa de aserrío tengan una opción objetiva respecto a precios y eviten cualquier tentación de suponer niveles superiores a los reales o de hacer proyecciones demasiado optimistas sobre tendencias futuras. Una evaluación realista sólo se puede lograr con un buen conocimiento de las condiciones locales.

Hay que determinar cuidadosamente el mecanismo existente de precios de la madera aserrada dentro de la región de mercado. Deben mantenerse discusiones con aserradores, minoristas, mayoristas y funcionarios del gobierno. Hay que tener en cuenta todas las disposiciones especiales como las referentes a límites de precios y agrupaciones empresariales. Hay que tener cuidado para identificar todas las deducciones que se aplicarían normalmente. Estas pueden incluir toda clase de impuestos y tasas especiales del gobierno, gastos de transporte, costes de manipulación, descuentos comerciales y de pago al contado y comisiones.

Debe hacerse un análisis completo de la estructura normal de precios, incluyendo precios separados para cada especie, calidad y tamaño. Hay que determinar cuidadosamente la composición de estos precios para poder hacer todos los ajustes apropiados al calcular los precios equivalentes en el aserradero (precio neto en aserradero).

Por último, hay que tratar de definir las tendencias futuras de los precios. En la medida de lo posible hay que determinar y evaluar los principales factores que influyen en los precios de la madera aserrada e identificar y analizar las tendencias pasadas a fin

de proporcionar unos posibles indicadores sobre los cambios futuros. La proyección de los precios de la madera aserrada debe plantearse con grandes precauciones, especialmente cuando existe alguna competencia de materiales importados dentro de la región de mercado. El empresario que proyecta un aserradero de los tamaños considerados en este manual, debe concentrar sus esfuerzos para tratar de identificar la probabilidad general de que se produzcan cambios importantes en los precios durante el primer período de 3 a 5 años de funcionamiento del aserradero. Si es posible, habrá que estimar el momento aproximado y magnitud de tales cambios a fin de programar unos imprevistos adecuados en el capital de explotación del proyecto y en las previsiones del flujo de caja.

2.7 Plan de comercialización

Utilizando la información previamente elaborada respecto a las características del suministro disponible de madera y del mercado, debe prepararse un plan sencillo de comercialización. Este es un aspecto fundamental del proceso de planificación que conducirá a la utilización más conveniente del suministro de madera en relación con las oportunidades del mercado. El plan de comercialización debe incluir los siguientes elementos:

- i. Definición revisada (como se precise) del área de mercado.
- ii. Sectores clave de uso final del mercado a los que se dirigirá la producción del aserradero.
- iii. Especificaciones de madera aserrada (especie, calidad, tamaño y secado) más adecuadas para el suministro de madera y requisitos del mercado de los sectores de uso final elegidos.
- iv. Canales de distribución a emplear.
- v. Precio neto medio ponderado en aserradero, basado en los niveles actuales del mercado y en las especificaciones apropiadas de los productos.*

Además de los elementos clave anteriores del plan de comercialización, debe atenderse también a los siguientes:

- i. Niveles necesarios de existencias para atender a las ventas diarias, especialmente durante los períodos de demanda estacional alta.
- ii. Necesidad de desarrollar normas de clasificación, a falta de normas locales apropiadas. Como el producto será principalmente del tipo de construcción, con más acento en su utilidad que en su apariencia, un convenio sencillo de clasificación será normalmente suficiente. Serán suficientes 3 a 4 clases, con tolerancias de defectos estrictamente relacionadas con la conveniencias del material para el uso final pretendido. Si fuera necesario elaborar unas definiciones de calidad, conviene seguir un modelo bien comprobado, como por ejemplo, las normas de clasificación de Malasia, con las modificaciones apropiadas para las condiciones locales. Las normas de clasificación deben

* Como ejemplo de cálculo véase el caso ilustrativo de la Parte Segunda, Ejemplos.

ser los más fácilmente disponibles para todos los que intervienen en la producción, comercialización y utilización de la producción del aserradero. La principal finalidad de las normas de clasificación es garantizar al comprador de los productos del aserradero que la calidad de una clase determinada de madera aserrada se va a mantener en todo momento. Además, el precio depende típicamente de la calidad.

- iii. En el proceso de planificación hay que incluir el establecimiento de una documentación de ventas y de unos procedimientos de control. La documentación debe ser lo más sencilla posible. Debe satisfacer las necesidades de control de los auditores de la empresa y proporcionar el archivo necesario de datos para el control de envíos, facturas e inventarios.
- iv. Aunque no suele necesitarse con un artículo básico como la madera aserrada para construcción, debe tenerse en cuenta la posible necesidad de propaganda, especialmente durante el período de iniciación de las operaciones del aserradero. Lo normal es que sea suficiente un anuncio sencillo en un periódico local o enviado por correo a los puntos principales de la comunidad, sobre todo si hay oferta insuficiente de madera aserrada dentro de la región de mercado.

3.0 ELABORACION INDUSTRIAL

3.1 Generalidades

La maquinaria necesaria para fabricar el tipo de madera aserrada que se contempla en esta guía es básicamente sencilla, siendo necesidades esenciales las siguientes:

- i. Una máquina para aserrar la troza en sentido longitudinal, siguiendo líneas paralelas a la superficie de la troza o a su eje, de modo que se produzcan piezas de la superficie deseada.
- ii. Una máquina para aserrar estas piezas longitudinalmente a fin de extraer los cantos (bordes redondeados) y producir piezas más estrechas, de anchura normalizada, con bordes paralelos.
- iii. Una máquina para cortar transversalmente las piezas a fin de producir extremos a escuadra, de longitudes normalizadas, y retestar, eliminando la madera defectuosa.

Para realizar este trabajo existe una variedad de máquinas que van de sencillas a complicadas. De acuerdo con el objeto de esta guía, sólo se considera maquinaria sencilla y segura, de fácil funcionamiento y mantenimiento. Tal maquinaria, cuando se mantiene y utiliza adecuadamente, vale perfectamente para producir buena madera aserrada a un ritmo satisfactorio, siempre que el suministro de trozas sea conveniente y adecuado.

Para los tamaños de aserraderos considerados en esta guía la maquinaria necesaria sería:

- i. Una "sierra principal" consistente en un carro portante capaz de transportar la mayoría de las trozas para su corte longitudinal, y una sierra de cabeza, ya sea circular o de cinta. El pequeño número de trozas que sobrepase la capacidad de la sierra principal debe dividirse por la mitad en sentido longitudinal, normalmente mediante una motosierra.
- ii. Una "desdobladora" de tipo circular o de cinta, que recibe costeros grandes y cuerpos de trozas procedentes de la sierra principal, haciendo nuevos cortes longitudinales a través de su anchura o grueso.
- iii. Una "canteadora" con dos sierras paralelas, como mínimo, que se pueden situar a distancias normalizadas mediante controles manuales y que hacen cortes longitudinales, a través del grueso de las piezas recibidas de la sierra principal o de la desdobladora.
- iv. Una "retestadora" consistente en una o más sierras fijas o móviles dispuestas para cortar transversalmente las piezas procedentes de la sierra principal, la desdobladora o la canteadora.

El equipo auxiliar necesario incluye lo siguiente:

- i. Un sistema de transporte de trozas "tronzadas" desde la zona de almacenaje de trozas (tierra o agua) al muelle de alimentación de la sierra principal.
- ii. Un muelle de alimentación de trozas para facilitar la carga de las trozas en el carro de la sierra principal.
- iii. Un sistema de volteo de trozas para girarlas colocándolas en el carro en la mejor posición para su aserrado.
- iv. Un bastidor de rodillos u otros medios para recibir las piezas aserradas por la sierra principal, a partir de la troza, y transportarlas a la desdobladora y a la canteadora.
- v. Mesas de alimentación para recibir y mantener las piezas en espera de pasar a la desdobladora y a la canteadora.
- vi. Bastidores de rodillos de salida que reciben las tablas procedentes de la desdobladora y la canteadora.
- vii. Dispositivos de transbordo y mesas que llevan al retestado y tronzado.
- viii. Una cadena de madera verde donde las tablas recientemente cortadas se clasifican por calidad y se separan por tamaño y longitud.
- ix. Medios para recoger y extraer del área inmediata de funcionamiento todos los residuos, como serrín, corteza, recortes, puntas y piezas rotas.
- x. Instalaciones para separar y almacenar los residuos anteriores para su empleo como combustible y como abastecimiento para industrias de pasta o a utilizar por industrias secundarias, actividades agrícolas, y así sucesivamente.

3.1.1 Tipo de aserradero a considerar

Los principales tipos de aserraderos pequeños a considerar en esta guía son los siguientes:

- Aserraderos móviles o portátiles,
- Aserraderos semi-permanentes,
- Aserraderos permanentes.

- i. Los aserraderos móviles o portátiles suelen consistir en una sierra principal circular, un carro de trozas sencillo, una canteadora de dos sierras y un grupo electrógeno diesel o de gasolina.

Esta maquinaria suele ir montada sobre un armazón de acero prefabricado, equipado con ruedas para carretara, para que pueda ser remolcada hasta la zona de trabajo en donde se calza y se nivela. Existen unidades modernas de este tipo de diversos orígenes y con un costo que va de 80.000 \$ a 200 000 \$ dependiendo de las opciones elegidas y en base a precios de 1979.

- ii. Los aserraderos semi-permanentes están compuestos por unidades convencionales de sierra principal, carro, canteadora y retestadoras, montadas sobre estructuras de apoyo de acero y madera que, a su vez, se apoyan sobre bases de madera. Están dotadas de una mínima protección contra la intemperie, pudiendo desmontarse y trasladarse el aserradero a una nueva ubicación cada dos o tres años, de acuerdo con lo que exija el abastecimiento de trozas. El coste de un aserradero semi-permanente de este tipo, accionado por un sistema diesel y con un mínimo de medios auxiliares, está entre los 800 000 \$ y 1 600 000 \$.

- iii. Los aserraderos permanentes se componen de unidades convencionales de sierra principal, carro, desdobladora, canteadora y retestadora, con bastidores de rodillos, mesas de transbordo y transportadores de residuos, todo montado sobre apoyos de acero y madera, sobre cimientos de hormigón o de madera tratada. Los tipos permanentes, con construcción de edificios, llevan protección contra la intemperie, constituyendo el aserradero, en su conjunto, un factor importante para la comunidad en que se sitúa. El coste de este tipo de aserradero está entre 1 700 000 \$ y 2 500 000 \$.

El tipo específico de aserradero elegido vendrá condicionado por el nivel de desarrollo del suministro de trozas y por la existencia o no de un mercado para la producción del aserradero.

Si el suministro de trozas se obtiene a partir de una zona forestal no aprovechada previamente, lo normal será extraer un considerable volumen de trozas durante la fase inicial de desarrollo, cuando se desmonte el terreno para carretaras, cargaderos y sitios a construir. Estas trozas pueden transformarse convenientemente en vigas y tablones utilizando un aserradero móvil o portátil próximo a la fuente de abastecimiento. La madera aserrada producida puede utilizarse para la operación de bosque y aserradero o se puede vender para producir dinero y ayudar al desarrollo de los mercados.

Si el suministro de trozas se obtiene de una zona que produce ya una pequeña cantidad de trozas que se utilizan en sierras de aire o en aserraderos privados escasos de energía, existirá una base sobre la que puede desarrollarse un aserradero semi-permanente o permanente.

3.1.2 Abastecimiento de trozas hasta 5 000 m³/A

Para un volumen de abastecimiento de trozas de unos 5 000 m³/A la solución más económica es una explotación con aserradero móvil o portátil, pudiendo dicho aserradero seguir el avance de carreteras de explotación en zonas no aprovechadas anteriormente. Las necesidades de capital son reducidas, la calidad de la madera aserrada producida es plenamente aceptable para los usos finales contemplados y la mano de obra de explotación es de cuatro a ocho hombres, dependiendo de las opciones elegidas.

En la figura 1 y en la lámina 1 se presenta el esquema típico de un pequeño aserradero móvil o portátil.

3.1.3 Abastecimiento de trozas hasta 10 000 m³/A

Con un volumen de suministro de trozas de unos 10 000 m³/A un aserradero semi-permanente permite más flexibilidad en la variedad de los productos finales, mejora la precisión dimensional al obtener los tamaños y aumenta el rendimiento en madera aserrada de las trozas. Puede incluirse equipo auxiliar, como bastidores de rodillos y mesas de transbordo, para facilitar la manipulación de la madera aserrada dentro del aserradero, así como transportadores de residuos y serrín para ayudar a mantener limpias las zonas de trabajo.

Dicho aserradero puede emplazarse cerca de una comunidad establecida donde puede ser una ventaja la estabilidad de la mano de obra y además la disponibilidad de productos secundarios procedentes del aserradero puede favorecer el desarrollo de pequeñas industrias secundarias. La mayor parte de la producción de madera aserrada del aserradero podría venderse en la zona inmediata, si existe demanda, o transportarse a zonas desarrolladas.

Si es posible lograr en unos años un aumento en el volumen de abastecimiento de trozas de aserrar, pasando de 10 000 m³/A a 20 000 m³/A, podría construirse el aserradero inicial como aserradero permanente, proyectado de tal forma que se pueda lograr con facilidad la expansión a la capacidad superior, siempre que la demanda de madera aserrada justifique tal expansión.

En la figura 2 y en la lámina 2 se presenta un esquema típico de aserradero semi-permanente o permanente.

3.1.4 Abastecimiento de trozas hasta 20 000 m³/A

Con un abastecimiento sostenido de trozas de unos 20 000 m³/A es posible establecer un aserradero permanente que puede convertirse en un factor importante para el desarrollo de las comunidades locales.

Con un consumo de esta magnitud se añade una desdobladora para compartir la carga con la sierra principal, necesitándose una mayor capacidad de retestado y clasificación. Además, la manipulación de trozas dentro del aserradero, la limpieza de las trozas, la

Lámina 1 Aserradero circular móvil

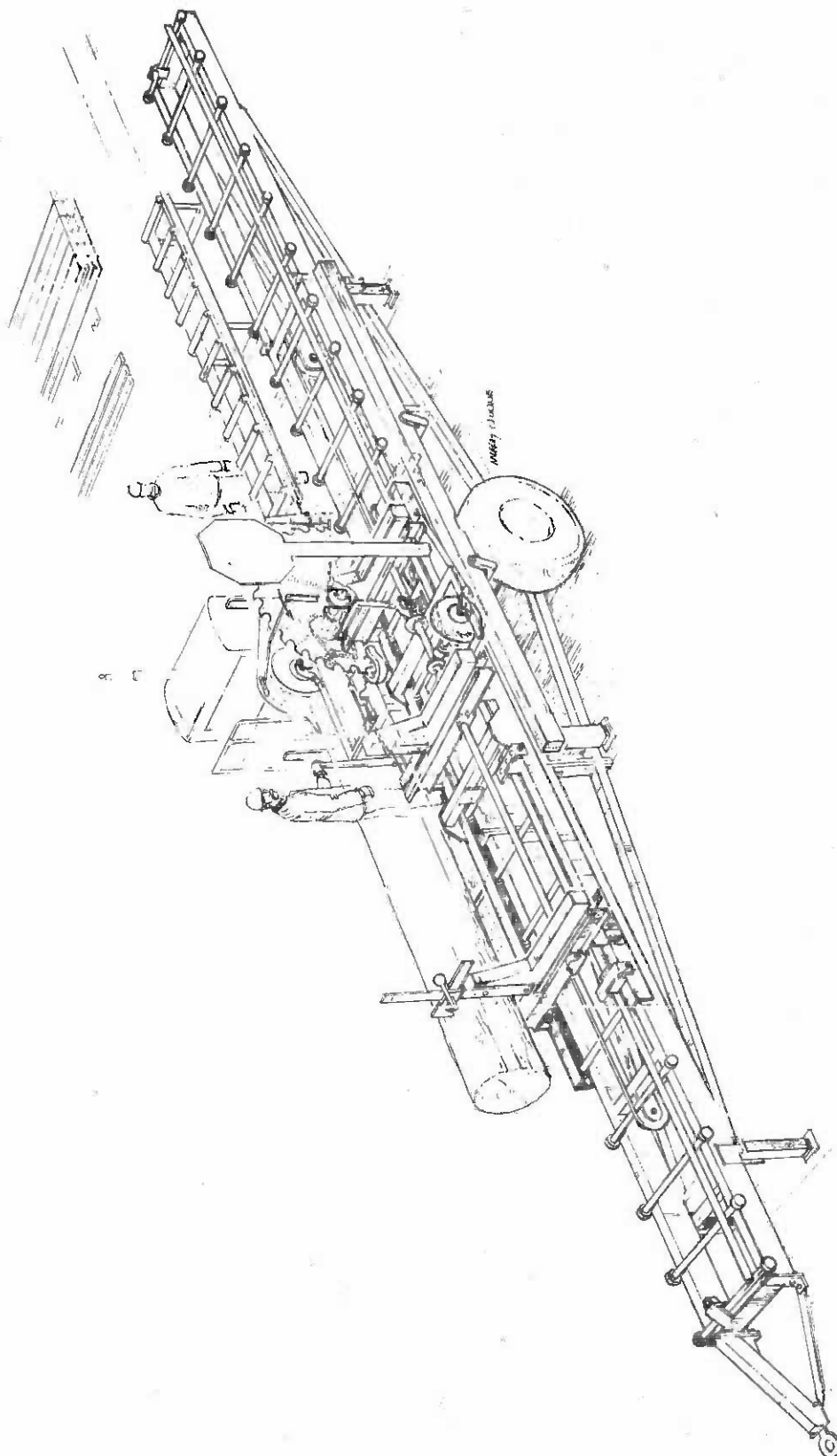
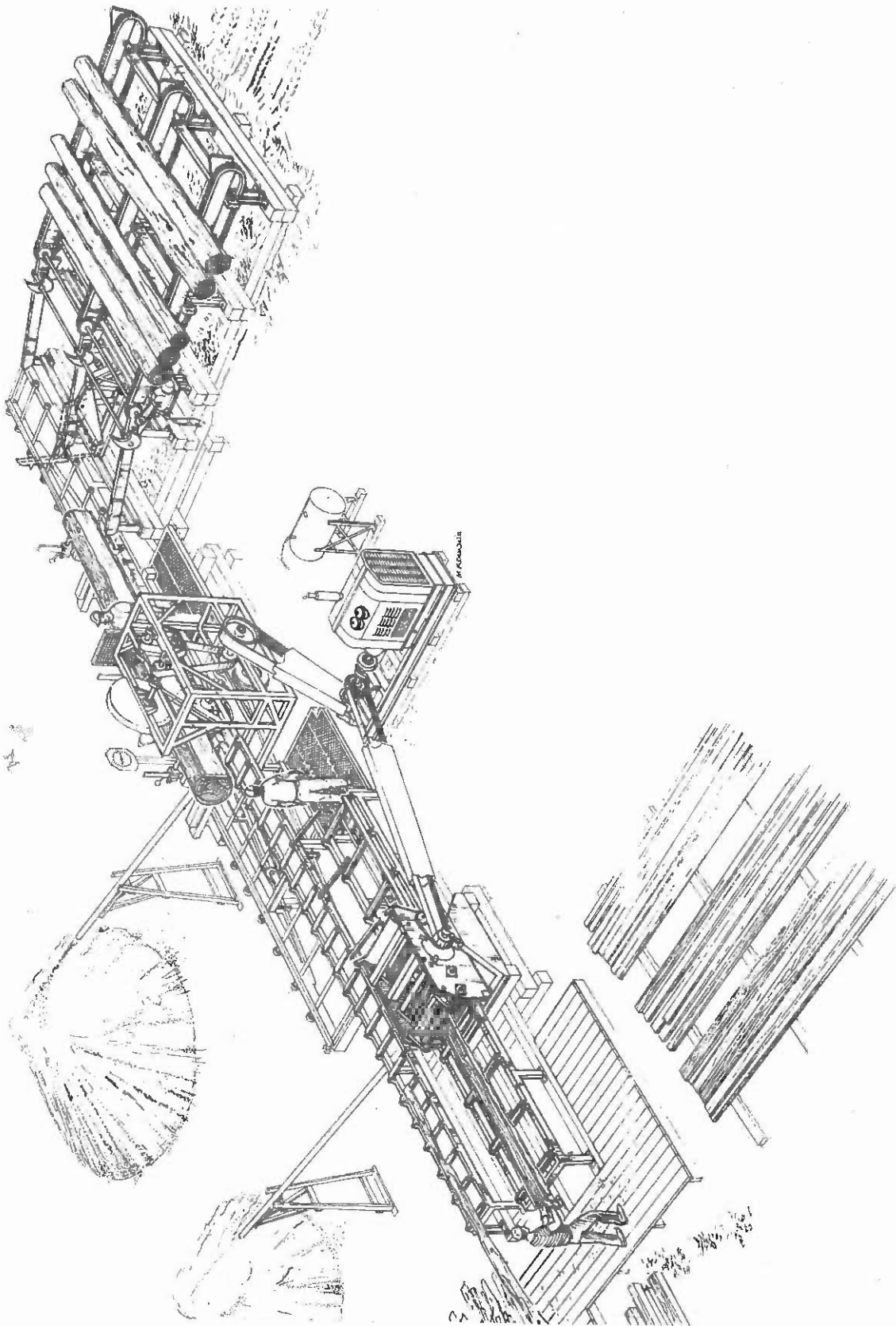


Lámina 2 Aserradero circular semipermanente instalado
directamente sobre el terreno



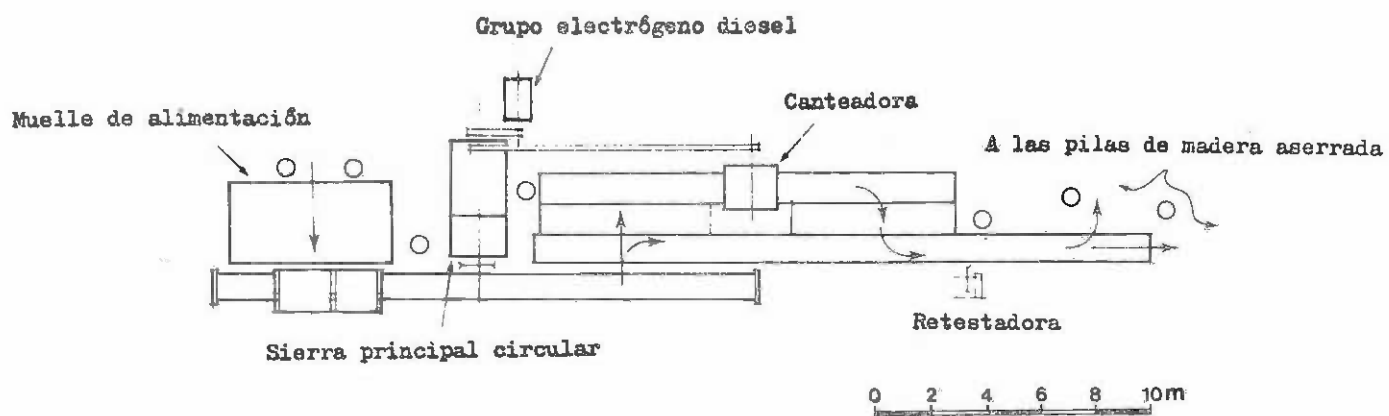


Figura 1 - DISEÑO DE UN ASERRADERO PEQUEÑO, MOVIL O PORTATIL

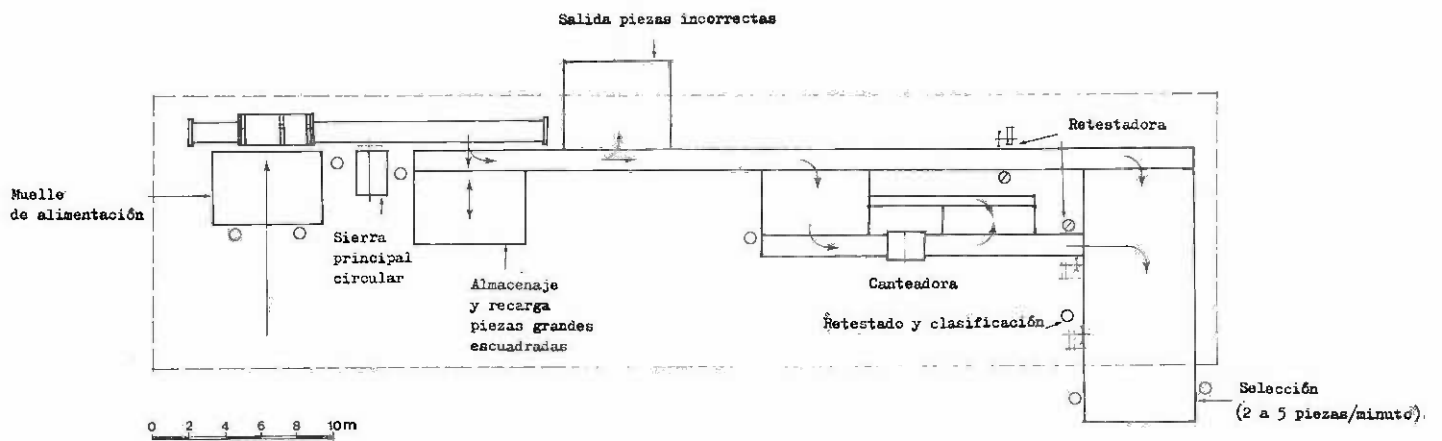


Figura 2 -- DISEÑO DE UN ASERRADERO PEQUEÑO SEMIPERMANENTE O PERMANENTE

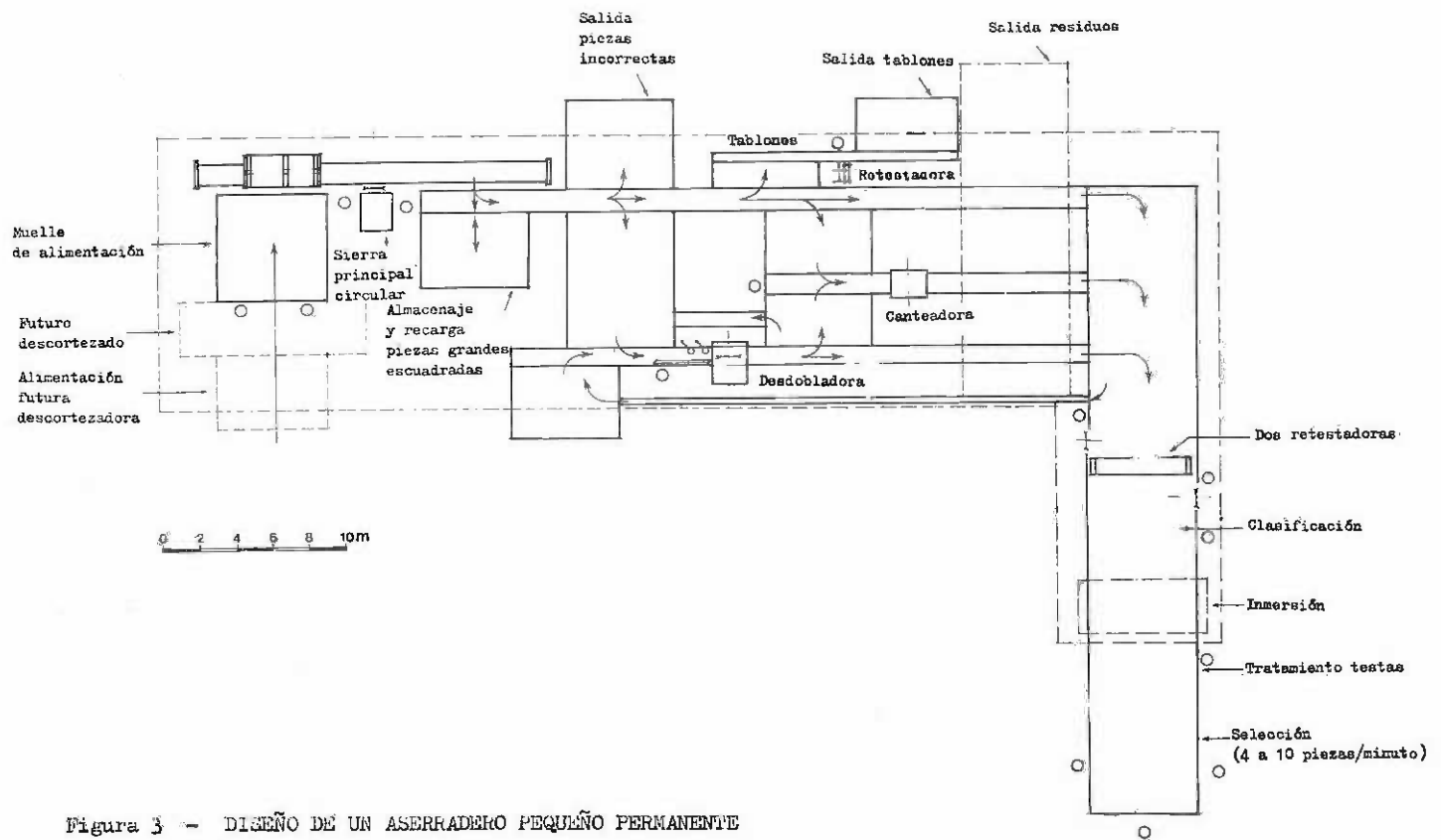


Figura 3 - DISEÑO DE UN ASERRADERO PEQUEÑO PERMANENTE

extracción de los productos acabados y de los productos secundarios, debe guardar relación con las capacidades de producción de la maquinaria del aserradero. Generalmente se aplica más energía a la sierra principal, a la desdobladora y a las canteadoras a fin de obtener mayores velocidades de corte que las utilizadas en los aserraderos semi-permanentes.

El diseño de un aserradero permanente, que se muestra en la figura 3, es una versión ampliada del aserradero descrito anteriormente para 10 000 m³/A.

3.2 Elección del emplazamiento

Suponiendo que se ha encontrado una fuente apropiada de trozas (sección 1.1), la elección del emplazamiento para un aserradero vendría condicionada por tres factores principales, que son: el tipo y dimensión de la operación de aserrío, el coste de transporte de las trozas hasta el sitio propuesto y la situación de una comunidad existente que pueda proporcionar gran parte de la mano de obra, reduciendo y posiblemente eliminando la necesidad de viviendas para empleados y otros servicios.

Al abrir una nueva zona no explotada anteriormente, un aserradero móvil o portátil, que siga la construcción de la carretera, puede servir como fuente de material de construcción o puede generar con prontitud dinero, con una inversión mínima de capital. En este caso, un emplazamiento adecuado sería una pequeña zona despejada en una superficie llana a pie de carretera.

En el caso de proyectos de mayor dimensión, con una operación de extracción de trozas bien establecida y segura, es más apropiado un aserradero semi-permanente o permanente. Una industria de este tipo exige un cierto sistema de transporte de trozas para entregar las procedentes del bosque en el patio de trozas del aserradero. Estableciendo un aserradero cerca de una comunidad ya establecida, quizás sea posible utilizar para el transporte de trozas las carreteras o ríos existentes.

Como los costos de la carga de trozas en camión o en sistema fluvial y su descarga para almacenaje en aserradero son independientes de la distancia recorrida, los beneficios que se obtienen de un mejor emplazamiento, como en las proximidades de una comunidad existente, frecuentemente compensan los costes de cualquier distancia adicional de transporte.

3.2.1 Criterios sobre el emplazamiento

Los puntos siguientes servirán como lista de comprobación para evaluar los emplazamientos potenciales de un aserradero:

- i. El terreno debe estar bastante nivelado o con una pendiente suave para facilitar el drenaje.
- ii. El subsuelo debe ser compacto, con grava arenosa y bien drenado, capaz de soportar cargas sobre ruedas de camiones madereros y camiones con horquillas elevadoras.
- iii. La superficie no debe estar sujeta a inundaciones debidas a niveles elevados de agua de ríos o lagos próximos o por avenidas súbitas procedentes de terrenos más altos.

- iv. Debe ser accesible a carretera o río, o a ambos, a fin de facilitar el transporte de trozas del bosque al aserradero y el envío de madera aserrada a las áreas de mercado.
- v. Si se puede llevar energía eléctrica apropiada al emplazamiento de la industria desde una fuente próxima, existirá una importante ventaja en el coste de capital y en el coste de explotación.
- vi. Debe haber un buen abastecimiento de agua dulce para beber, para el rociado de las trozas y para la lucha contra incendios.
- vii. Un emplazamiento cercano a una comunidad ya establecida proporciona servicios sociales necesarios para una mano de obra estable, ayudando al desarrollo de la comunidad.
- viii. Debe tenerse en cuenta la dirección de los vientos dominantes para que todo el humo o el polvo vayan fuera de la comunidad.

3.2.2 Superficie del emplazamiento

Para un pequeño aserradero móvil o portátil que funcione cerca de carreteras forestales de acceso, es suficiente una superficie de una o dos hectáreas para acomodar el almacenaje mínimo de trozas, el aserradero, el almacenaje de madera aserrada y la circulación de tránsito.

Para aserraderos que elaboren de 10 000 a 20 000 m³/A de trozas, la superficie del emplazamiento puede calcularse de la forma siguiente:

3.2.2.1 Patio de trozas

- i. Se supone unas existencias medias en patio de unos 2 500 m³ de trozas (o lo que sea necesario para poder soportar cualquier período previsible de caída de la explotación forestal).
- ii. Se supone una longitud máxima de las trozas de 5 m.
- iii. Se supone una altura de apilado con un promedio de 1,5 m.
- iv. Se supone una densidad media de apilado de alrededor del 50% (que admite trozas cortas, trozas torcidas, etc.).
- v. Se dejan vías de circulación rodada de 10 m. de anchura entre pilas y carreteras de 10 m de anchura en los laterales y extremos.

Por consiguiente, el área ocupada por las trozas apiladas es

$$\frac{2\,500\text{ m}^3}{1,5\text{ m de altura} \times 0,5\text{ de densidad}} = \underline{\underline{+ 3\,330\text{ m}^2}}$$

La superficie total del almacenaje de trozas, incluyendo vías rodadas y circulación varía entre cuatro y cinco veces la superficie de apilado, dependiendo de la configuración del patio. Por lo tanto, para el almacenaje de 2 500 m³ de trozas de una sola especie, debe contarse con 3 330 x 4,5, o sea, aproximadamente con 15 000 m² de superficie de patio.

Si se hace una separación de especies en el patio de trozas, se necesitará más superficie, para poder constituir las existencias de cada especie sin solaparse con la superficie destinada a otra especie. Si las existencias máximas de cada especie han de ser de unos 2 500 m³, la superficie total del patio será aproximadamente de 15 000 m² multiplicado por el número de grupos de especies. Por lo tanto, si se hacen 3 separaciones de grupos de especies, la superficie necesaria del patio de trozas será aproximadamente de 15 000 x 3 = 45 000 m².

De lo anterior puede deducirse que la superficie del patio de trozas es función de la necesidad de existencias de trozas más que de la capacidad del aserradero, aunque un aserradero mayor tenga que tener mayores existencias de trozas para soportar los períodos de descenso de la explotación forestal debidos, por ejemplo, a las malas condiciones climáticas.

3.2.2.2 Patio de secado al aire

- i. Se supone un período medio de seis semanas en el patio de secado al aire para las pilas de madera aserrada.
- ii. Se supone un equivalente aproximado de 60 m³ de madera sólida (E.M.S.), de la madera aserrada procedente de cada 100 m³ de trozas elaboradas por el aserradero.
- iii. Se supone que las pilas contienen alrededor de 20 m³ (E.M.S.) de madera aserrada (5m x 2m x 2m).
- iv. Se supone una longitud máxima de la pila de 5 m.
- v. Se supone una densidad media de la pila de alrededor del 80%.
- vi. Se dejan caminos de rodadura de 10 m de anchura entre pilas y carreteras de 10 m de ancho en los laterales y extremos.

Por consiguiente, el volumen de madera aserrada producido por el aserradero en 6 semanas es :

$$\frac{10\ 000 \times 6}{52} \times \frac{60}{100} = + 692\ m^3\ (E.M.S.)$$

$$\frac{692\ m^3}{2\ m\ de\ altura \times 0,8\ de\ densidad} = + 433\ m^2$$

La superficie total del patio de secado al aire más los caminos de rodadura y circulación varía entre cinco y siete veces la superficie de apilado, dependiendo de la configuración del patio. Por lo tanto, para el almacenaje de una sola especie con un volumen de

$\pm 692 \text{ m}^3$ de madera aserrada, apilada de forma compacta, debe contarse con 433×6 , o sea, aproximadamente $2\,600 \text{ m}^2$ de superficie de patio. Si se hace separación de especies, se necesita algo más de superficie, dependiendo de la proporción de cada especie, o sea unos $3\,000 \text{ m}^2$.

Si el tiempo de secado en el patio es mayor o menor que el supuesto de 6 semanas, la superficie de patio debe ajustarse proporcionalmente.

Puede deducirse de lo anterior que la superficie del patio de secado al aire es función tanto del ritmo de producción del aserradero como del tiempo de secado. Así, un aserradero de $20\,000 \text{ m}^3$ necesitaría el doble de superficie con el mismo tiempo de secado.

3.2.2.3 Superficie de edificaciones

La superficie ocupada por el aserradero, oficinas, talleres, grupo electrógeno, instalaciones sanitarias, estanque de agua para incendios y carreteras de circulación no suele ser superior a una hectárea para el tamaño de los aserraderos que se consideran.

3.2.2.4 Estanque de trozas

Para aquellos emplazamientos en que el almacenaje de trozas se hace en estanque destinado a tal fin, la superficie de agua debe calcularse de la forma siguiente:

- i. Se supone unas existencias medias de unos $2\,500 \text{ m}^3$ de trozas (o lo que resulte necesario para soportar el período de descenso de la explotación maderera).
- ii. Se supone una longitud máxima de las trozas de 5 m.
- iii. Se supone un diámetro medio de las trozas de unos 600 mm.
- iv. Se supone que todas las trozas están flotando en una sola capa en la superficie del agua.
- v. Se supone una relación media entre la superficie de trozas y la superficie del agua del 75% (que admite trozas curvadas, trozas cortas, etc.).

Por lo tanto, la superficie de agua ocupada por las trozas flotantes es:

$$\frac{2\,500 \text{ m}^3}{\frac{11}{4} (0,600) \times 0,75 \text{ (relación)}} = \underline{\underline{\pm 7\,100 \text{ m}^2}}$$

La superficie total, para permitir el movimiento de las trozas, los pasos de las lanchas y la circulación, varía entre 1,25 y el doble de la superficie anterior, dependiendo de la configuración del estanque. Por ello para el almacenaje de una sola especie con $2\,500 \text{ m}^3$ de trozas, debe contarse con $7\,100 \times 1,6$ o sea más o menos $11\,400 \text{ m}^2$ de superficie de estanque.

Si se va a hacer separación de especies en el estanque para $2\,500 \text{ m}^3$ de trozas, puede necesitarse algo más de superficie para constituir las existencias de cada especie sin

solaparse con la superficie asignada a otro grupo de especies. En consecuencia, si se hacen tres separaciones por grupos de especies puede ser necesario aumentar la superficie del estanque de trozas hasta 14 000 m² aproximadamente.

3.2.2.5 Ejemplos de superficies de emplazamiento

- i. Abastecimiento de trozas 10 000 m³/A; patio 2 500 m³
 3 clases de especies
 Tiempo de secado al aire, 6 semanas

a) Patio de trozas	15 000 m ²
b) Patio de secado al aire	3 000 m ²
c) Superficie de edificaciones	10 000 m ²
Total = ±	28 000 m ²

- ii. Abastecimiento de trozas 10 000 m³/A; estanque 2 500 m³
 3 clases de especies
 Tiempo de secado al aire, 6 semanas

a) Estanque de trozas	14 000 m ²
b) Patio de secado al aire	3 000 m ²
c) Superficie de edificaciones	10 000 m ²
Total = ±	27 000 m ²

- iii. Abastecimiento de trozas 20 000 m³/A; patio 5 000 m³
 2 clases de especies
 Tiempo de secado al aire, 8 semanas

a) Patio de trozas, 15 000 x 2	30 000 m ²
b) Patio de secado al aire, 2 600 x 2 x $\frac{8}{6}$	7 000 m ²
c) Superficie de edificaciones	10 000 m ²
Total = ±	47 000 m ²

- iv. Abastecimiento de trozas 20 000 m³/A; estanque 5 000 m³
 2 clases de especies
 Tiempo de secado al aire, 8 semanas

a) Estanque de trozas	26 000 m ²
b) Patio de secado al aire	7 000 m ²
c) Superficie de edificaciones	10 000 m ²
Total = ±	43 000 m ²

3.2.3 Distribución del emplazamiento

El emplazamiento debe disponerse de modo que favorezca un flujo ordenado de las materias primas y de los productos. Las trozas deben entregarse en las zonas de almacenaje de trozas sin obstruir otro tráfico en la superficie del aserradero. La clasificación, si se precisa, debe realizarse en las superficies de almacenaje y las trozas se transportarían al muelle de alimentación para mantener un suministro adecuado de la sierra principal. Análogamente, la producción de madera aserrada procedente de la cadena de madera verde debe trasladarse al patio de secado, seguidamente al almacenaje de productos acabados y a la zona de envíos. (Véanse las figuras 1 a 3). Si el emplazamiento está situado en una zona rodeada de bosque, debe dejarse raso un cortafuegos de 30 m. de anchura rodeando todo el perímetro de la finca que ocupe el aserradero.

3.2.4 Almacenaje de trozas

El almacenaje de trozas puede realizarse en un patio de trozas, en un estanque o en ambos, dependiendo de los métodos empleados para la entrega de las trozas procedentes del bosque.

Un aserradero pequeño móvil o portátil, emplazado en una zona aclarada junto al área de construcción de una carretera, necesita solamente existencias de trozas para unos pocos días, dependiendo del abastecimiento de las trozas extraídas en el curso de la construcción de la carretera. Tal abastecimiento de madera suele ser variable ya que las dificultades del terreno o un mal tiempo imprevisto pueden hacer más lenta la construcción de la carretera y, en consecuencia, reducir el flujo de materias primas.

Los aserraderos con suministros de trozas de 10 000 a 20 000 m³/A se proyectan para funcionar de forma continua durante 5 o 6 días a la semana con un turno, como mínimo, de 8 horas o más de trabajo diario. En estas condiciones, la capacidad del almacenaje de trozas debe ser suficiente para que el aserradero pueda funcionar a niveles normales durante los periodos en que se interrumpe la extracción de trozas debido al mal clima de la estación o cuando los trabajadores forestales dejan temporalmente sus puestos para cultivar sus propias cosechas.

