

# **Instituto Tecnológico de Costa Rica**

## **Laboratorio de Higiene Analítica**

**Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental**

**Departamento de Gestión Empresarial en Salud Ocupacional  
Instituto Nacional de Seguros**

## **Informe Final**

### **Actividad de Fortalecimiento**

# **Análisis de Riesgos Ocupacionales en Aserraderos**

#### **Investigadores:**

Máster Lourdes Medina Escobar  
Ing. María Gabriela Hernández Gómez  
Ing. Carlos Mata Montero, M.A.P  
Bach. María Gabriela Rodríguez Zamora

Período de Ejecución

**2013**

## Contenido

1.	Introducción.....	2
2.	Objetivos.....	3
2.1	General.....	3
2.2	Específicos.....	3
3.	Metodología.....	4
3.1	Tipo de estudio.....	4
3.2	Fuentes de información.....	4
3.2.1	Fuentes Primarias.....	4
3.2.2	Fuentes secundarias.....	4
3.3	Selección de la muestra.....	5
3.4	Herramientas de diagnóstico.....	7
3.4.1	Revisión de literatura técnica.....	7
3.4.2	Observación no participativa.....	8
3.4.3	Método de muestreo.....	8
3.4.4	Estrategia de muestreo.....	8
3.4.5	Bitácora de muestreo.....	9
3.4.6	Listas de verificación, cuestionarios y entrevistas con personal administrativo y operativo.....	9
3.5	Herramientas de análisis.....	9
3.5.1	Factores de riesgo en Seguridad y Ergonomía.....	9
3.5.2	Factores de riesgo por exposición a polvo de madera.....	10
4.	Resultados y Discusión.....	12
4.1	Condiciones de Seguridad.....	12
4.2	Ergonomía.....	19
4.3	Polvo de madera.....	30
4.4	Agentes Biológicos.....	37
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	39
6.	Agradecimientos.....	42
7.	Referencias.....	43
8.	APÉNDICES.....	45
	APÉNDICE 1: LISTA DE VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE SEGURIDAD EN ASERRADEROS.....	46
	APÉNDICE 2: CONCENTRACIONES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO DE MADERA EN ASERRADEROS.....	59

## Índice de Tablas

Tabla 3.1: Distribución geográfica de la población, según provincia _____	5
Tabla 3.2: Cálculo de tamaño de muestra _____	6
Tabla 4.1: Datos de porcentajes de conformidad por apartado de la lista de verificación _____	18
Tabla 4.2: Distribución de las evaluaciones ergonómicas por empresa _____	19
Tabla 4.3: Descripción de tareas incluidas en el análisis de posturas forzadas _____	20
Tabla 4.4: Cantidad de trabajadores por categoría de riesgo del OWAS, para cada tarea _____	22
Tabla 4.5: Cantidad de trabajadores por categoría de riesgo del REBA, para cada tarea _____	28
Tabla 4.6: Cantidad de muestras de polvo de madera por empresa _____	31
Tabla 4.7: Medidas de tendencia central de exposición ocupacional a polvo de madera fracción inhalable, por empresa _____	33
Tabla 4.8: Descripción de las tareas evaluadas para polvo de madera _____	35
Tabla 4.9: Medidas de tendencia central de exposición ocupacional a polvo de madera fracción inhalable, por tarea _____	36
Tabla 4.10 Identificación de microorganismos presentes en el polvo de madera por Aserradero _____	38

## **Índice de Ilustraciones**

Ilustración 1: Algunos aspectos de seguridad observados en los aserraderos _____	13
Ilustración 2: Carga postural de los trabajadores en aserraderos _____	30
Ilustración 3: Tareas de aserrío con exposición ocupacional a polvo de madera _____	34
Ilustración 4: Almacenamiento de aserrín y mermas del proceso de aserrío _____	37

