



GOBIERNO DE CHILE

## *DIAGNÓSTICO SECTORIAL*

# INDUSTRIA DEL ASERRIO Y REMANUFACTURA DE LA MADERA

24 de abril 2003

CHILE,  
PAIS  
QUE  
PRODUCE  
LIMPIO



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO ECONOMÍA Y COMERCIO



GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL  
DE MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE SALUD



Superintendencia de  
Servicios Sanitarios

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente documento tiene como objetivo realizar un "diagnóstico sectorial" o breve análisis de la industria del aserrío y remanufactura de la madera que nos permita disponer de una visión general del sector, en términos de composición, principales características, procesos, problemas y oportunidades asociadas, todo lo anterior con énfasis en la Producción Limpia. Una vez finalizado servirá de base para la elaboración de la propuesta de Acuerdo de Producción Limpia del sector.

Las principales fuentes de información que se tomaron en consideración son:

- Banco Central de Chile, quién realiza un análisis macroeconómico del sector forestal.
- Instituto Forestal, INFOR quién coordinada la información generada por CONAF y la Corporación Chilena de la Madera (CORMA). El trabajo realizado por INFOR nos entrega datos específicos de la industria de la madera, entre ellos se señalan: producción, insumos, empleo, inversiones, características tecnológicas.
- CONAMA, a través de la "Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. Rubro Aserraderos y Procesos de la Madera". 2001
- Documento FAO, 2001. Estudio: Análisis de la Información sobre productos Forestales Madereros en Chile.
- OTROS: información entregada por Proveedores de Plaguicidas, Revista del Campo, Diario Estrategia, Estadísticas de la ACHS, Informes SAG.

El presente documento se ha estructurado en dos grandes áreas: Indicadores económicos del sector y Aspectos ambientales, Opciones de Producción Limpia.

Es importante destacar que la actividad forestal se ha constituido durante el año 2001, en el segundo de los sectores productivos más importantes de nuestra economía, con un aporte de US\$ 400 millones que corresponde al 3% del producto Interno Bruto (PIB) Nacional. La participación del sector industrial del aserrío y remanufactura dentro de éste total es de un 34%, el papel y celulosa de un 54% y la actividad silvícola de un 12%.

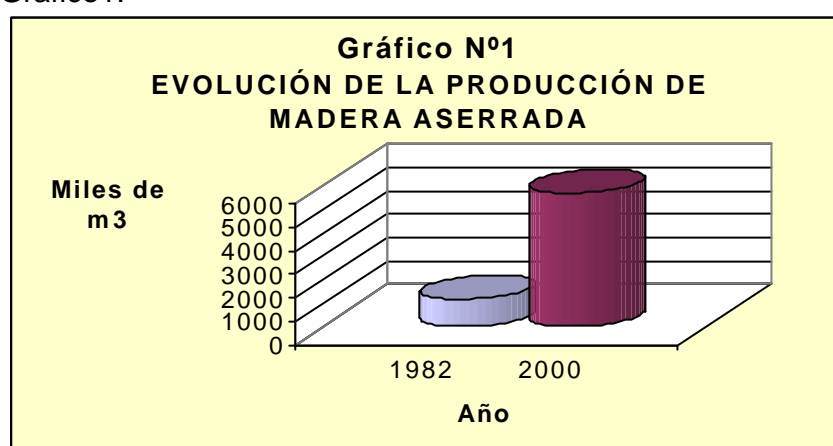
## **2. INDICADORES ECONÓMICOS DEL SECTOR**

### **2.1. Producción y Rendimientos**

El sector de la industria del Aserrío y Remanufactura de la Madera se clasifica según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), código 33111, como "Aserraderos y otros talleres para la preparación de madera".

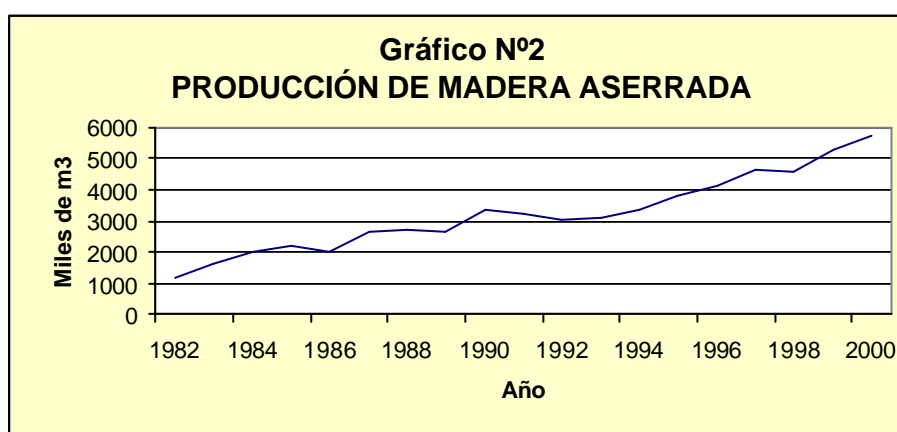
El principal producto de la industria del Aserrío y Remanufactura de la Madera, es la **madera aserrada** empleada en vivienda y construcción, en una amplia gama de usos en estructuras, marcos y revestimientos, como en usos conexos. El resto de madera es consumido en la fabricación de cajas, muebles y puertas, entre otros.

La producción de madera aserrada durante el año 2000 bordeó los 5,7 millones de m<sup>3</sup>, representando un aumento del 8,5% respecto al año anterior. Este resultado, ha mostrado un crecimiento importante, a razón de 9% anual, contribuyendo a la quintuplicación de la producción de madera aserrada en aproximadamente dos décadas. Grafico1.



Fuente: elaborado a partir de datos del Boletín Estadístico N°81. INFOR

La producción total de la industria sigue un crecimiento sostenido, lo cual refleja el mayor nivel de productividad alcanzado por el sector en virtud del crecimiento de los aserraderos, cambio tecnológico, disponibilidad de materias primas y la demanda de madera aserrada. Grafico2



Fuente: INFOR

La participación de los aserraderos según su rango de producción, expresada en m<sup>3</sup>/año, se puede observar en el Cuadro N°1.

**CUADRO N° 1  
NÚMERO DE ASERRADEROS, PRODUCCIÓN Y PARTICIPACIÓN, SEGÚN RANGO, (Año 2000)**

RANGO DE PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /año)	ASERRADEROS FUNCIONANDO		MADERA ASERRADA	
	NÚMERO	%	Producción(m <sup>3</sup> )	Participación(%)
TOTAL	987	100	5.698.114	100
Muy grande : > 50.000	23	2,3	3.339.973	58,6
Grande : 20.001-50.000	27	2,7	833,01	14,6
Mediano : 10.001-20.000	28	2,8	404,657	7,1
Pequeño : 5.001-10.000	56	5,7	403,668	7,08
Muy pequeño : < 5.000	853	86,4	716,806	12,5

Fuente: elaborado a partir de datos del Boletín Estadístico N°81. INFOR

Este cuadro muestra la situación nacional del rubro, con relación al aporte que cada agrupación de empresas de acuerdo a su tamaño realiza a la producción nacional. Existe una evidente concentración de la producción de madera aserrada, ya que el 58,6% (3.339.973 m<sup>3</sup>/año) de la producción total la generan sólo 23 aserraderos (2,3% del total de empresas del rubro) del rubro con una producción individual superior a las 50.000 m<sup>3</sup>/año de madera aserrada. En el otro extremo se encuentra una gran masa de aserraderos muy pequeños que conforman el 86,4% del total de los aserraderos del sector; su producción individual es inferior a las 5 mil m<sup>3</sup>/año de madera aserrada y en conjunto aportan el 12,5% de la producción nacional. El resto de los aserraderos con producciones grandes, medianas y pequeñas aportan en conjunto el 28,7% restante de la producción nacional al año 2000.

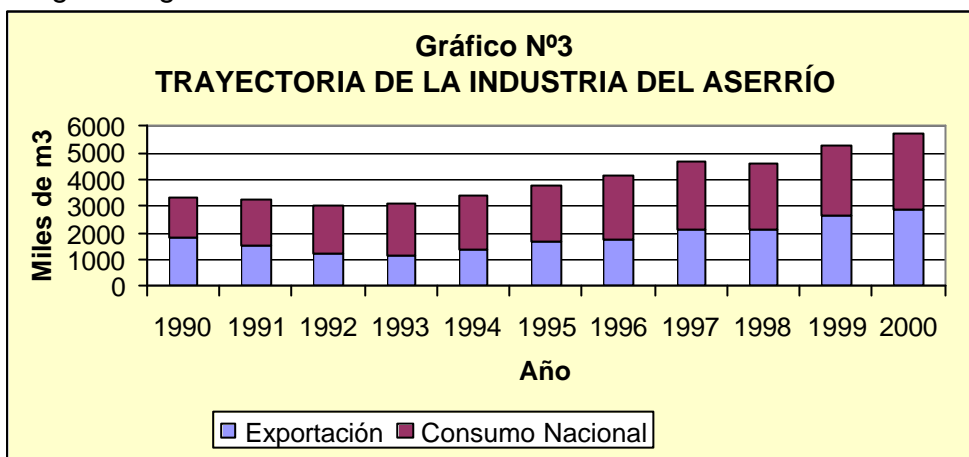
Es importante consignar que los aserraderos de menor tamaño tienen rendimientos de producto final cercanos al 42% del volumen de troza y no poseen un mercado para los subproductos, incrementando sus costos de producción. Los grandes aserraderos son más eficientes, aprovechan un 52% a 56% del volumen, utilizando subproductos en otros procesos industriales.