3.2.4.1 Volumen de Almacenaje de trozas

El volumen de almacenaje de trozas puede calcularse de la siguiente forma:

- i. Calcular el número de días de funcionamiento pleno al año
Total de días del año = 365
Cierre anual por vacaciones = 14 días
Días de fin de semana no productivos, 50 x 2 = 100 días
Observancias religiosas y oficiales = 11 días
125 días 125
Días de producción al año 240
- ii. Necesidades diarias de volumen de trozas
$$= \frac{10\,000\text{ m}^3}{240\text{ días}} = 41,67\text{ m}^3\text{ diarios}$$
- iii. Si el número de días de trabajo en que no pueden entregarse trozas al aserradero es de 60 días, las existencias mínimas de trozas al comienzo de un periodo de 60 días es de $60 \times 41,67 = 2\,500\text{ m}^3$ de trozas.
- iv. El ritmo con que pueden entregarse trozas al aserradero a fin de contar con existencias durante un periodo de un año es el siguiente:

Total de días de trabajo del aserradero	=	240
Días sin entrega	=	60
Días con entrega de trozas	=	<u>180 días</u>
Volumen anual necesario	=	10 000 m ³
Por tanto, volumen entregado diariamente	=	$\frac{10\,000}{180} = 55,6\text{ m}^3$

Si la mezcla de especies de trozas es tal que conviene separarlas en grupos independientes para su aserrado, secado y comercialización, debe determinarse la proporción entre cada grupo de especies y el abastecimiento total de trozas, calculándose en la forma antes indicada las cantidades de existencias.

3.2.4.2 Disposiciones para el almacenaje de trozas

La disposición de la superficie de almacenaje de trozas debe diseñarse para que cumpla los siguientes requisitos:

- i. Separación por especies de acuerdo con el uso final y con las características de aserrado (si es necesario).
- ii. Separación de cada especie en grupos por diámetro y longitud, si las trozas entregadas son de tamaños variables.
- iii. Utilización ordenada de las existencias para evitar períodos de almacenaje excesivamente largos, especialmente en el caso de especies muy susceptibles a la decoloración por hongos o a daños por insectos.
- iv. Formación de pilas de existencias convenientemente clasificadas por tiempo y en cantidad suficiente para cubrir los períodos en que no es posible la explotación forestal.
- v. Separación de las pilas para reducir el peligro de incendios que pasen de una pila a otra.
- vi. Facilidad de transporte de las trozas desde su almacenaje hasta la entrada en el aserradero.

3.2.4.3 Patio de trozas

El patio de almacenaje de trozas debe estar situado cerca de la entrada de éstas en el aserradero con el fin de reducir al mínimo las distancias de recorrido. Debe limpiarse y desbrozarse su superficie a fin de eliminar la capa superior del suelo, los tocones y las raíces grandes. Conviene extender y apisonar una capa de grava y arena sin clasificar y con una profundidad de unos 200 mm a fin de formar una base para los caminos de circulación rodada y para ayudar a evitar el rebrote de las malezas.

A fin de reducir el deterioro de las trozas durante el almacenaje, las pilas deben rociarse con agua de forma regular o almacenarse en estanques de trozas (véase 3.3.1).

Debe dotarse de firme a los caminos de circulación rodada, mediante grava machacada y clasificada a fin de proporcionar una superficie de rodadura bien drenada en todas las condiciones climáticas. Suele ser suficiente una capa de grava de unos 250 mm, aunque esta cantidad puede variar según las condiciones locales.

Los caminos para circulación rodada y las pilas deben alinearse de forma que las lluvias intensas desagüen fuera del emplazamiento.

Las pilas de trozas deben apoyarse por encima del terreno sobre otras trozas longitudinales resistentes a la pudrición. Esto mantendrá la superficie de las trozas libres de arena y grava, reduciéndose así los daños de las sierras.

En el punto 3.2.2 se describe el método para calcular la superficie del patio de trozas.

3.2.4.4 Estanque de trozas

El estanque para el almacenaje de trozas debe situarse de modo que se disponga del máximo volumen de trozas lo más cerca posible de la entrada de trozas al aserradero.

Aunque una masa de agua ya existente pueda ser suficientemente grande para acomodar el volumen necesario de trozas, habrá que evaluar otros varios factores. Por ejemplo, hay que considerar los siguientes:

- i. El agua profunda dificulta la recuperación de las trozas que se hunden cuando están almacenadas.
- ii. La fluctuación de los niveles del agua puede impedir el traslado al aserradero durante los períodos de agua baja.
- iii. Unas fuertes corrientes de agua en épocas de inundación pueden llevarse las trozas fuera del almacenaje.

Si hay que construir un estanque de trozas, la forma más económica es la circular, o, en menor medida, la cuadrada. El agua no debe ser profunda, siempre que sea suficiente para que floten las trozas más grandes o más pesadas. Un estanque poco profundo facilita la recuperación de las trozas que se almacenan sumergidas o que se hunden cuando están almacenadas.

Las trozas se transportan desde el estanque al aserradero siguiendo deslizaderos que se deben situar directamente frente a la entrada del aserradero. Unos canales de trozas, alineados con trozas flotantes largas y encadenadas entre sí, sirven para dirigir las trozas de aserrar de forma ordenada hacia los deslizaderos. Las trozas deben orientarse en los canales de forma que entren en el deslizadero sin tener que darles la vuelta. El deslizadero debe llevarlas al muelle de alimentación en posición correcta para cargarlas en el carro de la sierra principal.

3.3 Protección y manipulación de las trozas

3.3.1 Protección de las trozas

Las trozas almacenadas necesitan protección contra incendios y contra el ataque de insectos y hongos y también contra el deterioro debido a un secado irregular.

Las características de las especies y las condiciones locales determinarán si es mejor almacenar las trozas con corteza o sin ella y también, si las pilas de trozas deben rociarse con agua o dejarlas secas. Las principales ventajas de rociar las pilas de trozas incluyen la protección contra incendios y la reducción de la incidencia de daños producidos

por insectos y hongos. El rociado reduce también el agrietamiento de las testas y las rajaduras longitudinales de las trozas y da un contenido de humedad más uniforme, lo que mejora las propiedades para el aserrado.

Los aserraderos móviles o portátiles que utilizan unos $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de trozas, normalmente necesitan sólo una mínima protección contra incendios porque el período de almacenaje de las trozas es relativamente corto.

Los aserraderos que elaboran de $10\,000$ a $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ cuentan con mayores existencias de trozas y, por ello, es importante un rociado regular. Si el emplazamiento está rodeado de un bosque denso debe desmontarse a su alrededor un cortafuegos de unos 30 m de anchura.

3.3.2 Alimentación de trozas

El equipo necesario para trasladar las trozas desde el patio de almacenaje al muelle de alimentación de trozas puede ser sencillo y relativamente poco costoso.

Para un aserradero móvil o portátil que elabore unos $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$, se puede utilizar energía animal para tirar de un trineo sencillo que transporta las trozas. Las trozas no se deben arrastrar directamente sobre el terreno porque esto da lugar inevitablemente a que se claven la arena y las piedras en la superficie de las trozas, causando costosos daños a las sierras y graves pérdidas de tiempo de producción.

Para un aserradero que elabore unos $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ puede utilizarse un cargador de trozas sencillo o un camión transportador de trozas. Este no necesita más que un chasis fuerte de camión con un bastidor y un torno montacargas en la parte trasera para elevar y transportar las trozas hasta el muelle de alimentación. Alternativamente, se puede cargar una serie de trozas en un remolque sencillo, llevándolas hasta el muelle de alimentación de trozas.

Para un aserradero que elabore unos $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ se puede utilizar un equipo similar pero con mayor número de unidades para poder manipular un volumen superior. Es difícil justificar para este tamaño de operación el empleo de camiones grandes y de gran potencia con horquillas transportadoras de trozas, porque precisan grandes áreas de maniobra y buenas carreteras utilizables en toda época para poder soportar las grandes cargas por rueda que imponen tales vehículos. También son muy caros de adquisición y mantenimiento.

3.3.3 Muelle de alimentación de trozas

El muelle de alimentación de trozas es un dispositivo formado por una serie de apoyos que conducen a la posición en que se cargan las trozas sobre el carro de la sierra principal. Las trozas que entran se colocan sobre los apoyos, paralelas y alineadas con la posición de carga de las trozas. (Véase la lámina 2).

Los apoyos pueden componerse de una serie de durmientes colocados sobre una ladera ligeramente inclinada hacia abajo, sobre la cual las trozas ruedan o se deslizan por gravedad, hasta la posición de carga, o pueden ser unas vías horizontales de cadenas con un sistema mecánico de alimentación controlado por el aserrador de la sierra principal.

En la posición de carga es necesario tener unos dispositivos importantes para inmovilizar las trozas a fin de evitar que caigan a la zona de recorrido del carro. Estos

dispositivos de retenida de las trozas están frecuentemente combinados con brazos de carga destinados a ayudar al movimiento de la troza desde el muelle de alimentación al carro de trozas. Con frecuencia se instalan dispositivos para girar las trozas como parte del muelle de alimentación.

3.3.4 Limpieza de las trozas

Antes de cargarlas sobre el carro para realizar los primeros cortes, las trozas deben ser inspeccionadas en cuanto a piedras, arena o fragmentos de metal que pueden estar clavados en su superficie. Esto se hace mejor en una superficie situada inmediatamente delante del muelle de alimentación de trozas, de tal modo que los trabajadores que extraen estos materiales no se encuentren expuestos a ningún equipo en movimiento. Es muy conveniente un rociado con agua para lavar la arena e impurezas de la superficie de las trozas.

3.3.5 Descortezado de las trozas

El descortezado de las trozas tiene la ventaja de que reduce el daño y el desgaste de la sierra principal ocasionado por la arena y las piedras que con frecuencia se clavan en la corteza durante la explotación, transporte y manipulación en el patio del aserradero. Una reducción del desgaste de la sierra principal se traduce en períodos de tiempo más prolongados entre afilados sucesivos de la sierra y, en consecuencia, en una producción mayor por turno y en una reducción de los costes de afilado de las sierras. Además, una troza sin corteza puede ser evaluada de forma más eficiente por el aserrador de la sierra principal, lo que debe mejorar la calidad de la madera aserrada producida.

El descortezado se puede realizar con mano de obra sin especializar, utilizando herramientas manuales antes de que las trozas lleguen al muelle de alimentación. Alternativamente, pueden emplearse descortezadoras mecánicas instaladas delante del muelle de alimentación.

Al calcular la viabilidad del descortezado hay que relacionar el coste de esta operación con el valor estimado de los beneficios descritos al principio de esta sección. Sin embargo, para los tamaños de aserraderos considerados en esta guía, las descortezadoras mecánicas suelen ser demasiado caras para justificar su empleo, a menos que se desarrolle un mercado para la madera de desecho destinado a la producción de pasta. Para este fin la madera de desecho debe estar libre de corteza.

En el caso de que esté justificada la incorporación de una descortezadora mecánica, hay cuatro tipos a considerar:

- i. Batidora de cadenas
- ii. Cabeza descortezadora
- iii. Cambial
- iv. De anillo

Las descortezadoras de batidora de cadenas no son convenientes para extraer la corteza dura y los tipos cambial y de anillo son costosos de comprar y mantener. La

Lámina 3 Sierra principal circular con sierra superior

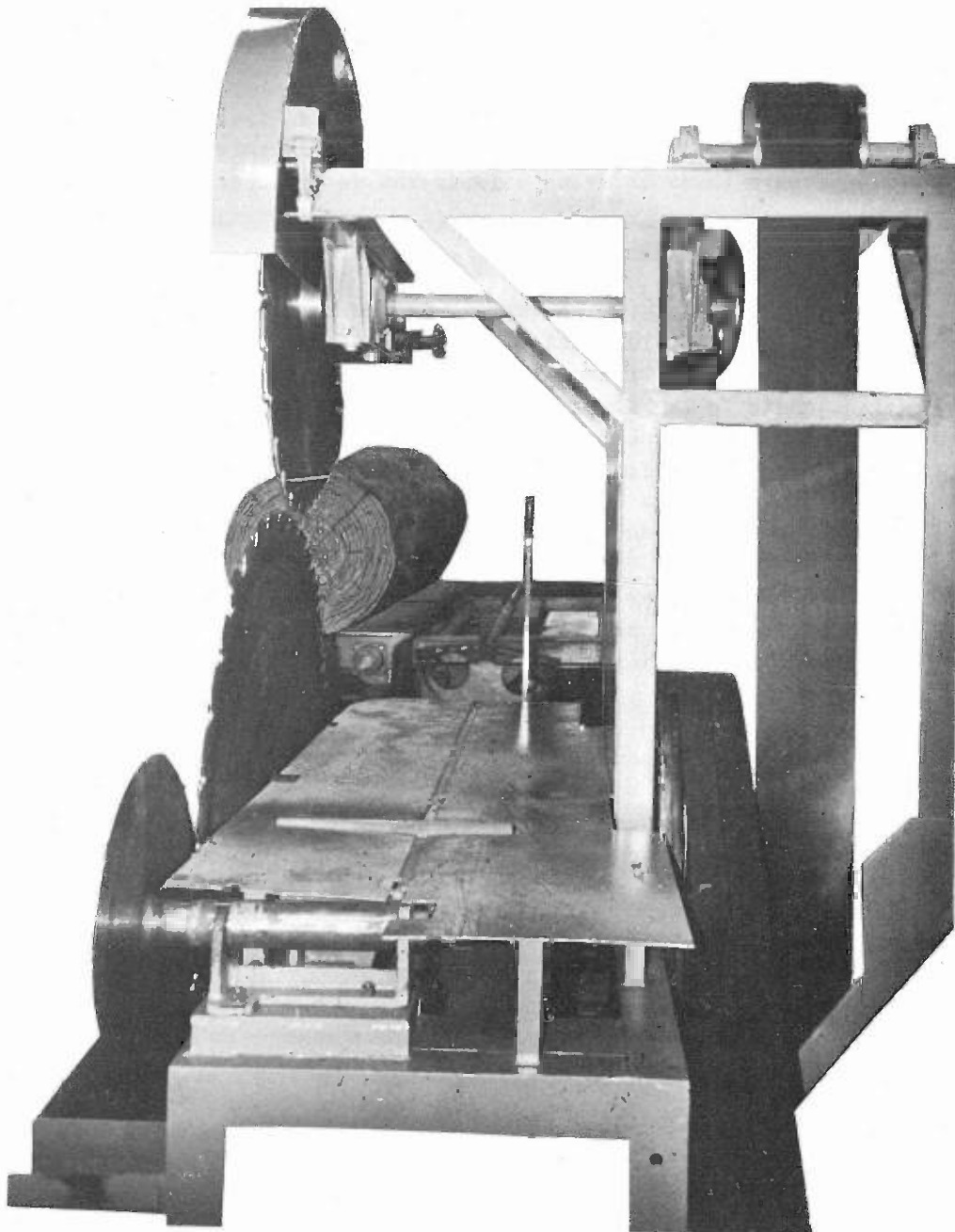
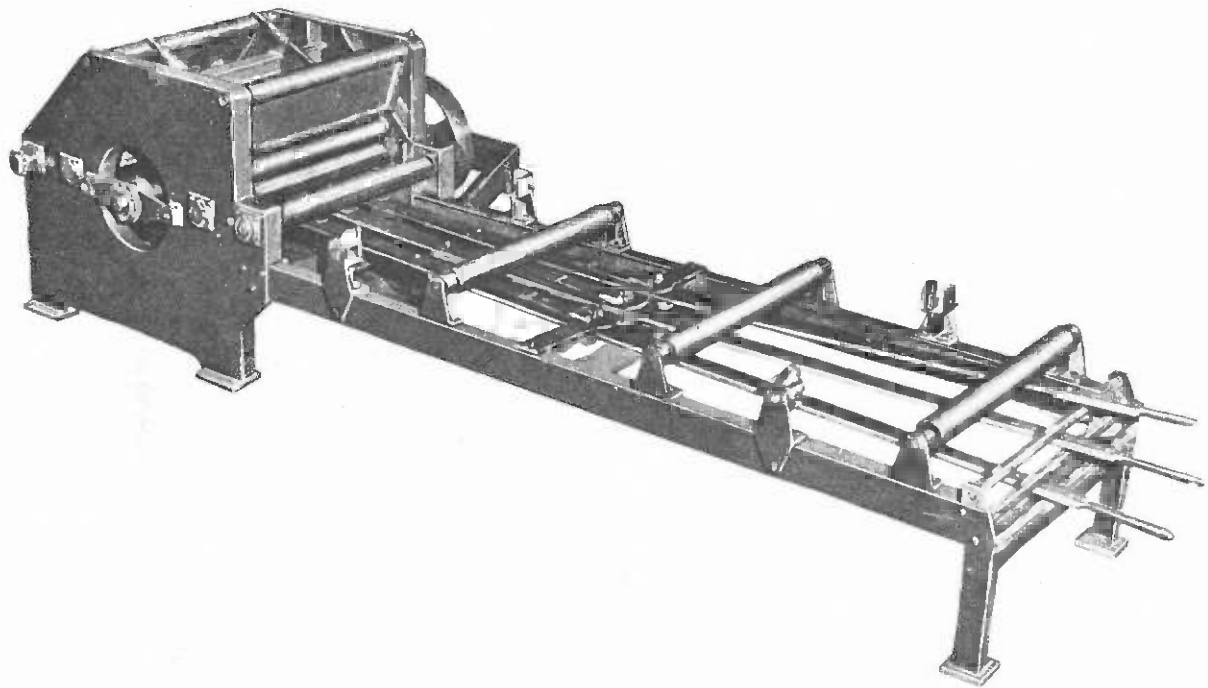


Lámina 4 Canteadora pequeña de dos sierras



descortezadora de cabeza es generalmente la más eficaz para emplearla en pequeños aserraderos.

3.4 Maquinaria necesaria

Un tipo apropiado de sierra principal para un aserradero móvil o portátil tendría una sierra de cabeza circular de 1 200 mm a 1 500 mm de diámetro, que cortaría diámetros máximos de trozas de 650 mm a 850 mm. Las sierras de dientes postizos son convenientes para una amplia variedad de especies y son relativamente fáciles de mantener.

La canteadora fija manual tendría dos sierras circulares de unos 500 mm de diámetro para cortar espesores hasta de 150 mm.

Una tronzadora sencilla basculante o deslizante serviría para realizar cualquier corte longitudinal. En las primeras etapas de la industria gran parte de la madera aserrada podría comercializarse probablemente sin retestar las puntas.

Sería adecuado un motor diesel con una potencia de 130 kW, cuyo consumo sería de unos 13 litros de combustible por hora de producción.

Una industria con un suministro de trozas de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ debería contar con una sierra principal circular de 1 500 mm de diámetro, más una sierra superior de unos 1 000 mm de diámetro para aceptar trozas con diámetro máximo de 1 200 mm. (Véase la lámina 3).

Se necesitaría una canteadora fija manual, con dos sierras circulares de unos 600 mm de diámetro, para cortar espesores hasta de 200 mm. (Véase lámina 4).

"Una retestadora de tipo de montaña" de dos sierras, realizaría todo el retestado para clasificar y dar longitudes a tablonés y tablas. Se utilizaría una tronzadora basculante o deslizante para las vigas. (Véase lámina 5).

La manipulación de las trozas desde el patio hasta el muelle de alimentación de la sierra principal podría realizarse mediante tiro de animales o con un camión sencillo transportador de trozas, equipado con grúa. Desde su almacenaje en agua las trozas podrían manipularse utilizando un deslizadero equipado con cable y cabrestante.

Un motor diesel con 150 kW de potencia suministraría la energía para la industria, con un consumo de unos 15 litros de combustible por hora de producción.

Un aserradero con un consumo de $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de trozas tendría la misma sierra principal que el aserradero de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$, pero con más potencia para las sierras a fin de que puedan trabajar con mayores velocidades de alimentación. Una desdobladora con sierra de 1 000 mm de diámetro compartiría con la sierra principal la tarea de aserrado al hilo. La canteadora y las retestadoras serían las mismas que para el aserradero de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$, pero se necesitaría una mesa de clasificación más larga después de la retestadora. Más bastidores de rodillos, mesas de transbordo y transportadores de productos secundarios ayudaría a trasladar la madera aserrada, manteniendo limpio el suelo del sitio de trabajo.

Las necesidades de energía se elevarían a unos 250 kW que podrían obtenerse mediante dos equipos eléctricos diesel de 130 kW con un consumo de unos 26 litros de combustible por hora de producción.

3.4.1 Aserrado o despiece de las trozas

Cuando se carga una troza sobre el carro de la sierra principal, el aserrador debe colocarla en la mejor orientación para lograr el esquema de despiece que desea utilizar. La configuración general de la troza tiene también una influencia importante sobre la posición en que ésta se coloca.

Otro factor importante a tener en cuenta es, en una especie dada, si la madera de calidad está en la parte externa de la troza o en el centro. Cuando la madera de calidad está en la parte externa, debe colocarse la troza sobre el carro de tal forma que cualquier conicidad longitudinal quede levantada sobre los brazos del carro y la cara de la troza a cortar queda paralela a la línea de aserrado. Si la madera de calidad está en el centro de la troza, los brazos del carro deben ajustarse de tal forma que el eje longitudinal de la troza queda paralelo a la línea de aserrado.

Cuando la troza tiene una curva pronunciada de un extremo a otro, los primeros cortes se suelen hacer con la curva colocada en el plano vertical.

3.4.1.1 Esquemas de despiece

Los esquemas de despiece a seguir se basan en las exigencias del mercado en un área determinada. En algunas áreas el mercado parece exigir una gran variedad de espesores y anchos de madera aserrada, pudiendo atribuirse con frecuencia esta práctica a la versatilidad de aserraderos muy pequeños y a operaciones de aserrado al aire que podrían permitirse en el pasado cortar de acuerdo con las exigencias específicas de cada cliente.

A fin de obtener un alto rendimiento en madera aserrada y atender la mayor amplitud de mercados, suele ser necesario racionalizar los tamaños de la madera aserrada a obtener. Deben establecerse espesores y anchuras normalizados con clasificaciones que permitan que las dimensiones mayores sean descompuestas de nuevo por aserraderos que vuelven a elaborar la madera.

Dentro de los términos de referencia adoptados para esta guía, la producción principal de los aserraderos pequeños y medianos será la madera aserrada de construcción con las dimensiones y usos finales que se sugieren a continuación:

- i. Tablas de unos 25 mm de espesor y anchos de 100 mm a 300 mm con incrementos de 25 mm o 50 mm. Son apropiadas para encofrados de hormigón, tejados, suelos y fabricación de cajas.
- ii. Tablones de unos 50 mm de espesor, con anchos de 100 mm a 300 mm, con incrementos de 50 mm. Son apropiados para madera aserrada de encofrar en trabajos de hormigón, estructuras de casas, estructuras de pequeñas construcciones, viguetas de suelos, vigas de tejados, y muebles.
- iii. Vigas con espesores de 75 mm a 300 mm, con incrementos de 25 mm o 50 mm, y anchos de 75 mm a 300 mm, también con incrementos de 25 mm o 50 mm. Sirven para postes, vigas, jácenas, traviesas de ferrocarril, apeas de mina y para nueva elaboración en industrias secundarias.

Lámina 5 Sierra basculante utilizada para retestar madera aserrada

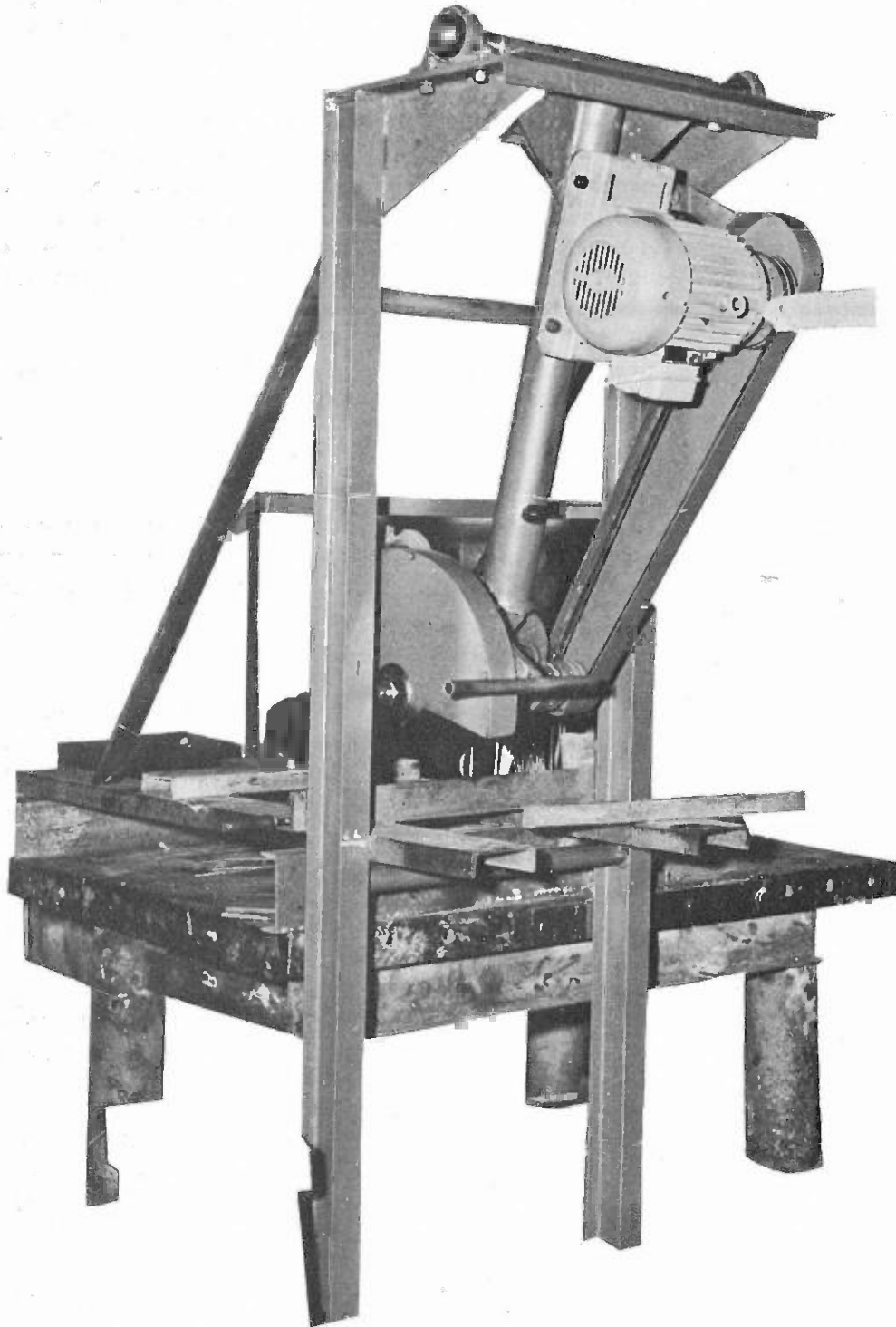
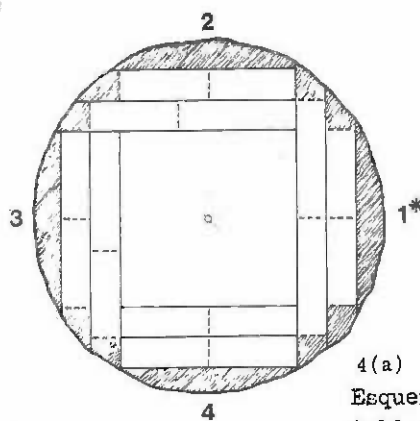


Figura 4 - DIAGRAMA DE CORTE
MADERA DE FRONDOSAS
Troza de 600 mm de diámetro

No. de cortes/máquina

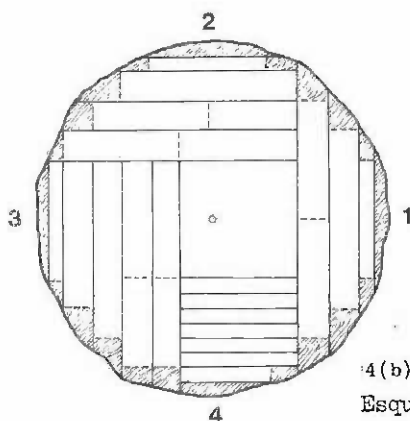
* Secuencia de corte

Sierra principal ——— 12
Canteadora ----- 16(10)



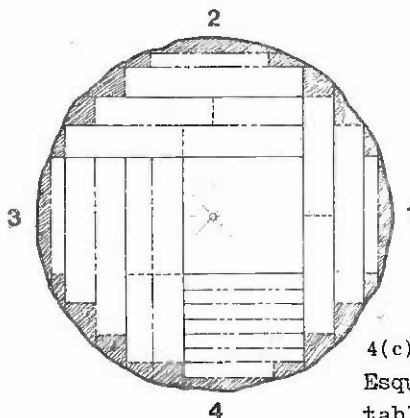
4(a)
Esquema típico de despiece para
tablones y vigas

Sierra principal ——— 23
Canteadora ----- 22(14)



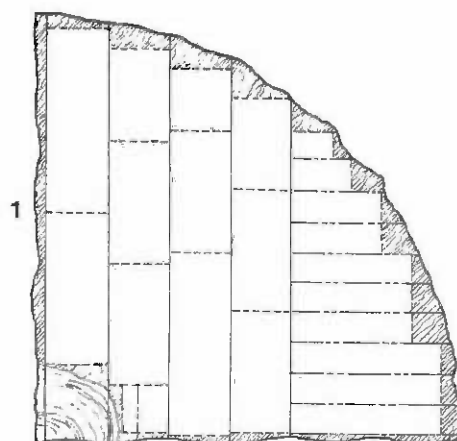
4(b)
Esquema típico de despiece para
tablas, tablones y vigas

Sierra principal ——— 9
Desdobladora ----- 14
Canteadora ----- 22(14)



4(c)
Esquema típico de despiece para
tablas, tablones y vigas,
utilizando sierra principal
y desdobladora

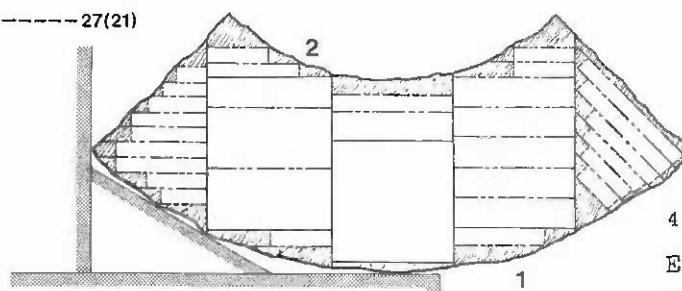
Sierra principal — 5
Desdobladora - - - 13
Canteadora - - - 27(14)



4(d)

Esquema típico de despiece para troza aserrada en cuartones, con pudrición en el duramen

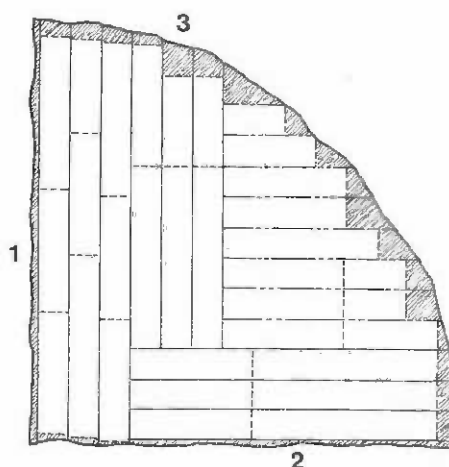
Sierra principal — 9
Desdobladora - - - 32
Canteadora - - - 27(21)



4(e)

Esquema típico de despiece para troza hueca cortada en cuartones

Sierra principal — 11
Desdobladora - - - 8
Canteadora - - - 35(21)



4(f)

Esquema típico de despiece para troza sana, cortada en cuartones

En un aserradero pequeño móvil o portátil que corte $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de trozas, la producción normal será sobre todo de tablones y vigas de las mayores dimensiones. Esta suele ser la operación más económica para este tipo de aserradero y permite enviar al mercado lo antes posible el mayor volumen de madera aserrada de buena calidad. La figura 4a indica el tipo de esquema de despiece que podría utilizarse.

En un aserradero con abastecimiento de trozas de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$, la maquinaria es de construcción más pesada y con más energía. Producirá toda la gama de dimensiones antes indicada a mayor velocidad y con mejor precisión que el aserradero móvil o portátil. El número de cortes a realizar en la sierra principal es el factor limitante de la producción del aserradero. La figura 4b muestra un esquema característico de despiece para una mezcla de tablas, tablones y vigas que garantizará un buen rendimiento de las trozas en madera aserrada.

En un aserradero con un abastecimiento de trozas de $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$, la principal carga de aserrado al hilo, se distribuye entre la sierra principal y la desdobladora, aplicándose más energía a las sierras para lograr los niveles de producción requeridos. Puede producirse toda la gama de tamaños indicada. La figura 4c muestra cómo puede distribuirse la misma tarea de aserrado que en la figura 4b entre la sierra principal y la desdobladora. La tarea de la desdobladora continúa siendo la misma.

Los esquemas de despiece ilustrados son sólo ejemplos de ciertos tipos; los esquemas utilizados realmente sólo pueden plantearse después de haber definido las exigencias del mercado.

Para el pequeño porcentaje de trozas que tienen diámetro excesivo para la sierra principal pueden necesitarse esquemas especiales de despiece. Las trozas de dimensión excesiva deben partirse en cuarterones aserrándolas longitudinalmente con una motosierra adecuada, o bien, partiéndolas mediante cuñas. Cada cuarterón se carga seguidamente sobre el carro y se divide de forma similar a los ejemplos mostrados en las figuras 4d y 4f.

Para aquellas trozas que tengan una pudrición importante en el centro, o para las trozas huecas, deben desarrollarse otros esquemas a fin de obtener el mayor rendimiento de madera aserrada de los anillos sólidos. (Figura 4c).

Hay que destacar que los comentarios anteriores sobre esquemas de despiece han tratado, necesariamente, de forma ligera esta materia. Va más allá del alcance de esta guía el entrar en mayores detalles.

3.4.1.2 Maquinaria para el despiece

La máquina principal de despiece en el aserradero es la sierra principal. Hay muchos tipos de máquinas, teniendo cada una un lugar apropiado que depende del volumen y especie de las trozas a transformar. A continuación se da una lista de algunos tipos de sierras principales adecuados para aserraderos pequeños:

- i. Versión mecanizada de la sierra de aire.
- ii. Motosierra con recorrido longitudinal dirigido.
- iii. Sierra horizontal de cinta sobre carro desplazable según la longitud de la troza.

- iv. Sierra horizontal de cinta con carro de sierra desplazable.
- v. Sierra principal circular y carro de sierra.
- vi. Sierra principal de cinta y carro de sierra.

Para elaborar los volúmenes de trozas especificados en esta guía y producir madera aserrada bien elaborada, de dimensiones específicas y con ritmo sostenido, las alternativas se reducen a la sierra principal circular con carro o a la sierra principal de cinta con carro.

Se eligieron estos dos tipos porque las técnicas básicas de aserrado son las mismas desde el aserradero más pequeño, móvil o portátil, hasta el aserradero permanente que elabora hasta 20 000 m³/A de trozas. En consecuencia, una operación de aserrado que comienza con un pequeño volumen de trozas puede aumentar progresivamente a medida que aumente el suministro de trozas, añadiendo más capacidad de aserrado. No se necesita tampoco una nueva capacitación extensiva del personal de explotación. Además, estos dos tipos de sierras principales producen madera aserrada más exacta y uniforme y hay menos desperdicio de madera en forma de serrín, especialmente en el caso de la sierra de cinta.

3.4.1.3 Sierra principal circular

La sierra principal circular es sencilla, fuerte y segura y es fácil de manejar y mantener. Un mantenimiento adecuado y un buen afilado de la sierra permiten cortar con una precisión y uniformidad que son plenamente adecuados para los usos finales que se indicaron anteriormente en esta guía.

Dependiendo del tamaño de las trozas a cortar, se puede emplear una sierra sencilla a dos sierras montadas una sobre otra en un plano vertical. (Véase lámina 3).

Cuando aumenta el diámetro de la sierra, se incrementa el ancho de la vía o paso de la sierra, perdiéndose una mayor proporción de madera en forma de serrín. Generalmente, las sierras circulares con diámetros superiores a 1 500 mm son más difíciles de mantener y funcionar. Normalmente, una sierra de 1 500 mm de diámetro con dientes macizos triscados produce una vía de 8.7 mm, mientras que una sierra del mismo diámetro con dientes cambiables produce una vía de 10.3 mm. *

3.4.1.4 Sierra principal de cinta

La sierra principal de cinta en su versión moderna es una máquina fuerte y segura. Necesita más habilidad para su funcionamiento y mantenimiento que una sierra principal circular. Un mantenimiento adecuado y el afilado de la sierra permiten una mejor precisión y uniformidad de corte que en el caso de la sierra principal circular.

Para cortar trozas con un diámetro de 1 200 mm, se necesita una sierra con volantes de unos 2 400 mm. La hoja de sierra se mueve en un plano vertical y tiene de 200 mm a 250 mm de anchura.

* Quelch, P.S., "Sawmill Feeds and Speeds".

Las sierras de cinta suelen producir una vía más estrecha, normalmente de unos 4,6 mm en el caso de una sierra adecuada para aserraderos que cortan de 10 000 m³/A a 20 000 m³/A de trozas.

3.4.1.5 Carro de trozas

El carro de trozas debe ser suficientemente grande y fuerte para que las trozas de tamaño máximo pasen por la sierra de cinta elegida. Una troza de 1 200 mm de diámetro y 5 m de longitud pesará entre 2 800 y 5 700 kg, dependiendo de la especie y del contenido de humedad.

Cuando la troza descansa sobre el carro debe sujetarse firmemente mediante las garras situadas por encima y por debajo, a fin de evitar su movimiento durante el aserrado. Un mecanismo de regulación controlado por el aserrador avanza y retrocede la troza en relación con el plano de aserrado. Los apoyos y mordazas deben poderse ajustar de tal forma que el eje de la troza o su superficie puedan colocarse paralelos al plano de aserrado. Para la variedad de longitudes de trozas que se contemplan en esta guía serían suficientes 3 o 4 juegos de brazos y mordazas. Los dispositivos para voltear las trozas permiten al aserrador situar la troza correctamente sobre el carro para conseguir el mejor esquema de despiece.

La carga, el volteo de la troza, su fijación, la colocación de su parte cónica y su regulación y disposición pueden lograrse a mano o mediante dispositivos mecánicos. En un aserradero pequeño móvil o portátil, con suministro de trozas de 5 000 m³/A, suele ser aceptable el trabajo manual. En un aserradero con 10 000 m³/A de suministro de trozas, sería conveniente contar con un dispositivo mecánico de tipo sencillo para ayudar a la carga y volteo de las trozas. En un aserradero con 20 000 m³/A de abastecimiento de trozas, se necesita normalmente un sistema mecánico para lograr el nivel necesario de producción.

3.4.1.6 Elección de maquinaria

La elección final entre sierra principal circular o de cinta dependerá de los factores siguientes:

- i. Coste de capital.
- ii. Disponibilidad de personal capacitado para el funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria.
- iii. Disponibilidad de personal capacitado para afilar, tensar y mantener las sierras.
- iv. Valor estimado del volumen adicional de madera que se pierde como serrín, en el caso de la sierra principal circular en comparación con la de cinta.

El aserradero pequeño móvil o portátil para 5 000 m³/A de abastecimiento de trozas sólo está disponible con sierra principal circular, dentro del margen de costes anteriormente indicado.

Para los otros aserraderos con un abastecimiento de trozas de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ y $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ se sugiere que la elección lógica sea la sierra principal circular. El trabajo del departamento de afilado de sierras será más sencillo y el mantenimiento general será más fácil y menos costoso. Es difícil justificar el mayor coste de capital de la sierra principal de cinta para la producción de tipos de madera aserrada de uso general.

3.4.1.7 Bastidor de rodillos de la sierra principal y transbordo

Cuando sale cada pieza aserrada de la troza de la sierra principal, se deposita sobre el bastidor de rodillos para su transporte a la próxima posición de trabajo. Con frecuencia, se une una plataforma de transbordo al bastidor de rodillos de tal modo que se pueden transportar las piezas hacia los lados para su almacenaje temporal y también longitudinalmente. Se puede utilizar una plataforma de transbordo reversible para retener temporalmente grandes piezas escuadradas o cuerpos de trozas procedentes de la sierra principal y volverlos a cargar posteriormente, enviándoles de nuevo al carro para un nuevo despiece.

En el caso de un aserradero pequeño móvil o portátil con $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de abastecimiento de trozas, en la unidad completa prefabricada suele ir incorporada una plataforma sencilla de carga y las piezas se trasladan a la canteadora manualmente.

Un aserradero con un abastecimiento de trozas de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ debe llevar un bastidor de rodillos en la sierra principal, ampliado longitudinalmente, para llevar las maderas hasta la sierra tronadora y una plataforma de transbordo que lleva a la entrada de la canteadora.

Un aserradero con un suministro de trozas de $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ necesitaría un dispositivo análogo más una segunda plataforma de transbordo que lleve a la desdobladora.

3.4.2 Desdoblado (Véase lámina 6)

Una desdobladora comparte con la sierra principal la tarea de aserrado al hilo. Los costeros, las piezas escuadradas y los cuerpos de trozas procedentes de la sierra principal van a la desdobladora para un nuevo despiece en tablonés y tablas. El desdoblado permite observar por segunda vez cada pieza de madera y, en consecuencia, se puede encontrar y recuperar frecuentemente material de mayor calidad.

Los costeros gruesos procedentes de la sierra principal pueden volverse a aserrar paralelamente a su cara ancha, de tal modo que cuando se cantea el tablero se mejora el rendimiento en madera aserrada.

Las piezas escuadradas o cuerpos de trozas con dos o tres caras aserradas, procedentes de la sierra principal, pueden desdoblarse en tablonés y tablas, algunos de los cuales pueden no necesitar ningún canteado adicional.

La desdobladora debe colocarse en el aserradero de forma que pueda recibir de la sierra principal y de la canteadora. Debe poder entregar a la canteadora, a la mesa de clasificación y, por retorno, a su propia entrada de alimentación.

Como la desdobladora siempre corta piezas menores que la sierra principal, puede funcionar con una sierra más delgada, reduciéndose de este modo la cantidad de madera perdida en forma de serrín.

