

# Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para aserraderos y fabricación de productos de madera

## Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión<sup>1</sup>. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. En el caso de proyectos complejos, es probable que deban usarse las guías aplicables a varios sectores industriales, cuya lista completa se publica en el siguiente sitio web:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>.

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. En lo que respecta a la

posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Si corresponde utilizar niveles o indicadores menos rigurosos en vista de las circunstancias específicas del proyecto, debe incluirse como parte de la evaluación ambiental del emplazamiento en cuestión una justificación completa y detallada de cualquier alternativa propuesta, en la que se ha de demostrar que el nivel de desempeño alternativo protege la salud humana y el medio ambiente.

## Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para los Aserraderos y la Fabricación de Productos de Madera incluye información relevante para proyectos e instalaciones como los dedicados a la fabricación de muebles, así como las plantas que fabrican tableros y vigas laminados encolados. Incluye asimismo el tratamiento de conservación de la madera y de los

<sup>1</sup> Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

productos de madera. Los contrachapados y otros productos de cartón derivados de la madera se describen en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para Tableros y Productos de Madera Particulada, mientras que el cultivo, recolección y transporte de la madera se incluyen en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el Manejo Forestal. El Anexo A contiene una descripción de las actividades de la industria. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria

Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño

Sección 3.0: Referencias

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

## 1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a los aserraderos y a la fabricación de productos de madera que tienen lugar durante la fase operacional, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes establecimientos industriales durante las etapas de construcción y de desmantelamiento.

### 1.1 Medio ambiente

Las cuestiones ambientales asociadas a los aserraderos y a la fabricación de productos de madera incluyen principalmente las siguientes:

- Prácticas forestales sostenibles
- Generación de residuos sólidos
- Emisiones al aire
- Aguas residuales
- Ruido
- Incendios

#### Prácticas forestales sostenibles

El principal impacto ambiental de los aserraderos y de la fabricación de productos de madera está relacionado con el manejo de los recursos forestales. Las cuestiones relacionadas con las prácticas forestales sostenibles se tratan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el Manejo Forestal**. En los aserraderos y en la fabricación de productos de madera, los impactos forestales se reducen al mínimo mediante la maximización de la eficiencia de conversión de la madera, tal y como se describe más adelante.

## Generación de residuos sólidos

### *Eficiencia de conversión*

La generación de residuos sólidos está directamente relacionada con la eficiencia de conversión de los rollos en madera de construcción aserrada u otros productos finales. La eficiencia de conversión de los rollos en madera de construcción aserrada suele estar por debajo del 40 por ciento. La utilización de equipos modernos y de personal capacitado puede elevar la eficiencia hasta el 70 por ciento. Las medidas técnicas y operativas para aumentar la eficiencia de conversión de la madera y reducir al mínimo los residuos de madera incluyen:

- Optimizar la tecnología y las técnicas de cortado primario de los troncos, por ejemplo, considerar la posibilidad de utilizar sierras de cinta o de bastidor y de emplear el corte transversal antes que el corte al hilo para aumentar el volumen de madera utilizable;
- Utilizar equipos de exploración de los troncos para determinar el patrón de corte óptimo sobre la base de las dimensiones brutas de los troncos y de la combinación de producto requerida para los mismos. Existen a estos efectos algoritmos de aserrado en tiempo real;
- Utilizar tecnología de exploración para maximizar la utilización de los tableros aserrados y del corte de acuerdo con algoritmos predeterminados;
- Utilizar la unión dentada en las operaciones de transformación para combinar restos de madera o madera de poco valor en productos. Utilizar los productos residuales de grandes dimensiones en los tableros laminados encolados (glulam);
- Capacitar y supervisar a los operadores para asegurar el conocimiento y la implementación de medidas para mejorar la conversión, tales como:

- Medir y caracterizar a los troncos por diámetro, espaciando las hojas de las sierras de bastidor para maximizar adecuadamente la eficiencia de conversión
- Situar los troncos perpendicularmente respecto a las hojas de las sierras de bastidor
- Reducir al mínimo el uso de ganchos para mover los troncos o los tableros con el fin de evitar daños en el producto

### *Reciclaje y eliminación*

Es posible reciclar los residuos de madera mediante la utilización de los residuos como insumo para la fabricación de productos secundarios en otras industrias o como fuente de combustible para la generación de calor y energía. Las opciones óptimas de reciclaje dependen de las condiciones del mercado local y del tamaño (por ejemplo, virutas de aserradero o polvo de lijado) y sequedad del material, aunque los residuos de mayor tamaño suelen ser más rentables como subproductos de fibra que como combustible. El valor y las opciones de eliminación de los residuos de aserradero suelen ser mayores si los residuos no contienen corteza, lo que requiere descortezar los troncos antes del corte primario.

Los residuos de madera que contienen preservantes químicos deben ser tratados como residuos peligrosos y eliminados en un vertedero capaz de manejar residuos de los que puedan filtrarse productos químicos o mediante la incineración a altas temperaturas en un incinerador con dispositivos eficaces de control de la contaminación del aire. La utilización de residuos de madera como insumo para la fabricación de productos secundarios debe tener en cuenta la contaminación potencial provocada por los desechos de productos químicos conservantes.

Las opciones de utilización y eliminación de los residuos de madera incluyen<sup>2</sup>:

- Utilizar virutas de madera sin corteza y otros residuos de madera como materia prima para las industrias de fabricación de pasta y papel o de fabricación de tableros. Los fabricantes de madera de partículas pueden aceptar también serrín y virutas con corteza;
- Utilizar las virutas de madera y corteza como cubierta vegetal para jardines, los arcenes de las carreteras y la agricultura. Utilizar el serrín y las virutas de madera para yacijas para animales;
- Utilizar los residuos de madera como combustible para generar calor / energía para la calefacción del espacio de la instalación y para sus necesidades de proceso, y / o para exportar;
- Producir briquetas de combustible;
- Fabricar carbón vegetal.

Una vez que se han considerado todos los demás posibles usos beneficiosos viables, los residuos de madera deben eliminarse por medio de la incineración controlada, tal y como se describe más adelante. La acumulación de residuos en una escombrera o vertedero en el aserradero no es aceptable, ya que estas opciones presentan un serio riesgo de incendio que, una vez iniciado, puede ser muy difícil de controlar, además de poder contaminar las aguas subterráneas.