## 2.2. Consumo Nacional y Exportaciones

El destino de la producción de los aserraderos depende de su capacidad de producción. Las demandas externas son satisfechas por los grandes aserraderos, mientras aquellos que no sobrepasan los 5.000 m<sup>3</sup>/año, abastecen el mercado nacional, principalmente al sector barracas y construcción.

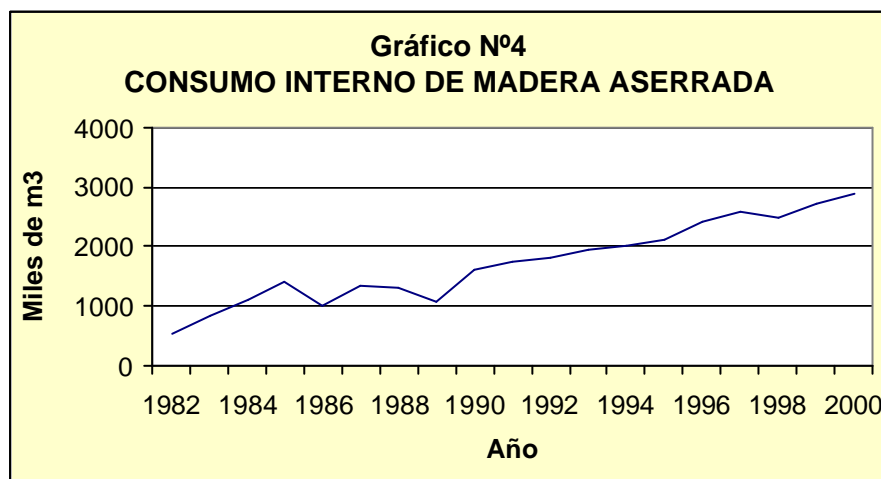
En términos de madera consumida, el 23% es exportada directamente y el 77% se destina al mercado nacional (4.387.548 m<sup>3</sup>). De este volumen, sin embargo, un 27% es remanufacturado en el país para ser exportado como madera elaborada y otros productos, disminuyendo el consumo interno al 50% de la producción.

El siguiente gráfico muestra la evolución de la industria del aserrío. Gráfico3



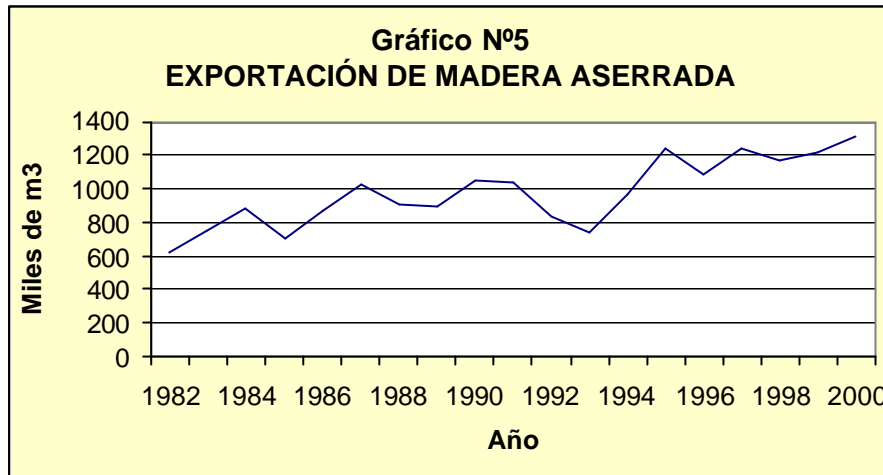
Fuente: elaborado a partir de datos del Boletín Estadístico N°81. INFOR

La producción disponible en el mercado nacional, descontada la madera destinada a manufacturas de exportación, llegó en el año 2000 aproximadamente a 3 millones de m<sup>3</sup>. Gráfico4



Fuente: INFOR

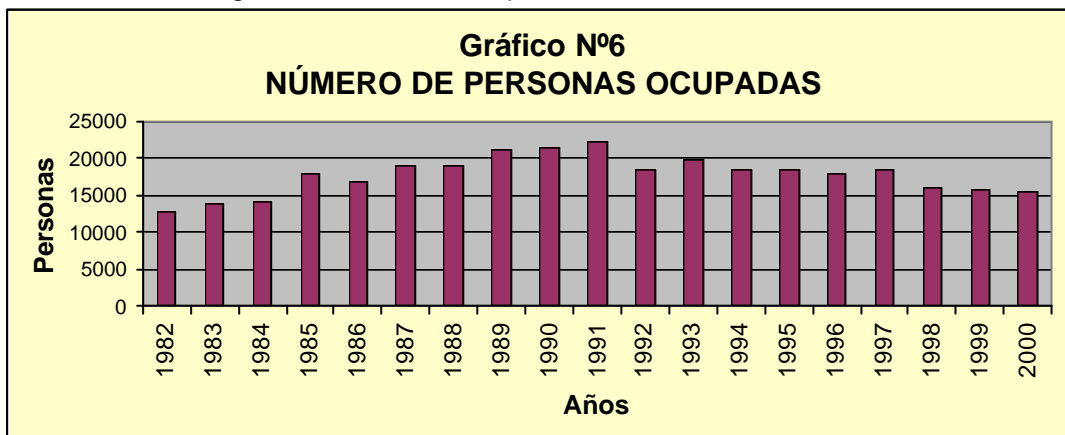
En el año 2000, las exportaciones ascendieron a US\$ 190 millones FOB, convirtiéndose en el segundo producto que genera un mayor ingreso de divisas al país con un volumen de 1.308,1 miles de m<sup>3</sup>, más la exportación indirecta de productos remanufacturados por unos US\$ 500 millones adicionales. Gráfico5



Fuente: INFOR

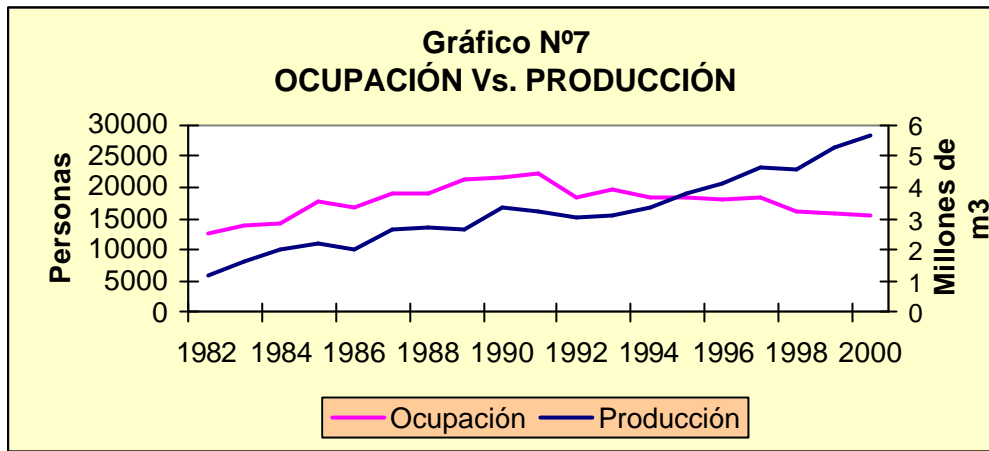
### 2.3. Trabajadores del Sector

La industria del aserrío acumula el 13% del total de trabajadores empleados por el sector forestal, registrando 15.435 empleos el año 2000. Grafico6



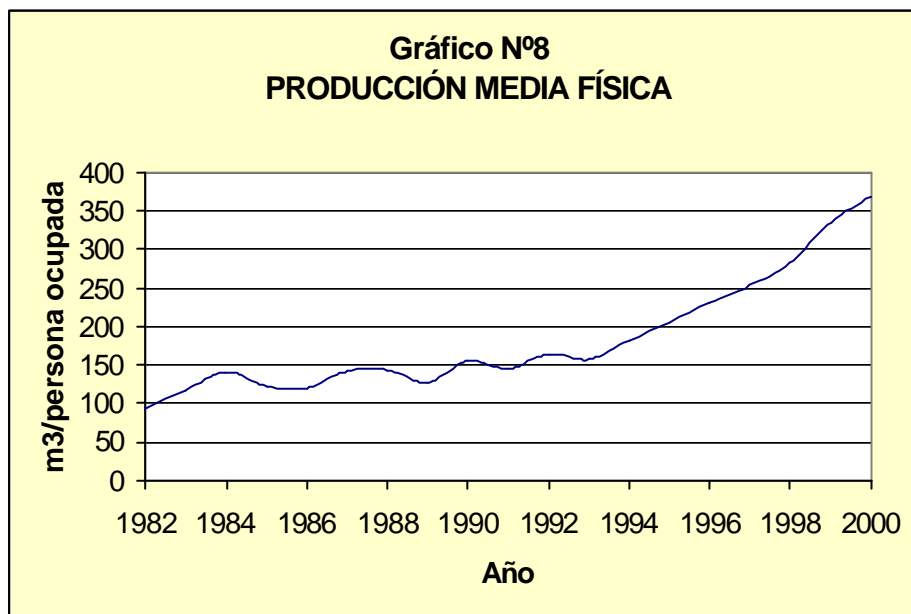
Fuente: elaborado a partir de datos del Boletín Estadístico N°81. INFOR