## Índice de Figuras

Figura 1: Peso en valor porcentual por rubro evaluado en la lista .....	10
Figura 2: Grado de conformidad de las condiciones de trabajo respecto a la lista de seguridad por aserradero .....	12
Figura 3: Porcentajes de conformidad de la lista de seguridad para las empresas participantes .....	15
Figura 4: Porcentaje de conformidad para cada rubro evaluado en la lista de seguridad .....	17
Figura 5: Porcentaje de trabajadores por categoría de riesgo según método OWAS .....	22
Figura 6: Cantidad de trabajadores por nivel de riesgo según tarea, obtenidos por OWAS .....	24
Figura 7: N° de trabajadores según nivel de riesgo ergonómico de acuerdo al OWAS, por aserradero.....	25
Figura 8: Porcentaje de trabajadores por categoría de riesgo según método REBA .....	26
Figura 9: Número de trabajadores según categoría de riesgo del REBA, por aserradero.....	27
Figura 10: Número de trabajadores según categoría de riesgo del REBA, por tarea.....	29
Figura 11: Distribución de las concentraciones de polvo de madera en $\text{mg}/\text{m}^3$ .....	32
Figura 12: Distribución de las concentraciones de polvo de madera en $\text{mg}/\text{m}^3$ transformadas a logaritmo natural.....	32
Figura 13: Dispersión de datos de las concentraciones de polvo de madera por aserradero .....	33

Actividad para el fortalecimiento de la investigación y la  
extensión

Análisis de Riesgos Ocupacionales en Aserraderos

### **AUTORES Y DIRECCIONES**

MARÍA DE LOURDES MEDINA ESCOBAR, MÁSTER EN QUÍMICA INDUSTRIAL, [MMEDINA@ITCR.AC.CR](mailto:MMEDINA@ITCR.AC.CR) (PRINCIPAL)

MARIA GABRIELA RODRIGUEZ ZAMORA, BACHILLER EN QUÍMICA. [GARODRIGUEZ@ITCR.AC.CR](mailto:GARODRIGUEZ@ITCR.AC.CR)

ING. CARLOS MATA MONTERO, MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS. [CAMATA@ITCR.AC.CR](mailto:CAMATA@ITCR.AC.CR)

ING. MARIA GABRIELA HERNÁNDEZ GÓMEZ, LIC. EN ING. EN SEGURIDAD LABORAL E HIEGIENE AMBIENTAL. [MGABRIELAHDEZ@GMAIL.COM](mailto:MGABRIELAHDEZ@GMAIL.COM)

## Resumen:

Las enfermedades respiratorias y el cáncer nasal se encuentran entre las afecciones ocupacionales asociadas con la exposición a polvo de madera. El presente estudio permitió valorar, de forma exploratoria, algunos agentes químicos y biológicos, condiciones de seguridad y ergonomía que podrían estar afectando la salud de los trabajadores de los aserraderos.

Se utilizaron listas de verificación y cuestionarios para las evaluaciones de seguridad; fotografías y videos para la evaluación ergonómica según las metodologías REBA y OWAS; equipo de medición para la recolección de muestras de exposición a polvo de madera según el método MDHS 14/3, analizadas posteriormente en el Laboratorio de Higiene Analítica y las muestras de agentes biológicos según Pouch (2003) en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad de Costa Rica.

Los resultados de porcentaje de conformidad ponderado por empresa para las condiciones de trabajo no superaron el 60% de conformidad. Según la evaluación ergonómica a partir del método REBA, se estimó que 95,8% de los trabajadores (n=92) se encontraron sobre la categoría de riesgo ergonómico bajo. Por el método OWAS se obtuvieron resultados similares.

Las concentraciones de polvo de madera se encontraron en un rango de 0,09 – 28,9 mg/m<sup>3</sup>, con un MLE estimado de 2,33mg/m<sup>3</sup>, superando los límites de exposición establecidos, tanto a nivel nacional como internacional. Se encontraron especies de hongos y bacterias en las muestras de polvo de madera: *Aspergillus*, *Penicilium* y *Bacillum*.

Se recomienda establecer medidas de mejora en todas las áreas evaluadas, para prevenir lesiones por accidentes de trabajo y enfermedades entre los colaboradores del sector, como por ejemplo la implementación de prácticas seguras de trabajo y capacitación, entre otros.