### **Emisiones al aire**

Las emisiones al aire asociadas a las operaciones de los aserraderos proceden de diversas fuentes. Los productos de combustión generados por las calderas pueden incluir monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos

<sup>2</sup> Las cuestiones ambientales y de salud ocupacional asociadas a la utilización de madera para la fabricación de subproductos pueden ser complejas y deben tenerse en cuenta en la elección de las alternativas de reciclaje de los residuos de madera.

de azufre (SO<sub>x</sub>), materia particulada (MP) y compuestos orgánicos volátiles (COV) de la corteza y de la madera, dependiendo del tipo de combustible elegido. Los COV también pueden ser emitidos durante el secado en horno de la madera y la aplicación de disolventes, revestimientos y barnices. El polvo de madera y las partículas de mayor tamaño se generan durante las operaciones de aserrado, mecanizado y lijado.

Las operaciones de aserradero pueden utilizar la incineración controlada para eliminar los residuos de madera, lo que puede generar emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), materia particulada (MP) y compuestos orgánicos volátiles (COV) de la corteza y de la madera.

El manejo de las emisiones procedentes de fuentes de combustión (incluidas las de combustible de biomasa) asociadas con las actividades de generación de vapor y electricidad, o de la incineración de residuos, a partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor capacidad se analizan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para Centrales Térmicas**. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación sobre cuestiones ambientales teniendo en cuenta la carga total de emisiones.

Las técnicas recomendadas para controlar las emisiones al aire asociadas con la incineración de residuos de madera y la combustión en calderas incluyen:

- Proveer un suministro de combustible consistente:
  - El combustible de residuos de madera debe tener un contenido húmedo constante. Mantener un almacenamiento separado de los residuos húmedos (por ejemplo, virutas de aserradero) y secos (por

ejemplo, virutas del cepillado) y proteger los montones de los elementos atmosféricos.

- El suministro de combustible para las calderas / el incinerador debe mantener una proporción constante de combustible húmedo y seco;
- Mantener una relación aire-combustible óptima para las diferentes combinaciones de combustible. Instalar dispositivos para el ajuste independiente tanto del suministro de los residuos de madera como del suministro de aire de combustión para la caldera / el incinerador;
- En caso de que se utilice la reinyección de las cenizas volantes para mejorar la eficiencia del horno, la corriente de cenizas entrante debe clasificarse previamente utilizando clasificadores de arena. Las pequeñas partículas de ceniza y la arena deben enviarse a la pila de cenizas;
- Las cenizas procedentes de la incineración de residuos de madera deben almacenarse en una zona cerrada, protegida del viento, hasta que se hayan enfriado por completo. Dichas cenizas pueden ser llevadas de nuevo al bosque o a otros emplazamientos para su utilización como fertilizante o como enmienda del suelo;
- Utilizar ciclones, cámaras de filtros y / o precipitadores electrostáticos, y / o lavadores para controlar las emisiones de partículas de acuerdo con los requisitos específicos del lugar.

Las recomendaciones para prevenir, reducir al mínimo y controlar las emisiones de COV durante el secado en horno de la madera y la aplicación de disolventes incluyen:

- Recolección y recuperación por destilación de los disolventes de limpieza;
- Reformular los revestimientos para reducir el contenido en COV incluida, en caso de que no se requiera un acabado de alto brillo, la utilización de revestimientos a base de agua;

- Cercar los baños por inmersión en la medida de lo posible y garantizar la extracción controlada de los disolventes;
- Utilizar una pulverización de Alto Volumen Baja Presión (HVLP) o sistemas de pulverización electrostática para mejorar la eficiencia de aplicación de la pulverización;
- Utilizar zonas cerradas para las actividades de pulverización. Debe utilizarse la recirculación del aire en la zona de pulverización para reducir el volumen de aire que debe ser tratado antes de su liberación;
- Eliminar los COV de la corriente de aire mediante combustión o absorción en filtros de carbón. La combustión puede ser térmica o catalítica. La absorción en filtros de carbón es eficiente, pero puede no ser viable en áreas en que no existe ningún sistema para recuperar los disolventes;

El polvo de madera y las partículas de mayor tamaño se generan durante las operaciones de aserrado, mecanizado y lijado. Debe disponerse de sistemas de extracción local para los lugares en que se forman dichas partículas, incluidas las sierras y la maquinaria de lijado, recortado y fresado<sup>3</sup>. Para eliminar las partículas de la corriente de aire antes de su liberación se utilizan por lo general ciclones o filtros de bolsa. El aire filtrado puede ser reincorporado al lugar de trabajo, lo que reduce en su caso los requisitos de calefacción del mismo. Asimismo, deben emplearse buenas prácticas de servicio para reducir al mínimo la generación de polvo.

## Aguas residuales

### *Aguas residuales de procesos industriales*

Los efluentes de aguas residuales de los aserraderos se generan por la escorrentía de las áreas de almacenamiento

<sup>3</sup> Pueden consultarse controles específicos para la ventilación local de escape de diferentes máquinas y equipos en la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional del Departamento de Trabajo de Estados Unidos (OSHA), Wood Products: Sawmills e-Tool: Plant Wide Hazards, 2003, disponible en: <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/dust.html>

irrigadas, tales como los patios de troncos y las lagunas de troncos. El revestimiento químico de la madera también genera aguas residuales. Los conservantes químicos de la madera tóxicos incluyen hidrocarburos aromáticos polinucleares, pentaclorofenol, otros plaguicidas y compuestos de cromo, cobre y arsénico. Las aguas residuales de procesos que contengan conservantes químicos deben contenerse como parte de un sistema de aplicación de circuito cerrado.

La escorrentía procedente de los patios de troncos y de las lagunas de troncos puede contener sustancias químicas tóxicas (como taninos, fenoles, resinas y ácidos grasos) filtradas de la madera, así como tierra y otros materiales eliminados de la corteza. Por lo general, el lixiviado tiene una elevada DOB (150 -5000 mg/l) y DOQ (750 – 7500 mg/l).