En los últimos años, el empleo en los aserraderos de Chile ha disminuido, lo que contrarresta con el crecimiento productivo sostenido del sector. Grafico7



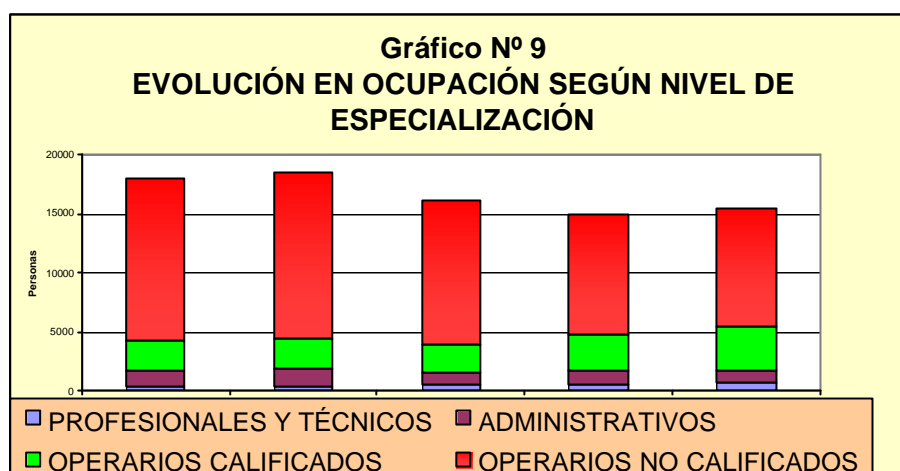
Fuente: INFOR

La productividad general de sector medida en m<sup>3</sup> producidos por persona ocupada, señala un incremento en los últimos años. En especial, en el periodo comprendido entre los años 1994 y 2000 a razón de 12% anual. Grafico8



Fuente: INFOR

Por otra parte en el transcurso de la actividad el segmento de Operarios Calificados, si bien ha experimentado un crecimiento, este continua requiriendo un aumento más eficaz en su número. Grafico9



Fuente: elaborado a partir de datos del Boletín Estadístico N°81. INFOR

## 2.4. Distribución Geográfica del Sector

En el año 2000 se registraron 1.451 aserraderos en el país, 68 menos que el período anterior.

Del total de aserraderos antes mencionado, el 68% se encuentra operando (987). El porcentaje restante, equivalente a 464 unidades productivas, se encuentran paralizadas en sus funciones producto de falta de capital de trabajo, carencia de abastecimientos, situaciones de quiebra y otras.

Las instalaciones del tipo "móvil" o temporales son muy predominantes con un número de unidades que asciende a las 657, caracterizadas básicamente por la búsqueda de materia prima y por operar frecuentemente con dificultades técnico-económicas, de abastecimiento y comercialización. Este tipo de aserraderos muestra heterogeneidad de tamaño, tipo y calidad del producto.

Los restantes 330 aserraderos son del tipo "permanente", que se caracterizan por tener algún grado de mecanización e infraestructura permanente. En esta categoría se encuentran los aserraderos de mayor rango de producción y en fase de modernización tecnológica, cuya producción está orientada principalmente a la exportación.

La principal región productora de madera es la VIII, abarcando el 61% del total de la producción. Posteriormente la preceden las regiones VII, X y IX con una contribución de 15%, 11% y 7%, respectivamente.

Las regiones que disminuyen sus niveles de producción en la última década son la IV, V y Metropolitana. Gráfico10



Fuente: elaborado a partir de datos del Boletín Estadístico N°81. INFOR

## 2.5. Mercado Futuro

La proyección a mediano plazo permite prever que el mercado internacional seguirá siendo atractivo para el productor nacional, especialmente en productos de **mayor valor agregado** y en ciclos de elevado tipo de cambio.

Aún cuando las exportaciones en el área remanufactura se han mantenido planas durante décadas, se prevé una reactivación de este sector producto de: la tendencia de la industria maderera de E.E.U.U. a cerrar sus fábricas y reemplazarlas por importaciones, al nuevo escenario en el tema de los aranceles, derivado de los tratados de libre comercio con E.E.U.U. y la Unión Europea y la creciente oferta de materia prima. En la actualidad, los recursos forestales no aprovechados rondan los 5 millones de m<sup>3</sup>, monto que se duplicará para 2010, lo que obliga a buscar otra salida a los bosques que entrarán en producción.

El presidente de la Corporación Chilena de la Madera, José Ignacio Letamendi señaló, el 7 de febrero de 2003, al diario Estrategia "si los precios se mantienen y la economía no se ve afectada por un escenario de guerra, alcanzaríamos exportaciones 4% superiores a las del año pasado, es decir, alrededor de US\$2.400 millones, basado exclusivamente, en mayores volúmenes exportados y no en los precios". Además, para 2003, estimó que las empresas mantendrán los esfuerzos de rebajar sus costos, aumentar su producción y en la búsqueda de nuevos mercados tal como lo hicieron en el 2002. En cuanto a las inversiones, adelantó que este año (2003) el sector destinará US\$60 millones en aserraderos y US\$40 millones en tableros.

El principal mercado para la madera aserrada de pino sigue siendo Japón, concentrando 37,9% del volumen total de este producto, continua Arabia Saudita (11,3%), Emiratos Árabes Unidos (8,7%) y Estados Unidos (7,4%).

Debido a las exigencias del mercado, las medianas y pequeñas plantas tienen que mejorar sus productos, costos y generar nuevos nichos, de lo contrario no competirán en el futuro. Para seguir en el mercado es indispensable obtener mayor eficiencia de la troza, introduciendo un cambio tecnológico y rentabilizar los subproductos de su actividad. Típicamente, la madera aserrada es un producto intermedio y los clientes exigen cada vez una mejor relación precio cantidad.

La estrategia competitiva viable es ser líder en costo y localizado a varios nichos de exigentes mercados de alto valor agregado.

Para el mercado nacional es recomendable desarrollar canales de distribución, promoviendo el uso de los productos en las grandes cadenas comerciales para el hogar. De los 3 millones m<sup>3</sup> consumidos en el mercado nacional, un 22% es suministrado a la construcción y un 20% es adquirido por las barracas y grandes cadenas comerciales.

Por otra parte, la industria del aserrío y remanufactura experimentará un aumento de demanda interna de sus productos a medida que el sector productivo de la construcción repunte.

## **2.6. Conclusiones**

Una de las características de la industria del aserrío es una fuerte atomización en el número de establecimientos, propietarios, ubicación geográfica, como también, en la heterogeneidad de tamaños, tipos y calidad de tecnologías y productos, elementos que deberán ser considerados al momento de abordar un acuerdo de Producción Limpia para el sector.

La tendencia más importante del sector aserradero y remanufactura de la madera, es el nexo establecido con la explotación silvícola dedicada a un manejo intensivo y el abastecimiento a través de subproductos a otros rubros forestales. De esta forma existe una fuerte integración dentro del sector forestal y una utilización máxima de materia prima. La actividad origina subproductos como son el aserrín que se utiliza en la fabricación de madera aglomerada, astillas para la industria de la celulosa y corteza generalmente empleada en la cogeneración de energía.

### **3. ASPECTOS AMBIENTALES, OPCIONES DE PRODUCCIÓN LIMPIA**

#### **3.1. Antecedentes Generales**

Existen prácticamente 1.000 aserraderos funcionando en el País, que representan una gran diversidad de escalas y nivel tecnológico. Principalmente las grandes empresas de aserraderos han incorporado cambios importantes en su tecnología y prácticas de gestión, reduciendo fuertemente la generación de residuos y privilegiando el consumo de tales recursos.

Sin embargo, el tema de la gestión ambiental en las empresas va perdiendo importancia desde el nivel de medianas hasta muy pequeños empresas. Es exactamente en estas últimas donde la situación ambiental es más crítica, vinculado principalmente al tema del manejo de residuos en general.

En términos muy generales, el tema ambiental en el rubro aserraderos esta encaminado principalmente al manejo de residuos sólidos y líquidos, especialmente los residuos de proceso, tales como aserrín, viruta, polvo de madera, borras con plaguicidas, pesticidas y residuos líquidos generados en la etapa de riego en el patio de trozas.