**Palabras clave:** Aserraderos, exposición ocupacional, polvo de madera, agentes biológicos, seguridad, ergonomía

*Occupational respiratory diseases and nasal cancer are among the major work-related illnesses associated to wood dust exposure. This study will allow a systematic assessment of working conditions in the areas of safety, ergonomics and occupational exposure to chemical and biological agents in sawmills located throughout the country, in order to characterize the main risks and generate information leading to decrease the hazards in favor of the health and safety of workers.*

*For safety assessments checklists and questionnaires were used, photographs and videos for the ergonomic assessment using REBA and OWAS methodologies, measuring equipment for collecting samples of wood dust exposure according to the method MDHS 14/3 subsequently analyzed in the Laboratory of Analytical Hygiene and samples of biological agents according to Pouch (2003) in the Food Laboratory of the University of Costa Rica.*

*The results of compliance for working conditions did not exceed 60 %. For the ergonomic evaluation by REBA method, it was estimated that 95.8 % of workers (n = 92) were found above the ergonomic low risk category. By the OWAS method similar results were obtained.*

*The wood dust concentrations were found in a range of 0.09 to 28.9 mg/m<sup>3</sup>, with an MLE estimate of 2.33 mg/m<sup>3</sup> exceeding national and international regulations. Species of fungi and bacteria were found in samples of wood dust: *Aspergillus*, *Bacillum*, and *Penicilium*.*

*Is recommended to develop and implement improvement measures in all areas evaluated to prevent injuries and illnesses among sector workers, such as the implementation of safe work practices and training, among others.*

**Key words:** Wood mills, occupational exposure, Wood dust, biological agents, safety, ergonomics.

## 1. Introducción

La madera es uno de los recursos más viejos con los que ha contado el hombre. Ha sido utilizada desde el inicio de la historia de la humanidad para llenar algunas de las necesidades básicas como la fabricación de herramientas, utensilios, muebles, habitación y transporte. Una de las actividades para el procesamiento de madera es el aserrío, en la cual se utilizan sierras (hojas con una serie de dientes afilados) para cortar troncos o trozos grandes de madera en tamaños apropiados para la modificación y uso.

Como ocurre con muchas máquinas para trabajar la madera, la cantidad de polvo generado por las operaciones de aserrado mecánico está influenciada por la velocidad de la acción de aserrío, el ángulo de corte con respecto a la veta de la madera y la nitidez y el ancho de la hoja. En consecuencia, las cuchillas afiladas y delgadas producen menos polvo de madera por volumen porque el tamaño de la ranura de corte hecho en la madera es más estrecho; sin embargo, es probable que los tamaños de las partículas también sean menores (IARC, 1995).

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer ha clasificado el polvo de madera como cancerígeno para los seres humanos (Grupo I) (IARC, 1995). El cáncer nasal ha sido vinculado como un peligro significativo del trabajo con madera, particularmente en la elaboración de muebles y en el trabajo con maderas duras (Kauppinen, y otros, 2006) (Spee, van de Rijdt-van Hoof, van Hoof, Noy, & Kromhout, 2007).

La toxicidad de la madera y sus efectos irritantes sobre la piel y el aparato respiratorio en humanos ha sido ampliamente documentada (Hausen & Rothernberg, 1981) (Woods & Calnan, 1976). El Comité Científico de la Comisión Europea sobre límites de exposición profesional ha informado que los trabajadores expuestos a polvo de madera dura o blanda en concentraciones superiores a  $0,5 \text{ mg/m}^3$  han mostrado deterioro significativo de la salud (Nigel, Dilworth, & Summers, 2007). En general, la exposición a polvo de madera deteriora la función pulmonar, aumenta la prevalencia de enfermedades respiratorias y agrava las enfermedades existentes (Osman & Pala, 2009).



Desdichadamente, la investigación de estos efectos ha estado particularmente enfocada a las especies utilizadas en países desarrollados con climas templados, y poca ha sido generada en relación con especies tropicales, de las cuales, sin embargo, se sospechan mayores efectos irritantes. Para el caso costarricense, la información disponible en cuanto a la caracterización de las especies autóctonas se ha limitado a la valoración de condiciones mecánicas y estructurales, más que a sus componentes químicos y efectos biológicos.