Las recomendaciones para prevenir, minimizar y controlar los efluentes derivados de la madera almacenada incluyen:

- Contener la escorrentía procedente de los patios de troncos mediante la utilización de superficies impermeables, juntas selladas y bordillos de contención de derrames para evitar la filtración de aguas contaminadas en el suelo y en las aguas subterráneas;
- Forrar las lagunas de troncos para prevenir la filtración de los contaminantes en el suelo y en las aguas subterráneas;
- Reciclar el agua de riego para limitar el derrame de los efluentes en las aguas subterráneas y superficiales;
- Separar las aguas pluviales de las áreas de proceso de las de las áreas que no son de proceso y manejarlas tal y como se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las recomendaciones para prevenir y minimizar los efluentes generados por la madera almacenada incluyen:

- Contener adecuadamente la escurrentía de los patios de troncos mediante superficies impermeables, juntas selladas y bordillos de contención de derrames para evitar la filtración de aguas contaminadas en el suelo y en las aguas subterráneas;
- Contener las lagunas de troncos para evitar la filtración de los contaminantes en el suelo y en las aguas subterráneas;
- Reciclar el agua de riego para limitar el derrame de efluentes en aguas subterráneas y superficiales;

### *Tratamiento de aguas residuales de procesos*

Las técnicas empleadas en el tratamiento de aguas residuales de procesos industriales en el sector incluyen: la separación de sólidos flotantes como la madera fina por medio de Flotación por Aire Disuelto (FAD); la filtración mediante la separación de sólidos filtrables; la ecualización de flujo y carga; la sedimentación para reducir los sólidos en suspensión mediante el uso de clarificadores; el tratamiento biológico dirigido a reducir la materia orgánica soluble (DOB); la deshidratación y eliminación de residuos en vertederos de residuos especificados, reconociendo que algunos de ellos pueden ser peligrosos. Puede ser necesario recurrir a controles de ingeniería adicionales para i) la eliminación de arsénico empleando procesos de intercambio iónico o procesos de membrana, como por ejemplo ósmosis inversa, ii) la eliminación avanzada de metales mediante el intercambio iónico, la filtración por membrana u otras tecnologías de tratamiento físico/químico, iii) la eliminación de sustancias orgánicas recalcitrantes, plaguicidas, conservantes de la madera y DQO no biodegradable mediante el empleo de carbón activado u oxidación química avanzada y iv) la reducción de la toxicidad de los efluentes mediante la tecnología adecuada (por ejemplo, ósmosis inversa, intercambio iónico, carbón activado, etc.).

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se explica el manejo de aguas residuales

industriales y se ofrecen ejemplos de enfoques para su tratamiento. Mediante el uso de estas tecnologías y técnicas recomendadas para la gestión de aguas residuales, los establecimientos deberían cumplir con los valores para la descarga de aguas residuales que se indican en el cuadro correspondiente de la Sección 2 del presente documento sectorial.

### *Consumo de agua y otras corrientes de aguas residuales*

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se dan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deberían desviarse hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales. Las recomendaciones para reducir el consumo de agua, especialmente en aquellos sitios en que pueda ser un recurso natural escaso, se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

### **Manejo de materiales peligrosos**

Las plantas dedicadas a la aplicación de tratamientos de conservación de la madera o al revestimiento de productos pueden acumular volúmenes elevados de sustancias químicas peligrosas, tales como conservantes de la madera, pinturas, barnices y disolventes. La conservación de madera se lleva a cabo por lo general a través de procesos de tratamiento por inmersión o presurización que utilizan conservantes basados en plaguicidas diluidos en agua o aceite<sup>4</sup>. El arseniato de cobre cromado (CCA) es una sustancia química para conservar la madera común, a pesar de que su utilización está siendo limitada en algunos países debido a sus señalados efectos tóxicos sobre el medio ambiente. En el mercado están

<sup>4</sup> Para los peligros para la salud asociados a los conservantes de la madera, véase la sección sobre higiene y seguridad ocupacional de este documento.

disponibles diversas alternativas, incluida ACQ (que contiene óxido de cobre y amonio cuaternario), azole de cobre y boratos para su utilización en entornos secos, además de otros materiales alternativos<sup>5</sup>.

Además de las recomendaciones para el almacenamiento y la manipulación seguros de materiales peligrosos contenidas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, deben adoptarse, cuando sea necesario, las siguientes medidas, específicas para las plantas que aplican tratamientos de conservación de la madera:

- Los tanques y componentes de almacenamiento deben cumplir las normas internacionales relativas a la integridad del diseño estructural y al desempeño operativo;
- Los espacios y los tanques para el almacenamiento y tratamiento químicos deben estar situados en áreas cerradas como, por ejemplo, una zona concreta cubierta y cerrada bajo la cual haya una membrana impermeable. Todos los derrames que se produzcan en esta zona deben drenar en un tanque / depósito, situado en un área cerrada en que puedan detectarse las fugas;
- Los tanques de almacenamiento deben disponer de indicadores de nivel, alarmas y sistemas de corte para reducir el riesgo de desbordamiento;
- Los tanques que suministran cargas a granel de productos químicos para el tratamiento de la madera deben aplicar medidas de prevención de derrames como las descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**;
- La zona de contención total debe albergar un área colectora cerrada e impermeable de post tratamiento. Los desechos generados por el goteo de la madera deben ser recogidos para su reutilización;

- Deben utilizarse productos químicos de tratamiento que pueden curar la madera al calor para evitar las propiedades de lixiviación. La máquina de cura debe estar situada dentro de la zona de contención;
- La madera tratada y curada puede ser almacenada al aire libre. En caso de no estar curada, la madera debe cubrirse y las aguas pluviales deben ser recogidas y tratadas, tal y como se describe más arriba en la sección 'Aguas residuales'.

## 1.2 Higiene y seguridad ocupacional

Los riesgos para la higiene y la seguridad ocupacional durante la construcción y el desmantelamiento de los aserraderos y de las plantas de fabricación de productos de madera son similares a los que se producen en la mayoría de las instalaciones industriales, y su prevención y control se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Los riesgos para la higiene y la seguridad en el trabajo asociados a los aserraderos y a las plantas de fabricación de productos de madera incluyen principalmente:

- Peligros físicos
- Ruido
- Polvo
- Sustancias químicas
- Explosiones
- Espacios reducidos

### Peligros físicos

Las lesiones más graves en este sector se producen por lo general como consecuencia de fallos en los sistemas de bloqueo – desconexión. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen estrictos

<sup>5</sup> US EPA Advisory, disponible en: <http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca/alternativestocca.htm>

procedimientos de bloqueo – desconexión que deberán implementarse y practicarse con regularidad.