La desdobladora puede ser sierra de cinta o circular. (Las ventajas e inconvenientes de estos dos tipos ya se analizaron en 3.4.1.6). Suele ser conveniente mantener un tipo de sierra en todo el aserradero.

Sólo el aserradero de $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de abastecimiento de trozas debe necesitar una desdobladora. Estaría equipada con barra de alineación, rodillos de alimentación y una sierra de 1 200 mm de diámetro, cortando hasta una profundidad de 430 mm.

3.4.2.1 Entrada y salida de la desdobladora

La plataforma de transbordo procedente del bastidor de rodillos de la sierra principal, debe tener "paradas" que permitan la acumulación de piezas delante de la entrada a la desdobladora. La entrada debe tener longitud suficiente para sostener y guiar las piezas más largas. Se recomienda una barra de alineación o barrera de longitud similar a fin de garantizar un corte exacto. La posición de la barra de alineación en relación con el plano de aserrado es ajustable en la forma que se precise, para establecer el espesor de la pieza que se esté aserrando.

Un bastidor de rodillos de salida extrae las piezas procedentes de la desdobladora. Las piezas buenas continúan adelante para su canteado o retestado. La "pieza incorrecta" puede devolverse a la entrada de la desdobladora para un nuevo aserrado o enviarse a la canteadora o a la retestadora.

3.4.3 Canteado

La canteadora consiste en dos, tres o más sierras que hacen cortes paralelos en el espesor de las piezas procedentes de la sierra principal y la desdobladora. Se emplea para eliminar los bordes bastos y redondeados y cortar el resto en anchos normalizados de acuerdo con lo que exija el mercado. También se puede emplear para cortar y eliminar una tira de madera defectuosa de una tabla o tablón a fin de mejorar la calidad general de la pieza. La mayoría de las canteadoras utilizan sierras circulares.

La canteadora debe poder recibir material procedente de la sierra principal y de la desdobladora. Entrega madera aserrada a la plataforma de clasificación, desde la cual las piezas se pueden devolver a la desdobladora o a la canteadora o seguir adelante a la retestadora.

El aserradero pequeño móvil o portátil para $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de abastecimiento de trozas suele tener una canteadora de dos sierras que viene incluida en la unidad completa. Una sierra de unos 600 mm de diámetro puede cantear hasta 150 mm de espesor. La sierra canteadora móvil y el soporte guía se ajustan a mano.

Para el aserradero de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ de abastecimiento de trozas se necesita una canteadora de dos sierras de 700 mm, que puede cantear hasta espesores de 200 mm. Se aplica mayor potencia a las sierras para poder realizar un corte más rápido. La sierra móvil y el soporte guía se ajustan a mano.

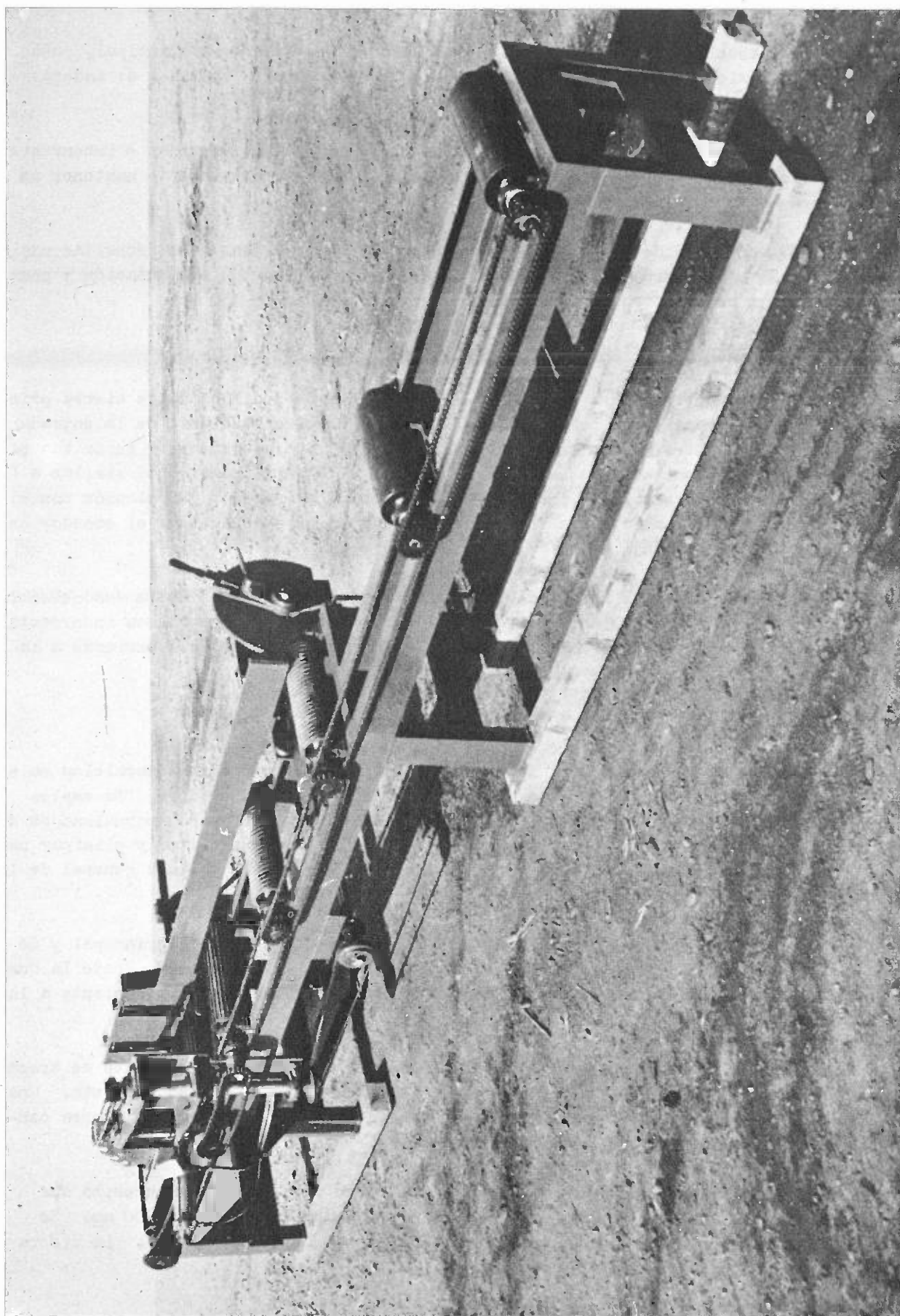


Lámina 6 - Desdobladora circular con brazo de alimentación, ajustable manualmente

El aserradero de 20 000 m³/A de suministro de trozas puede utilizar una canteadora similar de dos sierras. Sin embargo, necesita más potencia para cortar con mayor rapidez y para poder regular de forma mecánica la sierra móvil y el soporte guía.

3.4.3.1 Entrada y salida de la canteadora

La plataforma de transbordo procedente del bastidor de rodillos de la sierra principal debe tener paradas que permitan la acumulación de piezas delante de la entrada a la canteadora. La entrada a la canteadora debe consistir en un bastidor de rodillos movido mecánicamente, de longitud suficiente para sostener las piezas más largas. Debe ser suficientemente ancha para poder colocar las piezas más anchas procedentes de la sierra principal, a fin de lograr el mejor aserrado posible.

Un bastidor de rodillos de salida sostiene las piezas procedentes de la canteadora, ayudando con ello a mantener un corte preciso. Las piezas buenas continúan adelante a la retestadora. Las piezas defectuosas pueden devolverse para realizar un nuevo canteado o pueden enviarse hacia atrás a la desdobladora. Los recortes son extraídos y enviados al sistema de extracción de residuos.

3.4.4 Retestado

La operación de retestado puede cumplir varias funciones:

- i. Cortar las puntas de los tableros, tablones y vigas a escuadra con el eje longitudinal.
- ii. Cortar los tableros, tablones y vigas con longitudes normalizadas de acuerdo con las demandas del mercado.
- iii. Cortar y eliminar los defectos, a fin de mejorar la calidad general y mejorar el valor de mercado.

En algunos casos no es necesario el retestado. Con frecuencia no hay necesidad de retestar si la madera aserrada se va a volver a elaborar para producir otros artículos. Además, los mercados locales pueden ser tales que no sean necesarios ni incrementos normalizados de longitud ni extremos acabados. Si se dan condiciones de esta naturaleza, resulta obvia la ventaja de no tener que retestar.

En aquellas situaciones en que una mejor calidad de la madera aserrada terminada aumente el precio de modo notable, suele ser ventajoso recortar los defectos importantes existentes cerca de los extremos de las piezas. El producto final es más corto pero la calidad es superior y, en consecuencia, de un mayor valor monetario.

3.4.4.1 Sierras retestadoras

Hay muchas formas de sierras retestadoras. Algunos de los tipos más convenientes son:

- i. Sierra tronzadora basculante montada en alto.
- ii. Sierra tronzadora deslizante montada en alto.

- iii. Sierra tronzadora basculante montada debajo.
- iv. Retestadora de dos sierras.
- v. Retestadora de sierras múltiples.

La sierra basculante elevada comprende un árbol o tallo de sierra montado en un bastidor basculante, suspendido por encima de la posición de retestado. El eje basculante y el eje de la sierra son paralelos entre sí, de modo que la sierra corta transversalmente la madera aserrada en el plano de basculación. (Láminas 5a y b). La sierra puede accionarse mediante correa de transmisión a partir de un eje motor o mediante transmisión directa con motor eléctrico.

La sierra deslizante elevada comprende una sierra accionada directamente por un motor y montada sobre un carro que se desplaza sobre carriles apoyados por encima de la posición de retestado. Los carriles están situados paralelamente al plano de la sierra de tal modo que la sierra corta transversalmente la madera aserrada en el plano de deslizamiento.

La sierra basculante baja es similar en construcción a la sierra basculante elevada, excepto que el eje de basculación está montado al nivel del suelo.

Las tres sierras anteriores tienen una posición replegada, de modo que la hoja de sierra giratoria está completamente libre de la superficie por la que pasa la madera aserrada. El golpe de corte se suele hacer a mano pero existen también métodos mecánicos. Estas sierras pueden retestar entre 5 y 15 piezas por minuto.

La retestadora de dos sierras o retestadora de montaña está equipada con una plataforma de cadenas de arrastre que contiene varios cabos de cadena de arrastre de unos 4 o 5 metros de longitud. Una sierra montada debajo está situada a un lado de las cadenas y a corta distancia de la entrada. El retestador tira de cada tabla colocándola sobre la mesa de forma que la cadena de arrastre haga pasar la pieza por la sierra en que se retesta. Después de salir de la primera sierra, una serie de rodillos hacen pasar cada tabla por la mesa o plataforma hasta el segundo retestador, quien coloca cada pieza para que pase por la segunda sierra, la cual está montada en el lugar opuesto de la primera sierra. Este tipo de máquina puede retestar hasta 25 tablas por minuto.

La retestadora de sierras múltiples consiste en una serie de sierras descendentes montadas en alto y colocadas entre sí a distancias normalizadas. Cada tabla es transportada por un grupo de cadenas de arrastre situadas bajo las sierras. Unos detectores especiales o controles de operario colocan en posición las sierras apropiadas mientras la tabla pasa por la zona de aserrado. Los dos extremos de la tabla son retestados simultáneamente. Cuando se ha completado el corte, las sierras vuelven automáticamente a su posición elevada, quedando listas para la próxima tabla. Este tipo de máquina retesta hasta 40 tablas por minuto. Es la más costosa del grupo.

Para aserraderos con una capacidad de consumo hasta de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ sólo hay que considerar las tres primeras sierras de retestar mencionadas anteriormente. Todas ellas son sencillas, robustas y seguras y pueden lograr los niveles requeridos de producción.

El aserradero pequeño móvil o portátil con 5 000 m³/A de abastecimiento de trozas, no suele necesitar una retestadora para los tipos de tablones y vigas que se producen. Cuando es necesario cortar piezas largas por la mitad para su manipulación, es suficiente una sierra de mano o una motosierra, si su número es reducido. En otro caso, el trabajo lo podría atender una sierra tronadora simple basculante, montada en alto.

El aserradero con una capacidad de consumo de 10 000 m³/A necesitará tres sierras de retestar, del tipo basculante elevado o del tipo de tronadora deslizante, para elaborar todas las piezas, incluyendo las vigas. Es importante colocarlas estratégicamente a fin de facilitar un flujo eficiente de la madera en el aserradero.

El aserradero con una capacidad de consumo de 20 000 m³/A necesitaría tener una retestadora de dos sierras o retestadora de montaña para todas las tablas y tablones y una tronadora elevada para las vigas.

3.4.4.2 Entrada y salida de la retestadora

Las piezas procedentes de la desdobladora y la canteadora se depositan sobre una plataforma de transbordo que lleva a la posición de retestado. Esto permite examinar las piezas y devolverlas a la desdobladora o a la canteadora, según se precise. Ello permite también extraer los recortes y las piezas de desecho, enviándolos al sistema de recolección de residuos para evitar que estorben a las operaciones de retestado.

Después del retestado, las piezas continúan por una plataforma similar de transbordo hasta el lugar de clasificación y seguidamente a la cadena de madera verde.

Las plataformas contienen normalmente 4 o 5 cabos de cadena con la parte superior plana, que circulan por unas líneas de cadenas, y accionados mediante pequeños equipos eléctricos o mecánicos. El espaciamiento entre cadenas se dispone de modo que puedan sostener todas las longitudes de madera aserrada que se espera producir en el aserradero.

3.5 Selección, Clasificación y Tratamiento

3.5.1 Selección

Después del retestado, las tablas y los tablones se trasladan al lugar de selección o cadena de madera verde. Dependiendo de los mercados y del uso final, hay distintos niveles de intensidad de selección. Estos incluyen los siguientes:

- i. Selección por espesor únicamente.
- ii. Selección por espesor y anchura.
- iii. Selección por espesor, anchura y longitud.
- iv. Selección por espesor, anchura, longitud y calidad.
- v. Selección por espesor, anchura, longitud, calidad y especie.

Dentro de los términos de referencia utilizados en esta guía, resultan adecuadas unas técnicas de selección relativamente sencillas. La más importante suele ser la selección por especies.

Si la mezcla de especies en el abastecimiento de trozas es tal que existe poca diferencia en el uso final, suele ser conveniente dejar todas las especies mezcladas en los productos finales. Por el contrario, si existe una gran variación en las características de las especies y unas diferencias netas en el uso final y el precio de mercado, se hace necesaria una selección de especies.

A fin de simplificar la separación de especies al seleccionar, hay que clasificar las series de trozas en el patio. Esto permite realizar turnos de producción separados para cada grupo, lo que facilita la selección de dientes de sierra apropiados, velocidades de alimentación y tamaños de corte. En consecuencia, el aserrado de cada grupo de especies se realiza con un alto nivel de eficacia.

Dentro de cada grupo de especies las características de densidad, resistencia, color, secado y uso final deben ser similares, a fin de simplificar la elaboración y la comercialización.

Suponiendo que los grupos de especies se van a elaborar por separado, a continuación se da un método apropiado para la clasificación de madera aserrada terminada, de acuerdo con los usos finales descritos en esta guía:

Calidades: Números uno, dos y tres.

Tamaño: Por anchura y espesor, con longitudes variables en cada tamaño.

En condiciones normales una selección de esta naturaleza servirá para la venta directa al mercado de madera aserrada verde y para la erección de pilas para secado al aire.

La cadena de selección o cadena de "madera verde" consiste en cuatro o cinco filas de cadenas industriales colocadas en línea con las cadenas de la retestadora. La longitud de la cadena debe ser suficiente para dar cabida a la clasificación, proporcionando suficiente sitio a los obreros para que puedan sacar las piezas de la cadena, colocándolas en las pilas de madera aserrada.

3.5.2 Clasificación

La decisión respecto a si se debe o no clasificar la madera aserrada por calidad, dependerá de las exigencias del mercado. Tal como se describió en 3.4.1.1, el principal producto contemplado es la madera aserrada de tipo de construcción. Otra alternativa será el uso industrial secundario. De acuerdo con ello, serían convenientes tres clases o calidades. Estas se enumeran seguidamente junto con sus principales características:

Clase Número Uno: Esta clase se refiere principalmente a la apariencia. El producto debe tener buena fibra; pocos nudos pequeños adherentes o ninguno; sin pudrición; y sin perforaciones de insectos.

Clase Número Dos: Corresponde esencialmente a una calidad para construcción o resistente. La madera aserrada terminada debe cumplir las siguientes especificaciones: inclinación de la fibra no superior a 1:8; nudos adherentes sanos que no sobrepasen una cuarta parte de la anchura de la cara, o 50 mm, cualquiera sea el menor; perforaciones de insectos no superiores a 5 mm.

Clase Número Tres: Corresponde a una clase económica cuyos principales defectos pueden recortarse en la reelaboración. Prácticamente toda la madera aserrada no incluida en las dos primeras clases, caería dentro de esta categoría, siempre que se haya aserrado por las cuatro caras.

Debe destacarse que las clases anteriores sólo son indicaciones. Deben establecerse localmente normas de clasificación reales para atender a las condiciones locales, especies, mercados y usos finales.

Una vez establecidas las normas de clasificación, es necesario capacitar al personal que trabaje en la cadena de selección para inspeccionar y marcar cada pieza de acuerdo con la calidad que corresponda. En las primeras etapas de un programa de establecimiento de un aserradero deben mantenerse estas normas lo más sencillas posibles hasta que el personal vaya ganando en capacidad para la clasificación.

Los costes de la clasificación de la madera aserrada deben recuperarse en su precio de venta. Por ello, el precio de venta de cada clase debe incluir el coste de la mano de obra y el valor de toda la madera aserrada eliminada, al cantar y retestar, para lograr la calidad obtenida.

3.5.3 Inmersión y tratamiento de testas

Las finalidades de la inmersión y del tratamiento de las testas de la madera aserrada verde incluyen lo siguiente:

- i. La inmersión en una solución adecuada protege la madera aserrada apilada, y en algunos casos el producto terminado, contra el ataque de hongos o insectos.
- ii. La inmersión produce también una coloración más uniforme en la madera aserrada, haciendo posible con ello una cierta mezcla de diferentes especies.
- iii. El tratamiento de las testas tiene por objeto retrasar el secado de éstas, reduciendo la incidencia de fendas y rajaduras.
- iv. En resumen, el corte de la madera aserrada, en la mayoría de las zonas tropicales y subtropicales, debe protegerse contra hongos e insectos. Al decidir el método de tratamiento es necesario determinar las condiciones locales y las características de las especies.

3.5.3.1 Inmersión

La inmersión para la protección contra el moho, hongos e insectos, requiere soluciones químicas adaptadas tanto a las especies a proteger como a los peligros que se tratan de evitar. Hay información sin limitaciones sobre las soluciones procedentes de los principales suministradores. Tales soluciones son con frecuencia bastante fuertes, ocasionando irritaciones de piel; los trabajadores que operan con las soluciones o que manipulan madera aserrada tratada, deben ir adecuadamente protegidos.

La inmersión para uniformidad de color exige soluciones que estén adaptadas a las especies que se tratan. Frecuentemente es posible combinar este tratamiento con la inmersión para protección. Las soluciones de color pueden ocasionar también irritación de la piel.

Los métodos de aplicación de soluciones a la madera recientemente aserrada incluyen lo siguiente:

- i. Dar la solución a mano con brocha en cada pieza.
- ii. Rociado a mano de cada pieza.
- iii. Inmersión a mano de cada pieza.
- iv. Inmersión mecánica de cada pieza.

La aplicación manual con trocha y el rociado a mano sólo son adecuados cuando se tratan pequeñas cantidades de madera aserrada.

La inmersión a mano implica la utilización de una pila larga y estrecha, colocada transversalmente a la plataforma de cadenas y delante de la sección final de clasificación. Cada pieza es agarrada de sus extremos por dos operarios que utilizan tenazas y la colocan en la solución de la pila. Hay que girar la pieza y sumergirla para garantizar su remojo total. Después de sumergirla, se la levanta y coloca sobre calzos durante unos pocos minutos para que escurra. La solución que escurre de las piezas vuelve de nuevo al tanque de inmersión.

La inmersión mecánica se realiza instalando una pila ancha debajo de las cadenas de transporte, de modo que éstas se sumerjan por debajo de la superficie del líquido. La madera aserrada colocada sobre las cadenas es empujada más abajo de la superficie del líquido mediante un tambor ranurado colocado encima. Después de escurrir, la madera aserrada va a la cadena final de clasificación. (Véase lámina 7).

Hay que adoptar todas las precauciones para garantizar que las soluciones que escurren de las pilas de tablas no contaminan el agua potable, los alimentos o los arroyos. También hay que tener mucho cuidado al almacenar y manipular los productos químicos y cuando se da salida a las soluciones utilizadas.

3.5.3.2 Tratamiento de testas

El tratamiento de las testas incluye normalmente una aplicación, con brocha o por rociado, de una pintura o solución de cera, para tapar las fibras de las testas de la madera aserrada. Una vez aplicada la solución, el secado al aire avanza en gran parte desde las caras planas de la madera aserrada; el secado en las testas es más lento y más uniforme.

El impermeabilizador de las testas puede aplicarse antes de que la madera aserrada llegue a la cadena de clasificación o después de haber sido apilada. Es más fácil impermeabilizar antes de la clasificación si se tratan piezas de distintas longitudes. Cuando se trata madera aserrada apilada, todas las piezas de la pila deben tener la misma longitud para que ambas testas sean accesibles.

Suele ser difícil tratar las testas de madera aserrada recientemente sumergida. Puede suceder que la superficie húmeda no acepte el impermeabilizante, a menos que se haya formulado correctamente para que sea compatible con la solución de la inmersión.

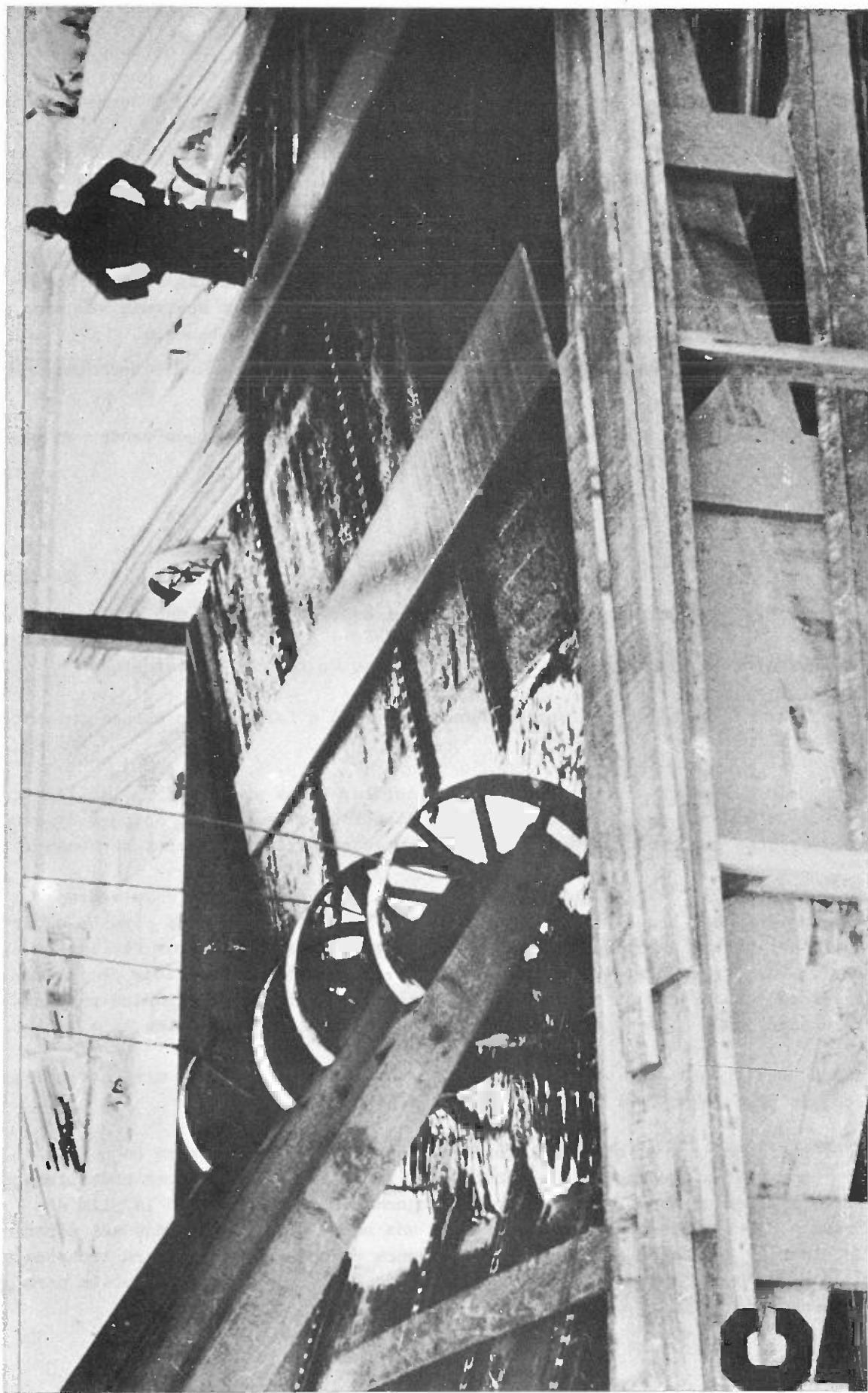


Lámina 7 - Tanque para inmersión automática de madera aserrada, con tambores ranurados para mantenerla hundida

En el caso de aserraderos con una capacidad de consumo de $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$, situados cerca del bosque y que producen madera aserrada que se vende en verde al mercado, suele ser innecesaria la inmersión y el tratamiento de las testas. No obstante, puede haber pequeñas cantidades de madera aserrada de gran calidad que ganarían si se impermeabilizasen las testas.

Para los aserraderos con capacidad de consumo de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ y $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$, toda la madera aserrada que se vende en verde puede dejarse sin tratar. La madera aserrada que se seque al aire debe recibir tratamiento en las testas. Como todas las pilas de secado al aire se establecerán con espacios entre las tongadas de tablas, puede no ser necesario sumergir la madera aserrada. Sin embargo, hay que bañar todas las piezas de separación para evitar hongos e insectos en las zonas de contacto. Si la madera aserrada verde va a permanecer apilada estrechamente durante más de unos días, habrá que bañarla.

3.6 Secado

Después de haber clasificado y apilado la madera aserrada, se puede vender en verde o secarla hasta un nivel aceptable.

El secado consigue lo siguiente:

- i. Reduce el peso de la madera aserrada para su transporte posterior.
- ii. Estabiliza las dimensiones de la madera aserrada para su uso final posterior.
- iii. Desarrolla unas características favorables de color o resistencia.

El secado se puede lograr de forma natural (al aire) o forzada, en hornos calientes o refrigerados.

Cada especie de madera tiene una estructura celular única y, por ello, las técnicas de secado varían de acuerdo con la especie. Para obtener unos resultados óptimos de secado, hay que clasificar las especies por grupos con características similares de secado.

Dentro del contexto de esta guía, el secado al aire tiene una serie de ventajas. No hace falta capital para hornos ni calentadores, la flexibilidad añadida permite secar por separado las distintas especies y además, el proceso lo puede controlar fácilmente el personal local. Por otra parte, el secado al aire exige una mayor superficie de terreno para los patios de secado, hay un mayor riesgo de incendio debido a las grandes existencias de madera aserrada y hay una gran cantidad de capital detenido en tales existencias.

Para los usos finales que se contemplan en esta guía, el secado al aire parece ser un medio adecuado para reducir el peso y estabilizar las dimensiones.

Como preparación para el secado, la madera aserrada debe apilarse en la cadena de clasificación en paquetes rectangulares. Entre cada tongada hay que colocar rastreles o espaciadores de espesor uniforme. Los rastreles mejoran la estabilidad de la pila de madera aserrada y permiten colocar dos o más pilas una sobre otra conservando así espacio del patio de secado. Un camión con horquilla elevadora es una gran ayuda para transportar las pilas de madera aserrada al patio de secado y desde él a otro lugar, y también para cargar los camiones de envíos.

Las partes superiores de las pilas de madera aserrada deben cubrirse con algún tipo de cubierta portátil para garantizar que las tongadas superiores de tablas no se sequen demasiado de prisa al sol. El peso de la cubierta ayuda también a mantener planas las tablas, reduciéndose su deformación. La cubierta debe colgar sobre los laterales y extremos de la pila de madera aserrada para proporcionar una sombra adecuada.

El patio de secado al aire debe situarse en un lugar con buena circulación de aire en toda época. Debe apartarse todo lo posible de cualquier origen de chispas volantes, ya sea del aserradero o del exterior de su emplazamiento. Deben controlarse las malezas.

En algunos países, los métodos tradicionales de secado al aire incluyen la colocación de las piezas derechas en forma de X vertical sobre caballetes de secado. Esto se suele hacer para fomentar una coloración favorable. Para muchas especies y usos finales este tipo de apilado da malos resultados. Como las tablas están casi enteramente libres en las X, son muy corrientes las aberturas, curvaturas y alabeos. Esto reduce notablemente el valor de la madera aserrada. Además, la superficie de terreno necesaria es mayor y se pierden muchas horas de obrero haciendo las equis y volviendo a apilar la madera aserrada después del secado. En consecuencia, debe evitarse este sistema.

Si se separan los grupos de especies en el patio de trozas y se elaboran como unidades en el aserradero, es lógico continuar este proceso en el patio de secado al aire. Por ello, a un grupo dado de especies hay que asignarle una sección específica del patio de secado. De esta forma, pueden mantenerse fácilmente tiempos de secado apropiados para cada grupo de especies.

3.6.1 Programas de secado

El tiempo transcurrido en el patio de secado al aire depende de las características de cada grupo de especies y del uso final de la madera aserrada. Hay mucha información disponible sobre las velocidades de secado de muchas especies. Hay que estudiar cuidadosamente esta información como medio de orientación. El contenido final de humedad vendrá determinado por el uso final. Por ejemplo, la madera aserrada para encofrados resulta adecuada con un contenido de humedad mayor que la destinada a fabricación de muebles.

También hay que considerar la ubicación final del producto terminado. Por ejemplo, la madera aserrada utilizada en una zona seca y árida se estabilizará con un contenido de humedad inferior al de la madera aserrada en una zona húmeda.

Para los tipos de madera aserrada y usos finales que se están considerando en esta guía, los principales objetivos deben ser reducir el peso de transporte de la madera aserrada terminada y conseguir unas dimensiones próximas a la situación estable.

Las velocidades más rápidas de secado tienen lugar en los días inmediatos después del aserrado de la madera, disminuyendo después en las semanas y meses siguientes. En consecuencia, tres o cuatro semanas de secado al aire pueden reducir de modo importante el peso y estabilizar las dimensiones.

3.6.2 Dimensiones después del secado

La madera aserrada seca puede venderse sobre la base de las dimensiones en verde (o nominales) o sobre la base de las medidas reales una vez seca. Las dimensiones laterales de la madera aserrada secada al aire encogen frecuentemente del 3% al 6%; el acortamiento longitudinal no suele ser importante. En consecuencia, una pieza determinada de

madera aserrada que mide 100 mm por 200 mm en verde, puede medir 97 mm por 194 mm o, en casos extremos, 94 mm por 188 mm una vez seca. Si el mercado exige que la madera aserrada tenga 100 mm por 200 mm después de secada, los tamaños en verde deben aumentarse de acuerdo con ello (p.ej. 103 mm por 206 mm, o 106 mm por 212 mm, dependiendo de la especie y del programa de secado).

El precio de venta de la madera aserrada seca debe incluir el coste del tamaño necesario en verde y los costes de apilado, desapilado para la venta y el interés del valor de la madera aserrada mientras se encuentra en el patio de secado.

3.6.3 Reclasificación

Después del secado algunas especies pueden desarrollar nudos sueltos y fendas en las testas que influyen en su calidad. En tales casos la madera aserrada debe ser retestada y reclasificada. Sin embargo, considerando los usos finales incluidos en esta guía, puede evitarse el retestado y reclasificación durante los primeros años de desarrollo del mercado de los productos del aserradero. Estas operaciones pueden incorporarse posteriormente, a medida que se afirmen los mercados y los precios.

3.6.4 Almacenaje en seco

Después de haberse secado suficientemente la madera aserrada de una cierta especie, puede ser necesario almacenarla bajo cubierta, para reducir al mínimo el deterioro ocasionado por una excesiva exposición a una fuerte luz solar y a vientos desecantes. Esta operación puede incorporarse también en el aserradero después de haber establecido las pautas de producción y los mercados. Los cobertizos de almacenaje de madera seca deben ser de fácil acceso desde los patios, debiendo situarse de modo que permitan una carga adecuada de los camiones. La cubierta y las paredes deben ser resistentes a la intemperie; es fundamental una buena ventilación.

Si no se dispone de camiones con horquillas elevadoras, se necesitará mano de obra para apilar la madera aserrada seca. No suelen ser necesarios los rastreles entre cada tongada de madera aserrada seca, pero deben colocarse cada seis tongadas, a fin de ayudar a estabilizar las pilas.

3.7 Subproductos

Los subproductos producidos por las operaciones del aserradero incluyen:

- i. Corteza; seca, la procedente de las trozas del patio, y húmeda, la procedente de las trozas del estanque. Periódicamente habrá corteza y grava mezcladas, procedentes de la limpieza del patio de trozas, y corteza saturada, procedente de la limpieza del estanque de trozas.
- ii. Serrín.
- iii. Costeros.
- iv. Bordes.
- v. Puntas de recortes.

vi. Trozas rotas, ramas, etc.

La corteza seca suele ser una buena fuente de combustible doméstico. La corteza húmeda puede apilarse en un sitio adecuado, dejándole secar para combustible. Si la corteza no se puede vender o regalar como combustible, puede verse en terraplén o quemarse como desperdicio.

El serrín es también un buen combustible para uso doméstico o industrial, siempre que no esté demasiado húmedo. Algunas especies producen serrín adecuado para emplearlo como pajuco agrícola o para cama de ganado. Otras especies producen serrín que no es conveniente para el hombre ni los animales. Si no se puede vender el serrín como combustible, quizás sea posible utilizarlo para este fin en las operaciones del aserradero.

Los costeros, bordes, puntas de retestado y trozas rotas son una fuente potencial de materias primas para industrias pequeñas, secundarias o domésticas. Alternativamente, pueden usarse como combustible doméstico o industrial o, si existe una fábrica de pasta próxima, pueden convertirse en astillas y venderlos para abastecer a aquella.

3.7.1 Astillas

La transformación en astillas de desperdicios limpios de madera del aserradero, puede justificarse sólo en ciertas condiciones. Debe haber una fábrica de pasta a una distancia económica de transporte, las especies disponibles deben ser adecuadas para la elaboración de pasta y no debe existir otro uso para los desperdicios de madera que ofrezca una rentabilidad mayor, social o financiera.

Los costes de transporte de las astillas de madera a una fábrica de pasta próxima pueden calcularse de la forma siguiente:

- i. Calcular el volumen anual de astillas que podría producir el aserradero. (Puede suponerse aproximadamente el 30% del volumen sólido de trozas recibidas anualmente).
- ii. Determinar el precio que la industria de pasta pagará por las astillas, en la cantidad, especie y calidad que se espera obtener procedentes del aserradero.
- iii. Deducir los costes de mano de obra para el funcionamiento de las instalaciones de astillado.
- iv. Deducir los intereses del coste de capital de las instalaciones de astillado.
- v. Deducir los costes de transporte. (Combustible, depreciación, mantenimiento, mano de obra, seguros, permisos, etc.).

El coste de capital del establecimiento de una operación de astillado puede representar una parte importante de la inversión de capital en un pequeño aserradero. Las necesidades de equipos incluirían lo siguiente:

- i. Un transportador de alimentación de la astilladora, equipado con un detector de metales.

- ii. Una astilladora que pueda aceptar las mayores piezas esperadas de desperdicios.
- iii. Una criba de astillas. (Las astillas sin cribar pueden ser rechazadas por la fábrica de pasta o aceptadas a un precio reducido).
- iv. Instalaciones para el almacenaje de astillas. (Las astillas almacenadas sobre el suelo pueden ser inaceptables para la industria de pasta).
- v. Transportador de astillas a la zona de almacenaje.
- vi. Instalaciones para la carga de astillas.

Dentro del marco de esta guía sólo los mayores aserraderos, con una capacidad de consumo de 20 000 m³/A, tienen potencial para una instalación de producción de astillas. Debe recordarse que para producir astillas de una calidad aceptable hay que descortezar todas las trozas antes de entrar en el aserradero. La eliminación manual o mecánica de la corteza añadiría una nueva partida al coste.

Siempre que se produzcan astillas de alta calidad para abastecer a una fábrica de pasta, se necesita una cierta supervisión para mantener la calidad de las astillas. Esto puede reducir la importancia asignada a la producción de buena madera aserrada y al rendimiento eficiente en madera aserrada. El principal objetivo de una operación de aserrío es producir madera aserrada y no astillas.

3.7.2 Eliminación de residuos

Si los subproductos de un aserradero no se pueden emplear económicamente, hay que disponerlos en terraplenes o quemarlos. Los sitios para terraplenes deben ser próximos al aserradero. Los barrancos secos o las canteras explotadas suelen ser apropiados para este fin. Los problemas derivados de la formación de terraplenes incluyen los incendios incontrolados dentro del terraplén y la aparición de plagas de insectos. Si no se dispone de un lugar adecuado para la formación de terraplenes, la única alternativa es quemarlos. La quema controlada es esencial para reducir los riesgos de incendio y producir un efecto mínimo sobre el medio ambiente. Para este fin existen quemadores sencillos de tiro natural.

3.7.3 Evacuación de subproductos

El medio más eficaz de recoger los subproductos dentro del aserradero consiste en unos pocos transportadores colocados estratégicamente. Se utilizan unos transportadores sencillos de cadena para recoger serrín de la parte inferior de la sierra principal, la desdobladora y la canteadora, para llevarlos a una zona única de almacenaje de serrín. Si se vende el serrín fuera del aserradero, puede construirse una tolva elevada para ayudar a la carga de los camiones.

Si el suministro de trozas contiene un gran porcentaje de duramen defectuoso o podrido, es conveniente tener un gran transportador de desechos cerca de la sierra principal, de modo que pueda extraerse una troza mala sin estorbar las operaciones del aserradero.

Los costeros pequeños, rebordes, puntas de retestado y piezas rotas deben sacarse de la línea de flujo de la explotación a un transportador situado a nivel inferior, transportándolos a una zona separada. Desde allí se pueden vender al exterior, trocearlos para combustible o enviarlos para su astillado, si está justificado.

En aserraderos pequeños, móviles o portátiles, con una capacidad de 5 000 m³/A de consumo, la mayoría de las operaciones de extracción de subproductos puede hacerse manualmente. Los transportadores de serrín ayudan a evitar problemas de obstrucción. Los aserraderos con capacidades de consumo de 10 000 m³/A y 20 000 m³/A deben diseñarse para dar cabida a un sistema completo de recogida. Desde el principio hay que instalar equipos para la extracción de serrín y para la extracción de bordes. Las partes restantes del sistema pueden agregarse en una etapa posterior.

3.8 Suministro de energía

Una diferencia fundamental entre el sistema tradicional y el moderno de aserrío es la cantidad de energía aplicada al proceso de aserrado. Aplicando más energía para que los dientes de la sierra corran a una velocidad correcta, puede producirse más madera aserrada en un período de tiempo determinado, sin aumento de la mano de obra.

Los estudios realizados por diversas personalidades ^{*/}han demostrado la necesidad de unas velocidades mínimas de alimentación y de consumos apropiados de energía para una producción conveniente.

Un suministro de energía seguro y adecuado tiene una gran importancia en las operaciones de un aserradero. Si no se dispone de energía eléctrica, si ésta es inadecuada para operaciones prolongadas o si está sujeta a interrupciones, es prudente instalar un equipo en el mismo sitio para todas las necesidades de energía del aserradero.

3.8.1 Necesidades de energía

La energía necesaria para hacer funcionar un aserradero pequeño puede calcularse a partir de la tabla siguiente:

Transporte de trozas	7 - 10 kW
Muelle de trozas (si está mecanizado)	4 - 7 kW
Sierra principal	75 - 150 kW
Movimiento del carro	7 - 10 kW
Volteadores de trozas	4 - 7 kW
Mecanismos de ajuste	2 - 4 kW
Bastidor principal de rodillos	4 - 8 kW
Plataforma de transbordo (cadenas)	10 - 15 kW
Entrada de la canteadora o entrada de la desdobladora	5 - 8 kW

^{*/} Quelch, P.S.; Williston, E., etc.

Canteadora (dos sierras)	10 - 20 kW
Desdobladora	15 - 20 kW
Salida de la canteadora o salida de la desdobladora	4 - 8 kW
Cadenas de selección	4 - 8 kW
Sierra retestadora	4 - 8 kW
Transportador de serrín	1 - 2 kW
Transportador de bordes y costeros	3 - 5 kW

3.8.2 Alternativas energéticas

Las opciones disponibles en cuanto a grupos electrógenos para aserraderos incluyen las siguientes:

- i. Transmisión mecánica directa a partir de motores diesel o de gasolina.
- ii. Transmisión eléctrica a partir de generadores diesel o de gasolina, situados en el mismo emplazamiento.
- iii. Transmisión de motor de vapor o de turbina, a partir del vapor producido mediante quema de desperdicios de madera en el mismo emplazamiento.
- iv. Transmisiones eléctricas procedentes de generadores de vapor alimentados por quema de desechos de madera en el emplazamiento.

Generalmente son preferibles los grupos electrógenos diesel frente a los motores de gasolina, para aplicación a los aserraderos debido a su seguridad, a sus menores costes de explotación y a la reducción del peligro de incendios.

3.8.3 Grupos electrógenos diesel

Los aserraderos pequeños, móviles o portátiles, suelen tener transmisiones mecánicas directas procedentes de un motor principal diesel. Un conjunto pequeño diesel-eléctrico proporciona energía para iluminación, para pequeñas herramientas y pequeñas transmisiones auxiliares.

En aserraderos permanentes con capacidades de 10 000 m³/A y 20 000 m³/A de consumo, las transmisiones eléctricas suministradas por un grupo electrógeno diesel-eléctrico son las más flexibles. La seguridad del suministro de energía se mejora si se instalan dos conjuntos de tamaño idéntico diesel-eléctrico. Además, un conjunto puede apagarse durante períodos de bajo consumo. El coste de capital de dos conjuntos es algo superior que el de uno con la misma energía total, pero es un gasto bien justificado.