Con respecto a los agentes biológicos, se encontraron estudios (Oppliger, Rusca, Charrie're, Vu Duc, & Droz, 2005) donde se reportan concentraciones altas de hongos (350.000 UFC/m<sup>3</sup>) y bacterias (Gram negativas y endotoxinas) en aserraderos, incluyendo predominantemente *Penicillium* sp. y la familia de las Pseudomonadacea (bacterias Gram-positiva y Gram-negativa).

Los aserraderos se consideran también entornos de trabajo peligrosos. Un estudio en Gran Bretaña, determinó que las causas más frecuentes de lesiones por accidentes de trabajo en los aserraderos están relacionadas con el uso de maquinaria (35%), golpes por caída de objetos (14%) y manejo de materiales y maquinaria por trabajadores no calificados (31%) (Alamgir, Demers, Koehoorn, Ostry, & Tompa, 2007).

En el presente informe se documentan los resultados de una investigación exploratoria que permita ofrecer una comprensión inicial sobre la situación actual en Costa Rica en relación con la exposición ocupacional a riesgos higiénicos, seguridad y ergonomía en una muestra de empresas nacionales dedicadas al aserrío de madera.

## 2. Objetivos

### 2.1 General

Valorar de forma exploratoria las condiciones de seguridad laboral, ergonomía y exposición ocupacional a polvo de madera en una muestra de aserraderos en Costa Rica.

### 2.2 Específicos

- Caracterizar la exposición ocupacional a polvo de madera en puestos de trabajo con posibles exposiciones críticas.

- Categorizar el compromiso ergonómico en diferentes tareas de los aserraderos seleccionados.
- Describir la situación actual de las condiciones de seguridad laboral en los aserraderos seleccionados.

### 3. Metodología

#### 3.1 Tipo de estudio

Se realizó una investigación con elementos descriptivos, ya que permitió especificar las características de mayor relevancia en la ocurrencia de enfermedades, trastornos músculo esqueléticos y accidentes en la actividad de aserrío de madera.

#### 3.2 Fuentes de información

##### 3.2.1 Fuentes Primarias

Las principales fuentes primarias consultadas comprendieron libros, documentos oficiales como reglamentos y normas, artículos y entrevistas a trabajadores y encargados de los aserraderos. Entre las principales pueden mencionarse:

- Método MDHS 14/3: *General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust*
- Base de Datos de Denuncias ante el Régimen de Riesgos del Trabajo, INS
- Reglamento de Seguridad Humana y Protección Contra Incendios

##### 3.2.2 Fuentes secundarias

Se consideraron las compilaciones elaboradas por el *National Institute of Health*, la *Occupational Safety and Health Agency*, el *National Institute of Occupational Safety and Health* y la *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* de los Estados Unidos.

### 3.3 Selección de la muestra

La selección de la muestra fue no probabilística, considerando como marco poblacional el listado de empresas aseguradas por el Instituto de Seguros bajo el seguro de Riesgos del Trabajo para la actividad de *aserrado y acepilladura de madera*. Se tomó como muestra de estudio 14 aserraderos que actualmente tienen trabajadores asegurados, y se consideró cada empresa como una de las unidades de análisis sobre las cuales se realizó la valoración de los factores de riesgos, se delimitó la población conforme a la clasificación CIIU y se pudo confirmar vía telefónica que efectivamente cuentan con equipo de aserrío.

Para la definición de las unidades que conformaron la población, se inició con la información ofrecida por el INS, en la cual se reportaron 187 pólizas, para estos efectos se consideró que cada póliza representaba una empresa. En 71 casos no se pudo contactar con la empresa (no hubo respuesta al llamar al número telefónico reportado bajo las condiciones indicadas en el párrafo anterior), 87 casos indicaron que no contaban con equipo de aserrío y 38 casos confirmaron contar con estos equipos.

Las direcciones de las empresas ofrecidas en la información del INS eran poco claras en algunos de los casos, por lo cual se solicitó a las empresas contactadas esta información, pero en cinco de ellas no desearon ofrecerla, con lo cual la población se redujo a 33 empresas.