### *Seguridad de la maquinaria*

Las plantas de procesamiento de madera emplean diversas clases de maquinaria cortante, como sierras, fresadoras, astilladoras, aplanadoras, lijadoras, cepilladoras, descortezadoras, etc. Las descortezadoras también pueden causar lesiones a los trabajadores. Los equipos de corte y descortezado trabajan a menudo en rápido movimiento. Los accidentes suelen producirse cuando las máquinas se encienden accidentalmente durante su mantenimiento y limpieza.

Para prevenir, reducir al mínimo y controlar las lesiones asociadas a los equipos de cortado y descortezado<sup>6</sup>, deben adoptarse cuando corresponda las siguientes recomendaciones:

- Todos los equipos de corte y descortezado, como las sierras circulares y las descortezadoras rotativas, deben estar equipados con dispositivos de seguridad o de bloqueo para prevenir el acceso a las partes en movimiento;
- Los trabajadores deben estar capacitados en el uso seguro de los equipos de corte y descortezado, como por ejemplo la utilización de empujadores y otros instrumentos para pasar la madera por las hojas manteniendo todas las partes del cuerpo alejadas de las mismas;
- Las estaciones de trabajo deben ajustarse para reducir al mínimo el peligro que para las personas podrían suponer los fragmentos provocados por roturas;

<sup>6</sup> Pueden consultarse técnicas específicas para reducir al mínimo las lesiones asociadas a los equipos de corte y descortezado en US OSHA (2003), disponible en: [http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/log\\_breakdown.html](http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/log_breakdown.html)

- Las sierras y el equipo de descortezado deben ser inspeccionados y mantenidos regularmente para prevenir fallos en los mismos;
- Todo el personal que trabaje con los equipos de corte debe utilizar protección para los oídos y otros EPP en caso necesario. Las sierras deben estar equipadas con pantallas u otros dispositivos que protejan a los trabajadores en caso de que el tronco se escurra.

### *Actividades de manejo de los troncos*

Los troncos suelen descargarse de vagones de tren o camiones pesados y apilarse con máquinas antes de ser trasladados a los transportadores de troncos y las plataformas de carga de los troncos para su procesamiento en el aserradero. Son frecuentes las lesiones ocasionadas por los movimientos de vehículos en los patios en que se apilan los troncos, además de las lesiones provocadas por troncos que ruedan y caen de los equipos de manipulación o troncos que se caen de las pilas de troncos. Los troncos también pueden almacenarse en lagunas de troncos antes de su transporte al aserradero.

Para prevenir, minimizar y controlar las lesiones que puedan producirse en los patios de apilado de los troncos y en las lagunas de troncos, se recomiendan las siguientes medidas<sup>7</sup>:

- Mecanizar completamente las actividades en el patio de apilado de los troncos para reducir el contacto humano con los troncos durante las actividades de manejo y apilado;
- Señalizar claramente las rutas de transporte dentro de los patios de apilado de los troncos y controlar de forma estrecha el movimiento de vehículos;
- Los patios de apilado de los troncos no deben sobrepasar la altura definida como segura en las evaluaciones de riesgo, que tendrán en cuenta las circunstancias

<sup>7</sup> Pueden encontrarse técnicas específicas para la recepción y manipulación de troncos en US OSHA (2003), disponible en: <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/receive.html> y <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/convey.html>.

específicas del emplazamiento, incluyendo el método de apilado<sup>8</sup>;

- Restringir el acceso a los patios de apilado de los troncos al personal autorizado;
- Las plataformas de carga de los troncos deben disponer de topes, cadenas y otros dispositivos de seguridad para impedir que los troncos se deslicen y caigan de la plataforma;
- Capacitar a los trabajadores en procedimientos de trabajo seguro en las zonas de apilado y carga de troncos, incluyendo la prevención de caídas de troncos y la planificación de rutas de escape;
- Equipar a los trabajadores con botas protectoras con punta de acero, cascos y chaquetas de alta visibilidad;
- Todos los equipos móviles deben disponer de alarmas de marcha atrás audibles;
- Capacitar a los trabajadores en procedimientos para minimizar las lesiones durante el traslado de los troncos a las lagunas de troncos;
- Instalar vallas de seguridad y barandillas para prevenir caídas accidentales en las lagunas de troncos. Las pasarelas y plataformas deben estar debidamente ancladas;
- Capacitar a los operadores de las barcas que trabajan en las lagunas en medidas de seguridad y dotar los botes de los equipos salvavidas adecuados. Debe disponerse de instalaciones para proporcionar calor en caso de que los empleados que trabajan en la laguna caigan al agua en climas fríos.

### *Sistemas transportadores*

Los aserraderos suelen transportar la madera utilizando sistemas de transporte eléctricos móviles multitrayecto. Los transportadores sometidos a altas tensiones pueden quebrarse,

<sup>8</sup> Las operaciones de apilamiento manual suelen limitar la altura de las pilas a 2 metros, mientras que las operaciones de apilamiento mecánicas permiten trabajar de forma segura con alturas superiores.

provocando lesiones. La ropa y los miembros del cuerpo también pueden quedar atrapados en los transportadores.

Las medidas recomendadas para prevenir, minimizar y controlar las heridas producidas por los sistemas transportadores son las siguientes:

- El diseño de la planta debe hacer hincapié en rutas de transporte sencillas y claramente señalizadas, con placas guía para evitar el acceso en caso necesario;
- Los engranajes, cadenas y rodillos móviles deben estar totalmente cercados;
- Deben llevarse cascos en aquellas áreas en que se estén utilizando transportadores elevados;
- Deben instalarse dispositivos de parada en las cintas transportadoras para detener el transportador en caso de un fallo en el equipo;
- Las cintas deben ser inspeccionadas diariamente por personal capacitado para garantizar que estén en buenas condiciones de funcionamiento. Las actividades de mantenimiento de los sistemas de bloqueo y etiquetado de seguridad se describen en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

### *Levantamientos, tareas repetitivas y posturas en el trabajo*

Las actividades propias de los aserraderos y de la fabricación de productos de madera pueden requerir el traslado de piezas de equipo o madera pesadas que puede provocar lesiones en la espalda si no se levantan del modo correcto. Además, muchas de las tareas de proceso son repetitivas y pueden provocar tensiones / lesiones en manos y brazos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen los enfoques de manejo recomendados para reducir este tipo de lesiones.