3.8.4 Vapor producido a partir de residuos de madera

La quema de residuos de madera para producir energía eléctrica para el funcionamiento del aserradero parece a primera vista económicamente atractiva, sobre todo cuando hay que importar el combustible ("fuel oil"). También es una posibilidad la venta al exterior

de la fábrica de la energía eléctrica sobrante. Sin embargo, la experiencia obtenida con instalaciones de quema de residuos de madera revela una serie de problemas que reducen seriamente las expectativas económicas. Los residuos de madera con alto contenido de humedad y corteza húmeda son combustibles muy malos, pudiendo necesitarse incluso quemar combustible adicional para mantener la combustión y soportar la carga sobre el sistema de vapor. Las cenizas volantes de los gases de combustión y los alquitranes que se condensan en las superficies frías crean problemas ambientales y de funcionamiento. El propio combustible en bruto (serrín del aserradero) es un producto voluminoso, difícil de apilar, de recuperar y quemar en los hornos.

El coste de capital de una planta para la quema de desperdicios de madera, que genera electricidad para su utilización en el aserradero y para la venta al exterior, cabe esperar que resulte de un 20% a un 40% superior que el de una planta equivalente alimentada con petróleo. Los factores que contribuyen a este mayor coste de capital incluyen lo siguiente:

- i. Costes excesivos de recepción, almacenamiento, recuperación y quemado del serrín.
- ii. Mayores volúmenes de horno.
- iii. Mayores ventiladores, debido a los mayores volúmenes de gas.
- iv. Mayores conductos y pilas.
- v. Colectores de cenizas volantes.
- vi. Reserva o almacenamiento y quema suplementarios de combustible de petróleo.

Teniendo en cuenta los inconvenientes anteriores, sólo los aserraderos mucho mayores que los contemplados en esta guía pueden soportar una planta para la quema de residuos de madera. Recientes estudios indican que, con los precios actuales del petróleo, se necesita por lo menos un volumen de suministro de trozas de 180 000 m³/A para justificar una central de energía de este tipo.

Una alternativa a la instalación de una planta eléctrica de vapor sería una caldera alimentada con serrín que produzca vapor a presiones adecuadas para su utilización directa en motores alternativos de vapor o pequeñas turbinas. Estos moverían la maquinaria del aserradero mediante transmisiones directas o mediante ejes de propulsión y correas. En el pasado muchos aserraderos eran propulsados de esta forma; un gran número de ellos continúan funcionando con éxito.

Con un coste de capital inferior al de una planta termoeléctrica, la planta accionada a vapor resulta viable para aserraderos con volúmenes de abastecimiento de trozas de 100 000 m³/A o más.

Los costes de mantenimiento de las plantas quemadoras de residuos de madera, tanto las termoeléctricas como las accionadas a vapor, son invariablemente muy superiores a los de las plantas de capacidad equivalente que queman petróleo.

Recientemente, por medio de la gasificación, los residuos de madera se han transformado con éxito en gas de bajo valor calorífico, adecuado para la combustión en turbinas de gas o motores de gas. Los mismos problemas físicos que representa el serrín, como su recolección, almacenamiento, recuperación y quemado, se aplican también a los productores de gas. Se necesita por lo menos un volumen de suministro de trozas de 180 000 m³/A para justificar tal instalación de capital.

3.8.4.1 Suministro de agua

Los aserraderos pequeños que sólo necesitan agua para servicios domésticos, sanitarios y de enfriamiento, podrían obtener volúmenes suficientes a partir de pequeños pozos o fuentes y, dependiendo del clima, del agua de lluvia recogida del tejado de los edificios situados dentro del complejo del aserradero. No es probable que se necesite ningún tipo de instalación grande de tratamiento, salvo la adición de cloro en el suministro doméstico.

En plantas en que se puedan emplear instalaciones generadoras de vapor, se necesitaría mucha más cantidad de agua, lo que podría implicar instalaciones de tratamiento de agua mucho más complicadas. Para el suministro de agua se necesitarían varios pozos, o un pequeño lago o una corriente de agua. Una planta que funcione con un sistema termoeléctrico o con turbina a vapor, necesitaría la menor cantidad de agua ya que la mayor parte del vapor generado podría recuperarse mediante condensación y reutilizarse.

El tratamiento del agua para la producción de vapor podría incluir alguno de los siguientes procesos o todos ellos: sedimentación, floculación, clarificación, filtración, eliminación de dureza e intercambio de iones.

También puede ser necesario almacenar agua en la zona del aserradero, tanto para la producción de vapor como para la lucha contra incendios, combinándose generalmente las instalaciones de almacenaje para ambos fines.

3.8.4.2 Personal de explotación

Todas las plantas de energía que producen vapor a presión media o elevada necesitan personal cualificado para el funcionamiento de las calderas. En la mayoría de los lugares sólo se permite estar a cargo de tales plantas a operarios autorizados por las autoridades gubernamentales competentes. Esto puede crear un serio problema de personal si no se dispone de suficientes operarios capacitados.

3.9 Funciones de apoyo

3.9.1 Contabilidad

Una vez que se ha adoptado la decisión de llevar adelante un proyecto de aserradero, deben establecerse procedimientos de contabilidad para la fase de construcción así como para la administración y control de costes de producción de la madera aserrada.

Durante el período de construcción será necesario mantener registro detallado de todos los gastos de construcción, equipos y costes de instalación, de tal modo que se pueda relacionar el avance del proyecto con las estimaciones de costes a efectos de control. Por ejemplo, los gastos previos a la puesta en marcha para capacitación y pruebas iniciales del equipo, también deben ser registrados ya que tales gastos se suelen capitalizar. A fin de

establecer tasas de depreciación para los costes de construcción y los previos a la puesta en marcha y para los equipos, será necesario en la mayoría de los casos presentar unos registros financieros aceptables para las autoridades responsables de los impuestos.

Se debe establecer un sistema de contabilidad antes del comienzo de las operaciones del aserradero para los siguientes fines:

- i. Proporcionar a la dirección un control financiero esencial de las operaciones, comparando los resultados, generalmente sobre una base mensual, con estimaciones presupuestarias anuales.
- ii. Determinar los costes de elaboración de la madera aserrada.
- iii. Proporcionar la documentación necesaria que sirve de apoyo a las declaraciones anuales de renta.

Es importante contar con cifras exactas de costes de fabricación de las operaciones del aserradero a fin de determinar su eficiencia, especialmente cuando se trata de comparar los efectos sobre los costes generales de los distintos procedimientos de operación.

También se necesitan datos de costes de fabricación como base para la adopción de decisiones por parte de la dirección. Por ejemplo, cuando se considera la introducción de especies nuevas o de calidad inferior se precisan los costes de elaboración, así como estimaciones de los precios de venta, a fin de determinar los precios que pueden pagarse por las trozas de tales especies secundarias.

Un sistema eficiente de contabilidad exige un flujo regular de información, procedente de todas las acciones de las operaciones, a fin de mantener el necesario registro de datos. Además de ello, deben realizarse comprobaciones periódicas de las existencias de trozas, de madera aserrada y de los materiales de consumo a fin de garantizar que los datos anotados estén de acuerdo con los niveles reales de existencias. De esta forma, las pérdidas debidas, por ejemplo, al deterioro de trozas y de madera aserrada en su almacenaje durante largos períodos, se ajustan en los registros de datos a intervalos regulares.

Diariamente, el flujo de información procedente de las secciones de operación y destinado a la oficina del aserradero, incluiría las siguientes partidas principales:

- i. Detalles sobre especies y volúmenes de recepciones de trozas procedentes de suministradores y entregas al aserradero.
- ii. Detalles por especies y volúmenes de la madera aserrada producida, apilada en el patio de secado y vendida.
- iii. Entradas y salidas de suministros.
- iv. Tarjetas de registros de tiempos de todo el personal.

La información anterior, junto con las anotaciones de compras y ventas, se recopila para producir una información mensual de Beneficios y Pérdidas que indica el beneficio o perjuicio de la operación. Tal información es muy importante porque proporciona al director y a los propietarios un resumen sobre la situación de las operaciones del aserradero y, comparando con informes anteriores, puede obtenerse una medida del progreso y eficiencia de la producción.

Una empresa de aserrío necesita anualmente un balance que resume el activo y el pasivo y proporciona el valor neto de la empresa. También se puede necesitar un balance cuando se hace una solicitud de un préstamo o cuando se está considerando un cambio de propiedad.

Aunque los mismos principios básicos indicados anteriormente se aplican a todos los tipos de empresas de aserrío, los procedimientos de contabilidad deben ser lo más sencillos posibles en el caso de la operación de un aserradero portátil como el descrito en el ejemplo 1 de esta guía. El mantenimiento de un registro diario puede realizarlo en este caso el supervisor, utilizando un libro diario sencillo en el que se anoten todas las transacciones para su recopilación subsiguiente por un empleado administrativo. En los aserraderos más grandes el flujo diario de información lo mantendrían los capataces. Análogamente, en el ejemplo 1 los materiales de consumo, por ejemplo el combustible, se cargan al comprarlos mientras que el combustible en los aserraderos grandes generalmente se recibe en almacén y sólo se carga cuando se envía desde un tanque de almacenaje a la planta de energía del aserradero y/o al equipo móvil.

3.9.2 Control de producción

Es necesario un control de producción para garantizar que el aserradero corta los tamaños, longitudes y calidades necesarios para atender las demandas del mercado y para cumplir las órdenes de venta recibidas por el aserradero. Esta función garantiza también que las trozas se corten de modo eficiente de forma que no se desperdicie madera por tamaños extraños o piezas mal cortadas.

Comparando los volúmenes de las trozas recibidas en el aserradero con la madera aserrada despachada y con las cantidades de desperdicios producidos, puede obtenerse una medida de la eficiencia general de funcionamiento del aserradero. Los datos registrados de producción por unidad de mano de obra permiten la comparación entre los niveles de resultados de distintas cuadrillas de trabajo y entre aserraderos.

La información acumulada sobre producción se utiliza para preparar informes financieros anuales y normalmente la exigen los organismos gubernamentales.

3.9.3 Inventario

El inventario incluye todas las trozas existentes en los patios y estanques de trozas y toda la madera aserrada situada en los patios de secado al aire y almacenada en seco o al aire libre, en espera de envío. La cantidad de madera que se elabora en el aserradero en un momento dado suele ser muy pequeña en comparación con las existencias en el patio.

El inventario representa el capital de explotación del aserradero. Su valor incluye el precio de todas las trozas entregadas al aserradero más todos los costes de mano de obra, combustible, mantenimiento, administración, etc., implicados en la transformación de las trozas en madera aserrada lista para la venta. Los impuestos y gastos de autorizaciones deben incluirse también en el precio de coste de la madera aserrada. La diferencia entre el valor del inventario de la madera aserrada y el precio real de mercado recibido cuando se vende la madera aserrada, determinará si la industria de aserrío funciona con beneficio o pérdida.

Un control sistemático de las existencias ayudará también a revelar las pérdidas de trozas y madera aserrada debidas a deterioros, defectos de fabricación o robo.

3.9.4 Mantenimiento

Es fundamental contar con un programa organizado de mantenimiento preventivo para mantener un aserradero en funcionamiento continuo y eficaz. En forma resumida las principales funciones de mantenimiento incluyen lo siguiente:

- i. Engrasar todos los elementos que lo necesiten con un lubricante correcto y con los intervalos de tiempo que especifique el fabricante.
- ii. Inspeccionar a intervalos regulares todos los elementos que estén sometidos a desgaste y repararlos o sustituirlos antes de que se produzca su fallo.
- iii. Reparar y volver a poner en servicio lo antes posible todos los elementos que fallen inesperadamente o que se rompan en servicio.

Para llevar a cabo estas funciones el departamento de mantenimiento debe contar con unas existencias adecuadas de lubricantes, repuestos y herramientas. Continuamente se necesitan tuercas, tornillos, arandelas, pasadores y otros artículos similares; se debe contar siempre con pequeñas existencias fácilmente disponibles, y mantenerlas en una zona de almacenaje controlada. Una pequeña zona de taller que cuente con una cierta forma de instalación elevadora facilita el trabajo del departamento de mantenimiento.

Normalmente se consideren herramientas fundamentales de mantenimiento un equipo de oxi-acetileno para soldaduras con latón y soldaduras en general, así como un equipo de soldadura eléctrica. Un pequeño torno y una pequeña máquina de afilar son muy convenientes para hacer la sustitución de piezas y ejes, a menos que exista un eficiente taller de maquinaria que funcione cerca del aserradero. También se necesitan herramientas manuales para taladrar, afilar y aserrar.

La mayoría de los fabricantes de maquinaria proporciona una lista de los repuestos que conviene comprar junto con los elementos principales. A menos que el aserradero tenga un fácil acceso a los repuestos, deben comprarse estos conjuntos. Los repuestos eléctricos deben incluir fusibles, motores de arranque, motores, conductores, bombillas, y otros.

Para un aserradero pequeño móvil o portátil con una capacidad de consumo de $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$, puede establecerse una instalación portátil de mantenimiento en la caja de un camión adecuado. Los repuestos pequeños deben guardarse en armarios con cierre.

Los aserraderos con una capacidad de consumo de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ y $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ deben incluir una zona adecuada de taller. Si no se dispone de capital al principio, debe incorporarse un taller en los planes y añadirlo al aserradero en una fecha posterior. Los repuestos de maquinaria son costosos y exigen un almacenamiento seguro y cerrado para evitar su deterioro o pérdida.

3.9.5 Despacho de pedidos

Un despacho de pedidos adecuado exige un sistema bien organizado. Cada despacho debe corresponder a una orden escrita o verbal que especifique la cantidad, longitud y calidad de la madera aserrada, el camión, el destino y la fecha de llegada. Sólo unas pocas personas clave deben tener autoridad para impartir tales instrucciones. El despachador de patio debe estar autorizado para comprobar con seguridad que se cumplen todos los aspectos de las instrucciones.

Los camiones se cargan a mano y con máquinas sencillas. Debe asegurarse la carga para evitar su movimiento durante el transporte.

3.9.6 Servicios de administración y dirección

Considerando los tamaños de aserraderos que se contemplan en esta guía, puede asignarse a una persona más de una función de administración y dirección. Por ejemplo, la comercialización o ventas de madera aserrada puede combinarse con la dirección general del aserradero. La contabilidad, el control de tiempos, la nómina y la elaboración de facturas puede ser otra responsabilidad combinada. Se necesitan oficinas adecuadas para el personal de administración y dirección.

Como los salarios de todo el personal de oficina se incluyen en el coste general de la madera aserrada producida, es importante mantener el número mínimo esencial de personal. En algunos casos una escasez de personal convenientemente cualificado puede ayudar a reducir al mínimo el personal de oficina.

El aserradero pequeño móvil o portátil con una capacidad de consumo de $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$ normalmente sólo necesita dos directivos, uno de ellos en la propia industria y el otro en una oficina de la comunidad local. Los aserraderos con una capacidad de consumo de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ pueden necesitar tres personas cualificadas y el aserradero con una capacidad de consumo de $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ puede normalmente funcionar con cuatro directivos. Es mejor comenzar con poco personal e ir aumentando cuando se necesite, en lugar de contratar mucho personal y encontrarse con la imposibilidad de dar marcha atrás.

Una asignación conveniente de espacio para oficinas suele ser de 10 a 14 m^2 por persona, incluyendo espacio para transitar, armarios archivadores, escritorios, etc. Hay que dotar de lavabos y sanitarios tanto el personal de oficina como el del aserradero. También se necesitan comedores e instalaciones de primeros auxilios.

4.0 PERSONAL

4.1 Necesidades de personal

Para hacer funcionar un aserradero pequeño con una buena base económica hay que limitar el número de empleados al mínimo que pueda cumplir eficazmente todas las funciones esenciales. Esto significa que muchos miembros del personal deben poder realizar más de una función.

Las necesidades de personal pueden clasificarse en líneas generales en personal de explotación y otro personal, tal como se describe en las secciones siguientes.

4.1.1 Personal de explotación

Este grupo de empleados tiene la responsabilidad de todas las operaciones físicas incluidas en la recepción, clasificación y manipulación de las trozas; en el aserrado de las trozas para transformarlas en madera aserrada terminada; en la manipulación de la madera aserrada para su clasificación, secado y preparación para la venta; en el mantenimiento de la maquinaria del aserradero y los edificios en buenas condiciones de funcionamiento y en el mantenimiento del emplazamiento en condiciones de seguridad y riesgo reducido de incendios.

Los miembros de este grupo requieren distintos niveles de preparación, pudiendo agruparse por conveniencia de la forma siguiente:

- i. Personal especializado.
- ii. Personal semi-especializado.
- iii. Personal sin especializar.

El personal especializado incluye los considerados generalmente como artesanos cualificados y con antecedentes de capacitación y experiencia apropiadas. Son, por ejemplo, el afilador de sierras, el mecánico de mantenimiento y el aserrador de la sierra principal.

El personal semi-especializado incluye los que tienen cierta capacitación y experiencia en el trabajo que se realiza pero que están sujetos todavía a supervisión y mejor capacitación. Son, por ejemplo, el operario de la canteadora, el operario de la retestadora y el conductor de camión.

El personal sin especializar incluye los que tienen poca o ninguna experiencia previa en aserraderos pero que pueden seguir la instrucción de una manera consciente y segura. Son, por ejemplo, los apiladores de madera aserrada, los manipuladores de trozas y los limpiadores.

En un aserradero pequeño móvil o portátil, con un consumo de trozas de $5\,000\text{ m}^3/\text{A}$, las obligaciones del afilador, del mecánico responsable del mantenimiento y del aserrador de la sierra principal, podría probablemente cumplirlas todas una persona especializada. Dos obreros semi-especializados podrían encargarse del funcionamiento de la canteadora y de la retestadora y cuatro o cinco obreros sin especializar manipularían las trozas y apilarían la madera aserrada.

En un aserradero con un consumo anual de trozas de 10 000 m³, las obligaciones del afilador de sierras y del mecánico de mantenimiento las podría cumplir una sola persona. Habría un aserrador de sierra principal, que podría ayudar al afilador de sierras cuando fuera necesario, y tres personas semi-especializadas estarían a cargo del funcionamiento de la canteadora, de las retestadoras y de la clasificación de la madera. Seis o siete hombres sin especializar manipularían las trozas y apilarían la madera aserrada.

Un aserradero con un suministro de trozas de 20 000 m³/A requeriría tres personas especializadas para realizar las obligaciones del afilador de sierras, mecánico de mantenimiento y aserrador principal. Cinco obreros semi-especializados estarían a cargo de la canteadora, la desdobladora y las retestadoras, así como de la clasificación, mientras nueve o diez obreros sin especializar manipularían las trozas, apilarían la madera aserrada y estarían encargados de la limpieza.

4.1.2 Otro personal

Este grupo de personal es responsable de las funciones de comercialización, dirección y administración, que incluirían las siguientes obligaciones:

- i. Adquisición de trozas.
- ii. Comercialización de la madera aserrada terminada.
- iii. Dirección general de todas las operaciones.
- iv. Mantenimiento de los archivos.
- v. Control de tiempos.
- vi. Nómina.
- vii. Contabilidad.
- viii. Contratación y despido de personal.
- ix. Relaciones públicas.
- x. Trabajo de oficina.

En la gama de tamaños de aserraderos contemplada en esta guía, será necesario que algunos miembros del personal cumplan más de una de las funciones anteriores. El poder leer, escribir y realizar cálculos aritméticos es un requisito previo para poder desarrollar la destreza necesaria para cumplir las funciones mencionadas.

Por razones de comodidad el personal se puede clasificar en adiestrado y/o parcialmente adiestrado. El personal adiestrado para el trabajo de aserradero debe tener experiencia previa en aserraderos. Ejemplos de ellos serían el director general, el comprador de trozas y el vendedor de madera aserrada. El personal parcialmente adiestrado no necesita haber tenido experiencia previa en aserraderos. Como ejemplos se incluiría el personal responsable de los archivos, la nómina, la contabilidad y de secretaría.

Las funciones de dirección general, adquisición de trozas, comercialización de madera aserrada y relaciones públicas podría cumplirlas todas una persona con experiencia, en el caso de un aserradero pequeño móvil o portátil. Todas las otras funciones las podrían desempeñar una o dos personas parcialmente adiestradas.

En un aserradero con abastecimiento de trozas de $10\,000\text{ m}^3/\text{A}$ convendría probablemente añadir a las personas antes enumeradas una tercera persona parcialmente adiestrada.

Un aserradero con consumo de $20\,000\text{ m}^3/\text{A}$ necesitaría dos personas con experiencia para llevar a cabo las funciones de adquisición de trozas, comercialización de madera aserrada, relaciones públicas y dirección general. Todas las demás funciones podrían desempeñarlas tres o cuatro personas parcialmente adiestradas.

4.2 Sueldos y jornales

El establecimiento de unos niveles de sueldos y escalas de jornales apropiados para el personal del aserradero, exige una evaluación detallada de todas las normas oficiales aplicables y, en zonas donde ya existe alguna actividad industrial, de los niveles corrientes que se están pagando por trabajos comparables a las actividades del aserradero.

Si se va a establecer un aserradero en una zona remota donde no es corriente el trabajo regular pagado, habrá que estudiar con cuidado los efectos sociales sobre la comunidad. En tales casos es frecuente dar a los empleados alimentos corrientes, madera aserrada para la construcción de viviendas, por ejemplo, como parte de su salario.

Sin embargo, a menos que el aserradero se establezca como instrumento de política social, los pequeños aserraderos contemplados en esta guía no deben implicarse en la construcción de viviendas, escuelas, hospitales, etc., pues los costes resultantes podrían hacer antieconómica toda la operación.

4.3 Disponibilidad y capacitación de personal

En regiones en que existe ya una cierta actividad de aserrío de tipo similar, el establecimiento de un nuevo aserradero puede proporcionar oportunidades apropiadas para el progreso de las personas que trabajan en posiciones auxiliares en los aserraderos existentes. Los anuncios de vacantes para un nuevo aserradero motivarían la aparición de candidatos para las funciones operativas y para una mejor capacitación.

Cuando no han existido antes actividades de aserrío o éstas han sido muy pequeñas, será necesario traer el personal principal de fuera de la zona. Tal personal puede incluir, dependiendo del tamaño del aserradero, el director de aserradero, el afilador de sierras, el mecánico de mantenimiento y el aserrador de sierra principal, todos ellos con experiencia en el tipo de aserrío que se preve y en la capacitación de contrapartes, así como las demás clases de personal del aserradero.

Una vez que se haya adoptado la decisión de instalar un aserradero, es esencial que el personal principal esté en el emplazamiento para que las materias de organización, abastecimiento de trozas, y dispositivos de comercialización estén listos para la puesta en marcha del aserradero. La capacitación del personal tendría que realizarse en lo posible durante el período de construcción del aserradero. Tales medidas se traducirían en que el aserradero estaría en producción lo antes posible.

Además de las funciones del personal principal, en cuanto a organización y capacitación, como se ha indicado antes, deben participar también en el diseño y supervisión de la construcción del aserradero.

El personal principal debe estar empleado sobre la base de un contrato permanente o de plazo fijo. En este último caso la duración de los contratos dependerá del tiempo necesario para capacitar plenamente a los contrapartes quienes, a su vez, serían responsables de continuar la capacitación de otro personal del aserradero.

El afilador de sierras, el mecánico de mantenimiento y el aserrador principal pueden necesitar cierta capacitación profesional en instalaciones adecuadas fuera de la zona del aserradero. Se podrían enviar fuera ciertas personas elegidas para su capacitación y para lograr experiencia en el trabajo durante el tiempo en que se esté construyendo el aserradero.

Algunos fabricantes de maquinaria de aserraderos están dispuestos a enviar sus representantes especializados para ayudar a la instalación de la maquinaria y a la capacitación inicial de los operarios. Los costes de este servicio suelen negociarse en el momento de la compra de la maquinaria.

5.0 CONSIDERACIONES LEGALES, AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD

5.1 Aspectos legales

Un aspecto importante al comenzar la planificación de cualquier aserradero es el de determinar la naturaleza y repercusión de toda la legislación o normas oficiales que puedan afectar directa o indirectamente al proyecto. Como es lógico, la legislación y las normas variarán considerablemente de un país a otro, pero los factores siguientes son representativos de muchos que deben tenerse en cuenta antes de emprender cualquier proyecto detallado:

- i. Tenencia de la tierra - duración, seguridad y coste.
- ii. Leyes laborales - horas de trabajo, jornales mínimos, remuneración de los trabajadores, normas de sanidad y seguridad, viviendas, escolaridad e instalaciones médicas.
- iii. Permisos para edificar, códigos y normas.
- iv. Impuestos, incentivos fiscales y subsidios.
- v. Reglamentación financiera - control de cambio exterior, participación extranjera en acciones y repatriación de beneficios.
- vi. Controles de importación y exportación - normas y obligaciones.
- vii. Gravámenes gubernamentales - licencias, cánones, gastos de cubicación.
- viii. Leyes de inmigración y normas sobre permisos de trabajo.
- ix. Limitaciones sobre pesos y velocidades de vehículos relativas a la utilización de carreteras y puentes públicos.

Lo anterior y posiblemente muchas otras normas y leyes influirán en cierta medida en la ubicación y estructura de cualquier aserradero ya sea pequeño, mediano o grande.

5.2 Aspectos ambientales

Durante las dos últimas décadas los temas ambientales han recibido una atención creciente. En el mundo desarrollado hay un volumen cada vez mayor de legislación dirigida al control de la contaminación y el mismo proceso se va a seguir sin duda en los países en desarrollo. Por ello, no hay que emprender ningún proyecto de aserradero en el mundo actual sin dar la debida atención a sus efectos sobre el medio ambiente.

Todo aserradero produce un gran volumen de residuos en forma de corteza, serrín, costeros, recortes y otros desperdicios sólidos de madera. La eliminación o utilización de estos desechos puede traducirse en contaminación del aire, del suelo y/o del agua. Los productos químicos utilizados para la preservación de la madera aserrada son otra fuente potencial de contaminación y los aserraderos tienen mala reputación como "contaminantes de ruidos". Las medidas para el control de la contaminación pueden ser normalmente sencillas y relativamente baratas si se incluyen en el diseño y planificación inicial de un aserradero. Sin embargo, si se pospone la consideración de estos factores y se deja que

se acumulen los desechos hasta que la preocupación del público o la intervención del gobierno fueren a actuar, las medidas para remediarlo pueden ser muy costosas.

Si el aserradero está estrechamente vinculado con una operación de explotación forestal, habrá que considerar una serie adicional y más compleja quizás de factores ambientales. Estos incluyen problemas tales como el control de la erosión, la protección de cuencas hidrográficas, la reforestación y el mantenimiento de los niveles de nutrientes del suelo forestal.

5.3 Seguridad

La industria de aserrío ha tenido en el pasado en muchos países un historial muy malo en materia de seguridad. La industria tiene un potencial para la producción de accidentes graves, debido a lo siguiente:

- el transporte de trozas y piezas escuadradas grandes y pesadas que obligan a un duro trabajo manual,
- la utilización de maquinaria diseñada específicamente para cortar.

Sin embargo, durante los últimos decenios ha habido un esfuerzo concertado de los sindicatos y de los directivos de los aserraderos para reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes. La experiencia de muchos países ha demostrado que se puede lograr una industria de aserrío relativamente segura siempre que se reconozca el potencial de peligro. Algunos países desarrollados han publicado manuales y guías muy detallados sobre dispositivos protectores en la maquinaria a fin de proteger a los empleados contra los accidentes. Existen algunas publicaciones de UNIDO.

Al igual que los aspectos ambientales antes descritos, los dispositivos protectores específicos en la maquinaria y otras acciones de seguridad deben adoptarse desde el principio, imprimiendo con ello una conciencia de seguridad en el personal, desde la puesta en marcha.

6.0 ESTRUCTURAS

6.1 Generalidades

Las estructuras a considerar para los aserraderos pequeños pueden dividirse en subestructuras y superestructuras.

Las subestructuras incluyen los ciminetos, los apoyos de la maquinaria y el piso de las zonas de trabajo, siendo necesarias para la instalación de los equipos a fin de garantizar la estabilidad y la precisión del aserrado en todo el aserradero.

Las superestructuras incluyen muros, techos y cerramientos para proteger al personal y a la maquinaria de los efectos de las condiciones climáticas reinantes. Por ejemplo, en los climas secos y áridos, la protección de las zonas de trabajo contra el sol puede ser el criterio más importante, siendo mínimas las necesidades de cerramiento, mientras que, en zonas sujetas a tormentas de aire, tanto la superestructura como la subestructura han de diseñarse para resistir las fuerzas de levantamiento ocasionadas por los fuertes vientos.

En zonas sujetas a fuertes lluvias, las grandes cantidades de agua que escurren del tejado deben recogerse y conducirse fuera del aserradero para evitar que afecten a la subestructura. En zonas sujetas a terremotos, tanto la superestructura como la subestructura deben diseñarse para resistir las fuerzas sísmicas que cabe esperar.

Una buena ventilación es esencial en toda época, pudiendo lograrse por medio de cubiertas a dos aguas, con respiraderos de celosía en los caballetes. Puede ser conveniente emplear mallas fuertes de alambre como tabiques por razones de seguridad y para reducir la entrada de animales y/o de pájaros sin impedir la ventilación.

Hay que tener en cuenta la seguridad de los empleados al planificar un aserradero, reduciendo los riesgos al mínimo. Deben adoptarse medidas en todo lo posible para proteger a los empleados de la maquinaria y de los transportadores.

6.2 Materiales de construcción

Hay una indudable ventaja económica en el mayor empleo posible de material de construcción disponible localmente. La madera suele ser uno de los materiales más fácilmente disponibles y más versátiles, debiendo estudiarse los recursos forestales locales para determinar aquellas especies que tienen propiedades físicas apropiadas y durabilidad para fines de construcción.

La madera con resistencia estructural adecuada y resistente a los ataques de insectos y hongos, ya sea naturalmente o como resultado de tratamiento químico, puede emplearse para la mayor parte del armazón de la subestructura y de la superestructura. Ciertas especies pueden ser adecuadas para su uso directo en el suelo para cimentaciones. Deben diseñarse los empalmes de las estructuras para que se cumplan las condiciones de la madera respecto a tensión, flexión, esfuerzo cortante y compresión en las juntas atornilladas y clavadas.

Es normal disponer de cemento Portland, y suponiendo que se cuenta con una fuente segura de arena y grava, limpias y clasificadas se puede producir hormigón adecuado con un equipo sencillo y trabajo manual. Unos cimientos sencillos pueden reducir la necesidad de acero para armar, utilizando más hormigón en masa o zapatas con pernos de anclaje apropiados.

Las planchas de acero y aluminio corrugado y galvanizado son un material económico y duradero para revestimiento de tejados y paredes. Se pueden instalar fácilmente sobre marcos de madera y no necesitan sistemas costosos de fijación. Clavos y arandelas galvanizados, hechos para este fin, dan una expectativa de duración igual a la de las planchas. Muchos años de utilización con éxito en todos los climas han demostrado el valor de este material, que tiene además la ventaja adicional de ser incombustible.

Para los tamaños de aserraderos contemplados en esta guía, el acero de construcción y el hormigón prefabricado parecen difíciles de justificar, a menos que exista una fuente de suministro cerca del emplazamiento de la industria.

Desde el punto de vista de la seguridad del personal que trabaja en el aserradero y del capital invertido en maquinaria y edificaciones, se recomienda fuertemente la utilización de ingenieros civiles o de construcción autorizados para diseñar e inspeccionar la construcción de la subestructura y de la superestructura. Las normas gubernamentales pueden exigir el asesoramiento de tales profesionales en zonas sujetas a terremotos o tifones.

7.0 FASES DE CONSTRUCCION

Las muchas etapas por las que pasa un proyecto de aserradero, desde el estudio inicial de viabilidad hasta el comienzo de la producción, se ilustra mejor por medio de un diagrama de planificación en cadena. En la figura 5 se da un esquema de planificación general que muestra la secuencia lógica y las interrelaciones de las distintas fases del proyecto. Al planificar incluso el aserradero más pequeño, debe prepararse un diagrama de este tipo con fechas realistas de iniciación y terminación de cada fase. Es esencial que estas fechas representen lo que puede lograrse razonablemente en las condiciones que se dan en el emplazamiento propuesto. Siguiendo este procedimiento, se pueden identificar y rectificar a tiempo dificultades o inconsistencias en la planificación de un proyecto.

Habiendo preparado un esquema de planificación y habiendo obtenido también el acuerdo general de otras organizaciones o compañías participantes, debe prepararse un diagrama de barras para la construcción del proyecto tal como se ilustra en la figura 6. En una situación real este programa debe graduarse en el eje horizontal en semanas y meses. Como esto no se puede hacer, salvo sobre la base de un proyecto real, la figura 6 muestra el formato y las partidas a considerar, con la proporción aproximada del tiempo total de construcción que requerirán.

Estos diagramas no es necesario que sean complicados, pudiendo hacerse a mano; lo importante es que se analicen cuidadosamente las diversas fases y que se establezcan metas alcanzables.

Figura 6 - Programa de construcción de un proyecto.

Operación	Porcentaje del tiempo total transcurrido*									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<u>Emplazamiento</u>										
Desbroce y desmalezamiento										
Alcantarillas										
Desagües										
Rellenado										
Protección contra incendios										
Nivelación										
Excavaciones										
Carreteras										
<u>Aserradero</u>										
Cimientos										
Losa y paredes										
Trabajos en acero o en madera										
Techado										
Carpintería										
Rociadores										
<u>Equipos</u>										
Sierra principal										
Canteadoras										
Desdobladoras										
Manipulación, traslados, transportadores										
Transportadores de residuos										
Unidades motrices										

* Basado en el tiempo para las operaciones comparado con el período total de construcción. Muchas de estas operaciones pueden tener lugar simultáneamente, por lo cual el total es más de 100.

8.0 CALCULO DE COSTES

8.1 Generalidades

Una vez que se ha llegado a decisiones tentativas respecto al proceso y equipos más apropiados para el aserrío, teniendo en cuenta los datos previamente desarrollados respecto a recursos y mercados, el empresario debe comenzar el proceso de evaluación de la viabilidad financiera del proyecto. El primer paso de este proceso es preparar estimaciones de la inversión de capital y de los costes de explotación. La validez del análisis financiero subsiguiente y de las previsiones sobre beneficios, estarán relacionados directamente con la calidad de las estimaciones de costes.

Al elaborar los datos de costes con el fin de determinar la viabilidad, deben seguirse las siguientes normas generales:

- i. Asegurarse de que se han identificado e incluido todas las áreas de costes relacionados con el proyecto.
- ii. Determinar, en términos generales, la importancia relativa de los distintos elementos del coste y concentrarse en éstos durante el proceso real de cálculo.
- iii. Intentar desarrollar una clara conciencia sobre la inseguridad de los cálculos de costes a fin de mejorar la evaluación de los riesgos del proyecto.

La calidad de los cálculos de costes puede ser perjudicada seriamente cuando no se da la debida atención a las consideraciones precedentes. Así por ejemplo, los costes relativos a ciertas partidas como la puesta en marcha, el transporte de los obreros y sus viviendas, los materiales de mantenimiento y requestos, los intereses durante el período de construcción, el montaje de la línea eléctrica, la conexión de carreteras o líneas de ferrocarril, los gastos de proyecto, la supervisión de la construcción, la administración y el capital de explotación, se pasan por alto con frecuencia. También existe el peligro de dedicar una cantidad desproporcionada de tiempo y esfuerzos de cálculo a temas que no tienen relativamente importancia o para lograr niveles de precisión, para datos que son fáciles de obtener, que van mucho más allá de los que se puede alcanzar para elementos de costes más importantes.

Finalmente es importante evitar el error de suponer un nivel de precisión de cálculo que no existe en la realidad. Un cierto conocimiento de las tolerancias probables que se aplican al cálculo de costes, es una gran ayuda para adoptar decisiones finales respecto a la conveniencia o no de continuar con el proyecto. Para fines de prefactibilidad suele ser aceptable un nivel de precisión de un $\pm 20/25$ por ciento para los cálculos de inversión. Dado el efecto potencial de tal variación, es especialmente importante que se reconozca la inseguridad del cálculo a fin de poderlo tener en cuenta en el análisis de la viabilidad financiera.

8.2 Fuentes de información

En principio, el empresario tiene prevención contra la utilización de datos de costes que hayan sido preparados por otros aserraderos. Aunque tal información puede ser útil

como orientación general, la situación de cada aserradero es diferente y los costes, incluso a nivel preliminar, deben obtenerse a partir de datos básicos específicos relativos al lugar, proceso y equipos elegidos.

Las necesidades de información para el cálculo de costes diferirán con el tamaño y complejidad del aserradero propuesto. Análogamente, la disponibilidad de información variará dependiendo del nivel de desarrollo industrial local y de la extensión de los servicios de apoyo como contratistas de carácter general, fabricantes de equipos, ventas de suministros de material de construcción, etc. En muchas situaciones será necesario importar una parte importante (o todos) de los equipos de elaboración del aserradero, en cuyo caso los cálculos de costes requerirán una correspondencia internacional y la determinación subsiguiente de fletes, manipulación, cambios de moneda y derechos de importación. En general, las fuentes de información más probables en cuanto a costes incluirán lo siguiente:

- i. Contratistas locales de edificaciones comerciales y de construcción, fabricantes de acero y fabricantes de maquinaria.
- ii. Suministradores internacionales de equipos de elaboración de aserraderos. En el caso de un aserradero "portátil" es corriente que toda la unidad de explotación se venda como un paquete completo, simplificándose así, como es lógico, los procedimientos de cálculo. Para aserraderos de tamaño medio es probable que se necesite una serie de cálculos procedentes de fabricantes extranjeros a fin de satisfacer mejor las necesidades de equipos de elaboración determinadas previamente. Los nombres y direcciones de los suministradores extranjeros de equipos pueden obtenerse de los consulados locales o embajadas.
- iii. Aserraderos y fábricas locales de productos de tableros para datos de costes de fabricación y de construcción, e información específica con respecto a temas de construcción y puesta en marcha.
- iv. Otras industrias locales, como plantas de cemento, industrias de fertilizantes y refinerías de petróleo, para costes de construcción, costes de explotación, precios del combustible ("fuel oil"), necesidades de capacitación de mano de obra y asesoramiento en general.
- v. Representantes locales de organismos internacionales, como la FAO, el Banco Mundial y el Banco Asiático de Desarrollo (ADB), para información local en general, contactos internacionales y resultados de estudios y proyectos realizados en campos relacionados.
- vi. Departamentos oficiales, centrales, estatales y municipales, para información respecto a precios de la mano de obra y legislación, normas de construcción y costes, condiciones de la cimentación, disponibilidad de terrenos, disponibilidad y coste de energía eléctrica y posibles oportunidades de ayuda gubernamental a través de subvenciones, préstamos, concesiones impositivas o incentivos similares de fomento.

8.3 Cálculos de coste de capital

8.3.1 Generalidades

Los costes de capital o "inversión fija" incluyen los siguientes elementos, que sumados representan la inversión total de capital necesaria para el proyecto propuesto:

- i. Adecuación del terreno y emplazamiento.
- ii. Estructuras.
- iii. Equipo de elaboración y equipo auxiliar (compra e instalación).
- iv. Gastos generales de construcción.
- v. Costes de ingeniería.
- vi. Capital de explotación.
- vii. Gastos previos a la puesta en marcha.
- viii. Gastos de intereses capitalizados.
- ix. Imprevistos.

En las secciones que siguen se analizan brevemente cada uno de estos elementos.

8.3.2 Adecuación del terreno y emplazamiento

Hay que calcular los costes de comprar y preparar el emplazamiento elegido. Aunque ésta suele ser una tarea relativamente sencilla, el que la calcule debe ser consciente de cualquier situación especial que pueda aplicarse. Las normas de construcción pueden exigir la provisión de servicios relacionados con el emplazamiento, que son mayores en alcance o coste que las necesidades mínimas previstas por el empresario. Estas pueden incluir tuberías principales de agua, sistemas de alcantarillado, sistemas de avenamiento, protección contra incendios, control de inundaciones, viviendas y esparcimientos para los trabajadores. Puede incurrirse en gastos legales especiales, en aquellas situaciones que incluyen el arrendamiento o compra de terrenos que tienen complicaciones en cuanto a propiedad, por ejemplo, propietarios múltiples, herencias, etc.

Las condiciones del suelo y de cimentación pueden resultar decisivas para el desarrollo de un aserradero eficiente. Debe dedicarse una atención especial a situaciones potenciales de inundación, erosión de colinas próximas, o de márgenes de ríos, posible necesidad de pilotajes o zapatas especiales bajo las principales componentes del equipo de elaboración, la necesidad de una compactación previa para extraer el agua subterránea y así sucesivamente.

8.3.3 Estructuras

Las estructuras necesarias para aserraderos pequeños o medianos son mínimas, especialmente en los países tropicales. El equipo de elaboración, los servicios eléctricos,

los materiales de consumo y los repuestos, deben protegerse de la lluvia. Los trabajadores deben estar protegidos de la luz directa del sol y contar también con cierta protección contra la lluvia. La seguridad es un aspecto fundamental de cualquier operación industrial y se logra probablemente mejor mediante la provisión de una vigilancia durante las 24 horas a cargo de personal de seguridad, en lugar de confiarla a una estructura adjunta. Finalmente, debe hacerse una cierta provisión de espacio para una oficina adjunta que permita la preparación y protección de los archivos de explotación y financieros.

En el caso de aserraderos portátiles y pequeños, en los que las estructuras necesarias pueden incluir sólo una pequeña oficina y una protección ligera contra la lluvia, el empresario puede calcular el coste de una manera muy sencilla, sobre la base de materiales locales de construcción y la provisión de unos pocos trabajadores, incluido probablemente él mismo. Para un aserradero de tamaño mediano, con estructura y necesidades de cimentación más importantes, se pueden obtener cotizaciones de contratistas locales de construcción. Hay que cuidar el incluir todos los costes que pueden esperarse razonablemente relacionados con la adecuación del emplazamiento, incluyendo algunas de las siguientes partidas o todas ellas:

- i. Compra o alquiler del emplazamiento.
- ii. Instalaciones de transporte (muelles de carga, estanques de trozas, apartaderos de ferrocarril, carreteras de acceso).
- iii. Alcantarillas.
- iv. Protección contra incendios.
- v. Construcción de oficinas.
- vi. Almacenes industriales (protección de materiales de consumo, materiales de mantenimiento y repuestos).
- vii. Taller de mantenimiento.
- viii. Abastecimiento de agua.
- ix. Suministro de energía.
- x. Manipulación y almacenamiento de madera.
- xi. Estructuras del aserradero (incluyendo cimentaciones).
- xii. Almacén de madera aserrada (si es necesario).