La distribución geográfica de las empresas identificadas fue la siguiente:

**Tabla 3.1: Distribución geográfica de la población, según provincia**

Provincia	Número de empresas	Porcentaje
San José	5	15
Alajuela	10	30
Cartago	5	15
Heredia	1	3
Puntarenas	2	6
Guanacaste	4	12
Limón	6	18

Fuente: Equipo de trabajo

Para estimar el número de empresas por visitar (considerando el estudio como de carácter exploratorio) se consultó en 10 empresas sobre el número de trabajadores que operan equipos de aserrío (probabilidad de ocurrencia de la exposición), dado que para la determinación de exposición a los factores de riesgo de la unidad de observación sería la persona expuesta en la labor. Se obtuvo un promedio de 2,1 trabajadores/equipo de aserrío y como varianza de la muestra un valor de 0,9.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros utilizados para el cálculo del tamaño de la muestra de los aserraderos de forma que fuera posible recolectar diversos tipos de madera y realizar la identificación de las bacterias y hongos presentes:

**Tabla 3.2: Cálculo de tamaño de muestra**

Parámetro		Valor
N	Tamaño de la población	33
Y	Número de trabajadores por equipo de aserrío	2,1
Se	Error estándar (*)	0,1
V <sup>2</sup>	Varianza de la población	0,01
s <sup>2</sup>	Varianza de la muestra: probabilidad de que en la operación de cada equipo estén presentes dos trabajadores	0,9
n'	Tamaño de muestra sin ajustar	90
n	Tamaño de muestra	24
(*) De cada 100 observaciones la predicción es correcta 90 veces		

Fuente: Equipo de trabajo

Se utilizaron las siguientes relaciones considerando la prevalencia de la exposición de trabajadores a los factores de riesgo:

$$\text{Tamaño provisional de la muestra: } n' = s^2/V^2$$

$$\text{Tamaño de la muestra: } n = \frac{n'}{1+n'/N}$$

Dadas las restricciones de tiempo y del número de investigadores en el proyecto, se realizó una reducción en el número de aserraderos, de modo que se incluyeron 14 en lugar de 24. El número definitivo de empresas por provincia se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3: Distribución geográfica de la muestra, según provincia**

<b>Provincia</b>	<b>Número de empresas</b>
San José	2
Alajuela	4
Cartago	2
Puntarenas	1
Guanacaste	2
Limón	3

Fuente: Equipo de trabajo

Las observaciones ergonómicas y de seguridad, se documentaron mediante fotografías y vídeos, así como a través de una lista de verificación de condiciones de trabajo. Los métodos que se utilizaron requirieron de la observación de las tareas críticas identificadas mediante observación previa y comunicación con los trabajadores.

Se consideró como proceso para observar aquel que incluía todos los pasos del proceso de aserrío, incluyendo el acercamiento de la pieza, el contacto con la herramienta de corte y la salida de la misma). Se asume como supuesto que la distribución de este tiempo puede ser adecuadamente descrita por una distribución normal. En forma exploratoria se realizaron diez determinaciones del tiempo que toma este ciclo, obteniéndose un promedio de 22 minutos, con una desviación estándar de 0,2. Con esta información se calculó el tamaño de muestra, obteniendo un valor de 14 unidades de observación las cuales se asignaron en forma aleatoria en los aserraderos visitados.

### **3.4 Herramientas de diagnóstico**

#### **3.4.1 Revisión de literatura técnica**

Se realizó una revisión sobre estrategias y métodos de muestreo de polvo de madera en la fracción inhalable, así como de factores de riesgo en seguridad y ergonomía, de modo que durante la fase de muestreo se contara con listas de verificación, observación y metodologías de evaluación actualizadas.

Adicionalmente, se llevó a cabo la revisión de bibliografía para determinar aquellos factores de riesgo y condiciones de trabajo que pudiesen estar influenciando la exposición ocupacional de los colaboradores, con el propósito de verificar su impacto en las actividades de los aserraderos estudiados.