#### **3.2. Descripción del Proceso de Aserrado**

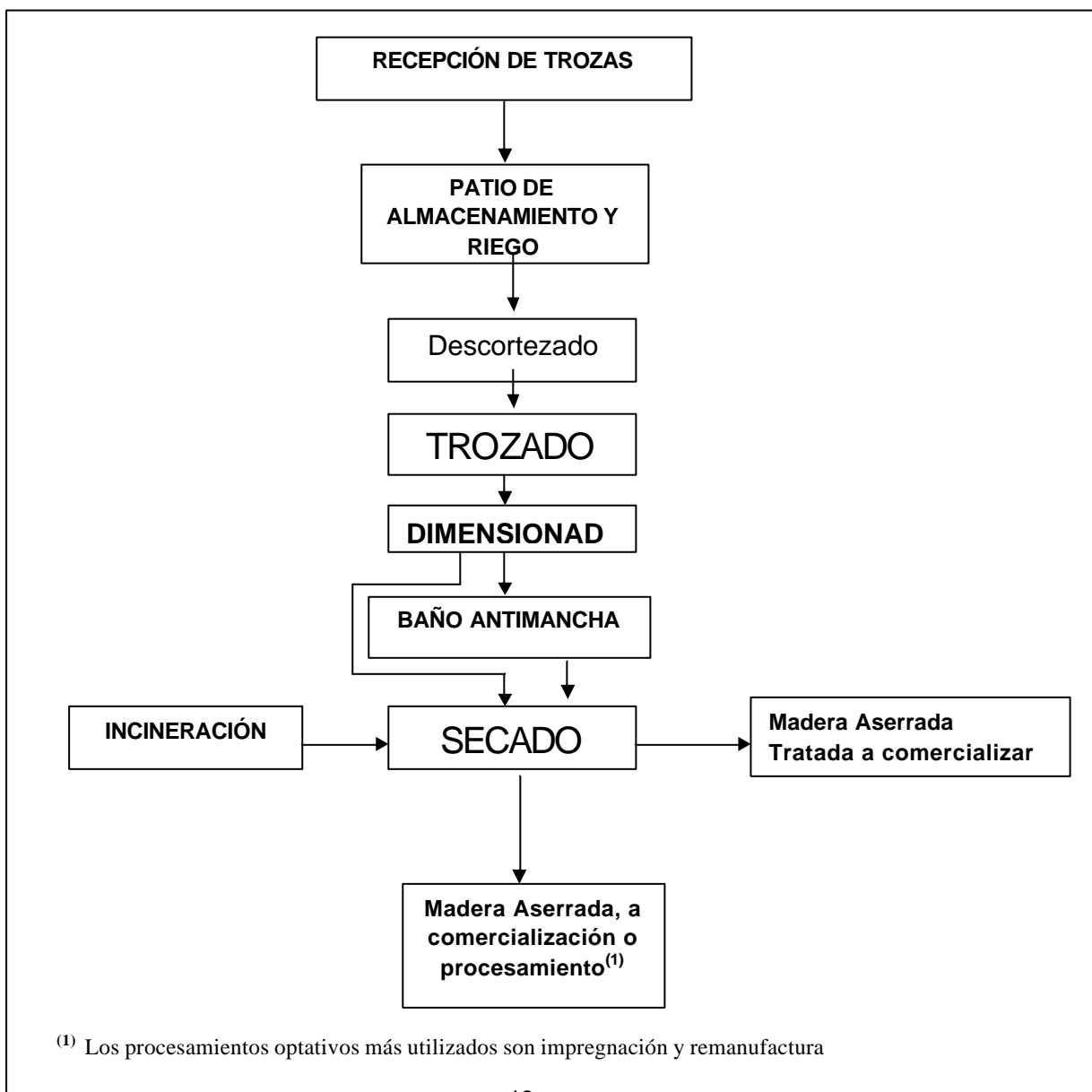
La mayoría de los aserraderos presenta un diagrama de flujo similar al que muestra la **FIGURA N°2**. En el se describen todas las etapas que permiten transformar la materia prima (Trozas provenientes de la extracción) en madera aserrada o elaborada.

Luego de recepcionar los trozos la primera etapa consiste en almacenar la materia prima en el Patio de Almacenamiento de Trozas, consistente en un área bastante amplia y despejada a suelo descubierto donde se descarga la materia prima en orden para los procesos posteriores. En esta área es regada la materia prima para conservar sus propiedades físicas.

Las trozas son posteriormente transportadas a la plataforma de carga para iniciar el proceso de descortezado y trozado que permite dimensionar y desbastar la madera

para ingresar en forma adecuada a la plataforma de carga de las variadas Sierras según sea el producto final requerido en la industria, es así como son requeridas la sierra Principal en el proceso de corte más fino, Sierra Partidora o Reaserradora, Canteadora, Despuntadora, entre otras. En este momento finaliza la etapa principal del proceso del aserrado, donde la materia prima ha sido transformada y convertida en un producto con dimensiones y propiedades elegidas.

**FIGURA N°2: DIAGRAMA DE FLUJO DE UN ASERRADERO EN SU FASE DE OPERACIÓN**



### **3.2.1. Baño Antimancha**

La etapa de Baño Antimancha resulta de vital importancia ya que le otorga al producto mayor durabilidad. Consiste en sumergir la madera aserrada en contenedores con fungicidas cromógenos disueltos en agua con soluciones que varían entre un 2% al 8%, dependiendo de los requerimientos impuestos por el fabricante del producto. Este baño tiene la finalidad de proporcionar una protección temporal contra la mancha azul y los mohos en madera recién cortada y aserrada.

Los tipos de baños antimancha más comunes son:

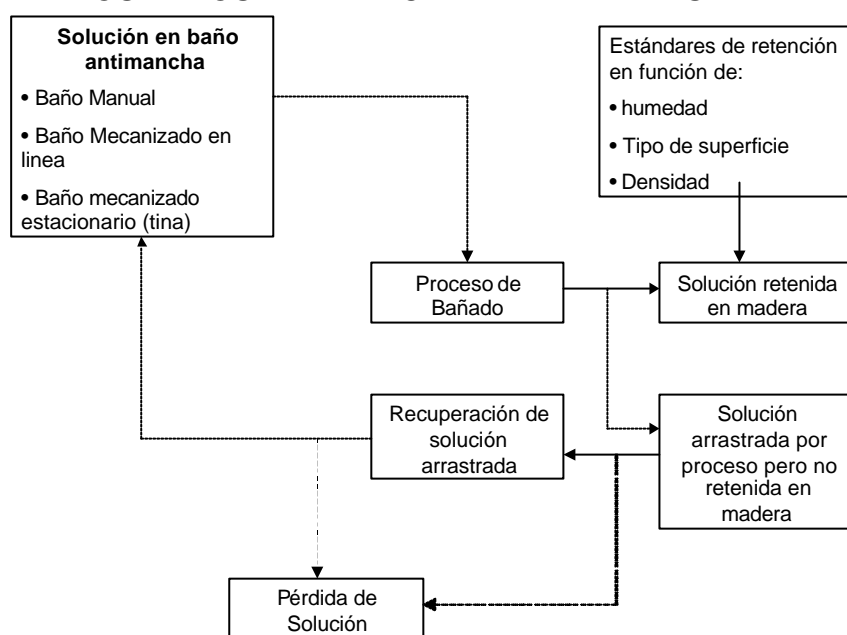
- (a) Bañado en forma manual (Tinas improvisadas): Estas tinas se llenan con solución antimancha (80 litros aproximadamente). Cada una de estas piscinas tiene en su borde una aleta que permite ir dejando la madera que sale bañada de la tina.
- (b) Bañado mecanizado en línea (Arrastre de la madera a través de cadenas): consiste en piscinas de tipo variable, de unos 500 a 1.000 litros, por donde la madera pasa arrastrada por cadenas a través de la solución. El tiempo de inmersión fluctúa entre 9 a 10 segundos, para luego pasar a la mesa de clasificación.
- (c) Bañado mecanizado estacionario (La madera permanece estacionada en la solución fungicida): consiste en una gran piscina que almacena unos 25 a 30 mil litros de solución. Aquí, lo que se baña son paquetes de madera emparrillados, de largo variable hasta 4 metros. Mediante un sistema de horquillas, controladas a distancias, los paquetes se sumergen en la solución antimancha por unos 10 a 15 segundos, para que la madera absorba la cantidad de producto estipulado.

### **3.2.2. Secado**

Posteriormente concluido el baño, la madera es secada artificialmente en hornos de secado a temperaturas promedio de 70°C. El secado artificial se realiza principalmente a través de cámaras de calor, cuya energía es proporcionada por una

caldera a vapor que es alimentada por residuos del propio aserradero (Aserrín y viruta seca). En contraste con el secado artificial, el secado natural solo puede ser efectuado en los meses de verano a la intemperie lo cual origina atractivos ahorros de energía, no obstante, existen efectos negativos en la calidad del producto con este método. Sin embargo, existe además el sistema de secado al vacío, que técnicamente es más eficiente ya que no genera fisuras ni deformaciones en la madera, sin cambios de calor; sin tensiones interiores; no cambia la robustez del material secado, permite secar material muy húmedo y de gran finura y posee bajos costos energéticos (utiliza energía eléctrica).