8.3.4 Equipos de elaboración y equipos auxiliares

Los cálculos sobre equipos se basan en los diseños previamente elaborados respecto a los procesos en general y en los precios estimados recibidos en respuesta a las averiguaciones realizadas sobre los elementos principales del equipo. Esta información se suplementa, en la medida que se necesite, con cotizaciones procedentes de suministradores de equipos, fabricantes y contratistas locales. Deben contabilizarse todos los elementos

principales de los equipos de elaboración. Hay que hacer asignaciones adecuadas para equipo auxiliar, como el de manipulación de materiales. Todos los cálculos sobre materiales y equipos deben incluir el coste total, entregados en el emplazamiento del aserradero. Así, deben contabilizarse los recargos aplicables que incluyen partidas tales como derechos de importación, impuestos, gastos de muelle y manipulación, fletes locales y gastos de almacenamiento, así como el coste de descarga en el sitio del aserradero. Los cálculos de mano de obra para la instalación del equipo deben basarse ya sea en cotizaciones recibidas de los contratistas o, en otro caso, en estimaciones realizadas por el empresario sobre las necesidades de jornales, en unión de los cálculos de precios de la mano de obra que incluyan los beneficios aplicables.

8.3.5 Gastos generales de construcción

Esta partida incluye los costes relativos a la construcción que serían soportados directamente por el empresario y no por el contratista. Esto puede incluir partidas como el alojamiento temporal de los trabajadores, arrendamiento de equipos, vehículos del propietario, energía provisional, servicios de agua y alcantarillado y administración del trabajo a pie de obra.

8.3.6 Ingeniería

Debe hacerse una asignación para los gastos de ingeniería relacionados con el proyecto y construcción del aserradero. En el caso de grandes aserraderos este coste será normalmente del orden del 7% al 8% del capital total de la planta. Para un aserradero portátil no es probable que haya ningún gasto de ingeniería ya que el equipo de elaboración sería suministrado como una unidad de explotación completa. Análogamente, un pequeño aserradero probablemente sólo requerirá una participación mínima de servicios de ingeniería, especialmente si los suministradores del equipo elegido proporcionan información completa de carácter técnico y referente a la instalación. En el caso de un aserradero de tamaño medio, es muy probable que el empresario desee contratar a un ingeniero de aserraderos para que asesore sobre el diseño de la industria, tamaño y solución de los equipos y posiblemente para que atienda a la supervisión de la construcción.

8.3.7 Capital de explotación

Los cálculos prevén el capital invertido en existencias de trozas para aserrar, madera aserrada terminada y seca, combustible, lubricantes, materiales para reparaciones, hojas de sierra y otros materiales fungibles. También se incluyen en el capital de explotación las cuentas por cobrar, los gastos pagados por anticipado y una reserva en metálico. La cuantía de los activos realizables se compensa en parte por una asignación para cuentas a pagar.

El refuerzo de las existencias de madera serrada, de trozas para aserrar y posiblemente de otras existencias, continuará después de la puesta en marcha y se financiará o con dinero procedente de las operaciones o mediante fondos de capital aportados. La previsión del flujo de caja indicará la disponibilidad de fondos procedentes de las operaciones.

En nuevas empresas de negocios es particularmente importante asignar suficiente capital de explotación para atender a los costes de las primeras semanas o meses de operación, hasta que se haya establecido un flujo de dinero. Una expansión rápida subsiguiente de las ventas puede crear la necesidad de capital de explotación adicional para atender los costes en metálico de la producción.

8.3.8 Gastos previos a la puesta en marcha

Los gastos previos a la puesta en marcha son los desembolsos, no relacionados con la construcción, en que se incurre antes de que exista una entrada de fondos procedentes de las operaciones. En estos gastos previos se incluyen los salarios, jornales y gastos de personal contratado en distintas etapas anteriores a la puesta en marcha, así como seguros, impuestos a la propiedad, suministros y otras partidas que se necesitan con prontitud para el comienzo de las operaciones.

Los gastos previos a la puesta en marcha suelen descontarse por un período de tiempo, de acuerdo con la costumbre local existente, lo que viene definido en normas apropiadas del impuesto de utilidades.

8.3.9 Gastos de intereses capitalizados

En proyectos que se financian en parte con fondos de préstamo, el interés se suele calcular sobre la cantidad dispuesta y a veces se carga también una cuota de compromiso calculada sobre la cantidad no dispuesta. Durante el período de construcción y hasta el momento en que se dispone de efectivo para pagar intereses o para hacer pagos de devolución del préstamo con intereses, se añaden a la cantidad prestada los intereses adeudados. Durante este período de gracia se calcula el interés sobre estos intereses, y se añade también a la cuantía del principal del préstamo.

8.3.10 Imprevistos

Cuando se calcula el coste de capital de la industria, los cálculos incluyen el coste de todos los componentes conocidos de acuerdo con el proyecto elaborado. Sin embargo, a medida que se avanza en el diseño detallado y en la construcción y que se sabe más sobre la industria y el proceso, pueden necesitarse ciertas partidas que no se incluyeron en los cálculos realizados. En los cálculos iniciales del coste de capital de la industria se incluye una asignación para imprevistos a fin de cubrir el coste de componentes adicionales o de introducir cambios respecto a las concepción original. La cuantía de los imprevistos es cuestión de criterio pero para el coste de capital previsto en esta guía la asignación es del 10% de la suma del capital industrial, ingeniería y gastos generales de construcción. La asignación de imprevistos no se pretende que atienda a la escalada de costes durante el período de planificación, diseño y construcción.

8.3.11 Cuadro resumen de costes de capital

Una vez que se han obtenido los datos básicos sobre coste de capital, deben reunirse en una disposición tabular sencilla. Esto ordenará los datos y ayudará a garantizar que no se ha pasado por alto ningún cálculo esencial respecto a costes. En la página siguiente se sugiere un formato apropiado.

Resumen de costes de capital

<u>Partida</u>	<u>Costes</u> \$
Adquisición y preparación del terreno	
Materiales de construcción	
Construcción	
Total emplazamiento y estructuras	
Maquinaria y repuestos importados, CIF puerto de entrada	
Derechos y gastos de importación	
Transporte local y entrega a pie de obra	
Productos y equipos fabricados localmente, entregados a pie de obra	
Instalación y montaje de los equipos	
Total equipo instalado	
Equipo auxiliar (no incluido antes)	
Gastos generales de construcción	
Ingeniería	
Imprevistos	
Inversión total en planta	
Gastos previos al funcionamiento	
Intereses capitalizados	
Capital de explotación	
Inversión total	

Este tipo de formato puede modificarse para atender necesidades específicas. Puede incluirse más de un ejemplo a fin de comparar las necesidades totales de inversión. Puede ser necesario que la componente de moneda extranjera aparezca separadamente para cumplir con las normas locales. En algunos casos los materiales, el equipo y la mano de obra pueden ser suministrados por un solo contratista a un coste determinado.

Es importante que todos los documentos y cálculos justificativos que sirven de base para el cálculo final del coste de capital se mantengan archivados con referencias claras sobre orígenes y fechas. Esto reduce mucho el tiempo y esfuerzo necesarios para actualizar los cálculos, si el proyecto se retrasa, o para verificar los cálculos de costes si existen dudas por parte de los prestamistas potenciales o de los accionistas participantes.

8.4 Cálculo de costes de fabricación

8.4.1 Generalidades

"El coste de fabricación" incluye todos los costes implicados en la transformación de las trozas en madera aserrada lista para venta y entrega en la puerta del aserradero. Frecuentemente se expresa como coste por unidad de volumen (p. ej. \$/m³) de madera aserrada, basándose en el volumen producido en un año de funcionamiento y en todos los costes de fabricación correspondientes a dicho año.

El procedimiento general que se emplea para preparar los cálculos de coste de fabricación incluye:

- i. El establecimiento de calidades y volúmenes de producción de madera aserrada basados conjuntamente en las exigencias del mercado, en la capacidad de producción y en la disponibilidad de trozas de aserrar.
- ii. El establecimiento de datos estadísticos y de costes tales como rendimiento en madera aserrada y residuos, por tipos, a partir de una unidad de volumen de trozas para aserrar, consumo de energía eléctrica por unidad de madera aserrada y precios de entrega de materias primas y energía.
- iii. La preparación del cálculo del coste de fabricación. Este paso incluye una serie de cálculos que comienzan con el volumen anual de producción en operaciones normales, para determinar las cantidades necesarias y costes de trozas de aserrar y energía así como otros costes de materiales. Los últimos pasos incluyen el cálculo de costes de mano de obra, salarios, seguros, impuestos a la propiedad y otros gastos de administración y gastos generales.

8.4.2 Volúmenes unitarios

El volumen de madera aserrada sobre el que se distribuye el coste total de fabricación es el volumen neto de madera aserrada terminada y vendida en fábrica. Como consecuencia de ello, hay que tener en cuenta en las componentes del coste todas las pérdidas de madera que se producen en la transformación de las trozas en madera aserrada terminada.

Ejemplos de pérdidas de madera son los siguientes:

- i. Trozas rotas en el patio de trozas, de tal modo que las longitudes resultan demasiado cortas.
- ii. Trozas que se hunden en el estanque y que no se recuperan.
- iii. Trozas dañadas por el ataque de insectos u hongos.
- iv. Madera aserrada que no se corta correctamente en la sierra principal, de modo que la anchura o el espesor no responden a las especificaciones.
- v. Madera aserrada canteada en exceso, dejando buena madera en los recortes.
- vi. Retestado incorrecto en cuanto a longitud.
- vii. Pérdidas debidas a fendas, curvaturas y alabeos excesivos en el patio de secado al aire.
- viii. Pudriciones, duramen quebradizo y defectos similares que se presentan al elaborar la madera aserrada.
- ix. Serrín procedente de todos los cortes de la sierra.

Las pérdidas debidas a los cortes de la sierra y las debidas al aserrado y canteado de superficies redondeadas pueden representar en su conjunto del 40% al 50% de los volúmenes

de las trozas. Si se añaden otras pérdidas a esta cantidad, no es raro encontrar que el volumen de madera aserrada terminada y vendida representa sólo del 30% al 50% del volumen de las trozas compradas.

La experiencia de aserraderos locales que elaboran trozas de características similares puede servir como orientación aproximada respecto al porcentaje de rendimiento que cabe esperar de un nuevo aserradero. Sin embargo, hay que destacar que todos los valores obtenidos de esta forma hay que tratarlos con precaución debido a las grandes variaciones en las técnicas de medición y anotación, y a los efectos de la clase de equipos, de su mantenimiento y funcionamiento.

8.4.3 Trozas de aserrar

La producción obtenida de las trozas de aserrar se basa en el rendimiento en madera aserrada terminada, medidos ambos en la misma unidad de volumen. Por ejemplo, si el rendimiento en madera aserrada es del 50% y la unidad de medida es el metro cúbico, se necesitan 2 m³ de madera sólida sin corteza de trozas de aserrar por metro cúbico de madera aserrada. Si las trozas de aserrar se miden con una unidad de medida distinta de la empleada para la madera aserrada, se utiliza entonces un factor de conversión apropiado para determinar las necesidades de madera en trozas de aserrar. Hay que tener cuidado en el proceso de contabilidad a fin de garantizar que se utiliza correctamente el factor de conversión para determinar el verdadero coste de la madera de trozas de aserrar por unidad de madera aserrada terminada.

Los residuos de la transformación de las trozas de aserrar en madera aserrada consisten sobre todo en costeros, recortes de la canteadora, madera de desecho y serrín. Algunos de estos productos secundarios se pueden emplear en el propio aserradero o venderse para su reelaboración, para fabricación de pasta o como leña. Para fines de contabilidad es necesario calcular el valor de cada clase de subproducto que se utilice en el aserradero o se venda. La eliminación de residuos de madera que no son utilizables en el aserradero ni vendibles es un elemento del coste que hay que incluir en los costes de producción.

8.4.4 Mano de obra

Se realiza un cálculo detallado del coste de mano de obra enumerando cada tarea del aserradero, el nivel básico de remuneración de la tarea, el número de hombres necesario por tarea y por turno, el número de turnos necesarios por período de funcionamiento y calculando el coste básico de la mano de obra para el período. A dicha cantidad se añaden otros costes directos de mano de obra, como la prima por turno, las horas extraordinarias y otras primas sobre el salario, la paga de los días festivos oficiales y de vacaciones y otras asignaciones pagadas directamente a los trabajadores. Hay otros costes de mano de obra para el empresario, que se pagan a ciertos fondos como gastos realizados en nombre del trabajador, que pueden añadirse también a la contabilidad de costes de mano de obra pero que se suelen cargar a la partida de administración y gastos generales del aserradero. Tales gastos pueden incluir contribuciones a los fondos de salud y bienestar, seguros de desempleo, fondos de compensación de los trabajadores, comidas, ropas de protección, viajes de ida y vuelta al trabajo, asignaciones por educación de hijos y otros beneficios. Los tipos y valor de los beneficios pagados directamente a los trabajadores o en su nombre varían considerablemente de acuerdo con las costumbres locales o los contratos de colocación. En muchos países el coste de los beneficios sociales para el trabajador puede ser igual o mayor que el salario básico.

8.4.5 Energía

La energía necesaria para impulsar la maquinaria y dar luz y calefacción se calcula de diversas formas y se mide ya sea en unidades por unidad de producción o en cantidad consumida en un período de tiempo. Puede suceder que haya que desarrollar estadísticas secundarias para el proceso de elaboración de costes. Por ejemplo, suponiendo que la maquinaria del aserradero es accionada por energía eléctrica y que la fuente de esta energía es un turbogenerador de gasoil, para determinar el coste del gasoil por unidad de producción se necesitará la información siguiente:

kWh por m³ de madera aserrada,
Litros de gasoil por kWh.

Análogamente, el calor empleado para secar la madera aserrada se expresa en unidades de calor por unidad de producto y el combustible necesario para generar el calor se incluye en las estadísticas como unidad de combustible por unidad de calor. El combustible para calefacción de los edificios es una necesidad estacional, pudiendo calcularse como cantidad media utilizada por unidad de madera aserrada o inventariarse como consumo total en el período abarcado por los cálculos de costes. En los ejemplos de costes de capital y fabricación contenidos en esta guía se ha supuesto, sin embargo, que la madera aserrada se seca al aire libre y que los aserraderos están situados en zonas que no requieren calefacción de edificios en ninguna época.

8.4.6 Otros materiales

Los otros materiales incluyen suministros de artículos fungibles como sierras, fuel-oil y petróleo para los equipos móviles, lubricantes, materiales de consumo y materiales para reparaciones. El cálculo del coste de otros materiales se basa normalmente en la experiencia real de aserraderos similares, porque es imposible tratar de calcular el coste de consumo de cada partida. El coste de otros materiales suele basarse en una cantidad por unidad de producción, por departamento o para el aserradero en su conjunto, o en el coste durante un período de tiempo.

8.4.7 Administración y gastos generales

La administración y los gastos generales incluyen los salarios y beneficios del personal de dirección, personal supervisor y de oficina, los beneficios de los trabajadores (8.4.4), si no están incluidos en el cálculo de costes de la mano de obra, los gastos generales, los impuestos a la propiedad, seguros y servicios profesionales, como gastos legales y de auditoría. Los gastos generales incluyen comunicaciones, material de oficina, pagos de permisos y otros impuestos y gastos varios.

Los gastos de administración y gastos generales se consideran, en el análisis anterior, como un coste de fabricación. El que hace los cálculos puede desear seguir un sistema distinto, presentando esta partida en forma separada como un gasto de explotación que aparezca en las cuentas de beneficios y pérdidas como deducción del beneficio bruto.

8.4.8 Imprevistos

En los cálculos del coste de fabricación se incluye una asignación para imprevistos a fin de cubrir el coste de partidas imprevisibles. La proporción de esta asignación

respecto al coste total de fabricación es cuestión de criterio pero para los ejemplos de costes de fabricación que se presentan en esta guía esta asignación es el 5% del total.

8.4.9 Depreciación

Queda a la discreción del que hace los cálculos el incluir la depreciación en el coste de fabricación o tratarla separadamente. En cualquier caso, al tratar de los gastos de depreciación deben tenerse en cuenta las estipulaciones de los organismos reguladores nacionales y/o locales.

8.4.10 Procedimiento detallado de cálculo

El análisis de los datos necesarios para obtener el "Coste estimado de fabricación por m³ de madera aserrada terminada" puede plantearse basándose en el abastecimiento de trozas o en el mercado. Como el abastecimiento de trozas ha servido de base para la elección del tamaño del aserradero, se seguirá empleando en el análisis que sigue.

- i. Se establece el volumen anual de abastecimiento de trozas.
- ii. Se supone que la madera aserrada terminada y lista para la venta será un cierto porcentaje del volumen de trozas (p. ej. 40%).
- iii. Se establece el número de turnos de funcionamiento por año, teniendo en cuenta las paradas estacionales, vacaciones, costumbres sobre festividades locales, etc.
- iv. Se establece la duración de cada turno de acuerdo con la zona y con las leyes y normas vigentes; (p. ej. para un turno de 8 horas de trabajo, o 480 minutos, es práctica corriente deducir dos tiempos de descanso de quince minutos de duración cada uno y suponer interrupciones de la producción de unos 50 minutos. Esto da un tiempo neto de producción de 400 minutos. Los tiempos de las comidas no se consideran como parte de la duración del turno).
- v. Se establece el coste íntegro de las trozas entregadas en el patio de trozas.
- vi. Se establecen los costes anuales de jornales o salarios para cada categoría de personal, de explotación y de otras funciones. Se incluyen todos los costes sociales, vacaciones pagadas, ausencias pagadas por enfermedad, costes de programas sociales, etc.
- vii. Se confecciona el cálculo del coste total anual de jornales y salarios multiplicando los costes individuales determinados en el punto vi. anterior por el número de personas de cada categoría.
- viii. Se calcula el coste total anual de todas las demás partidas.
- ix. Se recopila la suma de todos los costes para determinar los gastos totales correspondientes a un año de explotación.
- x. Se divide el coste total obtenido anteriormente por el volumen calculado de madera aserrada terminada, producido en un año de funcionamiento, a fin de

obtener un cálculo del coste unitario de fabricación. En esta etapa es fácil comprobar el efecto de los porcentajes de rendimiento en madera aserrada, introduciendo varios valores distintos en el cálculo anterior, (p. em. con trozas de alta calidad y sistemas eficientes de aserrío, el rendimiento en madera aserrada puede ser del orden del 50% del volumen de trozas. Por el contrario, con trozas de mala calidad y malos sistemas de aserrío, el rendimiento en madera aserrada puede aproximarse al 25% del volumen de trozas. En consecuencia, el coste unitario de fabricación en el primer caso será la mitad del correspondiente al segundo).

- xi. El volumen medio por turno de insumo de trozas en el aserradero puede determinarse dividiendo el volumen de trozas consumido en un año por el número de turnos de dicho año. El número aproximado de trozas a mover en el aserradero por turno puede obtenerse dividiendo el volumen total de trozas por turno por el volumen calculado de la troza media.
- xii. El volumen promedio de madera aserrada producida por turno puede calcularse dividiendo el volumen calculado de madera aserrada en un año por el número de turnos de dicho año. (Cuando el aserradero está en funcionamiento, esta estadística proporciona una base para una rápida comparación del rendimiento del aserradero frente a las previsiones.) El número promedio de piezas de madera aserrada producidas por turno puede obtenerse dividiendo el volumen total de madera aserrada por turno por el volumen calculado de la pieza media de madera aserrada producida.
- xiii. Los ejercicios descritos en los apartados xi. y xii. son útiles para analizar los ritmos que se esperan en la elaboración de trozas y madera aserrada. El estudio puede aquilatarse más, en rendimientos por minuto, utilizando los minutos netos de producción del turno, tal como se describe en el apartado iv.
- xiv. La aplicación de técnicas normales de ingeniería industrial permite entonces analizar los ritmos probables, inferior y superior, de producción, los tiempos de recorrido y las cargas de trabajo de la mano de obra.

Debe resaltarse que las variables más importantes son la calidad de las trozas, el orden de tamaño de las trozas y las especies de éstas. Las variaciones en cuanto a calidad de las trozas influyen indudablemente en el porcentaje de buena madera aserrada que puede obtenerse.

Las trozas pequeñas necesitan mayores tiempos de producción, para el mismo volumen de madera aserrada terminada, que el correspondiente a trozas de tamaño óptimo, para cualquier aserradero dado. Las trozas mayores de lo que puede manejar la sierra principal exigen un tiempo extra de producción para cortarlas en cuarterones antes de llegar a la sierra principal. Si es posible elegir los tamaños de las trozas en el momento de la compra, es conveniente lograr el máximo número de trozas dentro de la gama de tamaños preferida para un determinado aserradero.

Las especies quebradizas y abrasivas, que exigen bajas velocidades de alimentación, reducen los ritmos de producción y aumentan los costes de mantenimiento. Si es posible elegir las especies en el momento de comprar las trozas, es una ventaja eliminar el conjunto de especies menos deseables.

8.4.11 Presentación de los resultados

Al exponer la información recogida siguiendo el procedimiento anterior, deben establecerse claramente todos los supuestos en que se basa el trabajo.

El efecto de las variaciones de coste de las trozas entregadas en aserradero tiene una gran importancia, al igual que la seguridad de abastecimiento durante el ciclo de duración que se preve para el aserradero.

Para presentar una imagen precisa en la que se basen los compromisos financieros, es esencial que se comprueben y tabulen los efectos de los distintos porcentajes de rendimiento en madera aserrada, a fin de mostrar las variaciones en el coste unitario de fabricación.

Los ingresos esperados, basados en las ventas previstas de madera aserrada terminada, se utilizan seguidamente para determinar la diferencia entre ingresos y costes de producción de la madera aserrada. Se pueden utilizar técnicas normales de análisis para comprobar la solidez económica del aserradero propuesto.

En la Segunda Parte - Ejemplos, se presenta un método conveniente y lógico para exponer esta información.

9.0 FINANCIACION

9.1 Programa tiempo-dinero

Los fondos de capital necesarios para un proyecto de aserradero se invierten durante un período de tiempo que comienza en la etapa de diseño del proyecto. El responsable de los cálculos debe preparar un programa de ingeniería y construcción para determinar la fecha de comienzo del diseño del proyecto y la fecha de puesta en marcha. El próximo paso es preparar un programa tiempo-dinero basado en los gastos previstos de fondos por períodos de tiempo, para capital industrial, capital de explotación, gastos previos a la puesta en marcha y otras partidas de costes de capital.

El programa tiempo-dinero para el capital industrial presenta normalmente un ritmo lento de gasto en las etapas iniciales, desde el diseño del proyecto pasando por la preparación del emplazamiento y la construcción de los cimientos. El período de grandes gastos tiene lugar durante la compra e instalación de la maquinaria y los equipos. El ritmo de gasto se reduce durante el período de puesta en servicio anterior a la puesta en marcha, cuando los gastos que se hacen son principalmente para ajustes y terminaciones. Al preparar el programa tiempo-dinero, el que lo calcula debe dar un tiempo de desfase para la salida de dinero debido a las condiciones del crédito y/o a la retención de una porción de los pagos que se deben a contratistas y otras personas, hasta que se hayan cumplido las normas acordadas. Si se exigen tales condiciones, los gastos reales, si son en efectivo, continuarán después de la puesta en marcha de la industria.

El programa tiempo-dinero para el capital de explotación, comienza cuando se necesitan fondos antes de la puesta en marcha para contar con existencias suficientes de materias primas, materiales de consumo y otros materiales. Como es normal que el aserradero no funcione con la capacidad de proyecto durante varios meses, la existencia de trozas de aserrar en el momento de la puesta en marcha puede ser inferior al volumen necesario para las operaciones normales. En este caso, las existencias de trozas de aserrar se irían aumentando a medida que el aserradero vaya aumentando el consumo de trozas, hasta llegar al nivel de capacidad proyectado.

Hay que tener en cuenta que las existencias de trozas de aserrar es el promedio de un período determinado. Sin embargo, el suministro de trozas puede ser variable debido a las condiciones estacionales, que influyen en las operaciones de explotación forestal y en el transporte. Las existencias reales en fábrica de trozas de aserrar variarán de un mes a otro debido a problemas de suministro, pero las existencias medias a lo largo de un año deben reflejar el volumen programado.

Las existencias de madera aserrada se componen de la que se encuentra en proceso de secado y del producto completamente seco. Estas existencias se constituyen durante el primer año, llegando al nivel más adecuado para el funcionamiento sostenido del aserradero y el abastecimiento de sus mercados.

Otras partidas que se incluyen en el ejemplo del capital de explotación de esta guía son las cuentas a cobrar, los gastos pagados por anticipado, la reserva de caja y las cuentas a pagar. El programa tiempo-dinero de cada una de estas partidas se prepara y se consolida en un programa para el capital de explotación.

El programa tiempo-dinero para los gastos previos a la puesta en marcha se prepara de igual forma que el programa para el capital de explotación. Ciertos costes, como los salarios y los gastos del personal superior de explotación, se realizarían durante todo el período de construcción. Se emplearían probablemente obreros no especializados unas pocas semanas antes de la puesta en marcha; por ello, sus salarios y gastos corresponderían al final del período de construcción.

Los programas tiempo-dinero para el capital industrial, el capital de explotación y los gastos previos a la puesta en marcha, se consolidan seguidamente en un solo programa.

9.2 Plan de financiación

El programa tiempo-dinero indica los momentos en que se espera gastar los fondos de capital. El próximo paso en el proceso de planificación es considerar los orígenes de los fondos y decidir sobre la estructura financiera prevista para el negocio. Los orígenes de los fondos incluyen el dinero disponible procedente de los accionistas, el dinero de préstamos y las subvenciones gubernamentales.

Los gobiernos pueden tener programas de asistencia financiera en forma de subvenciones directas en metálico, pueden ofrecer préstamos a costo reducido o pueden establecer garantías sobre los préstamos que permitan a un negocio determinado obtener condiciones de crédito más favorables que las que se obtendrían sin tales garantías. Hay que explorar exhaustivamente los programas gubernamentales de asistencia financiera para identificar las posibles fuentes de asistencia.

Si todos los fondos de capital van a ser provistos por los accionistas o el saldo, si algunos fondos son proporcionados por el gobierno, en tal caso el plan de financiación es la simple determinación del tipo o tipos de garantías del negocio ante los accionistas, cuando se hace la inversión.

Si una porción de los fondos de capital necesarios se va a tomar prestada, el plan previsto de financiación se basará en una proporción adecuada entre las deudas a largo plazo y el capital en acciones. La proporción conveniente será aquella que consiga una rentabilidad óptima para la inversión de los accionistas. Sin embargo, existen ciertos inconvenientes para considerar aquella como límite de la deuda y de capacidad del negocio para cumplir las obligaciones de servicio de la deuda. En esta etapa del estudio de planificación puede establecerse una relación arbitraria deuda:acciones, por ejemplo 60:40, para determinar la cantidad de fondos de capital a tomar en calidad de préstamo.

Se analizarán entonces las fuentes de fondos de capital a fin de obtener las condiciones más favorables de préstamo. Hay que examinar los programas de ayuda local, los de los gobiernos de otros países y los de los organismos financieros internacionales, presentando solicitudes sobre las condiciones para ser elegidos para la obtención de los beneficios de tal ayuda, cantidad disponible y condiciones de asistencia. Los organismos internacionales antes mencionados incluyen la International Development Association (IDA), filial del Banco Mundial como concesionaria de préstamos, que ofrece sistemas de devolución a largo plazo para préstamos libres de intereses, con un coste de 3/4 a un uno por ciento para cubrir los gastos de administración del fondo. El Banco Asiático de Desarrollo puede considerar préstamos de la Cuenta de Fondos Especiales en condiciones muy favorables, similares a las de IDA.

Si no se dispone de fondos de capital procedentes de las fuentes antes mencionadas, o éstos son inadecuados, habrá que obtener fondos prestados procedentes de recursos ordinarios de capital. Estos recursos incluyen a los gobiernos, organismos internacionales, bancos comerciales y otras instituciones financieras. Habrá que hacer un análisis de los prestamistas más probables a fin de determinar la disponibilidad de fondos y las distintas condiciones de los préstamos. En esta etapa del proceso de planificación no se negocian los préstamos. El estudio sobre la disponibilidad de fondos de capital se hace a fin de determinar la financiación disponible más probable para el proyecto.

10.0 PREVISIONES Y ANALISIS FINANCIEROS

10.1 Generalidades

La preparación y análisis de las previsiones financieras es un elemento fundamental en el proceso de planificación de cualquier proyecto industrial, independientemente de su tipo o tamaño. Todos aquéllos que puedan llegar a participar directamente en el proyecto propuesto, como los accionistas y los prestamistas de fondos de capital, tienen evidentemente un gran interés en determinar la potencia financiera y los ingresos previsibles en relación con los riesgos probables inherentes. Análogamente, los organismos gubernamentales responsables de las subvenciones financieras, de las concesiones impositivas, etc., necesitarán estar satisfechos sobre la bondad financiera del proyecto propuesto.

Hay una variedad de técnicas de análisis financiero empleadas en la planificación de proyectos que van desde procedimientos relativamente sencillos hasta soluciones extraordinariamente complicadas que incluyen ordenadores y que exigen un alto grado de preparación especializada. Para un aserradero de tamaño pequeño o mediano las previsiones y análisis financieros sólo necesitan incluir informes y cálculos muy sencillos. Hay que hacer hincapié en el conocimiento de las implicaciones del análisis y relacionar éstas con las inseguridades inherentes a cualquier proyecto y que deben resultar evidentes durante el trabajo previo de planificación.

Las previsiones y el análisis financieros deben incluir los siguientes elementos básicos, cada uno de los cuales se analizan brevemente en los párrafos que siguen:

- i. Balance de resultados.
- ii. Informe sobre flujo de caja.
- iii. Hoja de balance.
- iv. Análisis de beneficios.
- v. Análisis de sensibilidad.

10.2 Balance de resultados

El balance de resultados indica el beneficio real (o pérdida) que puede esperarse, basado en las diversas previsiones de costes e ingresos que se han elaborado separadamente. Este balance debe proyectarse a ser posible para cinco años. Lo ideal es que, para el primer año de operaciones, el balance se prepare sobre una base mensual con proyecciones anuales para los años siguientes. Los elementos de los distintos beneficios y costes que se incluyen en la preparación de un balance de resultados son los siguientes:

10.2.1 Ingresos netos de ventas

Los ingresos netos de ventas son el producto del volumen de las ventas de madera aserrada y de productos secundarios por los precios netos de venta en el aserradero. El volumen de ventas se suele considerar igual a la producción del aserradero excepto durante el período inicial de explotación en el que se forman las existencias de madera aserrada. El volumen de ventas durante los seis o doce meses primeros será muy inferior al normal,

mientras el aserradero aumenta gradualmente hasta llegar a la capacidad de trabajo programada. Durante este período una parte de la producción se dirigirá a la formación de unas existencias básicas.

El precio neto en aserradero es el precio calculado de mercado (de acuerdo con lo elaborado en el estudio de mercados) menos los ajustes correspondientes a costes de transporte, seguros, comisiones, derechos de aduana y otros cánones que sean aplicables.

10.2.2 Coste de fabricación

Anteriormente ya se ha tratado de la elaboración del coste de fabricación. Estos costes incluyen los que son fijos, sin tener en cuenta los niveles de producción del aserradero, y los que varían con la producción.

10.2.3 Beneficio bruto

La diferencia entre los ingresos netos de ventas y el coste de fabricación, se entiende como beneficio bruto (o pérdida).

10.2.4 Depreciación y amortización

La depreciación es un coste "no dinerario". La depreciación es una forma de extender el coste de capital de la industria y los equipos a la duración estimada del haber social. Es muy difícil predecir la duración de los equipos de explotación ya que varía con su diseño y su construcción, con la intensidad de utilización y su mantenimiento. Hay diversos métodos para establecer el coste de depreciación. Lo normal es que las autoridades locales responsables de los impuestos de utilidades tengan procedimientos ya establecidos que deben seguirse con el fin de calcular las utilidades que pagan impuestos, debiendo tener cuidado en cumplir en consonancia con estas regulaciones. Con el fin de calcular los costes de depreciación en la etapa de planificación, se suele utilizar el método de depreciación lineal, mediante el cual la industria y los equipos se deprecian en cantidades iguales durante un tiempo de duración establecido arbitrariamente, en la situación específica de que se trate.

La amortización es término empleado para las reducciones periódicas de valor de los gastos anteriores a la puesta en marcha. Las normas aplicables sobre impuestos de utilidades pueden determinar el período y/o la tasa que se permiten para tal reducción; en otro caso, la tasa utilizada queda a la discreción del que realiza los cálculos.

10.2.5 Gastos de intereses

La financiación del proyecto se ha analizado en una sección anterior de esta guía. Si el plan de financiación previsto incluye fondos de préstamos, se prepara un programa de devolución de la deuda y de intereses. El programa mostrará el balance al final de cada período de tiempo, las cantidades devueltas del principal y los intereses en los intervalos de tiempos, de acuerdo con el convenio (s) del préstamo. Del programa de devolución e intereses de la deuda se obtienen las cantidades anuales de intereses que se adeudan, que se inscriben en las columnas apropiadas en la previsión del balance de resultados.

10.2.6 Ingresos (pérdidas) netos antes del impuesto de utilidades

Los ingresos o pérdidas netos se obtienen deduciendo del beneficio bruto la depreciación, la amortización y los gastos de intereses.

10.2.7 Impuesto sobre utilidades

Los impuestos sobre sociedades o impuestos de utilidades son aquellos impuestos que se aplican a los beneficios de las empresas por los distintos niveles del gobierno. Hay que estudiar con atención las disposiciones sobre impuestos de utilidades y todos los programas de incentivos gubernamentales sobre tales impuestos, a fin de obtener la máxima ventaja de las deducciones admisibles sobre los ingresos, deducciones por pérdidas, exenciones de impuestos, ventajas impositivas y otros incentivos sobre las inversiones. La cantidad anual estimada de impuestos de sociedades se incluye en la declaración prevista de utilidades, en la columna apropiada.

10.2.8 Utilidades netas

Las utilidades netas (o pérdidas) después de los impuestos sobre utilidades, son la cantidad neta de beneficios antes de aplicar los impuestos, menos la cuantía de éstos.

10.3 Balance del flujo de caja

El balance previsto del flujo de caja es la más importante herramienta utilizada para analizar los gastos de capital. Refleja las entradas reales en efectivo, las salidas y el balance y, en consecuencia, proporciona una medida fundamental de la capacidad de la operación para cumplir sus obligaciones al contado a corto plazo (como p.ej. la nómina, compras de trozas, etc.) y del "margen de seguridad" en términos de balance de caja disponible para atender necesidades imprevistas. El balance del flujo de caja normalmente se proyecta para el mismo período que el balance de resultados y, además, incluye el período de construcción que vendrá definido por el primer desembolso de fondos directamente imputable al proyecto. Los flujos de caja deben proyectarse sobre una base mensual para el período de construcción y, por lo menos, para los doce primeros meses de funcionamiento.

El flujo de caja no es equivalente a utilidades, beneficios o ganancias. No se incluyen las obligaciones que no son en efectivo. En la mayoría de los casos el flujo de caja de la explotación es la suma de los beneficios después de los impuestos más los gastos de depreciación y amortización. Además, el balance del flujo de caja refleja la estimación en el tiempo de los recibos y desembolsos en efectivo que, debido a acuerdos especiales de ventas y compras, así como el método de contabilidad, pueden diferir substancialmente de la declaración de impuestos.

Las proyecciones de los flujos de caja comprenden los siguientes elementos: dinero en efectivo procedente de las operaciones, dinero en efectivo procedente de los fondos de capital dispuestos, gastos en efectivo y flujo neto de caja.

10.3.1 Fondos procedentes de la explotación

Como la depreciación y la amortización son gastos no en efectivo, deben añadirse a la cifra de utilidades netas a fin de obtener una entrada en efectivo verdadera procedente de las operaciones.

10.3.2 Fondos procedentes de los recursos de capital dispuestos

El programa tiempo-dinero y los cálculos de intereses durante la construcción indican la evolución en el tiempo de los fondos de capital. En el balance del flujo de caja, los fondos dispuestos para atender los gastos en el momento necesario se muestran como "fondos de capital dispuestos" identificándose claramente las cantidades procedentes de distintas fuentes. Al diseñar el formato para la proyección de los flujos de caja hay que tener cuidado en presentar los préstamos a corto plazo como una partida independiente porque este tipo de financiación se puede necesitar al principio del período de puesta en marcha, cuando los ingresos son reducidos y las obligaciones de caja son relativamente elevadas.

10.3.3 Desembolsos de caja

Los desembolsos de caja incluyen las salidas de caja para la construcción del aserradero, el capital de explotación, los gastos previos a la puesta en marcha, las incorporaciones al activo después de la puesta en marcha y la devolución de la deuda. Los programas tiempo-dinero y los cálculos de intereses durante la construcción muestran el momento en que se van a desembolsar los fondos de capital. Las cantidades anuales por tipo de gasto se registran en la previsión de flujos de caja en las columnas apropiadas. Las cantidades anuales (o mensuales) de devolución de la deuda se anotan de acuerdo con el programa tiempo-dinero. Debe hacerse también una asignación para gastos anuales de capital necesarios para mantener la capacidad productiva del aserradero. En estos gastos están incluidas las reparaciones y reformas importantes así como la sustitución de piezas principales del equipo en cantidades superiores a las que normalmente cargarían a los costos de fabricación. Estos gastos de capital se cargan al activo fijo y se deprecian en un período apropiado.

10.3.4 Flujo de caja neto

El flujo de caja neto es la cantidad que queda después de deducir los gastos de caja del total en efectivo procedente de las operaciones y de los fondos de capital dispuestos.

10.4 Balance

La cuenta de balance representa la situación financiera del aserradero propuesto en un momento dado. Normalmente se proyecta sobre una base anual, por ejemplo el 31 de diciembre. Los dos componentes principales del balance son:

- i. Activo - realizable y a largo plazo.
- ii. Pasivo y acciones del propietario.

El activo realizable comprende los siguientes elementos: dinero en efectivo, cuentas por cobrar, pagos diversos y existencias. El activo realizable está compuesto generalmente por aquellas partidas que se esperan convertir en efectivo en los próximos doce meses. El activo a largo plazo consiste en el valor del terreno y el valor depreciado de los edificios y del equipo.

El pasivo incluye las obligaciones exigibles y las de largo plazo. Las obligaciones exigibles incluyen las cuentas a pagar, los jornales devengados y otros gastos, los impuestos estimados a pagar sobre utilidades y otras obligaciones exigibles como los pagos mensuales de combustible y electricidad. El pasivo exigible lo componen generalmente aquellas

obligaciones a corto plazo que deben pagarse en los próximos doce meses. El pasivo exigible a largo plazo está constituido por las cantidades previstas de deuda a largo plazo de acuerdo con los datos del balance.

El capital total del propietario es la diferencia entre el activo total y el pasivo total. El capital total menos el valor del capital nominal se conoce como ganancias incorporadas.

10.5 Análisis de rentabilidad

Existen diversos métodos para determinar la rentabilidad esperada de un proyecto propuesto. En el caso de aserraderos pequeños o medianos, se consideran apropiados los siguientes:

- i. Rentabilidad bruta sobre la inversión total.
- ii. Rentabilidad neta sobre la inversión en acciones ordinarias.
- iii. Proporción de cobertura de intereses.
- iv. Proporción de servicio de la deuda.
- v. Período de devolución.

A continuación se indica el método de cálculo e importancia de cada uno de los apartados anteriores:

10.5.1 Rentabilidad bruta de la inversión total

Esta proporción puede ser especialmente útil para comparar distintos proyectos. Proporciona una medición aproximada del valor de un proyecto antes de incluir los efectos de las cargas financieras e impositivas. Se calcula de la forma siguiente:

$$\frac{\text{Ingresos netos de ventas} - \text{coste de fabricación}}{\text{Inversión total de capital}}$$

10.5.2 Rentabilidad neta de la inversión en acciones ordinarias

Es una de las medidas más importantes del valor de la inversión. Se expresa como porcentaje de las utilidades netas (beneficios) respecto a la inversión total en acciones. Proporciona un medio de determinar la rentabilidad de la inversión propuesta en relación con la rentabilidad que el inversor podría esperar obtener de otros negocios, incluyendo la opción relativamente "libre de riesgos" de invertir en obligaciones.

10.5.3 Proporción de cobertura de intereses

Sirve como medida de la capacidad del negocio para producir fondos suficientes a fin de atender debidamente a los pagos de intereses relativos a las obligaciones de su deuda. Se calcula de la forma siguiente:

$$\frac{\text{Beneficio bruto} - \text{depreciación y amortización}}{\text{Gastos totales de intereses}}$$

10.5.4 Proporción de servicio de la deuda

Se calcula dividiendo el beneficio bruto por la suma de los pagos de intereses y reembolsos de la deuda. En general, se considera inadecuada una relación inferior al 200%, que dé un margen insuficiente de seguridad.

10.5.5 Período de devolución

El tiempo de devolución pretende dar una estimación del número de años necesarios para recuperar el capital invertido en el aserradero propuesto.

Es la relación entre la inversión inicial fija y los flujos anuales de caja durante el período de recuperación. Así, por ejemplo, si la inversión inicial es de \$ 18 000 y los flujos anuales de caja son \$ 4 000, \$ 6 000, \$ 6 000, y \$ 4 000 respectivamente, en los tres primeros años se recuperaría \$ 16 000 de la inversión original, seguidos de \$ 4 000 en el cuarto año. En consecuencia, el período de devolución sería: tres años + $\left(\frac{\$ 2\ 000}{\$ 4\ 000}\right)$ o $3\frac{1}{2}$ años.

Debe señalarse que el método de devolución tiene un inconveniente importante porque no tiene en cuenta los flujos de caja que tienen lugar después del período de devolución. Tampoco tiene en cuenta la magnitud o la evolución en el tiempo de los flujos de caja durante el período de devolución; sólo considera el período de recuperación en su conjunto. No obstante, el método de devolución es una ayuda útil al proporcionar una visión limitada del riesgo y liquidez de un proyecto. En general, cuanto más corto sea el período de devolución, menor será el riesgo del proyecto y mayor su liquidez.