### **3.4.2 Observación no participativa**

A partir de Encuestas Higiénicas se recopiló información sobre los aserraderos, número de trabajadores, jornada laboral, descripción del proceso, tareas que se realizan, puestos de trabajo más críticos (de mayor exposición), entre otros aspectos.

### **3.4.3 Método de muestreo**

Se utilizó como referencia el método MDHS 14/3: *General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust*, para la recolección de las muestras y la cuantificación de los niveles de exposición ocupacional a polvo de madera (Health and Safety Executive, 2000). Para efectuar los muestreos se emplearon filtros de PVC de 25 mm de diámetro, con soporte de celulosa, cabezas IOM, bombas de muestreo personal de alto caudal, tubos flexibles, etc.

Además, se emplearon envases estériles para recolectar las muestras de polvo de madera provenientes de la máquina de aserrío de los aserraderos visitados para el posterior análisis de agentes biológicos.

### **3.4.4 Estrategia de muestreo**

Una vez aplicada la encuesta higiénica, se procedió a plantear la estrategia de muestreo, tomando en cuenta el número de trabajadores de cada empresa, las labores realizadas, el tipo de máquinas utilizadas, las materias primas y la naturaleza del contaminante, etc.

Dada la variabilidad de los procesos y los objetivos del estudio, se adoptaron estrategias de peor caso para definir actividades críticas y trabajadores que, a juicio de los investigadores, estuvieran expuestos a polvo de madera o presentaran riesgo de compromiso ergonómico durante la realización de las tareas.

Al finalizar el muestreo, en nueve de las empresas se recolectó una muestra de polvo de madera proveniente de la máquina de aserrío para analizar la presencia y tipo de agentes biológicos presentes.

### **3.4.5 Bitácora de muestreo**

En la bitácora se registraron en forma detallada las actividades realizadas por los trabajadores durante el muestreo, con el fin de tener la mayor cantidad de información posible para caracterizar las condiciones de seguridad laboral, ergonomía y exposición ocupacional a polvo de madera de los trabajadores.

### **3.4.6 Listas de verificación, cuestionarios y entrevistas con personal administrativo y operativo**

Se elaboró una lista de verificación de condiciones de trabajo para la actividad de aserrío. Esta lista de verificación fue aplicada en tareas específicas identificadas como críticas en la descripción de los procesos y tareas, así como en tareas identificadas de importancia en la revisión bibliográfica.

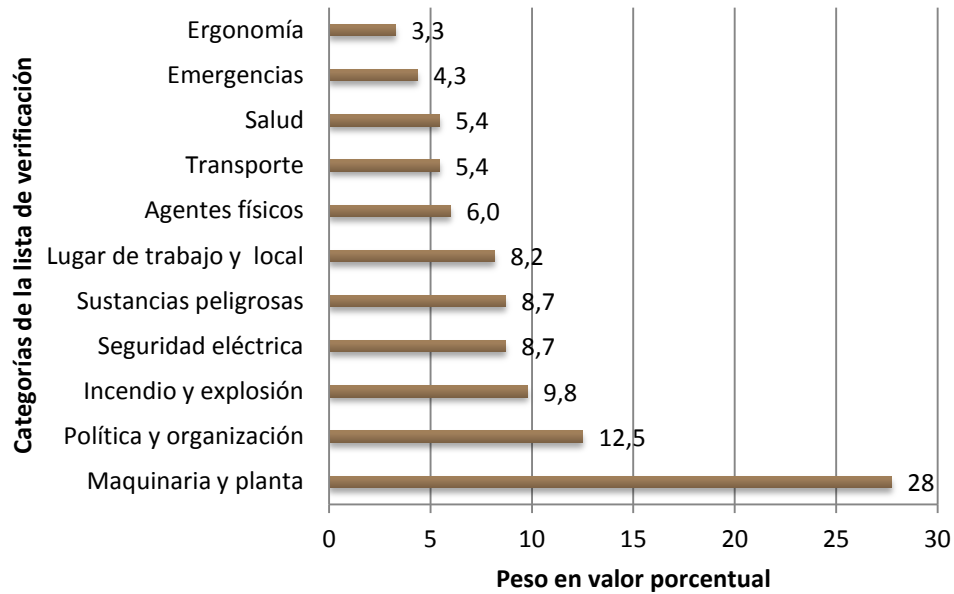
Se entrevistó a personal administrativo y operativo para completar la información requerida en la lista de verificación, obteniendo de esta forma información de primera mano para la caracterización de las condiciones laborales de las empresas.