FIGURA Nº 3: SECUENCIA SEGUIDA POR LA SOLUCIÓN EN LOS BAÑOS ANTIMANCHA DE MADERA ASERRADA



Fuente: CONAMA- Guía para el Control y prevención de la Contaminación

Finalmente, la madera puede pasar a una etapa fina de elaboración, proceso que es de carácter optativo dependiendo de las características del aserradero.

### 3.2.3. Impregnación

En lo que concierne a la impregnación de madera, este constituye un proceso que se realiza en la gran mayoría de los casos fuera de los aserraderos en maderas de baja durabilidad natural y es efectuado por empresas externas que trabajan en la impregnación de madera según los requerimientos del cliente. El proceso está limitado a un patio de almacenaje de trozas (para postes y cercos principalmente) y madera aserrada (para construcción), para posteriormente entrar en la cámara de secado e impregnación, donde se le da la intensidad de tratamiento requerido. Finalmente es extraída la madera y es almacenada para ser despachada después de un tiempo razonable de seguridad que da tiempo a la eliminación de residuos de químicos utilizados.

Los principales tipos de procesos impregnación son:

- (a) Tratamiento por pulverización al vacío: Es usado para la impregnación al vacío de estructura de ventanas, contraventanas, puertas, así como elementos sueltos, usando una amplia gama de productos impregnantes para la protección contra fungicidas e insectos, para tinte y pintura primera y última mano de pintura.
- (b) Tratamiento por vacío y vacío presión: Está compuesto por dos autoclaves situados uno sobre el otro o por un único autoclave subdividido en dos cámaras. Los dos depósitos contienen respectivamente el producto impregnante y la madera a tratar.
- (c) Tratamiento por nebulización: Las piezas inicialmente se impregnan mediante la nebulización del producto y sucesivamente se cepillan para eliminar el exceso.

### 3.2.4. Clasificación según proceso de aserrado

En lo relativo a los procesos de aserrado existentes en Chile, INFOR los clasifica, según sea la forma en que se realiza el proceso, en mecanizados, tradicionales no-mecanizados y temporales.

**CUADRO N° 1  
CLASIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS SEGÚN TIPO DE PROCESO<sup>1</sup>**

Tipo de proceso de Aserraderos	Capacidad en m <sup>3</sup> al año
Mecanizado	Mas de 50.000
Tradicional, no-mecanizado	10.000 a 49.999
Temporales	Menos de 9.999

Según el criterio de capacidad de producción al año definido por INFOR, en Chile existen actualmente 23 aserraderos mecanizados, con una producción anual de 3.339.973 m<sup>3</sup> al año, que equivale a más del 55% de la producción de madera aserrada del año 2000.

Los aserraderos mecanizados son modernos y poseen un proceso de producción automatizado, además usan una serie de equipos sofisticados para la clarificación de trozas, y el manejo y clarificación de madera.

Por lo general, los aserraderos mecanizados cuentan con una clarificación diamétrica de trozas, las cuales posteriormente son descortezadas. A continuación

---

<sup>1</sup> Fuente: INFOR, 1985. Fuente citada en Proyecto: Análisis y diagnóstico de procesos industriales de transformación mecánica de la madera. Parte II: Estudio de aprovechamiento de madera aserrada y variabilidad de corte en aserraderos de pino radiata. Roberto Melo H. y Martín Pavón, Concepción, 1989.

disponen de una o dos sierras circulares con canteador astillador y alternativas como máquinas principales y una o dos sierras partidoras de huincha. Enseguida, normalmente poseen dos canteadoras circulares con sierra móvil y un despuntador de sierra circular. Todos estos aserraderos tienen astilladores.

Posteriormente la madera se somete a un baño antimancha con pesticidas permitidos. En algunos casos la madera se seca hasta una humedad de un 10% a 15%.

Según la clasificación del INFOR, los aserraderos tradicionales no-mecanizados poseen una capacidad anual que varía en el rango de las 10 mil a las 49.999 m<sup>3</sup>. En el año 2000 existieron 55 aserraderos que utilizaron este tipo de proceso. Todos en conjunto produjeron prácticamente 1.240.000 m<sup>3</sup> al año, lo que significó un aporte de 22% al total de madera aserrada del país el año 2000.

Estos aserraderos emplean normalmente la sierra huincha como máquina principal. La sierra partidora puede ser huincha o circular en algunos casos. La canteadora es por lo general circular móvil y el despuntador es de sierra circular. El proceso de producción es semiautomático, observándose incorporación de maquinaria nueva en plantas normalmente mayores a 20 años.

Conocer la tecnología de corte que se utiliza actualmente en la industria del aserrío permite predecir la calidad del producto final y estimar las pérdidas en el proceso de transformación. En los aserraderos permanentes, especialmente en aquellos con rangos de producción superior a 50.000 m<sup>3</sup> al año, el principal elemento de corte utilizado es la huincha vertical (31% de la producción).

**CUADRO N° 2  
PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA POR SIERRAS PRINCIPALES  
SEGÚN RANGO DE PRODUCCIÓN DE ASERRADEROS PERMANENTES  
(2000)<sup>2</sup>**

Rango de producción	Total	PRODUCCION DE MADERA ASERRADA POR SIERRA PRINCIPAL (m <sup>3</sup> )								
		HH	HP	HV	AL	CC	CS	CD	CV	MU
Total	5.209.641	35.233	626.207	1.733.775	90.603	189.083	681.713	1.182.046	101.109	569.872
%	100	0,7	12	33,3	1,7	3,6	13,1	22,7	2	10,9
> 50.000	3.339.973	-	545.000	1.041.716	69.928	189.083	-	954.559	-	539.687
20.001-50.000	833.010	-	70.080	270.209	-	-	364.138	111.583	-	17.000
10.001-20.000	404.657	6.065	-	219.451	18.275	-	61.947	63.581	24.953	10.385

<sup>2</sup> En aserraderos con más de una línea de producción, el producto se distribuyó en partes iguales para cada una de ellas.

5.001- 10.000	314.209	-	8.907	135.139	-	-	98.373	40.219	31.571	-
< 5.000	317.792	29.168	2.220	67.260	2.400	-	157.255	12.104	44.585	2.800

INFOR – Boletín Estadístico N° 81 “La Industria del Aserrío, 1999-2000”

Abreviaturas:

HH: Huincha horizontal

HP: Huincha paralela

HV: Huincha vertical

AL: Alternativa

CC: Chipper canter

CS: Circular simple

CD: Circular doble

CV: Circular con voladora

MU: Circular multiple

En lo concerniente a la energía necesaria para producir madera aserrada, esta fue en un 97,4% energía eléctrica, considerando solo los aserraderos tipo permanente. En segundo lugar se sitúa el petróleo diesel, con el que se produce el 2,2% de la madera aserrada.

### 3.2.5. Datos relevantes en tratamientos de madera aserrada

El 50% de la producción total de madera aserrada, en las instalaciones permanentes, equivalente a 2.852.078 m<sup>3</sup>, fue sometida a un tratamiento antimancha.

Según los rangos de producción, los aserraderos “Muy Grandes” efectuaron este tratamiento en un 65% de su producción, proporción que fue disminuyendo con el menor tamaño, hasta llegar a un 6% en los aserraderos “Muy Pequeños”.

Este tratamiento tiene por objeto evitar la aparición de manchas provocada por hongos cromógenos que afectan a algunas maderas como las de pino radiata y tepa.

En el año 2000, se aplicó secado artificial a 2.201.919 m<sup>3</sup>. Esto equivale sólo al 39% de la producción y constituye una seria limitante en la calidad de los productos finales.

### **CUADRO N° 3 VOLUMEN DE MADERA ASERRADA POR TRATAMIENTOS APLICADOS SEGÚN RANGO DE PRODUCCION DE ASERRADEROS PERMANENTES<sup>4</sup> (AÑO 2000)**

<sup>3</sup> Para utilizar estas cifras, hay que considerar que a un mismo volumen de madera pueden aplicarse distintos tratamientos

RANGO DE PRODUCCION m <sup>3</sup>	VOLUMEN DE MADERA ASERRADA POR TRATAMIENTOS APLICADOS m <sup>3</sup>			
	Antimancha	Secado artificial	Impregnación	Total
Total	2.852.078	2.201.919	77.491	5.131.488
%	55.57%	42.90%	1.51%	100%
> 50.000	2.180.005	1.697.153	3.500	3.880.658
20.001-50.000	451.575	294.885	45.981	792.441
10.001-20.000	101.874	137.674	6.882	246.430
5.001-10.000	100.805	45.600	8.140	154.545
≤ 5.000	17.819	26.607	12.988	57.414