Aunque se dispone de métodos más complicados (que tienen en cuenta el "valor en el tiempo" del dinero), las complicaciones que representa su aplicación son tales, que generalmente son más apropiados para inversiones en mayor escala que las que se consideran en este manual.

10.6 Análisis de sensibilidad

Un aspecto muy importante de cualquier análisis financiero es el examen de lo que sucede a la capacidad de ganancias del proyecto si los acontecimientos reales difieren de aquéllos en que se basan los cálculos de la planificación. La sensibilidad de la rentabilidad financiera prevista de un proyecto frente a una disminución en el precio de venta, un aumento en los costes de construcción, o un incremento en los costes de fabricación, es de una importancia fundamental tanto para los accionistas potenciales como para los prestamistas de capital. Todos los proyectos están sujetos a una cierta inseguridad y toda decisión de seguir o no adelante es una conjetura, a menos que se reconozca la inseguridad y se determine su efecto potencial.

El análisis de sensibilidad implica un procedimiento sencillo. Se eligen distintos valores para cada una de las principales variables (precios de ventas, volumen de ventas, costes de fabricación y costes de capital), y se hacen los cálculos de la rentabilidad resultantes para la inversión. Suele ser necesario elegir solamente uno o dos valores alternativos para cada variable a fin de desarrollar una percepción razonable de la sensibilidad de la rentabilidad del proyecto respecto a los cambios de dicha variable.

El ejemplo sencillo que sigue da una idea de la técnica del análisis de sensibilidad:

Supuesto Básico

Capital inicial	\$ 300 000
Precio de venta	\$ 100/m ³
Volumen de ventas	4 000 m ³

Resultados previstos

Año normal

Ingresos netos de ventas	\$ 400 000
Menos coste de fabricación (a 60 \$/m ³)	\$ 240 000
Beneficio bruto	\$ 160 000
Menos depreciación y amortización	\$ 50 000
Gastos de intereses	\$ 25 000
	\$ 75 000
Utilidades antes del impuesto sobre utilidades	\$ 85 000
Menos impuesto de utilidades (40%)	\$ 34 000
Utilidades netas después de los impuestos	\$ 51 000
Tasa de rentabilidad sobre la inversión inicial en acciones (ROI)	17%

Variable

Rentabilidad del capital

Ingresos netos de ventas	
+10%	25%
-10%	9%
Coste de fabricación	
+10%	12%
-10%	21%
Inversión en acciones	
+20%	14%
-20%	21%

El análisis de sensibilidad indica que el proyecto del ejemplo es muy sensible a los cambios en los Ingresos Netos de Ventas. Como se muestra anteriormente, un cambio del 10% en los ingresos netos de ventas se traduce aproximadamente en un cambio del 50% en la rentabilidad sobre las acciones, del 17% al 25%, para un aumento del 10% en los ingresos de ventas y del 17% al 9% para un 10% de disminución en los ingresos. Tanto el coste de fabricación como la inversión en acciones, tienen un efecto significativamente inferior sobre la tasa de rentabilidad de la inversión.

Otra forma de evaluar la sensibilidad de un proyecto es calcular el punto de equilibrio. Este es el volumen de producción o de ventas en que se igualan los ingresos y los gastos y el negocio no produce beneficios ni incurre en pérdidas. Al calcular el punto de equilibrio debe cuidarse reparar los gastos, distinguiendo los que son fijos, independientes del volumen de producción, y los que varían con la producción.

11.0 EVALUACION DE LA INVERSION

Habiendo analizado la viabilidad técnica y financiera del aserradero, tal como se analiza en las secciones anteriores de esta guía, el último paso es lograr un criterio, basado en la información acumulada, para decidir si se sigue adelante o no con el proyecto. Este paso final incluye el criterio del inversor para evaluar los costes y beneficios calculados y relacionados con el proyecto, la suficiencia de la tasa de rentabilidad prevista en relación con otras oportunidades de inversión y los riesgos del proyecto.

En un proyecto que exige la financiación de varios bancos, las instituciones que otorgan préstamos también harán una evaluación del proyecto en cuanto a sus méritos para el crédito. Los prestamistas considerarán normalmente ciertos elementos como el alcance de la seguridad física del préstamo, la capacidad prevista de devolución y la calidad de la dirección del proyecto. En un proyecto de gran dimensión los prestamistas pueden hacer una evaluación financiera independiente y, quizás, incluso una evaluación técnica del proyecto, a fin de determinar el nivel de riesgo.

En proyectos de dimensión muy grande que tengan efecto sobre una gran zona del país, el gobierno puede necesitar evaluar los costes y beneficios para el país. En este nivel de evaluación de la inversión propuesta, pueden incluirse otras consideraciones como los costes o ahorros de moneda extranjera, los costes de la infraestructura adicional necesaria para el proyecto y los beneficios respecto al incremento del empleo.

Sin embargo, a pesar del tamaño del proyecto y del nivel de los análisis y evaluaciones adicionales realizados por organismos distintos del proponente original, el éxito económico final del proyecto dependerá en gran medida de la objetividad y perfección aplicadas a la preparación de los cálculos iniciales en cuanto a mercados e ingresos, el diseño de la industria y los costes de capital, así como los insumos de fabricación y costes de elaboración.

SEGUNDA PARTE - EJEMPLOS

Introducción

En la Primera Parte de esta guía se han explicado los principios básicos y procedimientos que representa el desarrollo de una empresa de aserrío pequeña, así como los métodos para poder determinar la viabilidad financiera de un proyecto.

La finalidad de esta Segunda Parte de la guía es aplicar las consideraciones técnicas y financieras desarrolladas en la Primera Parte a ejemplos característicos de proyectos de aserraderos en regiones tropicales. Por ello, se han seleccionado tres ejemplos a fin de ilustrar sobre los principios y procedimientos basados en los tres tipos de aserraderos descritos en la sección 3.1, que tienen capacidades que van desde los 5 000 a los 20 000 m³ de consumo anual de trozas.

Aunque se han hecho todos los esfuerzos para utilizar datos representativos de cada una de las regiones elegidas, los costes de equipos y las condiciones locales varían considerablemente de un país a otro. Los costes y otros datos presentados en los ejemplos siguientes deben considerarse por ello únicamente como orientativos sobre los principios y procedimientos analizados en esta guía. La preparación de estudios de viabilidad de proyectos de aserraderos debe basarse en costes, obligaciones e impuestos, etc., reales, aplicables a la zona en consideración.

EJEMPLO 1. ASERRADERO PORTATIL

Los aserraderos pequeños portátiles o móviles que se pueden trasladar con facilidad de un sitio a otro, a fin de situarse cerca de la fuente de abastecimiento de madera, tienen una serie de aplicaciones en los países en vías de desarrollo. Entre otros ejemplos, puede incluirse el empleo de aserraderos portátiles para abastecer las necesidades de madera aserrada de una comunidad remota, para utilizar árboles cortados a lo largo del trazado de una carretera o ferrocarril, que atraviesa una zona forestal, o como primera fase de un proyecto agroforestal integrado en el que se está construyendo un sistema de carretera y se está desmontando el bosque natural para el establecimiento de cultivos y plantaciones.

En el Ejemplo 1 el objetivo será el abastecimiento de madera aserrada a una comunidad local situada en la región oriental de la India central, cuyos principales tipos de bosque son los "Húmedos Peninsulares de Shorea Robusta", y los "Tropicales Húmedos de Hoja Caduca" del sur de la India. La empresa del aserradero sería organizada y financiada por un empresario local.

A continuación se resumen los supuestos hechos para preparar este ejemplo.

1.1 Características de la materia prima

<u>Densidad de la madera</u>		
<u>Grupo de densidad</u>	<u>Porcentaje</u> (Kg/m ³ con un 12% C.H.)	<u>Densidad media</u>
Frondosas pesadas	40	800
Frondosas medias	50	600
Frondosas ligeras	10	450

Distribución por diámetros

<u>Clase diamétrica Ø</u>	<u>Porcentaje por clase</u>
	cm
15-20	3
20-30	35
30-40	34
40-50	15
50-60	10
60+	3

Longitudes de las trozas

Longitud media de la troza	4 m
Longitud máxima de la troza	6 m

1.2 Producción de trozas de aserrar

La temporada de explotación en la zona que se considera sería desde mediados de octubre hasta mediados de junio, o sea, aproximadamente 190 días al año, a base de una semana de seis días. Como el aserradero estaría situado cerca de la zona de explotación, las trozas serían arrastradas directamente hasta el aserradero mediante animales de tiro o tractores agrícolas. El aserradero se trasladaría cada tres o cuatro meses para mantener distancias de arrastre económicas del bosque al aserradero.

Las longitudes de las trozas se normalizarían en lo posible, a fin de proveer longitudes de madera aserrada normalizadas o múltiplos de estas longitudes. El coste medio estimado de entrega de las trozas sería del orden de 4,70 \$/m³ y, basándose en unas necesidades anuales de 5 000 m³ y un año laboral de 190 días, el volumen medio necesario de trozas por día sería de unos 27 m³.

Las existencias de trozas no excederían normalmente el consumo del aserradero durante una semana, en el supuesto de que pudiera mantenerse el ritmo promedio de 27 m³ de entrega diaria.

1.3 Producción del aserradero

Se ha supuesto que el principal mercado de la madera aserrada serían los constructores y los fabricantes de muebles de una población contigua, y las necesidades de la comunidad rural de la zona.

Suponiendo un consumo anual de trozas de 5 000 m³ (sc) y una proporción media de conversión de trozas en madera aserrada del 48%, el rendimiento en productos posibles es el siguiente:

<u>Producto</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Volumen (m³/A)</u>
Construcción de viviendas y comercios (Cerchas de tejados, puertas, marcos de ventanas y encofrados, estanterías, mostradores de tiendas)	30	720
Madera de construcción pesada (15 x 15 cm a 25 x 25 cm)	26	620
Traviesas de ferrocarril (Shorea robusta)	14	340
Material para muebles	<u>30</u>	<u>720</u>
	100	2 400

Hay que hacer el máximo esfuerzo para normalizar los tamaños de la madera aserrada a fin de simplificar la producción del aserradero. Sin embargo, se necesitaría volver a aserrar una parte para atender demandas específicas. La producción se vendería, en lo posible, en longitudes variables, pero el retestado de las puntas, si es preciso, se realizaría con una motosierra.

La madera aserrada se vendería en "verde" o se llevaría a un patio de madera en la población próxima, donde se apilaría para su secado al aire. La madera aserrada que se va a secar al aire debe protegerse mediante inmersión antes de apilarla y las pilas deben protegerse mediante unas cubiertas ligeras y portátiles para defenderlas contra el sol y la lluvia.

Tal patio de madera puede equiparse con una pequeña desdobladora circular para reducir las mayores dimensiones y atender pedidos específicos. Se supone que la distancia media por carretera desde el aserradero a la ciudad sea de 50 km y que el transporte de la madera aserrada costaría 7 \$/m³ a base de contratarlo.

Siendo el volumen anual de madera aserrada de 2 400 m³ y el número de días de trabajo de 190, la producción media diaria del aserradero sería del orden de 13 m³, o sea aproximadamente una carga de camión de diez toneladas.

1.4 Equipo del aserradero

El tipo de aserradero portátil previsto en este caso se ha descrito en la sección 3.0 y está ilustrado en la lámina 1. En la figura 1 se presenta un esquema característico de este aserradero.

A continuación se resumen los elementos del equipo necesario para un aserradero portátil.

- Sierra principal circular, con diámetro de sierra de 1 200 mm, con dientes postizos, para cortar trozas hasta de 650 mm de diámetro.
- Carro de trozas sencillo pero fuerte, con tres series de brazos y garras.
- Canteadora con dos sierras circulares de 500 mm de diámetro.
- Motosierras para el patio de trozas y para retestar.
- Herramientas manuales y mecánicas, incluyendo afiladora para los dientes postizos.
- Grupo electrógeno diesel de 130 kW para la sierra principal y la canteadora.
- Conjunto diesel-eléctrico de 2 kW para herramientas mecánicas, iluminación, etc.

El muelle de entrada de trozas se construiría mediante postes colocados con una ligera inclinación hacia el carro de trozas a fin de facilitar la carga manual. Las trozas se entregarían lo más cerca posible de la entrada y se colocarían en posición en el muelle, ya sea a mano o mediante animales de tiro.

Los costeros, los recortes y el serrín se extraerían manualmente. El material apropiado para leña lo podrían utilizar los empleados del aserradero y también venderse para su empleo en la población próxima. Los desperdicios de madera no utilizables como combustible doméstico, deberían quemarse en el lugar del aserradero.

1.5 Preparación del emplazamiento

El traslado del aserradero a un nuevo emplazamiento llevaría dos o tres días, dependiendo del tipo de aserradero.

Como el aserradero sería trasladado tres o cuatro veces al año, la preparación del emplazamiento sólo llevaría consigo la selección de una zona adecuada, de una hectárea por lo menos, adyacente a la carretera de acceso. El emplazamiento debe tener pendiente desde la zona de almacenamiento de trozas al aserradero a fin de facilitar el traslado de las trozas hasta el muelle de entrada.

Los maderos pesados utilizados generalmente para sostener un aserradero portátil se nivelan en una zona despejada y la maquinaria del aserradero se instala sobre tales maderos y se nivela y alinea cuidadosamente.

1.6 Edificaciones

Generalmente es necesario colocar una cubierta sobre el aserradero, para protegerlo de la lluvia y/o del sol, que puede construirse fácilmente con postes procedentes del bosque y recubrirlo con una capa de hierba o de hojas de palmera. Puede construirse un pequeño edificio para oficinas con madera, montado sobre largueros de apoyo, de modo que pueda transportarse en camión al trasladarlo a un nuevo emplazamiento.

Al personal del aserradero se le podría proporcionar viviendas provisionales construidas con materiales disponibles del bosque. Este tipo de viviendas y la cubierta del aserradero pueden proporcionarlos generalmente los aldeanos locales a base de precios contratados.

1.7 Personal

El supervisor de las operaciones del aserradero debe contar con cierta experiencia en aserrío o en temas de producción estrechamente relacionados. Sería responsable de las compras de trozas, de la producción y ventas del aserradero y estaría ayudado por dos escribientes que puedan mantener los archivos y una contabilidad sencilla y otros deberes administrativos, incluyendo las ventas de madera aserrada desde el patio central a la población próxima.

La persona clave en la producción de madera aserrada sería el aserrador que también sería responsable del mantenimiento de los equipos y del afilado de las sierras. Debe tener capacitación y experiencia adecuadas en el funcionamiento de pequeños aserraderos.

El resto de los empleados, semi-especializados y sin especializar, serían capacitados en su trabajo por el aserrador.

En el cuadro siguiente se resumen las necesidades de personal:

<u>Personal de explotación</u>				
<u>Categoría</u>	<u>No.</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>	
		<u>Rs/día</u>	<u>Rs/día</u>	<u>\$EUA/día</u>
Especializado	1	20	20	2,28
Semi-especializado	2	15	30	3,42
Sin especializar	5	10	<u>50</u>	<u>5,70</u>
			100	11,40
Horas extraordinarias al 20%			20	2,28
Otros beneficios al 26%			31,20	3,56
Costes de alimentos	8	10	<u>80</u>	<u>9,12</u>
			231,20	26,36
Coste por año de 220 días			Rs 50 864	\$ 5 800

<u>Otro personal</u>				
<u>Categoría</u>	<u>No.</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>	
		<u>Rs/día</u>	<u>Rs/día</u>	<u>\$EUA/día</u>
Supervisión	1	30	30	3,42
Oficinas	2	15	<u>30</u>	<u>3,42</u>
			60	6,84
Horas extraordinarias al 20%			12	1,37
Otros beneficios al 26%			18,72	2,13
Costes de alimentos	3	10	<u>30</u>	<u>3,42</u>
			120,72	13,76
Coste por año de 240 días			Rs 28 973	\$ 3 302

Se supone que un año laboral consistiría en 190 días productivos, 15 días para el cambio de emplazamiento del aserradero y 15 días de mantenimiento anual.

1.8 Financiación y economía

Basándose en la descripción precedente del aserradero portátil, se prepara una serie de programas para organizar la información financiera y económica. Estos se describen a continuación:

1.8.1 Coste de capital

El Cuadro 1 presenta un resumen del cálculo del coste de capital del aserradero. En el Cuadro 2 se enuenera el coste detallado de capital de los distintos componentes del aserradero.

El Cuadro 1 muestra también las necesidades totales de inversión, que son mayores que el coste de maquinaria y equipos debido a otras partidas que hay que proveer para comenzar las operaciones. Estas otras partidas incluyen gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha, y una provisión para capital de explotación. En el Cuadro 3 se dan detalles de estas partidas.

Al comenzar un negocio se presenta la necesidad de contar con suficiente capital de explotación para las necesidades iniciales de inversión. Habrá un período de tiempo desde el comienzo de la producción hasta que se generen ingresos procedentes de las ventas de madera aserrada. Durante este tiempo hay que pagar los gastos y hay que comprar materiales de consumo y materias primas. En este ejemplo se ha supuesto que en la inversión inicial de capital de explotación se proveen fondos para sostener un mes de funcionamiento.

1.8.2 Ingresos de ventas

En base a las líneas de productos descritas anteriormente, en el Cuadro 4 se muestra el volumen de ventas, los costes de ventas y el valor neto de las ventas. Se supone que el precio medio en aserradero de todos los productos será de 88,00 \$/m³. Basándose en el supuesto de que el 50% de la producción se transporte a un patio de madera de la comunidad local más próxima, los costes adicionales de este método de venta reducen el valor total neto medio de las ventas a 84,25 \$/m³ de toda la madera aserrada producida.

1.8.3 Costes de fabricación

En el Cuadro 5 se presentan las estadísticas básicas de fabricación. La información presentada en este Cuadro corresponde a las unidades físicas de cada partida aplicables a la operación.

El Cuadro 6 muestra el coste unitario de cada una de las partidas enumeradas en el Cuadro 5. Combinando las unidades consumidas (Cuadro 5) con el coste por unidad de cada partida (Cuadro 6), se determina el coste anual de cada partida. De esta forma, el coste anual de fabricación de la explotación del aserradero portátil se estima en 71 500 \$EUA. En este cálculo se incluye una provisión para imprevistos.

El coste de fabricación calculado en el Cuadro 6 se expresa también como 29,81 \$/m³ para el total de madera aserrada producida. El Cuadro 6 muestra también el coste por metro cúbico de cada uno de los componentes del coste de fabricación. Esta descomposición es

especialmente útil para destacar las partidas del coste que tienen mayor impacto económico. En este caso, las compras de trozas representan el elemento más costoso del coste de fabricación, con 9,79 \$/m³ de madera aserrada. Además, el coste de la madera representa el 33% del coste total de fabricación. Este es un importante factor que hay que tener presente tanto cuando se evalúa el atractivo económico del proyecto como después, cuando el aserradero está en funcionamiento.

El segundo elemento en importancia del coste es el gasoil. Con 7,63 \$/m³ de madera aserrada, el coste del gasoil representa otro 20% del coste total de fabricación.

1.8.4 Resultados financieros previstos

En el Cuadro 7 se presenta el balance de resultados previstos para diez años de operaciones. La información necesaria para preparar este Cuadro se ha tomado de los Cuadros 4 y 6. Aunque se muestra un período de diez años para el análisis, se supone que la operación continuaría después del año décimo.

Como puede verse, en el primer año de operación la producción aparece con 2 400 m³, mientras que las ventas son sólo de 2 200 m³. La diferencia representa las existencias iniciales de productos de madera aserrada. Si el negocio se terminase en el futuro en un momento dado, estas existencias se venderían y en el último año las ventas excederían a la producción.

La deducción del Beneficio Bruto de la partida de depreciación exige un comentario. La depreciación es un gasto que no es en efectivo, para las operaciones de cada año, y que se hace para admitir el hecho de que la planta tiene una vida superior a un año. El gasto anual de depreciación es una forma de cargar una parte del coste de capital de la industria a las operaciones, durante un período que se calcula sea la vida útil del capital invertido. En el caso del aserradero portátil se ha supuesto que el capital del aserradero tendría una vida útil de diez años; por ello, cada año se carga a las operaciones una décima parte de la inversión de capital en la industria que es 226 600 \$EUA.

Al calcular el Impuesto de Utilidades de este ejemplo se ha supuesto, por razón de simplicidad, que el gasto de depreciación lineal discutido anteriormente, se aplicaría también para fines impositivos. Normalmente éste no es el caso ya que se pueden aplicar unas normas especiales al cálculo del gasto de depreciación para fines de impuestos de utilidades. En el ejemplo 3 se ilustran algunas de estas normas más complicadas.

Habiendo determinado las utilidades netas del proyecto después de los impuestos, como se muestra en el Cuadro 7, el próximo paso del análisis de los resultados financieros de una propuesta es el de determinar el flujo de caja previsto, tal como se ilustra en el Cuadro 8.

Los ingresos anuales en efectivo consisten en los ingresos netos después de los impuestos, más los gastos de depreciación, que no son en efectivo. Tal como se muestra en el Cuadro 8, se espera que las operaciones del aserradero, proporcionen un flujo de caja de 71 300 \$EUA anuales.

Como el equipo de capital se desgasta, se estropea y exige sustituciones periódicas a fin de mantener la continuidad de las operaciones, parte del efectivo recibido hay que reinvertirlo. En este caso, se ha supuesto una cantidad de 3 000 \$ EUA anuales.

El efectivo neto generado por las operaciones, que aparece en el Cuadro 8 como de 68 300 \$ EUA por año, es, por lo tanto, el beneficio anual de la inversión en este negocio.

1.8.5 Análisis de rentabilidad

Tal como se indica en la Primera Parte de esta guía, hay varios métodos apropiados para el análisis de las inversiones en pequeños aserraderos.

La rentabilidad neta sobre la inversión total se calcula de la forma siguiente:

$$\frac{\text{Ingresos netos de ventas} - \text{Coste de fabricación}}{\text{inversión total de capital}}$$

y a partir de los Cuadros 7 y 1, las cifras para un año normal son:

$$\frac{\$ 202\ 200 - 71\ 500}{235\ 200} = 56\%$$

La rentabilidad neta sobre la inversión en acciones se calcula de la forma siguiente:

$$\frac{\text{Beneficio neto después de los impuestos}}{\text{Inversión en acciones}}$$

Como en este caso se supone que toda la inversión es en acciones, la rentabilidad neta sobre la inversión en acciones es la misma que la rentabilidad neta sobre la inversión total, que es:

$$\frac{\$ 48\ 600}{235\ 200} = 21\%$$

La Proporción de Cobertura de Intereses y la Proporción de Servicio de la Deuda no se aplicarían en este caso, ya que no existe deuda a largo plazo sobre la cual deban pagarse cargas anuales de intereses.

A continuación se calcula en este caso el Período de Devolución. Es el número de años necesario para devolver el gasto inicial de capital, que se obtiene relacionando el efectivo neto producido con la inversión inicial en efectivo realizada en el proyecto. En este caso la inversión original de 235 200 \$EUA se recuperaría de la forma siguiente:

<u>Año</u>	<u>Efectivo Neto</u> <u>producido</u> <u>(\$EUA)</u>	<u>Efectivo producido</u> <u>acumulado</u> <u>(\$EUA)</u>
1	60 750	60 750
2	68 300	129 050
3	68 300	197 350
4	68 300	265 650

Como se ha indicado, la inversión inicial se recupera entre el año tres y el año cuatro, o con más precisión en 3,6 años. En total, a lo largo de diez años el proyecto produciría un efectivo neto que asciende a 675 250 \$EUA o sea, 2,9 veces la inversión inicial.

En el ejemplo 3 se ilustra la evaluación del proyecto utilizando métodos más complicados.

1.8.6 Análisis de sensibilidad

Todos los proyectos están sujetos a diversos niveles de riesgo debido a que no es posible predecir el futuro con seguridad. Al evaluar las inversiones de capital, suele ser útil llevar a cabo un análisis de sensibilidad respecto a ciertas variables fundamentales, con el fin de determinar en qué cuantía se vería afectada la rentabilidad del proyecto por cambios en las variables.

Uno de los cálculos más fundamentales que se suelen realizar en el análisis de sensibilidad es la determinación del punto de equilibrio. Este es el volumen de producción o de ventas en el cual se igualan los gastos y los ingresos. Tal como se ilustra en el cálculo que aparece en el Cuadro 9, el volumen de ventas de equilibrio es aproximadamente de 417 m³ de madera aserrada por año. Este es sólo el 17 por ciento del volumen previsto, lo que indica una flexibilidad muy considerable en la producción.

También deben evaluarse los cambios en las variables fundamentales. Por ejemplo, se destacó anteriormente que la madera representa el 33% del coste de fabricación. Si el coste de las trozas aumentase un 10%, el beneficio bruto disminuiría aproximadamente el 3%. Si las trozas y el combustible aumentasen ambos un 10%, el beneficio bruto disminuiría un 5% aproximadamente.

Los efectos de los cambios de las variables fundamentales, Ingresos Netos de Ventas, Coste de Fabricación e Inversión se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 1

Resumen del cálculo del coste de capital

	<u>Coste</u> <u>(\$ EUA)</u>
Emplazamientos y estructuras	Ninguno*
Maquinaria y repuestos importados, CIF puerto de entrada	143 100
Derechos de aduanas y gravámenes de importación	57 200
Manipulación local y transporte al emplazamiento	300*
Montaje de los equipos	<u>Ninguno</u>
Total equipo montado	200 600
Equipo auxiliar	6 000*
Gastos generales de construcción	Ninguno
Ingeniería	10 000
Imprevistos	<u>10 000</u>
Total inversión en planta	226 600 =====

Necesidades totales de inversión

Total capital en planta	226 600
Capital de explotación	8 000
Gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha	<u>600</u>
Necesidades totales de inversión	235 200 =====

* Emplazamiento, estructuras, montaje de equipos y gastos generales de construcción no son aplicables al capital en planta, debido a la naturaleza portátil del aserradero.

Cuadro 2

Cálculo detallado del capital en equipos

Coste
(\$ EUA)

Maquinaria importada

Aserradero móvil	65 200
Canteadora	24 300
Grupo electrógeno diesel, 130 kW	21 700
Generador eléctrico diesel, 2 kW	1 500
Equipo y herramientas de talleres	2 500
Motosierras (dos)	1 000
	<u>116 200</u>
Repuestos 10%	11 600
Transporte 12%	<u>15 300</u>
Total maquinaria y repuestos importados	<u>143 100</u>
Derechos de aduanas y gravámenes de importación aplicables en proporción del 40%	
Equipo Auxiliar (se supone de fabricación local) camión "Pick-up"	<u>6 000</u>

Cuadro 3

Necesidades detalladas de inversión

\$ EUA

Capital de explotación

Trozas	1 mes de abastecimiento, 526 m ³ a 4,70 \$/m ³	2 500
Combustible	1 mes de abastecimiento, 3 200 l a 0,80 \$/l	2 600
Lubricantes	1 mes de abastecimiento, 40 l a 3,20 \$/l	130
Mano de obra	1 mes de jornales a 40,12 \$/día	800
Suministros	1 mes	820
Preparación del emplazamiento y edificios provisionales, reserva para 1 instalación		150
Reserva en efectivo		<u>1 000</u>
Total capital de explotación		<u>8 000</u>

Gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha

Personal normal del aserradero, durante 3 semanas	<u>600</u>
---	------------

Cuadro 4

Volumen previsto de ventas y valor neto de las ventas

Volumen de las ventas

<u>Producto</u>	<u>Volumen</u> (m ³ /año)	<u>Precio Unitario</u> (\$ EUA/m ³)	<u>Ingresos anuales</u> <u>brutos de ventas</u> (\$ EUA)
Madera aserrada para edificaciones	720	108	77 900
Madera para construcción pesada	620	45	27 900
Traviesas de ferrocarril	340	81	27 500
Material para muebles	<u>720</u>	<u>108</u>	<u>77 900</u>
Totales	<u>2 400</u>	<u>88,00</u>	<u>211 200</u>

Costes de venta

Se aplica al 50% del volumen de producción, transportado a un patio de madera local:

	<u>Unidad</u>	<u>Coste Unitario</u>	<u>Coste anual</u> (\$ EUA)
Transporte	\$ EUA/m ³	7,00	8 400
Arrendamiento de un patio de madera	\$ EUA/año	6,00	<u>600</u>
Coste total de venta			<u>9 000</u>
<u>Valor neto medio de las ventas</u>		<u>\$ EUA</u>	<u>\$ EUA/m³</u>
Ingresos anuales brutos de ventas		211 200	88,00
Menos: costes de venta		<u>9 000</u>	<u>3,75</u>
Ingresos netos de ventas		<u>202 200</u>	
Valor neto medio de las ventas			<u>84,25</u>

Cuadro 5

Estadísticas de fabricación y cálculos de costes

<u>Partidas</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Ventas de madera aserrada	m ³ /año	2 400
Compras de trozas	m ³ /año	5 000
Preparación del emplazamiento- Mano de obra contratada	días-hombre/año	320
Edificios provisionales	- Mano de obra contratada	
	- Cubierta del aserradero	días-hombre/año 60
	- Viviendas	días-hombre/año 140
Transporte del aserradero	- Contrato	traslados/año 4
Gasoil	- Aserradero	litros/hora 13
Lubricantes		litros/día 1
Camión "Pick-up"		km/día 100
Mano de obra	- Operaciones del aserradero	hombres 8
	- Supervisión y oficinas	hombres 3
Periodo anual de funcionamiento	- Maquinaria del aserradero	días 190
	- Operaciones	días 220
	- Supervisión y oficinas	días 240

Cuadro 6

Cálculo del coste de fabricación

<u>Partida</u> (\$ EUA)	<u>Precio Unitario</u> (\$ EUA/m ³)	<u>Coste unitario</u> [*] (\$ EUA)	<u>Coste anual</u>
Compras de trozas	4,70/m ³ trozas	9,79	23 500
Preparación del emplazamiento	1,14/días-hombre	0,15	370
Edificios provisionales	1,14/días-hombre	0,10	230
Transporte del aserradero	300/traslado	0,50	1 200
Gasoil	0,80/litro	7,63	18 300
Lubricantes	3,20/litro	0,29	700
Funcionamiento del camión			
Pick-up	0,25/km	2,50	6 000
Mano de obra - Operaciones	26,36/día	2,42	5 800
- Supervisión y oficinas	13,76/día	1,38	3 300
Suministros de mantenimiento	2,00/m ³ trozas	4,17	10 000
Imprevistos		0,88	2 100
Total coste de fabricación		<u>29,81</u>	<u>71 500</u>

* Coste unitario expresado en \$EUA/m³ de madera aserrada producida.

Cuadro 7

Balance previsto de resultados

	Año de funcionamiento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (m ³)	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400
Ventas (m ³)	2 200	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400
Precio neto medio en aserradero (\$EUA/m ³)	84,25	84,25	84,25	84,25	84,25	84,25	84,25	84,25	84,25	84,25
(\$ EUA)										
Ingresos netos de ventas	185 340	202 200	202 200	202 200	202 200	202 200	202 200	202 200	202 200	202 200
Costes de fabricación	71 500	71 500	71 500	71 500	71 500	71 500	71 500	71 500	71 500	71 500
Beneficio bruto *	113 850	130 700	130 700	130 700	130 700	130 700	130 700	130 700	130 700	130 700
Menos depreciación *	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 300
Total deducciones	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 300
Utilidades antes de impuestos	91 150	108 000	108 000	108 000	108 000	108 000	108 000	108 000	108 000	108 400
Menos: Impuesto de Utilidades al 55%	50 100	59 400	59 400	59 400	59 400	59 400	59 400	59 400	59 400	59 600
Beneficio neto después de impuestos	41 050	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 800

* Depreciación basada en una línea recta, diez años de duración del capital en planta, tanto para fines contables como para cálculo de impuestos de utilidades.

Cuadro 6

Balance previsto del flujo de caja

	Año de funcionamiento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Entradas de caja</u>										
Beneficio neto después de impuestos	41 050	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 600	48 800
Añadir deducciones que no son en efectivo										
Depreciación	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 700	22 300
Flujo de caja procedente de las Operaciones	63 750	71 300	71 300	71 300	71 300	71 300	71 300	71 300	71 300	71 100
<u>Gastos de caja</u>										
Reinversión *	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Flujo neto de caja	60 750	68 300	68 300	68 300	68 300	68 300	68 300	68 300	68 300	68 100

* La reinversión periódica en industria y equipos es necesaria para sustituir el equipo gastado, a fin de mantener la producción.

Cuadro 9

Cálculo del punto de equilibrio

Supuesto básico:

Ingresos netos de ventas en el punto de equilibrio	=	Costes variables de fabricación más costes fijos
Ingresos netos de ventas	=	Valor neto de las ventas x volúmenes de ventas en el punto de equilibrio
	=	84,25 \$EUA x "S"
Costes variables	=	Costes de fabricación x volumen de producción en el punto de equilibrio
	=	29,81 \$EUA x "S"
Costes fijos	=	Depreciación
	=	22 700 \$EUA
Luego (84,25)S	=	(29,81)S + 22 700
S	=	$\frac{22\,700}{(84,25 - 29,81)} = 417\,m^3 \text{ por año}$

Ventas en punto de equilibrio/volumen de producción es 417 m³ de madera aserrada por año.

Cuadro 10

Sensibilidad de la RI a los cambios de las variables fundamentales

<u>Variable</u>	<u>Rentabilidad neta de la inversión *</u>
Ejemplo básico	21%
Ingresos netos de ventas	
+ 10%	23%
- 10%	17%
Coste de fabricación	
+ 10%	19%
- 10%	22%
Inversión total	
+ 10%	18%
- 10%	23%

El análisis de sensibilidad indica que este proyecto no es especialmente sensible a los cambios de las variables fundamentales. El análisis de equilibrio indicó también que el proyecto tenía una amplia variación de rentabilidad.

* Rentabilidad neta de la inversión = Utilidades netas después de impuestos divididas por la inversión total.

EJEMPLO 2. ASERRADERO PEQUEÑO PERMANENTE

El establecimiento de un aserradero pequeño permanente será posible donde exista ya o pueda desarrollarse una demanda local de madera aserrada y donde se pueda mantener un suministro seguro de trozas. Al igual que en el caso del aserradero portátil, el aserradero permanente puede ser la primera etapa del desarrollo de un aserradero mayor, en cuyo caso la planificación y el diseño inicial deben prever expansiones y adiciones, cuando las condiciones del mercado justifiquen tal evolución.

Este ejemplo está basado en un aserradero situado cerca de una ciudad en la región de Indonesia/Malasia, que utiliza madera procedente de bosques de montaña de dipterocarpaceas mezcladas. Se supone que la empresa del aserradero sería de propiedad privada y funcionaría con un director de aserradero con experiencia.

2.1 Características de la materia prima

Densidad media de la madera - 610 kg/m^3

Variación de la densidad de la madera - $400 - 800 \text{ kg/m}^3$

Distribución diamétrica

<u>Clase diamétrica</u> (cm)	<u>Porcentaje por clase</u>
45 - 60	23
60 - 90	45
90 - 120	27
122+	5

Longitudes de las trozas

Longitud media de las trozas 5 m

Longitud máxima de las trozas 8 m

2.2 Producción de trozas para aserrar

Debido a las altas precipitaciones y a las condiciones generalmente montañosas del bosque, la explotación se limitaría a un período de 8 a 9 meses, desde marzo a noviembre-diciembre. Se almacenarían trozas suficientes en el aserradero al final de la temporada de explotación, para mantener el aserradero funcionando durante tres meses. En consecuencia, el aserradero funcionaría durante once meses al año, realizándose el mantenimiento y revisión anual del equipo durante el mes restante.

Como es necesario en este caso un almacenamiento prolongado de las trozas, se propone utilizar un estanque de trozas a fin de mantener al mínimo el deterioro de éstas.

Se preve que los contratistas entreguen al aserradero las trozas de aserrar en longitudes normalizadas o en múltiplos de ellas y que el coste medio de entrega sea de $14 \$ \text{ EUA/m}^3$.

2.3 Producción del aserradero

Se supone en este caso que los principales mercados sean detallistas, constructores y talleres de muebles de ciudades próximas, así como la comunidad rural.

Suponiendo un consumo anual de trozas de $10\ 000\ m^3$ (sc) y un coeficiente medio de conversión de trozas en madera aserrada del 50%, la distribución de los productos podría ser la siguiente:

<u>Mercado</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Volumen</u> (m^3)
Detallistas	20	1 000
Constructores	50	2 500
Material para muebles	20	1 000
Construcciones agrícolas	10	500
	100	5 000

El tipo de aserradero propuesto en este caso sería adecuado para cortar material para pisos y revestimiento de paredes, y dimensiones menores necesarias para arreglos interiores en la construcción de edificios. A continuación se enumeran las clases normales de productos y sus precios:

2.4 Volumen de ventas

<u>Producto</u>	<u>Volumen</u> m^3	<u>Precio Unitario</u> \$ EUA/ m^3	<u>Ingresos anuales</u> <u>brutos de ventas</u> \$ EUA
Madera aserrada para edificios	3 500	116	406 000
Madera de construcción pesada	500	56	28 000
Material para muebles	1 000	116	116 000
	5 000	110	550 000

Se supone que el 40 por ciento de la producción del aserradero se secaría al aire durante seis a ocho semanas y el resto se vendería en "verde".

Suponiendo una producción anual de $5\ 000\ m^3$ de madera aserrada y 240 días productivos al año, la producción media diaria sería del orden de $21\ m^3$.

2.5 Equipo del aserradero

En la figura 2 y en la lámina 2 se presenta el diseño característico de un aserradero pequeño permanente. En la sección 3.0 de esta guía se da una descripción del aserradero, que necesita como principales elementos del equipo los que se elencan en la página siguiente.

Partida

Elevador de rollos
Muelle de entrada de trozas
Sierra principal circular de 1 500 mm ϕ + sierra superior de 1 000 mm ϕ
Carro de trozas
Bastidor de rodillos y plataformas de transbordo
Canteadora - conjunto manual con dos sierras
Retestadora de tipo de montaña - dos sierras
Sierra tronzadora basculante sencilla
Cadena de madera verde
Motosierras (2)
Herramientas manuales y mecánicas, etc.
Grupo electrógeno diesel eléctrico - 150 kW
Camión "pick-up"

2.6 Requisitos del emplazamiento del aserradero

Los factores a considerar al elegir el emplazamiento para el aserradero se enumeran en 3.2.1, página 24. Se supone que en este ejemplo el aserradero se situaría cerca de una ciudad ya que tal emplazamiento facilita la creación de una fuerza laboral estable y generalmente se puede eliminar el coste de viviendas y esparcimientos.

El emplazamiento se elegiría aprovechando la topografía y el sistema natural de drenaje para la construcción de un estanque de trozas. Este método de almacenamiento es necesario para reducir al mínimo el deterioro de las existencias de trozas para tres meses. Como una proporción de trozas no flotaría, se instalaría una grúa junto a un elevador de trozas para sacarlas del estanque.

Se supone que el 40 por ciento de la producción del aserradero se apila para su secado al aire durante un período de unas ocho semanas. Las pilas se protegerían inicialmente por medio de unidades de cubiertas portátiles que pudieran reemplazarse en una etapa posterior por una cubierta permanente sobre la superficie de secado (véase la sección 3.6).

La superficie total necesaria del emplazamiento para el proyecto del aserradero se calcula de la forma siguiente:

2.7 Superficie del emplazamiento

2.7.1 Superficie del estanque de trozas

Supuestos: 3 000 m³ en el estanque, divididos en 3 especies
Diámetro medio de las trozas: 750 mm; relación entre trozas y agua: 75%
Existencias de trozas de una especie: $\frac{3\,000\text{ m}^3}{3} = 1\,000\text{ m}^3$

La superficie de agua ocupada por las trozas flotantes es:

$$\frac{1\,000\text{ m}^3}{\pi/4 (0,750)^2 \times 0,75} = 2\,265\text{ m}^2$$

La superficie total de agua necesaria, dejando caminos para la circulación y para las barcas, es de 1,25 a dos veces la superficie de trozas antes calculada. En este ejemplo se supone 1,6 como factor.

Superficie necesaria de estanque de trozas para $1\ 000\ m^3 = 1,6 \times 2\ 265\ m^2 = \pm 3\ 625\ m^2$, es decir $3\ 600\ m^2$.

Para un conjunto de tres especies con $1\ 000\ m^3$ cada una, se necesitará un estanque de trozas de aproximadamente $3 \times 3\ 600\ m^2 = 10\ 800\ m^2$, o sea $11\ 000\ m^2$.

2.7.2 Superficie del patio de secado al aire

Supuestos: 40% de la producción secada al aire durante 8 semanas
60% de la producción secada al aire durante 3 semanas
100 m^3 de trozas producen 50 m^3 de madera aserrada
las pilas contienen $\pm 20\ m^3$ (EMS) de madera aserrada (5 m x 2 m x 2 m)
la longitud media de las pilas es de 5 m
la densidad media de las pilas es $\pm 80\%$
caminos de rodadura de 10 m entre pilas y caminos de 10 m de anchura en los laterales y extremos
3 grupos de especies

Producción en volumen de madera aserrada durante 8 semanas:

$$\frac{10\ 000 \times 2}{48} \times \frac{50}{100} = \pm 833\ m^3.$$

El 40% de esta producción se secará al aire durante 8 semanas:

$$\frac{40}{100} \times 833\ m^3 = \pm 333\ m^3.$$

Suponiendo 3 grupos de especies en iguales cantidades:

$$\frac{333\ m^3}{3} = \pm 111\ m^3 \text{ por especie.}$$

Superficie de apilado:

$$\frac{111\ m^3}{2\ m \text{ de altura} \times 0,8 \text{ de densidad}} = \pm 69\ m^2.$$

La superficie del patio de secado al aire libre, incluyendo caminos de rodadura y circulación, varía de 5 a 7 veces la superficie de apilado, como promedio 6 veces; por ello, la superficie necesaria para una especie es:

$$6 \times 69\ m^2 = \pm 416\ m^2, \text{ es decir } 400\ m^2$$

Superficie necesaria para 3 especies: $3 \times 400\ m^2 = 1\ 200\ m^2$.