## Ruido

Las operaciones en aserraderos y en plantas de fabricación de productos de madera pueden generar elevados niveles de ruido. Además de las recomendaciones para el manejo del ruido en el trabajo descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, las medidas específicas sectoriales para prevenir, minimizar y controlar las lesiones provocadas por el ruido incluyen:

- Cercar aquellas máquinas y equipos que generan niveles elevados de emisiones de ruido (por ejemplo, superiores a los 85dB(A)) en cabinas de reducción del ruido;
- Llevar a cabo labores de mantenimiento de forma regular, incluida la lubricación con agua de las máquinas y de las hojas de sierra y la eliminación de las resinas acumuladas;
- Ajustar los parámetros de la sierra circular (por ejemplo, profundidad del corte, ángulo de la hoja, velocidad de la hoja) en función de la madera que se esté cortando y de la maquinaria empleada;
- Considerar la utilización de portadiscos más silenciosos, además de otros equipos menos ruidosos (por ejemplo, sierras de bastidor);
- Proporcionar a los trabajadores los equipos de protección personal (EPP) adecuados, incluida protección para los oídos.

## Polvo

La inhalación de polvo de madera puede provocar irritación, asma, reacciones alérgicas y cáncer nasofaríngeal en los trabajadores dedicados al procesamiento de la madera. El posible peligro para la salud humana depende del tipo de madera procesado, ya que la madera de ciertas especies de árboles tiene un impacto potencial más grave que otras (por ejemplo, madera de frondosas, como roble, haya, teca, caoba, nogal y abedul). La exposición al polvo debe prevenirse y controlarse mediante la adopción y mantenimiento de sistemas

de extracción y filtración eficaces<sup>9</sup>, tal y como se describe en la sección previa sobre 'Medio Ambiente', y complementarse, en caso necesario, con el empleo de Equipos de Protección Personal (EPP), como máscaras y respiradores.

## Sustancias químicas

Los trabajadores pueden estar expuestos a niveles elevados de productos químicos peligrosos, incluidos disolventes<sup>10</sup>, durante la aplicación de tratamientos de conservación, pintura o barnizado.

Las técnicas recomendadas para prevenir y controlar la exposición a sustancias químicas incluyen<sup>11</sup>:

- Sustituir revestimientos y adhesivos basados en disolventes por alternativas menos tóxicas;
- Utilizar técnicas automáticas para aplicar revestimientos y adhesivos;
- Utilizar ventilación de escape local en aquellas zonas con elevadas concentraciones de vapor químico, como la pulverización manual, el apisonado y el cepillado, además del revestimiento por inmersión y otros procesos de revestimiento automáticos. La pulverización manual y el revestimiento por inmersión deben realizarse en zonas separadas y ventiladas, utilizando cerramientos o cubiertas de captación complementadas en caso necesario mediante el uso de EPP como máscaras y respiradores;

<sup>9</sup> Pueden consultarse controles específicos para la ventilación local de escape de diferentes máquinas y equipos en US OSHA 2003. Disponible en: <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/dust.html>

<sup>10</sup> Los disolventes de uso más común en estos revestimientos incluyen tolueno, xilenos, metil etil cetona (MEK), metil isobutil cetona (MIBK) y metanol. Los revestimientos catalizados con ácido contienen formaldehído. Todos estos disolventes tienen efectos a corto plazo tales como irritación de los ojos, la nariz y la garganta, así como dolores de cabeza, mareos, confusión, fatiga y náuseas. Los efectos a largo plazo incluyen problemas reproductivos, desórdenes del sistema nervioso central y daños en los pulmones, el hígado y los riñones. US OSHA (2003)

<sup>11</sup> US OSHA (2003).

- En caso necesario, los trabajadores deben llevar una vestimenta protectora adecuada para evitar el contacto de la sustancia química con piel, ojos, o por inhalación.

Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones y medidas adicionales para la implementación de los programas de manejo de la higiene y la seguridad en el trabajo según sean aplicables al manejo de materiales peligrosos y a los riesgos químicos para la higiene y la seguridad ocupacional.

### Explosiones

La fabricación de productos de madera y, en particular, el mecanizado de madera seca, puede generar polvo fino combustible que puede resultar explosivo en el aire. Cuando se utilizan disolventes para aplicar revestimientos mediante pulverización, existe un riesgo elevado de explosiones de estos disolventes. El riesgo de explosiones puede minimizarse mediante la aplicación de las medidas de prevención y control de la acumulación de polvo que se describen en la sección sobre 'Medio Ambiente' de esta guía.

Además, las recomendaciones para prevenir y controlar los riesgos de explosión asociados al polvo y a los disolventes incluyen:

- Servicios de mantenimiento periódicos para asegurar que el polvo se elimine de la instalación, incluida una purga o vaciado de toda la instalación (por ejemplo, cambios de las cubiertas) cada dos años;
- Eliminar todas las fuentes de ignición del entorno laboral, incluido:
  - Utilizar equipos eléctricos clasificados al menos como IP64

- Eliminar las llamas desnudas, como los quemadores de llama, sopletes de soldar o de corte, cerillas, mecheros y calefactores
- Controlar las superficies calientes, como los motores de combustión interna en funcionamiento, chispas por fricción, cables calientes, metales incandescentes y cojinetes sobrecalentados
- Controlar los equipos portátiles alimentados a pilas (por ejemplo, radios, teléfonos móviles, etc.)
- Utilizar de forma segura ciertos productos químicos, como por ejemplo los productos de endurecimiento con peróxido, que pueden autocalentarse o provocar combustiones espontáneas
- Instalar sistemas de detección de chispas y de aspersión en los equipos de control del polvo
- Instalar sistemas de puesta a tierra para los transportadores y los sistemas de control del polvo con el fin de evitar las descargas de electricidad estática
- Utilizar paredes de protección frente a explosiones en todos los equipos que manejen polvo, así como en los edificios;
- Equipar los molinos y las plantas con equipos de extinción de incendios adecuados y accesibles, incluidos sistemas de aspersión automáticos;
- Capacitar a los trabajadores en procedimientos de evacuación de emergencia y en técnicas de extinción de incendios en primera línea de ataque.