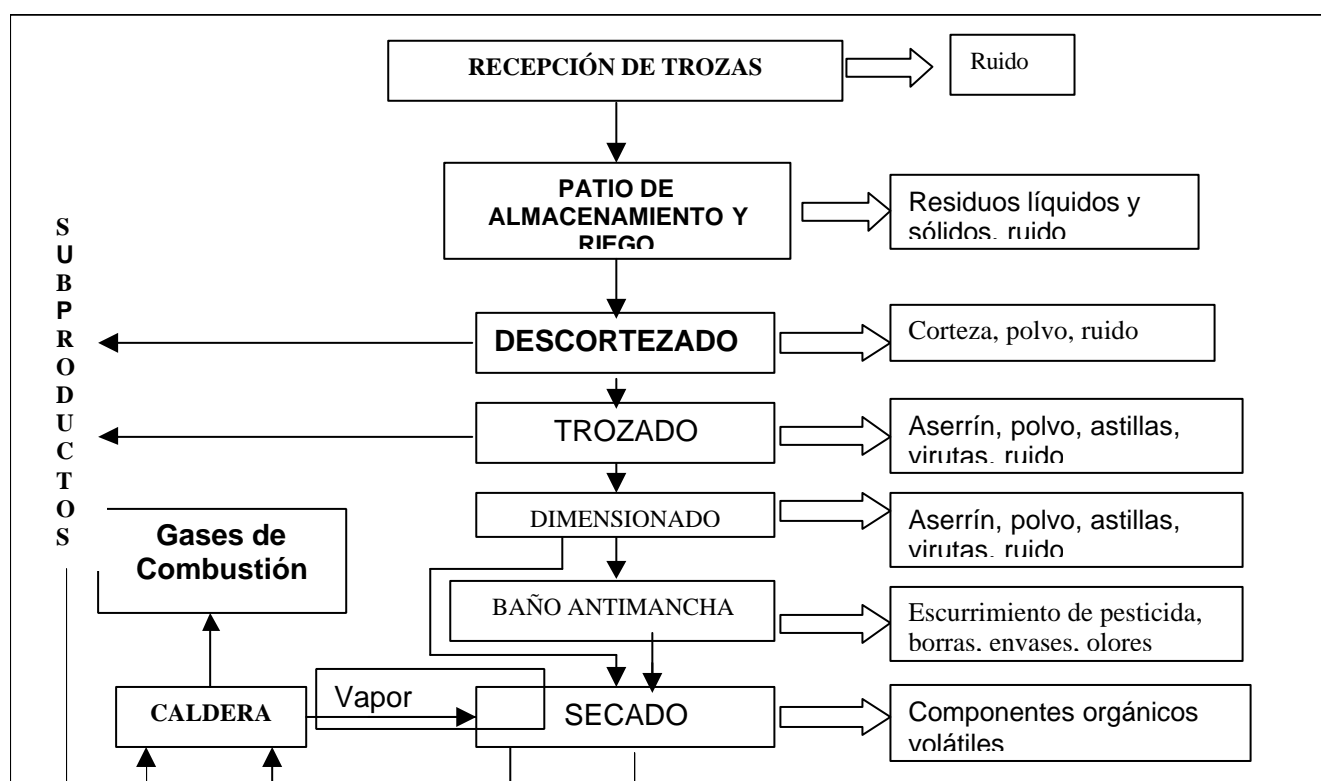
INFOR – Boletín Estadístico N°81 “La Industria del Aserrío, 1999-2000”

A su vez, son los aserraderos con un rango de producción mayor a 50.000 m<sup>3</sup> al año los que poseen instalaciones para tal efecto, efectuando el proceso en el 51% de su producción. En el resto de los aserraderos este porcentaje disminuye.

El tratamiento de impregnación fue aplicado a 77.491 m<sup>3</sup>, lo que representa el 1,4% de la producción total de madera aserrada en el 2000. Contrariamente a los tratamientos anteriores, este se realiza en los aserraderos medianos y pequeños.

#### 4. IMPACTOS AMBIENTALES DEL SECTOR ASERRÍO

En general, en el proceso del aserrado de madera se generan residuos en casi todas las etapas de producción. A continuación se efectúa una descripción de los orígenes en generación de residuos líquidos, residuos sólidos, emisión de ruido, material particulado y emisiones atmosféricas.



#### **4.1. RESIDUOS SÓLIDOS**

Los residuos sólidos generados durante el proceso de transformación de la madera corresponden principalmente a aserrín verde, corteza, despuntes de madera, viruta. Estos son considerados subproductos por contar con un mercado seguro y estable,

siendo empleados como materia prima para otras industrias del rubro forestal (madera aglomerada, calderas, celulosa, etc.). En algunos casos constituyen un recurso energético que la población demanda, producto del alto costo de la leña para calefacción domiciliaria, cotizándose a un valor promedio de \$US 20 (una camionada), además de otros usos en la agricultura.

Los volúmenes producidos son difíciles de cuantificar, dependiendo de factores como nivel de producción, tipos de aserraderos, tecnología utilizada en el proceso, etc.

No obstante, se han desarrollado factores teóricos de generación de residuos sólidos por tonelada producida. Para el caso de Aserraderos estos factores fluctúan entre 0,05 y 0,15 toneladas de residuos sólidos por tonelada producida<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Residuos Sólidos Industriales en la VIII Región. Situación actual y opciones para una gestión adecuada. CONAMA Bio-Bio, mayo de 2000.

Sobre la base de estos factores, se estima una generación de residuos a escala nacional entre 228.000 y 683.000 toneladas/año.

Esta aproximación teórica no necesariamente refleja la realidad del sector. Sin embargo, entrega un dato interesante que se constituye en una primera aproximación al tema.

Con relación al residuo borras provenientes del baño antimancha, compuestas principalmente de aserrín, tierra y soluciones de biocidas, no es considerado un residuo peligroso. Esta definición fue recientemente entregada por el departamento de Salud Ambiental del MINSAL, tomando como base el proyecto de reglamento sanitario de residuos peligrosos y las características de peligrosidad de los productos químicos utilizados en dichos procesos y las concentraciones utilizadas por el sector.

No obstante, es recomendable que los residuos generados en el baño antimancha, sean segregados para evitar la mezcla inconsciente con aserrín limpio provocando un aumento de los costos de tratamiento y disminución de su potencial económico por otro rubro, debiendo ser eliminados, al menos, a través de rellenos sanitarios.

Muy ligados al punto anterior, están los residuos constituidos por los envases de los plaguicidas. Estos constituyen residuos peligrosos y, según fuentes consultadas, en la mayoría de los aserraderos (desde pequeños a medianos) no existe un manejo adecuado de ellos, disponiéndose al aire libre, en sectores de tránsito de trabajadores y en directo contacto con el suelo, desprovisto de una protección aislante.

Las cantidades distribuidas de plaguicidas al sector aserrío y remanufactura de la madera durante el año 2002 alcanzaron las 5.127 toneladas. Su distribución se realiza en diversas presentaciones, tal como se observa el cuadro N° 1, destacando por su importancia la presentación bidón 120 lts (40,1%), granel (30,6%), bidón 220 lts (21,1%) y IBC (6,9%). Las otras presentaciones tienen una participación poco relevante.

Tal como se ha señalado la presentación a granel es la segunda en importancia. Es importante destacar que este tipo de distribución, se realiza sin fraccionamiento y en vehículos que cumplen con el DS 298/1994 "Reglamento de Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos" del MINTRATEL.

Con relación al retorno de envases (Cuadro N°2), el porcentaje logrado de 96,1 % es altamente exitoso. Sin embargo, debe tenerse presente que 826 envases considerados residuos peligrosos, no fueron retornados durante el año 2002 y que según información del año 2003 de un nuevo proveedor nos informa de retornos de

un 70%. El retorno de envases permite a las empresas proveedoras reutilizar el mismo envase un número de vueltas, que varía entre 6 y 10, dependiendo del tipo de presentación.

Finalmente las empresas proveedoras de plaguicidas asumen, al término de la vida útil del envase, su disposición final en relleno sanitario autorizado.

### Cuadro N° 1

#### **Industria del Aserrío y Remanufactura de la Madera**

#### **Estadísticas año 2002: Participación de Plaguicidas por tipo de Presentación**

<b>Características Plaguicida</b>				<b>Envases Despachados</b>		
<b>Presentación</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Nº</b>	<b>Toneladas</b>	<b>%</b>
Granel	28.000	Kilos	1	56	1.568,0	30,6
IBC	1.098	kilos	1	321	352,5	6,9
Tambor	220	kilos	1	31	6,8	0,1
Bidon	220	lts	1,098	4.481	1.082,4	21,1
Bidon	120	lts	1,098	16.000	2.108,2	41,1
Bidon	20	lts	1,098	394	8,7	0,2
				<b>21.283</b>	<b>5.127</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Proveedores de plaguicidas del rubro.

### Cuadro N° 2

## Industria del Aserrío y Remanufactura de la Madera

### Estadísticas año 2002: Porcentaje de Retorno de Envases de Plaguicidas

Características envases			Nº de envases			%
Presentación	Capacidad	Unidad	Despachados	Retornados	Diferencia	Retorno
IBC	1098	kilos	321	284	37	88,5
Tambor	220	kilos	31	19	12	61,3
Bidon	220	lts	4.481	4.301	180	96,0
Bidon	120	lts	16.000	15.794	206	98,7
Bidon	20	lts	394	0	394	0,0
<b>Total</b>			<b>21.227</b>	<b>20.398</b>	<b>829</b>	<b>96,1</b>

Fuente: Proveedores de plaguicidas del rubro.

Las actividades de mantención de los aserraderos generan una serie de residuos sólidos tales como envases de solventes, aceites, grasas y elementos de limpieza de la maquinaria.