Para la porción de madera aserrada que requiere 3 semanas de secado al aire, se necesita la siguiente superficie:

Producción en volumen de madera aserrada durante 3 semanas:

$$\frac{10\,000 \times 3}{48} \times \frac{50}{100} = \pm 312 \text{ m}^3.$$

El 60% de esta producción, a secar al aire durante 3 semanas, es:

$$\frac{60}{100} \times 312 \text{ m}^3 = \pm 188 \text{ m}^3.$$

Suponiendo 3 grupos de especies en cantidades iguales es:

$$\frac{188 \text{ m}^3}{3} = \pm 62 \text{ m}^3 \text{ por especie.}$$

La superficie de apilado es:

$$\frac{62 \text{ m}^3}{2 \text{ m de altura} \times 0,8 \text{ de densidad}} = \pm 39 \text{ m}^2.$$

La superficie del patio de secado al aire, como en el caso anterior, es 6 veces la superficie de apilado; por ello, la superficie necesaria para una especie es:

$$6 \times 39 \text{ m}^2 = \pm 234 \text{ m}^2, \text{ digamos } 230 \text{ m}^2.$$

La superficie necesaria para las 3 especies es $3 \times 230 \text{ m}^2 = 690 \text{ m}^2$, digamos 700 m².

En consecuencia, la superficie total necesaria para secado al aire es:

$$1\,200 \text{ m}^2 + 700 \text{ m}^2 = \pm 1\,900 \text{ m}^2, \text{ digamos } 2\,000 \text{ m}^2.$$

La necesidad total de superficie de emplazamiento para el ejemplo 2 puede resumirse de la forma siguiente:

a) Estanque de trozas	11 000 m ²
b) Patio de secado al aire	2 000 m ²
c) Edificaciones	1 200 m ²
d) Superficie de descarga, almacenamiento de desperdicios, etc.	<u>2 000 m²</u>
	16 200 m ²

2.8 Edificaciones

Se supone que el edificio del aserradero se construiría de madera con cubierta metálica, suelo de madera y el equipo iría montado sobre cimientos de hormigón. Sólo se instalarían paredes cuando se necesite protección contra lluvias intensas o fuertes vientos. La superficie del suelo del aserradero sería aproximadamente de 1 000 m².

Se construiría una oficina y almacenes de madera con cubierta metálica, siendo los cimientos pilares de ladrillo coronados con barreras contra las termitas para mantener la estructura aislada del terreno. La superficie de esta edificación sería de unos 200 m².

Se podrían añadir cobertizos abiertos para el secado de la madera aserrada (± 200 m²), por ejemplo, en el cuarto año de funcionamiento del aserradero.

Se necesitaría una cerca circundando el perímetro del emplazamiento para evitar que entren en la zona del aserradero personas no autorizadas, ganado, etc. La longitud total de este cerramiento sería aproximadamente de 600 m.

2.9 Personal

Para la dirección del tipo de aserradero considerado en este ejemplo se necesitaría una amplia experiencia en operaciones de aserraderos, compra de trozas y comercialización de madera aserrada. El director tendría personal administrativo compuesto de tres miembros, uno de los cuales tendría suficiente experiencia contable para poder llevar las cuentas del aserradero bajo la supervisión del director.

Las operaciones del aserradero serían dirigidas por el aserrador y el mantenimiento de la sierra y del aserradero estarían a cargo de un mecánico. Ambos deberán haber tenido experiencia práctica adecuada en sus respectivos campos y probablemente habrá que traerlos de centros más desarrollados del país. Otra alternativa podría ser enviar personas locales con especialidad técnica apropiada, a centros de capacitación o a una industria de aserrío tan pronto como se haya adoptado la decisión de construir el aserradero.

En la planta de aserrado se necesitarían nueve hombres además del aserrador principal, otros dos en el estanque de trozas y dos más para trasladar la madera aserrada al patio de secado, sobre carros sencillos con ruedas de goma, y para apilarla para el secado. El aserrador sería responsable de la capacitación de la mano de obra en el trabajo.

Se necesitaría un vigilante para la seguridad de la industria durante las horas en que no funciona.

Cualquier trabajo adicional necesario en la industria podría realizarse mediante horas extraordinarias o mediante el empleo de mano de obra eventual.

En el cuadro siguiente se resumen las necesidades de personal:

<u>Personal de explotación</u>				
<u>Categoría</u>	<u>No.</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>	
		\$ B/mes	\$ B/mes	\$ EUA/mes
Especializado	1	853	853	461
Mecánico	1	853	853	461
Semi-especializado	3	533	1 599	863
No especializado	11	320	3 520	1 901
			6 825	3 686
Horas extraordinarias 20%			1 365	737
Otros beneficios 26%			1 774	958
Coste por mes			9 964	5 381
Suponiendo 12 meses de trabajo al año: \$ B 119 568			\$ EUA 64 572.	

Otro personal

<u>Categoría</u>	<u>No.</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>	
		<u>\$ B/mes</u>	<u>\$ B/mes</u>	<u>\$ EUA/mes</u>
Dirección	7	1 000	1 000	540
Oficina	3	426	1 278	690
Vigilante	1	350	<u>350</u>	<u>189</u>
			2 628	1 419
Horas extraordinarias 20%			526	284
Otros beneficios 26%			<u>683</u>	<u>369</u>
Coste por mes			3 837	2 072

Suponiendo 12 meses de trabajo al año: \$ B 46 044 \$ EUA 24 864.

Nota. Se supone que un año de trabajo constaría de 220 días, más 20 días de mantenimiento anual.

2.10 Financiación y economía

Al igual que en el ejemplo 1, se han preparado una serie de programas para organizar la información financiera. Estos son los siguientes:

2.10.1 Coste de capital

En el Cuadro 1 se presenta un resumen del cálculo del coste de capital, junto con las necesidades totales de inversión. En el Cuadro 2 se muestra el cálculo detallado del equipo esencial.

Las necesidades totales de inversión ascienden a 1 827 000 \$ EUA, incluidos 1 646 000 \$ EUA para la planta material del aserradero, 104 000 \$ EUA para capital permanente de explotación y 77 000 \$ EUA para costes previos al funcionamiento y de puesta en marcha.

Los componentes del capital permanente de explotación se resumen en el Cuadro 3, con detalles en el Cuadro 4. Esta industria tiene una necesidad importante de capital de explotación debido a la necesidad de apilar existencias de abastecimiento de trozas para tres meses de la estación de lluvias y debido al tiempo de secado de los productos. En cualquier momento se está secando aproximadamente toda la producción del aserradero de un mes.

En el Cuadro 3 se muestran los gastos previos al funcionamiento y los de puesta en marcha. Estos gastos suponen que la dotación completa de personal del aserradero estaría empleada desde seis meses antes de comenzar su pleno funcionamiento. Durante este tiempo el personal sería capacitado plenamente en la explotación y mantenimiento de las instalaciones. También se ha supuesto que durante dos meses del período de puesta en marcha la madera aserrada se produciría al 25% de capacidad como parte de la capacitación para la explotación. Todos estos costos han sido capitalizados, esto es, incluidos en el coste de capital del aserradero.

2.10.2 Ingresos de ventas

Los volúmenes previstos de ventas y los valores netos de las ventas se muestran en el Cuadro 5. El valor neto de las ventas, de 108,92 \$EUA, es ligeramente inferior al precio medio bruto de venta, debido al descuento del 5% de 1 000 m³ anuales vendidos a los detallistas.

2.10.3 Costes de fabricación

En el Cuadro 6 se presentan las estadísticas básicas de fabricación y en el Cuadro 7 el cálculo del coste de fabricación.

Basándose en los diversos insumos de fabricación, el coste unitario de producción de la madera aserrada es de 63,76 \$ EUA por metro cúbico para la capacidad plena de 5 000 m³/A.

El mayor componente individual del coste es el coste de las trozas que equivale a 28,00 \$ EUA por metro cúbico de madera aserrada producida. El segundo coste en importancia es el coste total de la mano de obra que asciende a 16,41 \$ EUA/m³. En conjunto, las trozas y la mano de obra representan el 70% del coste total de fabricación.

2.10.4 Resultados financieros previstos

La información desarrollada en los cuadros precedentes se combina en el Cuadro 8 para producir el balance de resultados previsto. Ciertos supuestos se reflejan en este balance:

- a) Una duración del aserradero de 15 años para fines de evaluación, pero suponiendo también que las operaciones continuarán más allá del año 15.
- b) La producción a plena capacidad comienza en el año 1. Esto debe resultar posible, considerando el período bastante prolongado de puesta en marcha anteriormente analizado.
- c) La venta en el año 1 de 4 500 m³ refleja la acumulación de existencias de madera aserrada en la etapa de secado al aire.
- d) Se considera que la depreciación y la amortización varían linealmente durante 15 años.
- e) Los impuestos de utilidades se han basado en la variación lineal de la depreciación y la amortización y no reflejan ninguna provisión para una depreciación acelerada o para incentivos de inversión.

En el Cuadro 9 se presenta el balance previsto del flujo de caja. Los gastos iniciales de caja, consistentes en el Capital en Planta, Capital de Explotación y Gastos Previos al Funcionamiento y de Puesta en Marcha, se presentan en el año 0.

Para cada uno de los 15 años de funcionamiento, el flujo de caja procedente de las operaciones consiste en las utilidades netas después de los impuestos más las cargas de depreciación y amortización que no son en efectivo.

Se ha hecho una provisión para reinversión en instalaciones de la industria a fin de mantener la capacidad productiva. Esta provisión asciende aproximadamente al 2% del coste original de los equipos, o sea 27 000 \$ EUA anuales. Tal reinversión es además del mantenimiento normal y cubre partidas tales como la sustitución periódica de motores y otros equipos instalados, vehículos y reparaciones importantes o reposiciones de carácter esencial.

2.10.5 Análisis de rentabilidad

El Cuadro 10 incluye varias medidas de la rentabilidad del aserradero propuesto.

El punto de equilibrio total se ha calculado en 2 856 m³/A, o sea el 57% de la capacidad. Esto significa que los ingresos igualarían a todos los gastos (incluyendo depreciación y amortización) si las ventas fueran solamente de 2 856 m³/A. Naturalmente, no habría beneficios ni pérdidas en este nivel de ventas.

Considerando sólo los gastos en efectivo, se ha calculado que el punto de equilibrio de caja tiene lugar con un volumen anual de ventas de 587 m³, o sea, el 12% de la capacidad. Esto significa que las ventas de 587 m³ solamente por año proporcionarían suficiente cantidad en efectivo para atender exactamente los gastos anuales en efectivo. Se ha supuesto que el trabajo de supervisión y de oficina y los suministros de oficina son los únicos gastos fijos anuales en efectivo y que todos los otros costes de fabricación varían directamente con las ventas o el volumen de producción.

El punto de equilibrio, y especialmente el punto inferior de equilibrio de caja, indican que el aserradero tiene un nivel de flexibilidad bastante alto respecto al volumen de ventas.

La Rentabilidad Bruta sobre la Inversión Total, calculada como el beneficio bruto anual medio dividido por la inversión total, es del 12%, que no es una alta tasa de rentabilidad para este tipo de operaciones. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, la rentabilidad es algo inferior de la que suele ser típica en proyectos de este tipo, ya que no se han hecho provisiones para una depreciación acelerada o para incentivos de inversión.

La Rentabilidad Neta sobre la Inversión en Acciones, calculada como las utilidades netas después de los impuestos, divididas por la inversión total en acciones, es sólo del 2%. Esta es una rentabilidad muy baja que no sería suficiente normalmente para interesar a un empresario. En este caso, la rentabilidad neta sobre las acciones es baja por diversas razones. La ausencia de incentivos que reducen los impuestos sobre utilidades ha reducido las utilidades netas. Además, se ha supuesto que el proyecto se financia totalmente con fondos en acciones. Si estuviera incluida la financiación mediante deuda, la inversión en acciones sería inferior y la rentabilidad sobre las acciones sería mayor.

El período de devolución del efectivo, que representa el tiempo necesario para que el flujo neto de caja sea igual a la inversión original, se ha calculado en 11,9 años. Si el flujo neto de caja fuese mayor, debido a incentivos gubernamentales que redujeran, por ejemplo, los impuestos sobre utilidades, el período de devolución se reduciría, como es lógico.

A continuación se indica la sensibilidad de la rentabilidad de la inversión a los cambios de las variables fundamentales, medida por la Rentabilidad Bruta sobre la Inversión Total:

<u>Variable</u>	<u>Rentabilidad Bruta sobre la Inversión Total</u>
Ejemplo base	12%
Entradas netas de ventas	
+ 10%	15%
- 10%	9%
Coste de fabricación	
+ 10%	10%
- 10%	14%
Inversión total	
+ 10%	11%
- 10%	13%
Combinación de:	
Entradas netas de ventas y coste de fabricación	
+ 10% - 10%	17%
+ 10% + 10%	13%
- 10% - 10%	11%
- 10% + 10%	7%

Tal como indica el anterior análisis de sensibilidad, los elementos que tienen mayor efecto sobre la rentabilidad de la inversión son los Ingresos Netos de Ventas y el Coste de Fabricación. Un aumento del 10% en los Ingresos Netos de Ventas podría incrementar la rentabilidad de la inversión hasta el 15%. Si los Ingresos Netos de Ventas pudieran aumentar en el 10%, reduciendo al mismo tiempo el coste de fabricación en un 10%, la rentabilidad de la inversión mejoraría del 12% al 17%.

Cuadro 1

Resumen del Cálculo del Coste de Capital

ASERRADERO: 5 000 m³/A de producción de madera aserrada

<u>Descripción</u>	<u>Mano de obra</u>	<u>Materiales</u> (\$EUA)	<u>Total</u>
Preparación del emplazamiento y trabajos en el mismo			60 000
Estructuras	37 100	185 300	22 400
Maquinaria y equipos importados	123 200	843 000	966 200
Impuestos de importación y gastos de aduanas			75 900
Equipo auxiliar		8 000	8 000
Coste directo total	160 300	1 036 300	1 332 500
Gastos generales de construcción			
20% de los equipos			160 200
Ingeniería			
4% del total			53 300
Imprevistos			
8% del total			100 000
Total capital en planta			1 646 000

NECESIDADES TOTALES DE INVERSION

Total capital en planta	1 646 000
Capital de explotación	104 000
Gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha	77 000
Necesidades totales de inversión	1 827 000

Cuadro 2

Cálculo detallado del equipo esencial

<u>Materiales y equipos importados</u>	<u>Coste</u> <u>(\$EUA)</u>
Elevador de trozas	10 600
Muelle largo de entrada	10 600
Sierra principal circular	14 200
Carro de trozas y mecanismos de ajuste	60 200
Canteadora y mecanismos de ajuste manuales	39 000
Retestadora de dos sierras y cadenas de arrastre	21 200
Sierra tronzadora de péndulo	7 100
Bastidor de rodillos de salida de la sierra principal	17 700
Plataforma de transbordo a la canteadora	5 700
Entrada y salida de la canteadora	14 200
Plataforma de transbordo a la retestadora	10 600
Cadena de clasificación de la madera verde	49 600
Deslizaderos de salida de trozas defectuosas	3 500
Otros deslizaderos	3 500
Transportador de serrín	15 600
Generador eléctrico diesel, 150 kW	120 400
Generador eléctrico diesel, 15 kW	35 400
Energía eléctrica, iluminación y sistemas eléctricos de control	<u>177 100</u>
Materiales y equipos a instalar	616 200
Equipos y herramientas de taller	63 800
Motosierras	<u>4 200</u>
	68 000
Repuestos 10%	68 400
Transporte 12%	<u>90 400</u>
Total maquinaria y equipos importados	843 000

Cuadro 3

Necesidades detalladas de inversión

<u>Capital de Explotación</u>		<u>\$ EUA</u>
Trozas	abastecimiento de 3 meses	38 200
Madera aserrada	promedio de 386 m ³ de secado al aire en cualquier momento	36 100
Suministros y combustible - un mes de abastecimiento		<u>6 900</u>
Existencias totales		81 200
Cuentas a cobrar	ventas de un mes	45 400
Reserva en efectivo		<u>5 000</u>
Total activo		131 600
Cuentas a pagar	1 mes	<u>27 600</u>
Necesidades Totales de Capital de Explotación		<u>104 000</u> =====

Gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha

Se supone la capacitación del personal durante 6 meses, incluyendo el funcionamiento de la industria al 25% de capacidad durante dos meses, en capacitación y puesta en marcha:

Mano de obra	6 meses	44 700
Puesta en marcha y capacitación al 25% durante 2 meses:		
Trozas		19 100
Gastos de explotación (excluyendo mano de obra) a 19,35 \$/m ³ x 682 m ³ de madera aserrada		<u>13 200</u>
		<u>32 300</u>
Gastos totales previos al funcionamiento y de puesta en marcha		<u>77 000</u> =====

Cuadro 4

Cálculo del capital permanente de explotación *

<u>Partida</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor unitario</u> (\$ EUA/unidad)	<u>Valor total</u> (\$ EUA)
Trozaz	3 meses de abastecimiento = $\frac{3}{11} \times 10\ 000 = 2\ 730\ m^3$	14.00/m ³	38 200
Madera aserrada:	a) 40% secada durante 8 semanas: Producción mensual = $\frac{5\ 000\ m^3}{11} = 454\ m^3$ Volumen a secar = 40% de 454 = 182 m ³ /mes Volumen a secar durante 8 semanas = 182 x 2 = 364 m ³	63,76/m ³	23 200
	b) 60% secada durante 3 semanas Volumen a secar = 60% de 454 x $\frac{3}{4} = 204\ m^3$ Volumen a secar durante 3 semanas semanas = 204 m ³	63,76/m ³	13 000
Suministros y combustible:	1 mes		6 900
Cuentas a cobrar:	1 mes de ventas a plena capacidad = $\frac{5\ 000\ m^3/A}{12} = 417\ m^3$	108,92/m ³	45 400
Cuentas a pagar:	1 mes a plena capacidad		
Trozaz:	$\frac{\$140\ 000/A}{9\ meses} =$		15 500
Combustible:	$\frac{\$35\ 300/A}{11} =$		3 200
Suministros:	(Véase lo anterior)		6 900
Camión:	$\frac{\$3\ 200}{12} =$		300
Mano de obra	$\frac{\$89\ 500}{52} =$		1 700
1 semana			
Total cuentas a pagar			27 600 =====

* Véanse los Cuadros 5 y 6 para detalles relativos a los cálculos de costes de fabricación

Cuadro 5

Volumen previsto de ventas y valor neto de las ventas

VOLUMEN DE VENTAS

<u>Producto</u>	<u>Volumen</u> (m ³)	<u>Precio unitario</u> (m ³ /\$ EUA)	<u>Ingresos anuales brutos de ventas</u> (\$ EUA)
Madera aserrada para edifica- ciones	3 500	116	406 000
Madera de construcción pesada	500	56	28 000
Material para muebles	<u>1 000</u>	<u>116</u>	<u>116 000</u>
Totales	<u>5 000</u>	<u>110</u>	<u>550 000</u>

COSTES DE VENTA

20% de la producción anual de madera aserrada se vende a detallistas con un descuento del 5%. Este descuento se calcula en la forma siguiente:

Se supone que el 5% de descuento se aplica a 875 m³ de madera aserrada para edificaciones y para material para muebles y a 125 m³ de madera de construcción pesada.

Descuento por m³ de madera aserrada para edificaciones = 5% de \$116 = \$5,80.

Descuento por m³ de madera de construcción pesada = 5% de \$56 = \$2,80.

Descuento total a detallistas:

Sobre madera aserrada para constructores: 875 x \$5,80 = 5 075

Sobre madera de construcción pesada: 125 x \$2,80 = 350

Descuento total \$ EUA 5 425

<u>VALOR NETO DE LAS VENTAS</u>	<u>\$ EUA</u>	<u>\$ EUA/m³</u>
Ingresos anuales brutos	550 000	100,00
Menos: descuento a detallistas	<u>5 425</u>	<u>1,08</u>
Ingresos netos de ventas	<u>554 574</u>	
Valor neto medio de las ventas		<u>108,92</u>

Cuadro 6

Estadísticas de fabricación y cálculos de costes

<u>Partida</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Compras de trozas	m ³ /año	10 000
Ventas de madera aserrada	m ³ /año	5 000
Combustible	litros/hora	15
Lubricantes	litros/día	1
Suministros de mantenimiento	\$/m ³ consumo de trozas	4
Camión "Pick-up"	km/día	50
Mano de obra		
- operaciones del aserradero	hombres	16
- supervisión y oficinas	hombres	5
Período anual de funcionamiento		
- maquinaria del aserradero	días	220
- mantenimiento del aserradero	días	<u>20</u>
Total días de trabajo		240
Producción media mensual	m ³ /mes	454
(5 000 m ³ /A producidos en 11 meses)		

Cuadro 7

Cálculo de costes de fabricación

<u>Partida</u>	<u>Precio unitario</u> (\$ EUA)	<u>Coste unitario</u> * (\$ EUA/m ³)	<u>Coste anual</u> (\$ EUA)
Compras de trozas	14,00/m ³ de trozas	28,00	140 000
Combustible	0,80/litro	6,90	34 500
Lubricantes	3,20/litro	0,15	800
Suministro de mantenimiento	4,00/m ³ de trozas	8,00	40 000
Camión "Pick-up"	0,25/km	0,30	3 200
Mano de obra - Operaciones	5 381/mes	11,85	64 600
- supervisión y oficinas	2 072/mes	4,56	24 900
Suministros de oficina y otros	400/mes	0,88	4 800
Imprevistos, 5%		<u>3,12</u>	<u>15 600</u>
Coste total de fabricación		<u>63,76</u>	<u>328 500</u>

* Coste unitario expresado en \$ EUA por metro cúbico de madera aserrada producida, en base a una producción de 5 000 m³ en 11 meses de funcionamiento del aserradero.

Cuadro 8
Balance previsto de resultados

	<u>Año de funcionamiento</u>					
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5-14</u>	<u>15</u>
Producción (m ³)	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Ventas (m ³)	4 500	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Valor Neto Medio de las Ventas (\$ EUA/m ³)	108,92	108,92	108,92	108,92	108,92	108,92
Ingresos Netos de Ventas	490 100	544 600	544 600	544 600	544 600	544 600
Costes de fabricación	<u>328 400</u>	<u>328 400</u>	<u>328 400</u>	<u>328 400</u>	<u>328 400</u>	<u>328 400</u>
Beneficio Bruto	161 700	216 200	216 200	216 200	216 200	216 200
Menos: Depreciación *	109 700	109 700	109 700	109 700	109 700	109 700
Amortización **	<u>5 100</u>	<u>5 100</u>	<u>5 100</u>	<u>5 100</u>	<u>5 100</u>	<u>5 100</u>
Utilidades antes de impuestos	46 900	101 400	101 400	101 400	101 400	101 400
Menos: Impuestos de utilidades al 45% ***	<u>21 100</u>	<u>45 600</u>	<u>45 600</u>	<u>45 600</u>	<u>45 600</u>	<u>45 600</u>
Utilidades netas después de impuestos	<u>25 800</u>	<u>55 800</u>	<u>55 800</u>	<u>55 800</u>	<u>55 800</u>	<u>55 800</u>

* La depreciación se toma para fines de contabilidad y de impuestos, sobre la base de una variación lineal durante 15 años.

** La amortización de los gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha, se ha considerado a lo largo de 15 años.

*** No se incluyen incentivos a la inversión en el cálculo de los impuestos de utilidades.

Quadro 9

Balance previsto del flujo de caja

Año de funcionamiento

	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5-14</u>	<u>15</u>
<u>Entradas de caja</u>							
Utilidades netas después de Impuestos		25 800	55 800	55 800	55 800	55 800	55 800
Sumar: Gastos que no son en efectivo		<u>114 800</u>	<u>114 800</u>	<u>114 800</u>	<u>114 800</u>	<u>114 800</u>	<u>114 800</u>
Flujo de caja procedente de las Operaciones		140 600	170 600	170 600	170 600	170 600	170 600
<u>Salidas de caja</u>							
Capital en planta	1 646 000						
Capital de explotación	104 000						
Gastos previos al funcionamiento	77 000						
Reinversión		<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>
Gastos de caja	<u>1 827 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>	<u>27 000</u>
Flujo neto de caja (1 827 000)	<u>=====</u>	<u>113 600</u>	<u>143 600</u>	<u>143 600</u>	<u>143 600</u>	<u>143 600</u>	<u>143 600</u>

Cuadro 10

Indicadores financieros del rendimiento

PUNTO DE EQUILIBRIO

Se supone que los ingresos netos de ventas en el punto de equilibrio se igualan con los costes variables de fabricación más los costes fijos y que ciertos costes dependen totalmente del volumen de ventas.

	<u>Coste unitario</u> (\$ EUA/m ³)	<u>Coste anual</u> (\$ EUA)
Costes variables:		
Trozos	28,00	
Combustible y lubricantes	7,05	
Suministros de mantenimiento	8,00	
Camión "Pick-up"	0,30	
Mano de obra de explotación	11,85	
Imprevistos	<u>3,12</u>	
Costes variables totales	58,32	
Costes fijos:		
Trabajo de supervisión y oficinas		24 900
Suministros de oficinas		4 800
Depreciación y amortización		<u>114 800</u>
Costes fijos totales		144 500

Valor neto de las ventas 108,92 \$ EUA/m³

Punto de equilibrio:

$(108,92 \times (\text{Ventas en el punto de equilibrio})) = 144\,500 \$ + (58,32) \times \text{Ventas en el punto de equilibrio}$

$\text{Ventas en el punto de equilibrio} = \frac{144\,500 \$}{\$(108,92 - 58,32)/m^3} = 2\,856 \text{ m}^3/\text{A}, \text{ o } 57\% \text{ de la capacidad.}$

El punto de equilibrio de caja es el volumen de ventas necesario para que se igualen exactamente las entradas y salidas de caja. Los gastos que no son en efectivo se deducen de los costes totales fijos:

$\text{Punto de equilibrio de caja} = \frac{29\,700 \$}{50,60/m^3} = 587 \text{ m}^3/\text{A} \text{ o } 12\% \text{ de la capacidad.}$

2. RENTABILIDAD BRUTA SOBRE LA INVERSION TOTAL

Para un año normal, es decir cualquier año después del año primero, la rentabilidad bruta sobre la inversión total es la siguiente, partiendo de los Cuadros 8 y 9:

$$\frac{\text{Beneficio Bruto}}{\text{Inversión Total}} = \frac{216\,200 \$}{1\,827\,000 \$} = 12\%$$

3. RENTABILIDAD NETA SOBRE LA INVERSION EN ACCIONES

Para un año normal la rentabilidad neta sobre la inversión en acciones es la siguiente:

$$\frac{\text{Utilidades netas después de impuestos}}{\text{Inversión total en acciones}} = \frac{45\,600 \$}{1\,827\,000 \$} = 2\%$$

4. PERIODO DE DEVOLUCION DE CAJA

Los años necesarios para el reembolso de la inversión original de 1 827 000 \$ a partir del flujo neto de caja que se muestra en el Cuadro 9, se obtienen de la forma siguiente:

$$1\,827\,000 \$ = 113\,600 \$ + n \times 143\,600 \$$$

$$n = \frac{1\,827\,000 - 113\,600}{143\,600} = 11,9 \text{ años.}$$

EJEMPLO 3. ASERRADERO PERMANENTE

Un aserradero permanente que consume 20 000 m³ de trozas al año, difiere del aserradero considerado en el ejemplo 2 porque tiene una desdobladora que mejora la productividad y la eficiencia del aserradero, cortando productos tales como tablas y tarimas para pisos.

Se supone que el aserradero de este ejemplo está situado en Centroamérica y que el recurso forestal está clasificado como bosque húmedo tropical.

Se formaría una empresa independiente para el proyecto de aserradero y se supone que hay financiación del gobierno como parte de un programa de desarrollo rural. Las operaciones serían controladas por un director general ayudado por un director de aserradero y un director de ventas.

3.1 Características de la materia prima

Densidad de la madera

Densidad media de la madera	620 kg/m ³
Variación de densidades de la madera	400 a 1 200 kg/m ³

Distribución Diamétrica

<u>Clase diamétrica</u> Ø en punta de las trozas s.c. (cm)	<u>Porcentaje por clase</u> (por volumen)
30-39	8
40-49	22
50-59	21
60-69	15
70-79	14
80-89	8
90-99	5
100 cm +	7

Longitud de las trozas

Longitud media de las trozas	6 m
Longitud máxima de las trozas	8 m

3.2 Producción de trozas de aserrar

Debido a las fuertes precipitaciones durante el período de octubre a enero, las operaciones de explotación tienen que limitarse a los 8 meses restantes del año, o sea 200 días.

Suponiendo que se cierra durante un mes el aserradero, para mantenimiento, se necesitarían existencias de trozas para cuatro meses (lo que incluye un mes como factor de seguridad) al comenzar la estación de lluvias. El patio de trozas estará dotado de un sistema de rociado a fin de proteger las trozas contra la degradación durante su almacenaje.

El aserradero estará funcionando 11 meses al año, o sea 240 días.

Se preve que las trozas serán entregadas al aserradero por contratistas en longitudes normalizadas y que el coste promedio de entrega será de 20 \$/m³.

3.3 Producción del aserradero

Se supone en este caso que los principales mercados serían los detallistas, constructores y talleres locales de muebles.

Suponiendo un consumo anual de trozas de 20 000 m³ (sc) y una relación media de conversión del 60 por ciento, la distribución de los productos podría ser la siguiente:

<u>Mercado</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Volumen</u> (m ³)
Detallistas	30	3 600
Constructores	40	4 800
Material para muebles	25	3 000
Construcción pesada	3	<u>600</u>
		12 000 m ³

Suponiendo 240 días de trabajo productivo al año, la producción diaria sería de 50 m³.

3.4 Volumen de ventas

Los volúmenes de ventas y los ingresos brutos se resumen en el Cuadro siguiente:

<u>Producto</u>	<u>Volumen</u> (m ³ /A)	<u>Precio unitario</u> (\$ EUA/m ³)	<u>Ingresos anuales</u> <u>brutos de ventas</u> (\$ EUA)
Madera aserrada para detallistas	3 600	126	453 600
Madera aserrada para constructores	4 800	126	604 800
Material para muebles	3 000	126	378 000
Madera de construcción pesada	<u>600</u>	<u>60</u>	<u>36 000</u>
Totales	<u>12 000</u>	<u>122,70</u>	<u>1 472 400</u>

3.5 Equipo del aserradero

En la Figura 3 se muestra un diseño típico de un aserradero permanente de este tamaño. En la sección 3.0 de esta guía se da una descripción del aserradero. A continuación se enumeran las principales partidas del equipo necesario:

- Sierra circular, 1 500 mm ϕ + sierra superior de 1 000 mm ϕ
- Carro de trozas con dispositivos mecánicos de ajuste

- Desdobladora con sierra de 1 200 mm ϕ , con brazo y rodillos alimentadores
- Canteadora con dos sierras circulares de 500 mm ϕ
- Retestadora de dos sierras con cadenas de arrastre
- Tronzadora elevada
- Bastidor de rodillos de la sierra principal, con plataformas de transbordo a la canteadora y a la desdobladora
- Entrada en la desdobladora con brazo alimentador ajustable, bastidores de rodillos de salida
- Bastidores de rodillos de entrada y salida a la canteadora
- Plataformas de transbordo de entrada y salida a la retestadora
- Tanque para inmersión mecánica
- Cadena de madera verde
- Transportador para evacuación de desperdicios y residuos
- Generadores eléctricos diesel de 130 kW
- Equipo de taller, herramientas de mantenimiento, etc.

3.6 Requisitos del emplazamiento de la industria

Los factores a considerar al elegir el emplazamiento del aserradero se describen en la sección 3.2.1 de esta guía. En general, se aplican en este caso las mismas consideraciones que se describieron en el Ejemplo 2.

El emplazamiento debe elegirse en un lugar en que la preparación del sitio sea mínima para toda la superficie necesaria, que incluye el aserradero y las estructuras adjuntas, el patio de trozas y el patio de secado al aire.

En este caso se supone que el 40% de la producción del aserradero estará apilada para su secado al aire durante un período de 8 semanas.

Se necesitará un patio de trozas de tamaño adecuado para almacenar suficientes existencias para una producción de 4 meses.

3.7 Edificaciones

El edificio del aserradero tendrá en este caso una superficie en planta de 1 300 a 1 500 m². Su construcción sería básicamente la misma que la descrita en el Ejemplo 2.

Habrà que contar con espacios para oficinas, almacenes y taller, para la dirección, el personal de ventas y de contabilidad, el mecánico y el afilador de sierras. Sería preferible que los edificios, viviendas, almacenes y taller estuvieran separados de las oficinas. Se calcula que la superficie total necesaria es \pm de 300 m².

Se se desea, se podrían instalar en una fecha posterior cobertizas abiertas para el secado de la madera aserrada. Se necesitaría una superficie total de \pm 600 m².

En este caso particular se supone que se proporcionaría vivienda al director general, al director del aserradero y al director de ventas. Unas viviendas modestas para estos tres empleados exigirían unos 300 m².

Sería conveniente colocar un cerramiento siguiendo el perímetro del emplazamiento. Su longitud total sería de unos 1 000 m.

3.8 Superficies del emplazamiento

3.8.1 Superficie del patio de trozas

Hipótesis: 4 meses de existencias de trozas 6 660 m³

longitud máxima de las trozas, 8 m

altura media de las pilas 1,5 m

densidad media de apilado 50%

se establecen 3 clases de trozas

Siguiendo un cálculo similar al descrito en la sección 3.2.2.1, y en detalle para el ejemplo segundo, la superficie calculada para las trozas apiladas es $\pm 8\,880\text{ m}^2$ y la superficie total estimada para el patio de trozas es aproximadamente 4,5 veces la superficie de apilado, o sea $\pm 40\,000\text{ m}^2$.

3.8.2 Patio de secado al aire

Hipótesis: 40% de la producción del aserradero se seca al aire durante 8 semanas

se establecen 3 clases de especies

100 m³ de trozas se transforman en 60 m³ de madera aserrada

las pilas contienen $\pm 20\text{ m}^3$

longitud media de la pila $\pm 6\text{ m}$

longitud máxima de la pila $\pm 8\text{ m}$

densidad media de la pila $\pm 80\%$

caminos de rodadura de 10 m entre pilas

carreteras de 10 m de anchura en los laterales y extremos

el aserradero funciona durante 11 meses o 48 semanas o 240 días al año

La producción en volumen de madera aserrada durante 8 semanas es:

$$\frac{20\,000 \times 8}{48} \times \frac{60}{100} = \pm 2\,000\text{ m}^3$$

El 40% de esta producción es 800 m³

La superficie de apilado es $\frac{800}{2 \times 0,8} = 500\text{ m}^2$

La superficie del patio de secado al aire es aproximadamente seis veces la superficie de apilado, o sea

$$6 \times 500 \text{ m}^2 = 3\,000 \text{ m}^2.$$

La superficie total necesaria del emplazamiento en el Ejemplo 3 puede resumirse en la forma siguiente:

a. Patio de trozas	40 000 m ²
b. Patio de secado al aire	3 000 m ²
c. Edificaciones - aserradero	1 500 m ²
- oficinas, almacenes	300 m ²
- viviendas	300 m ²
d. Superficie para descarga, almacenamiento de desechos, etc.	4 000 m ²
	<u>49 100 m²</u>

3.9 Personal

Para un aserradero permanente de mayor capacidad de producción, como el descrito en este ejemplo, se preve el siguiente personal de dirección.

La responsabilidad general corresponderá a un director general.

El funcionamiento del aserradero será responsabilidad del director de aserradero y el director de ventas dirigirá todas las operaciones de venta.

El personal directivo estará ayudado por personal de oficina, para contabilidad, para el mantenimiento de los archivos y para las obligaciones relacionadas con las ventas.

Las necesidades de personal se resumen en el cuadro siguiente:

Personal de explotación

<u>Categoría</u>	<u>No.</u>	<u>Salario</u>	<u>Total</u>	
		Ls/A	Ls/A	\$ EUA/A
Aserrador	1	12 000	12 000	6 000
Mecánico	1	10 000	10 000	5 000
Afilador de sierras	1	10 000	10 000	5 000
Operario de la canteadora	1	8 000	8 000	4 000
Operario de la desdobladora	1	8 000	8 000	4 000
Operarios de las retestadoras	2	5 000	10 000	5 000
Clasificador	1	8 000	8 000	4 000
No especializado	10	2 400	<u>24 000</u>	<u>12 000</u>
			90 000	45 000

	90 000	45 000.
Cargas sociales al 20%	<u>18 000</u>	<u>9 000</u>
Coste anual de explotación	108 000	54 000

Otro personal

<u>Categoría</u>	<u>No.</u>	<u>Salario</u>	<u>Total</u>	
		<u>Ls/A</u>	<u>Ls/A</u>	<u>\$ EUA/A</u>
Director general	1	30 000	30 000	15 000
Director de aserradero	1	24 000	24 000	12 000
Director de ventas	1	24 000	24 000	12 000
Personal de oficinas	4	4 000	<u>16 000</u>	<u>8 000</u>
			94 000	47 000
Cargas sociales al 20%			<u>18 800</u>	<u>9 400</u>
Coste anual, otro personal			112 800	56 400

Se supone en este caso que el aserradero funciona 240 días al año durante 11 meses. Se deja un mes para mantenimiento y revisión de máquinas y aserradero.

3.10 Financiación y economía

La serie de programas preparados para mantener la información financiera relativa al Ejemplo 3 son algo más complicados que los preparados para los otros dos ejemplos, referentes a aserraderos más pequeños. El aserradero descrito en el Ejemplo 3 es de un tamaño y coste que justifican su financiación mediante una combinación de capital empresarial en acciones y una deuda gubernamental a largo plazo.

3.10.1 Coste de capital

En el Cuadro 1 se muestra un resumen de las necesidades totales de inversión de capital para el aserradero referente a este ejemplo. El capital inicial consta de una componente importante para funcionamiento y una nueva componente, el interés capitalizado, además del capital en planta. En las tablas que siguen se detallan los costes resumidos.

En el Cuadro 2 se da la descomposición detallada del capital en planta. Se presenta cada partida del equipo y otros elementos de la inversión total en la propia planta industrial.

La preparación del emplazamiento y los trabajos en el mismo abarcan el capital necesario para preparar el emplazamiento de la industria, nivelar e igualar el patio de almacenaje de trozas e instalar un sistema de rociado para evitar que las trozas almacenadas se sequen y deterioren.

Debido a su emplazamiento, relativamente remoto, el equipo del aserradero incluye una provisión de existencias iniciales de repuestos por un valor equivalente al 10% del valor de los equipos.

Los equipos y medios auxiliares incluyen dos vehículos que se consideran necesarios para el funcionamiento del aserradero. Los dos vehículos consisten en un camión "Pick-up" para diversas tareas del patio y para viajes locales y un camión con horquilla elevadora destinado principalmente a la manipulación de trozas en el patio de trozas y desde éste al muelle de entrada de trozas. La horquilla elevadora puede utilizarse también para las manipulaciones que se precisen de la madera aserrada y para ayudar al mantenimiento del aserradero.

Las tres partidas de gastos generales incluidas en el capital en planta son los Gastos Generales de Construcción o de Contratista, que representan alrededor del 10% del coste de materiales y equipos; la Ingeniería e Imprevistos, que representan alrededor del 8% de los materiales y equipos; y el transporte de los equipos desde el país de origen hasta el emplazamiento del aserradero. En este caso particular no se aplican derechos de aduana o cánones de importación.

En el Cuadro 3 se muestran los cálculos detallados del capital de explotación y de los gastos previos al funcionamiento. La necesidad de capital permanente de explotación representa aquellas partidas del activo realizable y del pasivo exigible, que se espera continúen esencialmente en el mismo nivel cuando el aserradero funcione a la capacidad proyectada de 12 000 m³ de madera aserrada al año.

La partida principal de existencias es el suministro de trozas para 4 meses. Estas grandes existencias, que tienen un valor de 145 000 \$, son necesarias para mantener el funcionamiento del aserradero durante los cuatro meses de estación húmeda, en que se para la explotación forestal. La otra componente importante del capital de explotación la constituyen las cuentas a cobrar de un mes, que representan las ventas medias de un mes, equivalentes a 1 000 m³ de madera aserrada. El valor total de las existencias y de las cuentas a cobrar se reduce ligeramente por aquellas partidas que el aserradero contabilizaría como cuentas a pagar durante un mes, funcionando a capacidad normal.

Debe señalarse que la necesidad de capital permanente de explotación se basa en la capacidad plena de explotación para ser conservadores. Bajo las condiciones reales de funcionamiento, las necesidades de capital de explotación pueden ser inferiores, dependiendo de los volúmenes de producción y de ventas y de las condiciones comerciales particulares. Una previsión de capital de explotación en la cuantía calculada en el Cuadro 3 se considera prudente para un negocio nuevo de este tipo, incluso aunque el plan de explotación reflejado en el balance previsto de resultados contemple un incremento gradual de la producción durante los dos primeros años.

La componente de la inversión total de capital correspondiente a los gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha, provee para seis meses de jornales y salarios de todo el personal del aserradero y para todos los gastos incluidos en la explotación del aserradero durante dos meses, de un período de capacitación de seis meses, con un ritmo de producción equivalente al 15% de la capacidad. Tales costos, producidos durante la capacitación previa al funcionamiento y en la puesta en marcha inicial del aserradero, así como en las operaciones de prueba, se consideran normalmente como parte del coste de capital del aserradero.

La componente final de la inversión total de capital es el interés capitalizado. Este consiste en los gastos de intereses aplicables a aquella parte de la inversión total que se financia mediante deuda a largo plazo. Como el negocio todavía no está en operación, no hay fondos disponibles para hacer realmente pagos de intereses, sobre la deuda contraída, durante la construcción. Por ello, los gastos de intereses de este período se añaden a la cantidad total del préstamo.

La cantidad de intereses aplicables al período de construcción se ha obtenido a partir del programa tiempo-dinero que se presenta en el Cuadro 4. Al determinar el interés aplicable, se ha supuesto que los fondos de acciones podrían utilizarse en primer término. En consecuencia, los gastos de diseño y gestiones y los de los primeros meses de construcción podrían financiarse con el capital de acciones, mientras que los gastos de capital posteriores se financiarían mediante la deuda. Los intereses sobre la cantidad pendiente de la deuda hasta el comienzo de las operaciones normales, al principio del año primero de explotación, comprenderían unos intereses totales capitalizados de 117 000 \$ EUA.

3.10.2 Ingresos de ventas

El volumen previsto de ventas y el valor neto de las ventas se presentan en el Cuadro 5. Tal como se indicó anteriormente, el 30% de los costes de ventas constan en este caso de dos partidas. Se aplica un descuento del 5% al detallista sobre el 30% del volumen total de ventas, realizadas por este medio. Como el 50% de las ventas totales se supone que incluyen el transporte hasta el sitio de los clientes, se ha considerado otra deducción por transporte de una cuantía de 5 \$ por m³ enviado. Se supone que el resto de las ventas totales sería retirado por los clientes del patio del aserradero.