### 1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los impactos en la higiene y seguridad de la comunidad durante la construcción y desmantelamiento de los aserraderos y de las plantas de fabricación de productos de madera son comunes a los de la mayoría de las demás instalaciones

industriales, y su prevención y control se analiza en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las cuestiones relativas a la higiene y la salud de las comunidades asociadas con los aserraderos y con la fabricación de productos de madera incluyen principalmente la exposición al polvo y a humos. La generación de polvo asociada a las actividades de proceso y los humos derivados de los incineradores de residuos de madera pueden afectar a la calidad del aire de las comunidades locales. Los operarios deben asegurarse de que las técnicas destinadas a mitigar los impactos descritos en la sección sobre 'Medio Ambiente' garanticen la ausencia de impactos negativos para la comunidad.

## 2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

### 2.1 Medio ambiente

#### Guías sobre emisiones y efluentes

En el Cuadro 1 se presentan las guías sobre emisiones para las operaciones de proceso en el sector de los aserraderos y de la fabricación de productos de madera. Las cantidades correspondientes a las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este sector son indicativas de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos. Dichas cantidades pueden alcanzarse en condiciones normales de funcionamiento de instalaciones adecuadamente diseñadas y utilizadas mediante la aplicación de las técnicas de prevención y control de la contaminación que se han analizado en las secciones anteriores de este documento. Estos niveles se deben lograr, sin dilución, al menos el 95% del tiempo que opera la planta o unidad, calculado como proporción de las horas de operación anuales. El incumplimiento de estos niveles debido a las condiciones de determinados proyectos locales se debe justificar en la evaluación ambiental correspondiente.

Las guías sobre efluentes del Cuadro 2 se aplican a los vertidos directos de efluentes tratados a aguas superficiales de uso general. Los niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse basándose en la disponibilidad y condiciones de los sistemas de tratamiento y recogida de aguas de alcantarillado público o, si se vierten directamente a las aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las guías sobre emisiones procedentes de la combustión relacionadas con centrales de generación de vapor y energía a

partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, y las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor capacidad se analizan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para Centrales Térmicas**. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación sobre cuestiones ambientales teniendo en cuenta la carga total de emisiones.

**Cuadro 1: Niveles de emisiones para aserraderos**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
Polvo de madera	mg/Nm <sup>3</sup>	50
COV	mg/Nm <sup>3</sup>	20

**Cuadro 2: Niveles de efluentes para el tratamiento y la conservación de madera<sup>a</sup>**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	S.U.	6 – 9
DBO <sub>5</sub>	mg/L	50
DQO	mg/L	150
SST	mg/L	50
Aceite y grasa	mg/L	10
Fenol	mg/L	0,5
Arsénico	mg/L	0,1
Cromo - Total	mg/L	0,5
- Hexavalente		0,1
Cobre	mg/L	0,5
Fluoruros	mg/L	5
HAP (cada uno)	mg/L	0,05
Dioxinas/ Furanos	mg/L	0,1
Plaguicidas (cada uno)	mg/L	0,05
Toxicidad	A determinar en cada caso	
Temperatura	°C	<3 <sup>b</sup>
<b>Notas:</b>		
<sup>a</sup> Las aguas residuales de proceso que contienen conservantes químicos deben contenerse como parte de un sistema de aplicación de circuito cerrado.		
<sup>b</sup> Al borde de una zona de mezcla científicamente establecida que tiene en cuenta la calidad del agua ambiente, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación		

## Uso de los recursos

En el Cuadro 3 se ofrecen ejemplos de indicadores de consumo de recursos en el sector. Los valores de referencia de la industria se consignan únicamente con fines comparativos, y cada proyecto debería tener como objetivo lograr mejoras continuas en estas áreas.

## Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto. La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos capacitados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

Consumo de electricidad por unidad de producción	kWh/m <sup>3</sup>	255
Agua empleada por unidad de producción	l/m <sup>3</sup>	290
P. ej. Consumo de materias primas por unidad de producción	Eficiencia de conversión, i.e. producto útil (m <sup>3</sup> ) dividido por insumo de madera aserrada (m <sup>3</sup> )	40%
<b>Notas:</b> Fuente: Chamberlain et al (2005), Crown and Building Research Establishment (1999), Suttie (2004.)		

## 2.2 Higiene y seguridad ocupacional

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)<sup>12</sup>, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)<sup>13</sup>, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)<sup>14</sup>, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea<sup>15</sup> u otras fuentes similares.

## Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de

Cuadro 3: Consumo de recursos y de energía		
Insumos por unidad de producto	Unidades	Valor de referencia de la industria
<b>Aserraderos</b>		
Agua empleada por unidad de producción	l/m <sup>3</sup>	290
Consumo de materias primas por unidad de producción	Eficiencia de conversión, i.e. producto útil (m <sup>3</sup> ) dividido por insumo de troncos (m <sup>3</sup> )	60%
<b>Planta de procesamiento</b>		

<sup>12</sup> Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>

<sup>13</sup> Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>14</sup> Disponibles en: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

<sup>15</sup> Disponibles en: [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)<sup>16</sup>.