**Finalmente y producto de la aplicación hasta el año 1999 de Pentaclorofenol y Pentaclorofenato de sodio como fungicida o producto antimancha por la industria maderera de nuestro país, para evitar la aparición de la mancha azul, han quedado grandes cantidades de aserrín acopiadas e inmovilizadas en búsqueda de una solución, por ser éstos considerados potenciales residuos peligrosos. Es importante destacar que en julio de 1999 por Resolución N°2226, complementada con Resolución Exenta N°2339 del Servicio Agrícola y Ganadero se suspendió la importación, fabricación, venta, distribución y aplicación de Pentaclorofenol en Chile.**

#### 4.2. RESIDUOS LÍQUIDOS

Los residuos líquidos generados corresponden a agua proveniente de los procesos de regado por aspersión en la fase de almacenamiento de trozas, de procesos de corte donde se utiliza agua para enfriamiento y en los baños antimanchas.

Los dos primeros son residuos que contienen impurezas orgánicas, principalmente restos de corteza y aserrín.

El baño antimancha genera uno de los residuos mas complicados de tratar a causa de la interacción del compuesto químico con los residuos provenientes del proceso de aserrado.

El baño antimancha produce residuos de alta toxicidad compuestos principalmente por pesticidas cuyas propiedades de volatilidad y movilidad, sumado a la alta solubilidad en agua del producto (forma ionizada) son propensos a producir contaminación ambiental y ser transportados a larga distancia.

Actualmente existe una variada gama de productos que, en diferentes concentraciones resultan efectivos, y que por los sistemas de baños utilizados normalmente escurren desde la madera bañada hasta llegar al suelo descubierto, siendo estos en definitiva los componentes de este residuo.

Aunque las cantidades derramadas son pequeñas, el trabajo permanente con estas sustancias genera una impregnación constante del área aledaña a la zona de baño producto del deslizamiento del producto químico en la madera extraída del tratamiento, con el consiguiente riesgo a la salud de operarios e infiltración en napas subterráneas por aporte continuo.

A continuación se mencionan aquellos fungicidas permitidos para el uso en el baño antimancha para proteger la madera. Se debe considerar que estos productos son menos tóxicos que el pentaclorofenol.

**CUADRO Nº 6  
PRESERVANTES ANTIMANCHA SIN FENOLES CLORADOS  
(SUSTITUTOS DEL PENTACLOROFENOL)**

Producto	Ingrediente Activo	Concentración Efectiva en %
ANTISTAIN	Azaconazole/deltametrin + carbendazin	1.5
ANTIZU	Metilen – bistiocianato	1.0
BASIMENT 540	Metilen – biostiocianat + ciclohexanona	2.0
BASIMENT 560-E	Ortofenil fenol potásico	8.0
BIOCIDE – 40	Metilen – bistiocianato + 2 tiocionometil benzotiazol	2.0
BUSAN 1009	Metilen – bistiocianato + tiocionometil benzotiazol	2.5
BUTROL 1109	2-(thiocyanomethyltin) benzothiazole, 2.4.6 tribrofenol	2.5
COK – 1	Didecil-dimetil amonio + yodo propinilbutilcarbamida	1.5
CS 400	2.4.6 tribromofenol	6.0
ECOBRITE	SC / B	10.0
HALOCIDE	M P A H	4.0
KOPPERS NP – 1	Diedecil-dimetil-cloruro de amonio + yodo propinil-butyl carbamato	3.0
SINESTO B	Di-yodo metil tolisulfone + amonio cuaternario	4.0
TIMBERCOTE	Amonio cuaternario	3.0
WOLSIN FL 14	Desconocido	1.0

Fuente: CONAMA- Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial

### **4.3. EMISIONES**

Las emisiones atmosféricas principales de un aserradero son generadas por las calderas de vapor (en aserraderos medianos y grandes) y las emisiones de los hornos de secado de la madera, que contienen vapor de agua y elementos propios de la madera que no son significativamente contaminantes.

Mediante la elección oportuna del emplazamiento (distancia, dirección principal de los vientos), es posible minimizar los posibles efectos que estas emisiones podrían generar. Por lo demás, las emisiones gaseosas de los aserraderos desempeñan un papel secundario cuando las plantas procesan volúmenes pequeños de materia prima. Sin embargo, a medida que los niveles de procesamiento de trozas se incrementan, también lo hacen las emisiones, especialmente en los aserraderos donde se procesan más de 50 mil m<sup>3</sup>/año.

Las principales emisiones gaseosas generadas de las calderas de vapor que alimentan de energía calórica los hornos de secado son, gases de combustión como dióxido de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno (este último es poco significativo).

### **4.4. AMBIENTE LABORAL**

El ambiente laboral está continuamente expuesto a sustancias tóxicas y peligrosas, principalmente polvo del accionar de las sierras, productos peligrosos del baño antimancha y solventes. Estos son incorporados en el organismo vía exposición cutánea, ingesta e inhalación. La segunda vía es la más riesgosa para la salud dada la rapidez de acción en el organismo. Posterior a ser absorbidos son distribuidos en el organismo, acumulándose principalmente en el hígado, donde es parcialmente metabolizado. La acción de los productos biocidas pueden llegar a ser letales.

En algunas empresas del sector resaltan falencias en materia de seguridad industrial y educación ambiental como es apreciado en las estadísticas entregadas por la ACHS, a causa de:

- El personal a cargo de las operaciones no ocupa los elementos de seguridad (como son casco, antiparras, zapatos de seguridad, máscaras, oboles, etc).
- No se aprecia una identificación clara para los accesos de trabajo a zonas de alto riesgo.
- No están adecuadamente señalados la ubicación de extinguidores y zonas de protección de siniestros.

#### 4.4.1. Polvo en Suspensión

La acción del particulado sobre el cuerpo humano esta relacionado con el tamaño de partícula incorporado en el sistema respiratorio y ocular. Es así como las sierras con cortes más finos generan partículas de menor tamaño las cuales son más perjudiciales siempre que no se adopten medidas correctivas.

**CUADRO N° 7  
EFECTOS DE EMISIONES DE POLVO EN ASERRADEROS SOBRE LOS  
TRABAJADORES**

<b>TAMAÑO DE PARTICULA (mm)</b>	<b>SU EFECTO</b>
7 a 10 y superiores	afectan ojos, son filtradas en la nariz
3.3 a 7	Son retenida en la traquea y bronquios primarios
2 a 3.3	retenidas en bronquios secundarios
1.1 a 2	retenidas en bronquios terminales
1.1 a 0.1 y menores	llegan hasta alvéolos pulmonares

Fuente: CONAMA- Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial

#### 4.4.2. Ruido

Los dispositivos mecánicos de la industria producen ruidos, éste aumenta a medida que las instalaciones son abiertas. Como el emplazamiento se encuentra próximo a la materia prima y alejado de centros poblados en la mayoría de los casos, los operarios son los perjudicados directos del ruido. Otro factor negativo incidente en los operarios es la exposición a vibraciones de la maquinaria.

#### 4.4.3. Accidentes y Tasas de Riesgo

**La información acerca de la estadística de accidentes laborales en las fábricas es desconocida por los trabajadores, lo cual no estimula la participación del personal en conseguir objetivos colectivos beneficiosos contribuyendo además a un grato lugar de trabajo.**

## **5. OPCIONES DE PRODUCCIÓN LIMPIA**

La Producción Limpia es una alternativa real para hacer coincidir el éxito de la actividad económica con la protección del medio ambiente, ya que liga estas dos variables de un modo armónico. Es muy difícil encontrar una definición específica para este concepto, pues se le puede ver de una forma global, recorriendo todo el proceso productivo, o específica, centrándose sólo en un aspecto, como podría ser el manejo de residuos.

### **5.1. Razones para optar por la Producción Limpia en la industria del Aserrío.**

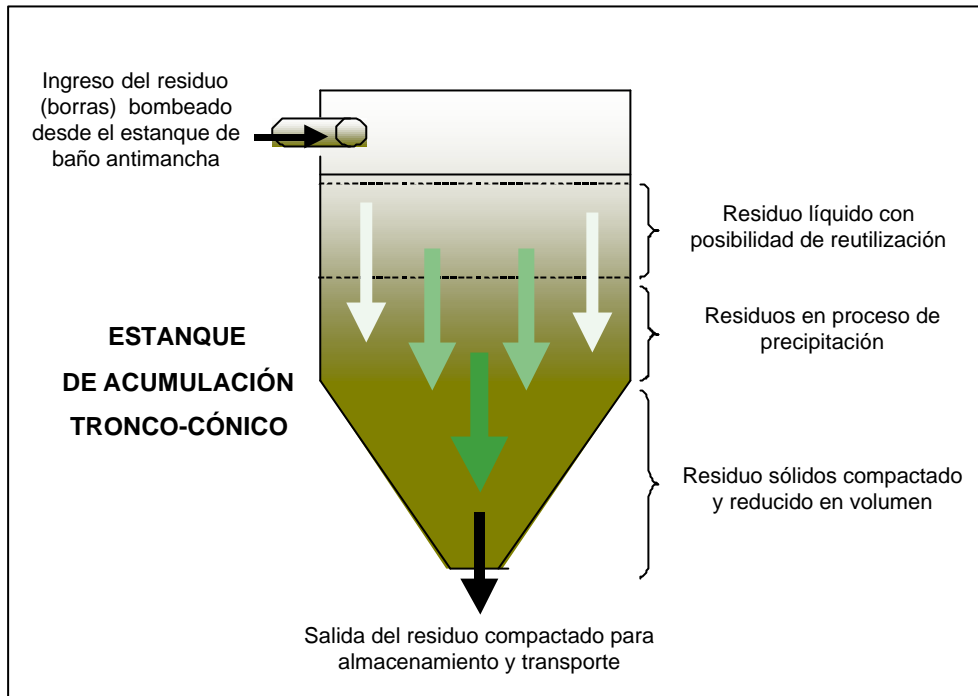
- ❖ Previene la contaminación, protege el medio ambiente, consumidores y trabajadores.
- ❖ Mejora la eficiencia, rentabilidad y competitividad del sector productivo.
- ❖ Cambia el concepto de basura o desecho por el de residuos con valor para otras empresas
- ❖ Concilia la necesidad humana de mayor cantidad de productos y servicios (por aumento demográfico) y la mantención de la calidad del agua, aire y suelo para su propia supervivencia.