3.10.3 Costes de fabricación

En el Cuadro 6 se dan las estadísticas básicas de fabricación y los cálculos de costes. Esta información representa los factores de consumo y los datos principales de la explotación.

El cálculo del coste de fabricación que se presenta en el Cuadro 7 muestra los niveles de costes unitarios de los factores de consumo presentados en el Cuadro 6. Combinando los costes unitarios y los factores de consumo, se obtiene el coste total anual de fabricación a la plena capacidad de producción de 12 000 m³/A. El Cuadro 7 da una descomposición del coste de fabricación entre costes directos e indirectos, para este ejemplo, en el que se requieren niveles de dirección adicionales a los aplicables en los Ejemplos 1 y 2.

A plena capacidad el coste total de fabricación se ha calculado en 54,76 \$ por m³ de madera aserrada producida.

3.10.4 Resultados financieros previstos

El Cuadro 8 muestra el balance previsto de resultados del aserradero basándose en un período de evaluación de 20 años. Se considera que una vida de 20 años es bastante aceptable para este aserradero, aunque es muy probable que las operaciones continúen después del año 20.

El balance de resultados incluye dos años con una capacidad inferior a la total. En el año 1 se supone que en los cinco primeros meses la explotación sería al 25% de capacidad, seguidos de 5 meses al 50%. El mes 12^o no existe producción por estar cerrado el aserradero para mantenimiento. En el segundo año se supone que los seis primeros meses funciona al 75% de capacidad y los cinco meses siguientes al 100 por cien. A partir de entonces se ha supuesto que todos los años siguientes se funcione al 100 por cien de capacidad durante los 11 meses de trabajo de un año normal.

Las cifras de beneficio bruto que aparecen en el Cuadro 8 se han obtenido a partir de la información contenida en los Cuadros 5 y 7.

Las deducciones del beneficio bruto se componen de la depreciación, la amortización y los gastos de intereses. La depreciación se ha cargado sobre una base lineal respecto a la duración nominal del activo gastable. En este caso las duraciones supuestas para fines de depreciación son:

Equipo de aserradero	15 años
Estructuras	25 años
Trabajos de emplazamiento	30 años

Debido a que no existen normas particulares en Honduras, por ejemplo, referentes a la depreciación para fines impositivos, se han empleado las tasas de depreciación lineal descritas, tanto para la contabilidad financiera como para la determinación de los impuestos de utilidades.

Los gastos de amortización se refieren a los 80 000 \$ de gastos previos al funcionamiento, que se capitalizaron en la inversión total en planta. Esta carga se ha amortizado durante los primeros 10 años de explotación.

Los gastos de intereses se aplican a la deuda a largo plazo, que financia aproximadamente el 60% de la inversión total en planta. Se ha supuesto una tasa de interés del 10 por ciento anual, durante la devolución del préstamo, en los 18 años que siguen a un período de gracia de dos años.

El balance previsto de resultados que se presenta tiene una pérdida de 164 000 \$ que tendría lugar en el primer año de explotación, debido al reducido volumen del primer año. Las operaciones se harían rentables a partir del año dos y continuarían siéndolo durante el resto del período de evaluación de veinte años.

Naturalmente, no se pagarían impuestos de utilidades en el año primero. Los impuestos de utilidades en los años siguientes serían en cuantía del 30 por ciento sobre utilidades sujetas a impuestos inferiores a 500 000 \$ y el 40 por ciento sobre utilidades sujetas a impuestos superiores a los 500 000 \$.

En el Cuadro 9 se presenta el balance previsto de flujos de caja. Como en los otros ejemplos, el flujo de caja procedente de las operaciones consiste en las utilidades netas después de impuestos, más los gastos que no son en efectivo, de depreciación y amortización. El Cuadro indica que se produciría un déficit de caja de 1 000 \$ EUA en el primer año de explotación, que habría que financiar mediante un préstamo a corto plazo. A partir del año segundo el efectivo generado por las operaciones asciende a unos 400 000 \$ EUA anualmente.

El Cuadro 9 muestra los gastos de caja necesarios para mantener la explotación, sobre una base anual.

Estos gastos de caja consisten en una reinversión anual de capital de 50 000 \$ para mantener la parte material de la industria en buenas condiciones de funcionamiento, a fin de que pueda continuar su rentabilidad, y 100 000 \$ para la devolución de la deuda. De esta forma, la operación genera un flujo neto de caja de aproximadamente 300 000 \$ anuales.

El Cuadro 9 muestra también la inversión de capital en planta y las fuentes de financiación.

3.10.5 Análisis de rentabilidad

El Cuadro 10 muestra para este ejemplo algunas medidas de la rentabilidad que se calcularon para los Ejemplos 1 y 2. Estas incluyen:

- a) Punto de equilibrio con el 48% de capacidad
- b) Punto de equilibrio de caja con el 48% de capacidad
- c) Una rentabilidad bruta sobre la inversión total del 26%
- d) Una rentabilidad neta sobre la inversión en acciones del 29%
- e) Período de devolución de caja de 4,4 años
- f) Una proporción de cobertura de intereses de 3,4 veces.

Estas medidas de la rentabilidad fueron analizadas en los otros ejemplo. Los valores aplicables a este ejemplo son suficientemente favorables para indicar que la operación, tal como se ha concebido, tendría un riesgo relativamente reducido de no ser rentable.

Para evaluar aún más el riesgo de que el proyecto no sea rentable, se ha hecho el siguiente análisis de sensibilidad. El efecto de los cambios de las variables fundamentales sobre la rentabilidad bruta de la inversión total, es el siguiente:

<u>Variable</u>	<u>Rentabilidad Bruta sobre</u> <u>la Inversión Total</u>
Ejemplo básico	26%
Ingreso Neto de Ventas	
-10%	21%
-20%	17%
-30%	12%
Coste de Fabricación	
+10%	24%
+20%	22%
+30%	20%
Inversión Total	
+10%	24%
+20%	22%
+30%	20%
Ingresos Netos de Ventas y Coste de Fabricación	
-10%	+10% 19%
-20%	+20% 12%

Tal como se ha visto anteriormente, si cualquiera de las variables fundamentales cambia en un 10 por ciento, en una dirección que tiene un efecto negativo sobre el beneficio bruto, la rentabilidad bruta se reduce pero no por debajo del 21 por ciento. El coste de fabricación y la inversión total pueden tener que aumentar el 30 por ciento para reducir la rentabilidad al 20 por ciento. Una disminución del 20 por ciento en los ingresos netos de ventas podría ocasionar una caída de la rentabilidad bruta hasta el 17 por ciento.

Una combinación de un 10 por ciento de disminución en los ingresos netos de ventas y un aumento simultáneo en el coste de fabricación, haría caer la rentabilidad al 19 por ciento.

En consecuencia, puede deducirse que el proyecto tiene un riesgo relativamente pequeño de ser, en cuantía significativa, menos rentable de lo esperado, ya que se necesitarían unos cambios bastante grandes en las variables fundamentales (del orden del 20 por ciento) para ocasionar una disminución sustancial de la rentabilidad bruta sobre la inversión total.

3.10.6 Análisis económico

La evaluación económica del proyecto, distinta de la evaluación financiera analizada hasta aquí, se refiere a los costos y beneficios del proyecto en relación con la economía de la región. Se consideran factores tales como la creación de empleo, el aumento de especialidades, la contribución al desarrollo rural y regional, resolver la fabricación de productos secundarios de madera y el aumento de los ingresos de divisas.

En el Ejemplo 3 el proyecto representa un coste pequeño para la economía regional, ya que es autosuficiente en cuanto a los servicios que precisa. Los beneficios para la región pueden ser importantes al proporcionar empleo directo a 25 personas, con un número quizás similar de puestos de trabajo que se crearía en tareas de apoyo.

Otros beneficios económicos claros del proyecto incluyen la producción de madera aserrada para su empleo local y quizás incluso para la exportación, a partir de un recurso disponible que no se utiliza en la actualidad. Esta actividad añade valor a la madera disponible y crea un valor adicional de producción en la economía. El disponer de madera aserrada localmente a un coste razonable, puede estimular la construcción local.

El nivel de las especialidades necesarias del personal del aserradero puede favorecer los niveles generales de especialización en la región y puede llevar a la creación de otros negocios o industrias.

Mediante la reducción del volumen de madera importada y con la posible exportación futura de madera aserrada, el aserradero reduciría las necesidades de divisas. Habrá, naturalmente, una necesidad importante de divisas para comprar al principio los equipos del aserradero.

El aserradero propuesto, mediante la creación de nuevos empleos y el aumento del valor de un recurso natural, parece ofrecer un beneficio económico importante para la región local. Se dispone de métodos para calcular la rentabilidad monetaria de tales beneficios económicos generales, pero un análisis de estos métodos iría más allá del alcance de esta guía.

Cuadro 1

Resumen del cálculo del coste de capital

	<u>\$ BUA</u>
<u>ASERRADERO:</u> 12 000 m ³ /A de producción de madera aserrada	
Coste total directo de capital	1 926 000
Ingeniería, gastos generales y transporte	400 000
Equipos y medios auxiliares	<u>83 000</u>
Total capital en planta	2 409 000
Capital de explotación	290 000
Gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha	80 000
Intereses capitalizados	<u>117 000</u>
Necesidades totales de inversión	<u>2 896 000</u> =====

Cuadro 2
Cálculo detallado del coste de capital

<u>Descripción</u>	<u>Mano de obra</u>	<u>Materiales (\$ EUA)</u>	<u>Total</u>
Preparación del emplazamiento y trabajos en el mismo	18 000	70 000	88 000
Estructuras	<u>84 000</u>	<u>334 000</u>	<u>418 000</u>
Sub-total	102 000	404 000	506 000
Equipos del aserradero			
Muelle de entrada de trozas	4 000	29 000	33 000
Sierra principal circular	2 000	15 000	17 000
Carro de trozas y mecanismos de ajuste	11 000	74 000	85 000
Desdobladora y mecanismos de ajuste	11 000	74 000	85 000
Canteadoras y mecanismos de ajuste manuales	8 000	56 000	64 000
Retestadora de dos sierras y cadenas de arrastre	3 000	22 000	25 000
Tronzadora de péndulo	1 000	8 000	9 000
Bastidor de rodillos de salida de la sierra principal	3 000	22 000	25 000
Plataforma de transbordo a la desdobladora	1 000	6 000	7 000
Plataforma de transbordo a la canteadora	1 000	6 000	7 000
Entrada y salida de la desdobladora	18 000	118 000	136 000
Entrada y salida de la canteadora	3 000	18 000	21 000
Plataforma de transbordo a la retestadora	2 000	11 000	13 000
Tanque de inmersión de madera aserrada	4 000	26 000	30 000
Cadena de clasificación de madera verde	8 000	52 000	60 000
Deslizaderos de salida de trozas defectuosas	1 000	3 000	4 000
Otros deslizaderos	1 000	3 000	4 000
Transportador de serrín	2 000	17 000	19 000
Cadenas de salida de residuos	1 000	7 000	8 000
Generador eléctrico diesel (dos de 130 kW)	38 000	251 000	289 000
Energía eléctrica, iluminación e instalaciones eléctricas de control	38 000	251 000	289 000
Equipo de taller y herramientas	-	72 000	72 000
Motosierras	-	4 000	4 000
Repuestos 10% del equipo	-	<u>114 000</u>	<u>114 000</u>
Sub-total	161 000	1 259 000	1 420 000

Continuación Cuadro 2

<u>Descripción</u>	<u>Mano de obra</u>	<u>Materiales (\$ EUA)</u>	<u>Total</u>
Gastos generales de construcción	-	-	149 000
Ingeniería e imprevistos	-	-	100 000
Transporte 12% del coste de equipo	-	-	151 000
Sub-total	-	-	400 000
Total capital en planta	263 000	1 663 000	2 326 000
Equipos y medios auxiliares			
Camión "Pick-up"	-	8 000	8 000
Camión con horquilla elevadora (con repuestos)	-	30 000	30 000
Viviendas de la dirección	-	-	45 000
Total equipo auxiliar	-	38 000	83 000

Cuadro 3Capital de explotación y gastos previos al funcionamientoCapital de Explotación (a plena capacidad)

<u>Partida</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor unitario (\$ EUA/unidad)</u>	<u>Valor total (\$ EUA)</u>
Trozaz:	Abastecimiento 4 meses = $\frac{4}{11} \times 20\ 000\ m^3/A = 7\ 273\ m^3$	20,00/m ³ trozas	145 400
Madera aserrada:	40% secada durante 8 semanas: Volumen a secar = 40% de la producción mensual durante 2 meses = $(0,40) \times \frac{12\ 000\ m^3/A}{11\ meses} \times 2 = 873\ m^3$	54,76/m ³	47 800
Suministros y Combustible:	1 mes de suministros = $\frac{20\ 000\ m^3/A}{11}$ consumo de trozas	4,00/m ³ trozas	7 300
	Combustible y lubricantes = $\frac{12\ 000\ m^2}{11}$	3,78/m ³	4 100
Existencias totales			<u>204 600</u>
Cuentas a cobrar:	1 mes de ventas = $\frac{12\ 000\ m^3/A}{12} = 1\ 000\ m^3$	118,30/m ³	118 300
Reserva de caja:			<u>20 000</u>
Total activo realizable			<u>342 900</u>
Cuentas a pagar:	Compras de trozas (1 mes de consumo)		36 400
	Suministros y gastos (1 mes)		12 300
	Salarios y jornales (2 semanas)		<u>4 200</u>
Total pasivo exigible			<u>52 900</u>
Total capital de explotación			<u>290 000</u> =====

/sigue

Continuación Cuadro 3

<u>Partida</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor unitario</u> (\$ EUA/unidad)	<u>Valor total</u> (\$ EUA)
Capacitación:	6 meses para todo el personal		55 200
Pruebas de funcionamiento:	2 meses al 15% de capacidad		
Trozas (0,15) $\frac{(20\ 000\ m^3/A)}{11}$	(2 meses) = 545 m ³	20/m ³ trozas	10 900
Combustible 29 l/h x 8 h/día x 40 días = 9 280 l		0,80/l	7 400
Camión 50 km/día x 40 días = 2 000 km		0,25/km	500
Suministros 545 m ³ consumo de trozas		4/m ³ trozas	2 200
Gastos de oficina 50% del normal			500
Imprevistos			<u>3 300</u>
Total gastos previos al funcionamiento y de puesta en marcha			<u>80 000</u>

Cuadro 4

Programa Tiempo-Dinero
(\$ EUA)

<u>Actividad</u>	<u>Duración</u> (meses)	<u>Fondos necesarios</u>	<u>Fondos provistos por</u>	
			<u>Deuda</u>	<u>Acciones</u>
Diseños y gestiones	9	359 000	- -	359 000
Construcción	9	2 050 000	1 297 000	753 000
Gastos previos a las operaciones	6	80 000	80 000	-
Capital de explotación	-	290 000	290 000	-
Gastos de intereses capitalizados	-	<u>117 000</u>	<u>117 000</u>	<u>-</u>
Total inversión inicial de capital	<u>24</u>	<u>2 896 000</u>	<u>1 784 000</u>	<u>1 112 000</u>

Cuadro 5

Volumen previsto de ventas y valor neto de las ventas

VOLUMEN DE VENTAS

Producto/Mercado	Volumen (m ³ /A)	Precio [*] unitario	Ingresos anuales brutos de ventas
		(\$ EUA/m ³)	(\$ EUA)
Madera aserrada a detallistas	3 600	126	453 600
Madera aserrada a constructores	4 800	126	604 800
Material para muebles	3 000	126	378 000
Madera de construcción pesada	600	60	36 000
Totales	12 000	122,70	1 472 400

COSTES DE VENTA

Descuento a detallistas, 5%	3 600	1,90	22 700
Transporte a clientes (50%)	6 000	2,50	30 000
Coste total de venta		4,40	52 700
Valor neto de las ventas		118,30	1 419 700

* Precio unitario expresado en \$ EUA/m³ de toda la madera aserrada vendida, en base a una capacidad de 12 000 m³/A.

Cuadro 6

Estadísticas de fabricación y cálculos de costes

<u>Partida</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Ventas de madera aserrada	m ³ /año	12 000
Compras de trozas	m ³ /año	20 000
Gasoil - generadores	litros/hora	26
Combustible para el camión con norquilla elevadora	litros/hora	3
Lubricantes	litros/día	2
Camión "Pick-up"	km/día	50
Mantenimiento y suministros de explotación	\$ EUA/m ³ trozas	4
Suministros y gastos de oficina \$ EUA/mes		500
Mano de obra - operaciones del aserradero	hombres	18
- oficina	hombres	4
- dirección	hombres	3
Periodo anual de explotación - aserradero	días	240
- mantenimiento	días	22
- oficinas y ventas	días	262

Cuadro 7

Cálculo de costes de fabricación

<u>Partida</u>	<u>Precio unitario</u> <u>(\$ EUA)</u>	<u>Coste unitario</u> [*] <u>(\$ EUA/m³)</u>	<u>Coste anual</u> <u>(\$ EUA)</u>
Compras de trozas	20/m ³ trozas	33,33	400 000
Gasoil - generadores	0,80/litro	3,33	39 900
Combustible del camión con horquilla elevadora	0,80/litro	0,38	4 600
Lubricantes	3,20/litro	0,07	800
Funcionamiento del camión "Pick-up"	0,25/km	0,28	3 300
Mantenimiento y suministro de explotación	4,00/m ³ trozas	6,67	80 000
Mano de obra - operaciones del aserradero	3 000/hombre año	4,50	54 000
- oficina	2 400/hombre año	0,80	9 600
Imprevistos		<u>1,00</u>	<u>12 000</u>
Coste total directo de fabricación		<u>50,36</u>	<u>604 200</u>
Costes indirectos y administrativos:			
Director general	18 000/hombre año	1,50	18 000
Director del aserradero y de ventas	14 000/hombre año	2,40	28 800
Suministros y gastos de oficina	500/mes	<u>0,50</u>	<u>6 000</u>
Coste total indirecto		<u>4,40</u>	<u>52 800</u>
Total coste de fabricación		<u>54,76</u>	<u>657 000</u>

* Coste unitario basado en una capacidad de producción anual de 12 000 m³ de madera aserrada.

Cuadro 10

Indicadores del resultado financiero

1. PUNTO DE EQUILIBRIO

Suponiendo que los ingresos netos de ventas en el punto de equilibrio se igualen con los costes variables de fabricación más los costes fijos y que ciertos costes varían directamente con el volumen de ventas, tendríamos:

	<u>Coste unitario</u> (\$ EUA/m ³)	<u>Coste anual</u> (\$ EUA)
Costes variables:		
Trozos	33,33	
Combustible y lubricantes	3,78	
Suministros	6,67	
Camión "Pick-up"	0,28	
Mano de obra en explotación	4,50	
Personal de oficina	0,80	
Imprevistos	<u>1,00</u>	
Total costes variables	50,36	
Costes fijos:		
Dirección		46 800
Suministros y gastos de oficina		6 000
Depreciación y amortización		163 000
Interés sobre la deuda a largo plazo		<u>174 000</u>
Total costes fijos		389 800
Valor neto de las ventas	118,30	

Punto de equilibrio:

$$(118,30) \times (\text{ventas en el punto de equilibrio}) = 389\,800 + (50,36) \times (\text{ventas en el punto de equilibrio})$$

$$\text{Nivel de ventas en el punto de equilibrio} = \frac{389\,800}{(118,30 - 50,36)} = 5\,737 \text{ m}^3/\text{A}$$

o sea 48% de la capacidad.

El punto de equilibrio de caja es el volumen de ventas necesario para que se igualen las entradas y salidas de caja. Se excluyen los gastos que no son en efectivo, correspondientes a depreciación y amortización, pero se incluyen en los gastos fijos la reinversión de capital y la devolución de la deuda.

$$\text{Nivel de ventas de caja en el punto de equilibrio} = \frac{376\,800}{(118,30 - 50,36)/\text{m}^3} = 5\,546 \text{ m}^3/\text{A}$$

o sea, 46% de capacidad.

2. RENTABILIDAD BRUTA SOBRE LA INVERSION TOTAL

Después de los años iniciales de instalación, el beneficio bruto permanece constante durante la vida del proyecto. Por ello, la rentabilidad bruta de la inversión es:

$$\frac{\text{Beneficio Bruto}}{\text{Inversión total}} = \frac{762\,700 \text{ \$ EUA}}{2\,896\,000 \text{ \$ EUA}} = 26\%$$

3. RENTABILIDAD NETA SOBRE LA INVERSION EN ACCIONES

Aunque las utilidades netas varían a lo largo de la vida del proyecto, dependiendo de las tasas de depreciación y de los impuestos sobre utilidades, un año normal podría ser el sexto, que tiene unas utilidades netas de 318 300 \$ EUA. La inversión en acciones es aproximadamente el 40% de la inversión total de capital, o sea, 1 112 000 \$ EUA.

$$\text{La rentabilidad neta sobre las acciones} = \frac{\text{Utilidades netas después de impuestos}}{\text{Inversión total en acciones}} =$$

$$\frac{318\,300 \text{ \$ EUA}}{1\,112\,000 \text{ \$ EUA}} = 29\%$$

4. PERIODO DE DEVOLUCION DE CAJA

El tiempo necesario para devolver la inversión original en acciones, en base al flujo neto de caja generado por el proyecto, después de devolver la deuda a largo plazo, se calcula de la forma siguiente:

Inversión en acciones:

1 112 000 \$ EUA

<u>Año</u>	<u>Flujo neto anual</u>	<u>Flujo neto acumulado</u>
	<u>de caja</u> <u>(\$ EUA)</u>	<u>de caja</u> <u>(\$ EUA)</u>
1	(1 000)	(1 000)
2	355 000	354 000
3	308 900	662 900
4	317 300	980 000
5	324 300	1 304 500

Período de pago de la inversión en acciones = 4,4 años.

5. PROPORCION DE COBERTURA DE INTERESES

La proporción de cobertura de intereses, o número de veces que se gana el valor de intereses, es una medida de la capacidad del aserradero para atender los compromisos de intereses sobre su deuda a largo plazo. Para un año normal, digamos el Año Tres, la proporción de cobertura de intereses es:

$$\frac{\text{Ganancias antes de intereses e impuestos}}{\text{Intereses de la deuda a largo plazo}} = \frac{599\,700 \text{ \$ EUA}}{174\,200 \text{ \$ EUA}} = 3,4 \text{ veces.}$$

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

1. Glosario

Las definiciones de este glosario se basan en las empleadas en la publicación Lumber Manufacturing by Ed. M. Williston y en la publicación Wood Handbook, USDA Agriculture Handbook No. 72. Hay algunas adiciones y modificaciones para atender las necesidades de esta guía.

ABARQUILLAMIENTO. Distorsión de un tablero en que existe una desviación de su forma plana a partir de una línea recta transversal a la anchura del tablero.

ACABADOS. Productos de madera a emplear en trabajos de ebanistería, como puertas y otros trabajos delicados, necesarios para completar una construcción, especialmente el interior.

ACEBOLLADURA O RAJADURA EN ANILLO. Separación en sentido de la fibra, cuya mayor parte tiene lugar entre los anillos de crecimiento anual. Se suele considerar que ha tenido lugar en el árbol en pie o durante el apeo. La madera con forma externa acebollada contiene acebolladura interna.

AFILADO O LIMADO DE SIERRA. Trabajo de mantenimiento que es esencial para mantener las sierras en condiciones de cortar con el máximo de eficiencia.

ALABEC. Se utiliza corrientemente en la industria para designar una tensión, contenida en una troza o cuerpo de troza, que se libera durante el aserrado, dando lugar a que la pieza se desvíe de la línea recta.

ANILLO DE CRECIMIENTO ANUAL. Capa de crecimiento que se incorpora en un solo año de crecimiento, incluida la madera de primavera y la madera de verano.

ARMADURA. Madera aserrada utilizada para componentes estructurales de un edificio, como pies derechos, viguetas, soleras superiores, soleras inferiores o umbrales y así sucesivamente.

ASERRADO AL HILO. Serrado o cortado siguiendo la dirección de la fibra. Cuando el aserrado al hilo se hace sobre una cepilladora, se suele denominar desdoblado.

BASTIDOR. Término empleado para aquellas partes del sistema de aserrar que incluyen el árbol, la sierra, la guía de sierra y el separador, normalmente en una sierra principal circular.

BOLSA DE CORTEZA. Abertura entre anillo de crecimiento anual que contiene corteza. Las bolsas de corteza se presentan como fajas oscuras en superficies radiales y como áreas redondeadas en superficies tangenciales.

CACHON. Sección corta de un árbol.

CARPINTERIA DE TALLER. Madera aserrada, cepillada y modelada, para trabajos finos en edificios, incluyendo marcos, puertas, cornisas, empanelados y otras partidas de ornamentación interior o exterior. No incluye pisos, techos ni paredes.

CLASE. Designación de la calidad de una pieza elaborada de madera o de las trozas. Una troza de "clase" se refiere a una troza que contiene madera aserrada de alta calidad.

COMBADO. Desviación de una línea en sentido longitudinal.

CONIFERAS. Generalmente, uno de los grupos botánicos de árboles que, en la mayoría de los casos, tienen hojas en forma de agujas o escamas; se utiliza también para la madera producida por tales árboles. El término no se refiere a la dureza real de la madera, aunque con frecuencia se usa erróneamente para la madera "blanda".

CONTENIDO DE HUMEDAD. Cantidad de agua que contiene la madera, expresada usualmente como porcentaje del peso de la madera.

CORTEZA. Capa externa de un árbol, que incluye la corteza interna, o bien la parte viva interna delgada y la parte externa, o capa suberosa compuesta de corteza muerta y seca.

CUERPO DE TROZA. Véase troza escuadrada.

CURVATURA. Distorsión de una tabla que le quita su planeidad a lo largo pero no transversalmente a las caras.

DECADENTE. Troza o madera aserrada en situación de pudrición, cuyo 30 por ciento o más de madera no servirá para producir madera aserrada, debido a sus defectos. Se denomina también "muy rebajada".

DIENTE FIJO. Diente de sierra formado a partir de la propia hoja de la sierra y que es parte integral de ella.

DIENTE POSTIZO. Diente reemplazable que no forma parte del cuerpo de la sierra.

DIMENSIONADA. Madera aserrada con un espesor nominal de dos pulgadas en adelante, no incluyendo las cinco pulgadas, y un ancho nominal de dos pulgadas o más.

DURAMEN. Madera que se extiende desde la médula hasta la albura, cuyas células no participan ya en los procesos vitales del árbol. El duramen puede contener compuestos fenólicos, gomas, resinas y otros materiales que la suelen hacer más oscura y más resistente a la pudrición que la albura.

DURAMEN PICADO. Término empleado cuando un nudo cae enteramente en las cuatro caras de una pieza de madera, en cualquier sitio de su longitud.

FIBRA. Dirección, tamaño, disposición, apariencia o calidad de las fibras en la madera en bruto o en la madera aserrada. Para que tenga un significado específico es necesario calificar el término.

FRONDOSAS. Generalmente, uno de los grupos botánicos de árboles que tienen hojas anchas, en contraste con las coníferas o maderas blandas. El término no se refiere

realmente a la dureza de la madera, aunque con frecuencia se utiliza erróneamente para referirse a la madera "dura".

GUIA O GUIA DE SIERRA. Dispositivo de apoyo por encima y/o por debajo del corte para evitar que la sierra se desvíe de su línea. Suele hacerse de madera de frondosas, de plástico o de otros materiales.

HUMEDAD DE EQUILIBRIO. Contenido de humedad con el cual la madera no gana ni pierde humedad, al estar rodeada de aire con una humedad relativa y temperatura determinadas.

LONGITUDINAL. Generalmente, paralelo a la dirección de las fibras de la madera, a lo largo de la troza o a lo largo de la madera aserrada o simplemente a lo largo o longitudinalmente.

MADERA ASERRADA. Producto del aserradero y del taller de cepillado que no vuelve a ser elaborado, salvo por aserrado, desdoblado, pasándole en sentido longitudinal a través de una máquina normal de cepillar, corte transversal para longitud y ensamblado. La madera aserrada terminada está completamente fabricada y lista para enviar, en contraposición con el significado de madera aserrada "fina".

MADERA ASERRADA CEPILLADA. Madera aserrada que se ha preparado haciéndola pasar por una cepilladora.

MADERA ASERRADA DE FABRICA Y TALLER. Madera aserrada que se pretende cortar para utilizarla en una nueva fabricación. Se clasifica basándose en el porcentaje de la superficie que producirá un número limitado de cortes de tamaño mínimo y calidad especificados. Este suele ser el caso, con las frondosas pero no necesariamente con las coníferas.

MADERA ASERRADA DE SECCION RADIAL. Madera aserrada, cortada de tal modo que sus caras anchas se extienden aproximadamente en ángulo recto con los anillos de crecimiento anual. Se considera que la madera aserrada es de sección radial cuando los anillos forman un ángulo de 45 o 90 grados con la cara ancha de la pieza. Se denomina también de "fibra vertical" o simplemente "V.G.".

MADERA ASERRADA DE SECCION TRANSVERSAL. Madera aserrada, cortada paralelamente al duramen y en forma aproximadamente tangencial a los anillos de crecimiento. La madera aserrada se considera de sección tangencial cuando los anillos de crecimiento anual forman un ángulo de menos de 45 grados con la superficie principal de la pieza.

MADERA ASERRADA EN BRUTO. Madera aserrada sin cepillar, que ha sido aserrada, canteada y retestada.

MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL. Madera aserrada que se pretende emplear donde se producen esfuerzos de trabajo. La clasificación de la madera aserrada estructural se basa en la resistencia de la pieza en relación con los usos que se prevén.

MADERA ASERRADA FINA. Calidad elevada o superior, en contraposición a las calidades comunes o inferiores.

MADERA ASERRADA MODELADA. Madera aserrada que está conformada a un modelo o a una forma moldeada, además de ser labrada, ensamblada o traslapada o cualquier combinación de estos trabajos.

MADERA DE FIBRA RECTA. Madera cuyas fibras están dispuestas paralelamente al eje de la pieza.

MADERA DE PATIO. Término para designar la madera aserrada de cualquier dimensión y forma que se pretende dedicar para fines generales de construcción, sin requisitos en cuanto a propiedades de diseño. Madera aserrada de carácter general que se encuentra en un patio de madera sin valores asignados de diseño.

MADERA DE PRIMAVERA. Porción del anillo de crecimiento anual que se forma durante la primera parte del crecimiento de la temporada. Suele ser menos densa y más débil mecánicamente que la madera de verano.

MADERA DE VERANO. Porción del anillo anual que se desarrolla en gran medida durante la última parte del crecimiento de temporada, pero no necesariamente en el verano. Es menos porosa y normalmente más dura y pesada que la madera de primavera. Se llama también "madera tardía".

MADERAS ESTRUCTURALES. Piezas de madera de tamaño relativamente grande cuya resistencia es el elemento de control para su selección y utilización. Son ejemplos de maderas estructurales, las maderas para armaduras (tirantes de cerchas, montantes, postes, umbrales, enclajes, traviesas de puentes, barandillas); las maderas para vehículos (armaduras de vehículos, incluyendo las armaduras superiores, los fondos de los vehículos); las armaduras para construcciones (postes, umbrales, viguetas); las maderas para barcos (maderas para construcción naval, ornamentación de barcos); y las crucetas para postes.

MANCHA. Decoloración de la madera que puede ser ocasionada por diversos agentes, como microorganismos, metales o productos químicos. El término se aplica también a los materiales empleados para dar color a la madera.

MANCHA AZUL. Decoloración, azul, gris, verde o negra, de la albura, ocasionada por el crecimiento de ciertos hongos de color oscuro sobre la superficie y en el interior de la madera. Lo facilitan las mismas condiciones que favorecen el desarrollo de otros hongos; el color puede variar de azul a anegro o verde oscuro.

MANCHA DE LA ALBURA. Véase mancha azul.

MANCHA PARDA. Decoloración, de pardo fuerte a chocolate oscuro, de la albura de algunos pinos, ocasionada por un hongo que actúa de forma muy parecida a los hongos de mancha azul.

MANCHA QUÍMICA PARDA. Decoloración química de la madera que se produce a veces durante el secado al aire o secado al horno de varias especies, según parece ocasionada por la concentración y modificación de extractos.

MEDULA. Parte pequeña y blanda del corazón que se presenta en el centro estructural de un tronco de árbol, rama, ramilla o troza.

NUDO. Porción de una rama delgada o gruesa que ha sido rodeada por el crecimiento posterior del tronco. La forma del nudo, tal como aparece en una superficie cortada, depende del ángulo del corte respecto al eje longitudinal del nudo. Los nudos pueden ser de muchos tipos. Los hay adherentes o nudos rojos, saltadizos o nudos negros, nudos en espiga, nudos redondos, nudos en estrella o resistentes, nudos encajados, nudos agrupados, etc.

PESO ESPECIFICO. Relación entre el peso de un cuerpo y el peso del mismo volumen de agua a 4°C, o a otra temperatura especificada.

PUDRICION. Descomposición de la sustancia de la madera, debida a los hongos.

PUDRICION AVANZADA O PUDRICION TIPICA. Etapa más antigua de pudrición, cuya destrucción se reconoce fácilmente porque la madera se ha hecho chamosa, blanda y esponjosa, filamentosa, con los anillos anuales separados, corroída o grumosa. Suele ser patente la decoloración o blanqueado evidente de la madera podrida.

PUDRICION INCIPIENTE. Primera etapa de la pudrición que no ha avanzado suficientemente para ablandar o perjudicar de otro modo en forma perceptible a la dureza de la madera.

RADIAL. Coincidente con un radio desde el eje del árbol o troza hasta la circunferencia. Sección radial de una sección longitudinal, en un plano que pasa por la línea central de un tronco de árbol.

RAJADOR. Dispositivo para cizallar, consistente en disco y hoja de cuchillo montada detrás de la sierra para evitar que las tablas caigan sobre la sierra o que aquéllas que están alabeadas agarroten o presionen la sierra. Cuando se utilizan detrás de las sierras circulares, deben tener una curvatura que corresponda a la de la sierra y deben ir montados sobre el bastidor de la sierra a una distancia de 0,50 a 0,75 pulgadas (12,7 a 19,05 mm) de la hoja de la sierra. Tienen forma de cuña, con el borde posterior de unas 0,031 pulgadas (0,787 mm) más grueso que el borde delantero. Se denomina también cizalla.

RAJADURA. Separación de la madera en sentido longitudinal, debida a un desgarramiento con separación de las células de la madera.

RASTRELES. Listones o tablas utilizados para separar las tongadas de madera aserrada de una pila, permitiendo así que el aire circule entre las distintas capas. Se llaman también "cuñas" o "cuñas de horno".

SECADO. Extracción de la humedad de la madera verde para mejorar sus condiciones de servicio.

SECADO AL AIRE. Secado mediante exposición al aire en un patio o cobertizo, sin calor artificial.

SECADO AL HORNO. Secado en un horno utilizando calor artificial.

SIERRA DE CINTA. Sierra hecha de acero, pero soldada en forma de correa o cinta sin fin, con dientes en uno o en ambos bordes, dispuestos para cortar en forma alternativa.

SIERRA CIRCULAR. Disco circular con dientes en su periferia.

"SINKER". Troza demasiado pesada para flotar en el agua.

TABLAS. Madera aserrada que tiene nominalmente menos de dos pulgadas de grueso y dos o más pulgadas de ancho. Las tablas que tienen menos de seis pulgadas de ancho se denominan a veces listones, por ejemplo listones de cuatro pulgadas, listones de tres pulgadas, etc.

TABLON. Una de las series de miembros de madera estructural que se utilizan como elementos de apoyo en paredes y mamparas de distribución. Las dimensiones nominales más frecuentes son 2 x 4, 2 x 6 o 2 x 8, siendo normalmente el tablón común de 2 x 4.

TAMAÑO NOMINAL. Cuando se aplica a la madera industrial o madera aserrada, significa el tamaño con que se conoce y vende en el mercado; con frecuencia difiere del tamaño real.

TAMAÑO PREPARADO. Dimensiones de la madera aserrada después de alisada con una máquina de cepillar. El tamaño preparado suele ser de 1/2 a 3/4 de pulgada inferior al tamaño nominal o bruto. Por ejemplo, un pie derecho de 2 por 4 pulgadas mide realmente 1 1/2 por 3 1/2 pulgadas. Se denomina también "tamaño neto" en oposición al tamaño bruto.

TANGENCIAL. Estrictamente, coincidente con una tangente a la circunferencia de un árbol o troza, o paralelo a tal tangente. Sin embargo, en la práctica suele significar coincidente aproximadamente con un anillo de crecimiento.

TORCEDURA. Distorsión de una tabla o troza cuyo canto está desviado de la línea recta, de un extremo al otro.

TRISCADO. Curvatura alternativa de los dientes de la sierra para hacer la vía más ancha que la hoja.

TRISCADO DE DIENTE. Método de dar forma a un diente de sierra para dejar espacio libre lateral a ambos lados de cada diente.

TRONZAR. Cortar transversalmente a la fibra; ejemplo, sierra "tronzadora".

TROZA. Sección del tronco de un árbol, de longitud adecuada para aserrarla y transformarla en madera aserrada comercial. Las trozas largas son de la "longitud del árbol" o de longitud tal que exige su tronzado o corte transversal; las trozas cortas están listas para aserrar; las trozas para tablones tienen 8 pies de longitud (2,44 m), más un margen de retestado.

TROZA ESCUADRADA. Porción de una troza, aserrada por dos o más de sus caras, que se pretende volver a elaborar en madera aserrada. Se denomina también "cuerpo de troza", empleándose ambos términos alternativamente en el mundo.

VERDE. Madera recientemente aserrada o sin secar. La madera totalmente humedecida después de su inmersión en agua no se considera verde pero puede decirse que está en "situación de verde", literalmente que todavía no se ha secado.

VIA. Tal como aquí se utiliza, anchura del diente de sierra cuya parte más ancha se denomina generalmente "vía neta" o "anchura del diente". La vía bruta o total es la anchura de la madera extraída por el diente al cortar. Esta suele ser más ancha que la vía neta, debido al balanceo, la vibración, la mala alineación de los dientes, la variación de la anchura de los dientes, los dientes curvados, las irregularidades de la hoja de sierra, etc.

VIA O ANCHO DE CORTE. Espesor de la hoja de sierra cuya mejor forma de expresión es en décimas de pulgadas o en milímetros o vía "Birmingham".

VIGAS. Madera aserrada que tiene nominalmente 5 pulgadas o más en su dimensión mínima. Las vigas se pueden emplear como vigas propiamente dichas, como tirantes de cerchas, postes, dinteles, umbrales, viguetas, correas de cerchas, etc.

2. Abreviaturas

A	año
cc	con corteza
cm	centímetro
dap	diámetro a la altura del pecho - diámetro de un árbol en pie a 1,30 m sobre el nivel del suelo
EMS	equivalente en madera sólida
ha	hectárea
m	metro
m ²	metros cuadrados
m ³	metros cúbicos
m ³ /A	metros cúbicos/año
m ³ /ha	metros cúbicos/hectárea
mm	milímetro
%	tanto por ciento
sc	sin corteza

LISTA DE REFERENCIAS UTILES

ANDREWS, G.W., "Power at the Headsaw", 1954. Canada Department of Northern Affairs and National Resources. Forest Products Laboratory, Ottawa.

GITTINGER, J.P., "Economic Analysis of Agricultural Projects". Economic Development Institute, International Bank for Reconstruction and Development, John Hopkins, University Press.

LUNSTRUM, STANFORD J., "Circular Sawmills and Their Efficient Operation", 1972. U.S.D.A. Forest Service, State and Private Forestry, Southeastern Area.

MULLER, J.L., "Establishing and Operating a Small Sawmill Business". Industrial Series No. 20, U.S. Department Commerce, Bureau of Foreign and Domestic Commerce, U.S. Government Printing Office.

QUELCH, P.S., "The Saw Filer's Handbook", 1960. Armstrong Manufacturing Company.

QUELCH, P.S., "Sawmill Feeds and Speeds, Band and Circular Rip Saws", 1964. Armstrong Manufacturing Company.

SIMMONS, FRED C., "A Small Sawmill Enterprise Equipment, Techniques and Financial Requirements", 1957. Technical Aids Branch, Office of Industrial Resources, International Co-operation Administration, Washington, D.C.

TELFORD, C.J., "Small Sawmill Operator's Manual", 1952. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 27.

U.S.D.A. "Wood Handbook", 1955. Agriculture Handbook No. 72, Forest Products Laboratory.

WILLISTON, Ed. M., "Lumber Manufacturing. The Design and Operation of Sawmills and Planer Mills", 1976. Library of Congress Catalogue Card No. 70-6718. International Standard Book No. 0-87930-054-X. Miller Freeman Publications.

WILLISTON, Ed. M., "Saws. Design, Selection, Operation, Maintenance", 1978. Library of Congress Catalogue Card No. 77-93351. International Standard Book No. 0-87930-073-6. Miller Freeman Publications.

LISTA DE LAMINAS

Lámina 1	Aserradero circular móvil
Lámina 2	Aserradero circular semipermanente, instalado directamente sobre el terreno
Lámina 3	Sierra principal circular con sierra superior
Lámina 4	Canteadora pequeña de dos sierras
Lámina 5	Sierra basculante utilizada para retestar madera aserrada
Lámina 6	Desdobladora circular con brazo de alimentación, ajustable manualmente
Lámina 7	Tanque para inmersión automática de madera aserrada, con tambores ranurados para mantenerla hundida

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Diseño de un aserradero pequeño, móvil o portátil
- Figura 2 Diseño de un aserradero pequeño, semipermanente o permanente
- Figura 3 Diseño de un aserradero pequeño permanente
- Figura 4a Esquema típico de despiece para tablones y vigas
- Figura 4b Esquema típico de despiece para tablas, tablones y vigas
- Figura 4c Esquema típico de despiece para tablas, tablones y vigas utilizando sierra principal y desdobladora
- Figura 4d Esquema típico de despiece para troza aserrada en cuartones, con pudrición en el duramen
- Figura 4e Esquema típico de despiece para troza hueca, cortada en cuartones
- Figura 4f Esquema típico de despiece para troza sana, cortada en cuartones
- Figura 5 Diagrama característico en cadena de un proyecto
- Figura 6 Programa de construcción de un proyecto