### **Seguimiento de la higiene y la seguridad ocupacional**

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados<sup>17</sup> como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

<sup>16</sup> Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

<sup>17</sup> Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

### 3.0 Referencias y fuentes adicionales

- Academia Estadounidense de Pediatría, Comité de Salud Ambiental. 2004. Ambient Air Pollution: Health Hazards to Children. *Pediatrics* 114 (6) 1699-1707.
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1995. Profile of the Wood Furniture and Fixtures Industry. EPA Office of Compliance. Washington, DC: US EPA. Disponible en: <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notes/wood.html>
- US EPA. 2000. Formaldehyde. Hazard Summary. Disponible en: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/formalde.html>
- US EPA. 2005. Chromated Copper Arsenate (CCA): Safety and Precautions When Working With CCA Alternatives. Disponible en: <http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca/safetyprecautions.htm>
- Borga P., T. Elowson y K. Liukko. 1996. Environmental loads from water-sprinkled softwood timber. 1. Characteristics of an open and a recycling water system. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15(6):856-867.
- Carnegie Mellon University Green Design Institute. 2006. Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA) model. Disponible en: <http://www.eiolca.net/>
- Carroll Hatch International. 1996. Energy Efficiency Opportunities in the Solid Wood Industries. Vancouver: Carroll-Hatch International. Disponible en: <http://oee.mcan.gc.ca/infosource/pdfs/M27-01-828E.pdf>
- Chamberlain D, H. Essop, C. Hougaard, S. Malherbe y R. Walker. 2005. Genesis Report Part I: The contribution, costs, and development opportunities of the Forestry, Timber, Pulp and Paper industries in South Africa. Johannesburgo: Genesis Analytics (Pty) Ltd.
- Comisión Europea (CE). 2005. Guía de buenas prácticas de carácter no obligatorio para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE "ATEX" (atmósferas explosivas). Doc.10817/4/02 EN. Empleo y Asuntos Sociales. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Disponible en: [http://ec.europa.eu/employment\\_social/publications/2004/ke6404175\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/employment_social/publications/2004/ke6404175_en.pdf)
- Crown and Building Research Establishment (BRE). 1999. Approved environmental profile. Disponible en: <http://ciq.bre.co.uk/envprofiles/>
- Freshwater Biological Association. 2000. Assessing the Biological Quality of Freshwaters: RIVPACS and other techniques. Eds. Wright J.F., D.W. Sutcliffe y M.T. Furse. Ambleside: Freshwater Biological Association.
- Green Triangle Forest Products. 2000. CCA Treated Plantation Pine. Material Safety Data Sheets. Mt Gambier: Green Triangle Forest Products Ltd. Disponible en: [http://www.pinesolutions.com.au/products/MSDS/downloads/cca\\_treatedpine.pdf](http://www.pinesolutions.com.au/products/MSDS/downloads/cca_treatedpine.pdf)
- Hansard. 1997. House of Commons written answers for 4 November 1997. Occupational exposure limits and guidelines for formaldehyde. 4 Nov 1997: Column: 141. Londres: Parlamento del Reino Unido. Disponible en: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm/199798/cmhansrd/vo971104/text/71104w14.htm>
- Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido. 2004. HSE Information Sheet. Safe collection of woodwaste: Prevention of fire and explosion. Woodworking Sheet No. 32. Londres: HSE. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/pubns/wis32.pdf>
- Kellet P. 1999. Report on Wood Biomass Combined Heat and Power for the Irish Wood Processing Industry. Bandon, Cork: Irish Energy Centre Renewable Energy Information Centre.
- Markandya, A. 2004. Water Quality Issues in Developing Countries. Contribution to a Volume on Essays in Environment and Development. Banco Mundial y Universidad de Bath. Ed. J. Stiglitz.
- Ministerio de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) del Reino Unido. 2003. Secretary of State's Guidance for the Particleboard, Oriented Strand Board and Dry Process Fibreboard Sector. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Sector Guidance Note IPPC SG1. Junio de 2003. Londres: DEFRA. Disponible en: <http://www.defra.gov.uk/environment/ppc/laippc/sq1.pdf>
- DEFRA. 1998. Noise and Nuisance Policy. Health Effect Based Noise Assessment Methods: A Review and Feasibility Study. Londres: DEFRA. Disponible en: <http://www.defra.gov.uk/environment/noise/research/health/index.htm>
- National Occupational Health and Safety Commission (NOHSC). 1990. Wood Dust: A guide for employers. Canberra: NOHSC.
- Oficina de Estadísticas Laborales del Departamento de Trabajo de Estados Unidos (US BLS). 2003. Occupational Injuries and Illnesses (Annual). Incidence rates of nonfatal occupational injuries and illnesses by industry and case types 2003-2005. Disponible en: <http://www.bls.gov/news.release/osh.t07.htm>
- Occupational Safety & Health Service (OSHS) Department of Labour, New Zealand. 1999. Noise Abatement for Circular Saws. Wellington, Nueva Zelanda: OSHS. Disponible en: <http://www.osh.govt.nz/order/catalogue/pdf/circsawnoise.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1996. Registro y notificación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Repertorio de Recomendaciones Prácticas de la OIT. Ginebra: OIT. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/spanish/download/s962083.pdf>
- OIT. 1998. Seguridad y salud en el trabajo forestal. Repertorio de Recomendaciones Prácticas de la OIT. Ginebra: OIT. Disponible en: [www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/spanish/download/s981284.pdf](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/spanish/download/s981284.pdf)
- OIT. Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo. Safework Bookshelf . Sawmill Processes. Disponible en: [http://www.ilo.org/pubcgi/links\\_ext.pl?http://www.mtas.es/insh/EncOIT/Index.htm](http://www.ilo.org/pubcgi/links_ext.pl?http://www.mtas.es/insh/EncOIT/Index.htm)
- Pope, C. Arden III, R.T. Burnett, M.J. Thun, E.E. Calle, D. Krewski, K. Ito y G.D. Thurston. 2002. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution *Journal of the American Medical Association* (JAMA) 2002;287:1132-1141. Disponible en: <http://jama.highwire.org/cgi/content/abstract/287/9/1132>
- Rynk R. 2000. Fires at Composting Facilities: Causes and Conditions. *Biocycle: Journal of Composting and Recycling* Issue 41(1), enero de 2000.
- Suttie E. 2004. Wood Waste Management - UK Update. Final Workshop COST Action E22. Environmental Optimisation of Wood Protection. Lisboa, Portugal, 22-23 marzo de 2004.
- Tzanakis N., K. Kallergis, D.E. Bouros, M.F. Samiou y N.M. Sifakas. 2001. Short-term Effects of Wood Smoke Exposure on the Respiratory System among Charcoal Production Workers. *Chest*. 2001;119:1260-1265.
- Zenaitis M., K. Frankowski, K. Hall y S. Duff. 1999. Treatment of Run-off and Leachate from Wood Processing Operations. Project Report 1999-4. Edmonton, Canada: Sustainable Forest Management Network.

## Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

El sector de los aserraderos y de la fabricación de productos de madera puede ser dividido en dos subsectores diferentes: el del aserrado primario, que produce insumos para los procesos de fabricación, y la fabricación y ensamblaje de los productos finales. En algunas plantas todo el proceso está integrado convirtiéndose los insumos de troncos de uno de los extremos en productos ensamblados acabados en el otro. Más a menudo, los aserraderos producen madera aserrada como insumo para otras plantas o para su venta directa en el mercado. Las plantas de fabricación compran madera aserrada y productos de cartón para fabricar productos finales como, por ejemplo, muebles.

### Aserraderos

Los aserraderos suelen requerir insumos forestales de 10.000 a 300.000 m<sup>3</sup> al año. Debido al elevado costo de transporte de los rollizos de madera, suelen estar ubicados en zonas cercanas (<100 km) al bosque del que dependen. La existencia de enlaces para el transporte de cargamentos de gran volumen es esencial para hacer llegar los productos al mercado. Los aserraderos reciben por lo general troncos para producir madera aserrada y dimensionada seca. Los troncos que constituyen el insumo se almacenan por lo general en un patio de troncos donde se pueden regar o, con menos frecuencia, se almacenan en lagunas de troncos. Desde el patio de troncos se clasifican en función de su tamaño y otros criterios antes de ser transportados hasta el molino mediante sistemas de transporte. Por lo general, los troncos se descortezan cuando entran en el molino y a continuación se sierran en húmedo en diversos tamaños.

Las actividades de moldurado y cortado de la madera en molinos suelen ser complejas, con múltiples pasos en el molino antes de que una pieza esté preparada para pasar a la siguiente fase del proceso. La madera dimensionada ya serrada

se seca a continuación de forma natural o en hornos de secado, antes de ser exportados directamente al mercado o reaserrados y acabados en un molino en seco para suministrar un insumo liso a otros procesos.

El proceso de aserrado genera grandes cantidades de residuos en forma de virutas, serrín, planchas y madera defectuosa. Estos residuos pueden ser procesados como materia prima en fábricas de tableros o de papel o pueden ser quemados en el terreno como residuos, o para generar calor para los hornos o electricidad para la propia planta. La minimización y eliminación de residuos sólidos es el principal reto ambiental de este sector.

La madera destinada a un uso externo suele tratarse con un conservante químico que se aplica por lo general en un recipiente a presión para garantizar que los productos químicos penetran en la madera. La solución química se recicla para su posterior reutilización y se bombea en un tanque de almacenamiento siempre que el recipiente a presión se vacía. Para conservar la madera se ha empleado tradicionalmente una amplia gama de productos químicos; en la actualidad, los países desarrollados han restringido el uso de algunos de ellos. Se utilizan principalmente tres tipos de conservantes: basados en agua (por ejemplo, fenilfenóxido sódico, cloruro de benzalconio, guazatin y arseniato de cobre cromado); basados en disolventes orgánicos (por ejemplo, pentaclorofenol y sustitutos como propiconazol, tebuconazol, lindano, permetrin, triazoles, compuestos de tributiltina y naftenatos de cobre y de cinc); boratos; y aceites de alquitrán (como la creosota).

Algunos de los agentes conservantes mencionados aquí (por ejemplo, el lindano, la tributiltina y el pentaclorofenol) están prohibidos en ciertos países. El empleo en situaciones domésticas que implican un contacto humano del Arsenato de Cobre Cromado (CCA, por sus siglas en inglés), el conservante

químico más frecuentemente utilizado en Estados Unidos, ha sido prohibido en espera de una evaluación de riesgo completa. En el mercado están disponibles diversas alternativas, incluida ACQ (que contiene óxido de cobre y amonio cuaternario), azole de cobre y boratos para su utilización en entornos secos, además de otros materiales alternativos<sup>18</sup>.

En aquellas instalaciones en que se han llevado a cabo operaciones de conservación de la madera, es posible que se deban eliminar los productos químicos sobrantes y rehabilitar los lugares contaminados.

### **Fabricación de productos de madera**

El sector de fabricación de madera utiliza una combinación de tableros y productos de madera para obtener productos finales, bien en forma ya ensamblada o bien desmontado y en forma de paquete plano para su ensamblaje en otro lugar. Las plantas de fabricación manejan insumos que oscilan entre 1.000-30.000m<sup>3</sup> al año. Los procesos suelen consistir en una combinación de aserrado, cepillado y fresado, y utilizan adhesivos, pernos y tornillos para producir y montar los componentes necesarios. Los productos ensamblados o acotados suelen ser tratados con un acabado de barniz o pintura. Los procesos de acabado de lijado o tratamiento pueden repetirse de modo que la madera esté químicamente tratada y lijada antes de recibir otros revestimientos con diversos productos químicos. Estos productos químicos incluyen disolventes para eliminar la resina de la madera, agua para levantar el grano de la madera, colorantes, tintes, barnices y lacas para dar color y proteger la madera, y pinturas para proporcionar un recubrimiento opaco. Los productos químicos suelen mezclarse con disolventes que tienen componentes tanto de secado rápido como de secado lento. Los productos químicos se aplican mediante rodillos o mediante pulverización para cubrir tanto las partes lisas como las que no lo son. En algunos casos, el revestimiento se lleva a

cabo antes del mecanizado y ensamblaje finales. Los disolventes que se emplean con más frecuencia en estos procesos son tolueno, metanol, xileno, metil etil cetona, acetona y n-butyl alcohol.

En algunos aserraderos y fábricas se recupera y reprocesa la madera residual de menor tamaño en plantas que se dedican a la unión dentada para obtener tableros más largos que a continuación pueden ser asimismo encolados de un extremo a otro para obtener productos 'glulam' de mayor tamaño. Estos tableros reconstituidos pueden utilizarse para producir vigas de ingeniería de gran escala, encolando entre sí miles de piezas y a menudo doblándolas en prensas y moldes.

<sup>18</sup> <http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca/alternativestocca.htm>

*Gráfico A.1: Procesos típicos en aserraderos y fabricación de productos de madera*