### **5.2. Residuos Sólidos**

Las medidas tendientes a reducir y disponer de residuos sólidos son:

- Cambio tecnológico del equipo de corte hacia aquellas sierras más eficientes en reducir aserrín, como son la sierra circular doble y la huincha.
- Aplicar sistema de aspiración en la etapa de corte.
- Continuar promoviendo en aserraderos la utilización interna de los subproductos de madera aserrada (aserrín, corteza y virutas) y así recuperar su potencial energético.
- Diversificar los mercados de los subproductos.
- Segregar los residuos en el origen para almacenar en áreas seguras cada uno de ellos a fin de evitar las mezclas de residuos limpios con potencial económico de aquellos contaminados.
- Reducir volumen de los desechos compactando.
- Extraer las borras desde los estanques de baño antimancha por medio de succión mecánica que envíe, a través de un conducto adecuado, directamente este residuo al estanque de acumulación con salida tronco-cónica., como se observa en la figura siguiente:

**Figura N° :**



- Administrar un inventario de todos los envases de pesticidas, solventes, aceites y grasas.
- No aplicar excesos de solventes, aceites y grasas.
- Disponer de áreas de almacenamiento con estándares de seguridad adecuados según tipo de insumos y residuos.
- Señalizar todas las secciones donde se almacenen sustancias peligrosas.

### 5.3. Residuos Líquidos

Con la finalidad de reducir y reutilizar el actual volumen de agua utilizada en riego en el patio de trozas, es recomendable optimizar los sistemas de riego e impermeabilizar el patio de almacenamiento, de esta forma se disminuye el agua utilizada y aumenta el volumen de agua recuperada. Un sistema de recuperación debiese ser capaz de separar las impurezas orgánicas que contenga y contar con algunos elementos mínimos:

- Canasta de filtros (3 filtros para pretratamiento físico con separación de las fracciones gruesa, media y fina de los componentes físicos del residuo)
- Equipos de homogeneización (Para ser instaladas en el estanque)
- Estanque dimensionado según flujo permanente de residuo líquido (25 m<sup>3</sup> o más)
- Elementos adicionales para la sujeción de equipos (Por ej: perfiles de acero)
- Infraestructura para el transporte del residuo sólido.

Respecto a los pesticidas desperdiciados del baño antimancha es aconsejable:

- Impermeabilizar el área de influencia para evitar la infiltración.
- Implementar un sistema de dosificación preciso para cada tipo de pesticida.
- Recuperar el exceso de producto utilizando canaletas de acumulación.
- Optar por el baño mecanizado sobre el manual.

La ventaja de ocupar el baño mecanizado es controlar y fijar todas las variables que intervienen en un eficiente tratamiento antimancha de la madera: Tiempo de inmersión, retención, control de solución y recuperación de perdidas. Además de no exponer directamente al personal en la aplicación.

#### **5.4. Emisiones**

El tema de las emisiones de calderas a vapor, cuyo combustible es principalmente residuos de madera, requiere básicamente los cuidados en efectuar una mantención permanente y oportuna a todos los sistemas que la componen.

Generalmente, las calderas con este tipo de combustible producen emisiones por sobre la norma establecida cuando la combustión es incompleta. Para solucionar este inconveniente se recomienda:

- Mantener una combustión constante, producto de que las mayores emisiones contaminantes provenientes de este tipo de calderas se generan al momento de iniciar la combustión y al finalizarla.
- Enriquecer la combustión por medio del insuflamiento de aire (mezcla de aire enriquecido), lo que permite mejorar la combustión interna.
- Aislar el horno con ladrillos refractarios, de manera de disminuir las perdidas de calor.

A pesar de cumplir cabalmente esta medidas, es posible detectar emisiones de partículas por lo que aún es posible incorporar tecnología que permita disminuir entre un 90% a un 99% las emisiones de material particulado a la atmósfera. Para esto se utilizan principalmente los filtros de mangas o filtros de tela, que son los sistemas de mayor uso actualmente en la mediana y gran industria, debido principalmente a la eficiencia de la recolección y a la simplicidad de funcionamiento.

Por otro lado, y como tecnología de punta, están los Precipitadores electrostáticos, consistentes en un equipo de control de material particulado, que utiliza fuerzas eléctricas para mover las partículas fuera del flujo de gases y llevarlas a un colector.

Los precipitadores electrostáticos tienen eficiencias de un 99,9% en remoción de partículas del orden de 1 a 10  $\mu\text{m}$ , sin embargo, para partículas de gran tamaño (20-

30 µm) la eficiencia baja, por lo que se requiere tener de preferencia un equipo de pretratamiento.

En general, los precipitadores electrostáticos son utilizados para tratar altos caudales de gases, con altas concentraciones de material particulado, ya que el costo de mantención es elevado y sólo un alto nivel de funcionamiento supera a otras alternativas más económicas e igual de eficientes.

## **5.5. Ambiente Laboral**

### **5.5.1. Polvo en Suspensión**

Para reducir las emisiones de polvo y material particulado en los puestos de trabajo, deberá dotarse a las máquinas de dispositivos de aspiración. Esta medida se basa tanto en la prevención de la salud para los empleados como en la protección frente a incendios y explosiones.

Si en el mecanizado se liberan sustancias perjudiciales para la salud, no es adecuado retornar el aire expulsado a las áreas de trabajo.

La conducción del polvo aspirado debe realizarse a través de tubos incombustibles, resistentes a las roturas y al desgaste. La construcción de los tubos de aspiración y la medición de las velocidades de succión deben realizarse de tal modo que no se produzcan sedimentaciones en puntos no deseados del sistema.

Antes de evacuar el aire aspirado se debe capturar el material particulado con un equipo de control. Esto se realiza mediante separadores centrífugos o filtros textiles. En la aspiración de polvo de lijado es necesaria la utilización de filtros textiles más eficaces. Con el fin de prevenir incendios, los dispositivos de aspiración deben estar provistos de sistemas de una protección preventiva, como válvulas de descarga de la presión, dispositivos de detección de chispas, detectores de incendios sin llamas y equipos de extinción.

A lo concerniente a elementos de seguridad, es de prioridad ocupar mascarar que atrapen la fracción fina del material particulado generado en los procesos de corte de tamaño menor a 2,5 µm (MP 2,5) a causa de ser más peligroso para la salud, ya que puede impactar en la parte más noble de las vías respiratorias, como son los alvéolos, donde se realiza la función de intercambio gaseoso (respiración), alterando los mecanismos defensivos del organismo y facilitando el ingreso de bacterias o virus que causan infecciones respiratorias agudas. Además las partículas finas pueden transportar metales pesados u otros elementos nocivos del baño

antimancha, los que pueden dañar la salud a largo plazo, causando enfermedades tan graves como cáncer pulmonar e incluso, causando muerte prematura.

#### 5.5.2. Ruido

Los nuevos equipos incorporados en la industria deben orientar a reducir los ruidos y vibraciones actuales.

Emplazar la maquinaria en recintos cerrados lejos de conjuntos residenciales.

#### 5.5.3. Accidentes y Tasas de Riesgo

- Si bien la mayor parte de las empresas cuentan con un asesor en materia de seguridad laboral (experto en prevención de riesgos, lo ideal es una incorporación completa de esta medida en el sector del Aserrió y Remanufactura de la madera.
- Capacitar a los trabajadores e informar de los riesgos a que esta expuesta su salud para así adquirir conciencia ambiental de sus actos.
- La empresa debe proporcionar los elementos de seguridad adecuados y exigir su uso a cabalidad por parte de los trabajadores en las faenas.
- Dado el elevado riesgo de incendio producto del almacenamiento de gran cantidad de material inflamable, se deberán implementar Planes de Prevención de Riesgos de incendio, así como un Plan de Contingencia en situaciones de emergencia.
- Confeccionar pizarras de registros o balizas de anuncio de accidentes, entre otras medidas innovadoras que promuevan la participación de los trabajadores a su criterio.