## **3.5 Herramientas de análisis**

### **3.5.1 Factores de riesgo en Seguridad y Ergonomía**

Los datos de seguridad laboral registrados en las listas de condiciones de trabajo se analizaron mediante categorizaciones generales, por aserradero y por apartado según el grado de conformidad obtenido de los factores de riesgo presentes en la lista. A cada categoría se le asignó un peso en valor porcentual. Los resultados del análisis se presentaron mediante histogramas y figuras.

En la Figura 1 se observan los rubros y los pesos en valor porcentual de cada categoría de la lista de condiciones de trabajo.



**Figura 1: Peso en valor porcentual por rubro evaluado en la lista**

Se realizaron 14 inspecciones en total en aserraderos con características diferentes entre sí, lo que conllevó a que en algunos casos no fuera posible para los investigadores evaluar todos los ítems presentes en la lista de verificación de seguridad. En consecuencia, para efectos de cálculo de porcentajes de conformidad no se tomó en cuenta la pregunta que no pudo ser evaluada a fin de no afectar los resultados de la empresa.

Los movimientos y posturas adoptadas por los trabajadores durante la evaluación de las actividades críticas se registraron a partir de fotografías y vídeos. La información se procesó con el software ergonomautas-Toolbox©, y los resultados de los niveles de riesgo ergonómico obtenidos en los dos métodos utilizados (REBA y OWAS) para el análisis se categorizaron por tarea, empresa y de forma general.

### **3.5.2 Factores de riesgo por exposición a polvo de madera**

La estrategia de abordaje para polvo de madera, se definió a partir del criterio de “peor caso” disponible durante la visita, debido a la diversidad y variabilidad de operaciones y condiciones ambientales y laborales. Por lo tanto, según el avance y disponibilidad de tareas presentes el día del muestreo, se eligieron los puestos que representaban, a juicio de los investigadores, las condiciones críticas.



Las muestras de exposición ocupacional a polvo de madera fueron analizadas en el Laboratorio de Higiene Analítica, ubicado en la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Se realizaron análisis estadísticos con el fin de caracterizar la exposición a polvo de madera, particularmente su fracción inhalable por tareas y empresas. Esta caracterización contempla información sobre medidas de tendencia central, medidas de dispersión, comparación de las tareas en diferentes escenarios ocupacionales y otros análisis que, según la revisión de la literatura y el comportamiento de los datos permitieron identificar factores que pudieron influir en la exposición. Entre las herramientas estadísticas utilizadas se mencionan histogramas de frecuencia, cálculos de parámetros de tendencia central según tipo de distribución teórica de los datos, entre otras.

La recolección de muestras de polvo de madera para el análisis biológico de conteo de poblaciones se llevó a cabo al final del muestreo y se tomó de los residuos de madera depositados alrededor de la sierra principal. La identificación de los microorganismos se realizó bajo el método: Pouch 2003: Compendium of methods for the examination of food. APHA. La cuantificación de los hongos y bacterias se llevó a cabo en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad de Costa Rica.

## 4. Resultados y Discusión

Se contó con la participación de 14 aserraderos, los cuales se visitaron en una sola ocasión. Las evaluaciones se realizaron en localidades ubicadas dentro y fuera de la Gran Área Metropolitana.

Para mantener la confidencialidad de los aserraderos participantes, los datos se codificaron con una letra (C) y números según el número de empresa (1 a 14).

### 4.1 Condiciones de Seguridad

Los resultados del promedio ponderado de conformidad de los 11 rubros por empresa se muestran en la Figura 2. Cabe destacar el caso particular de la empresa C6, en el cual el rubro transporte no aplicó porque el día de la visita no se encontraba maquinaria disponible en el aserradero, siendo así que en los cálculos no se tomara en cuenta este apartado para no afectar la calificación.

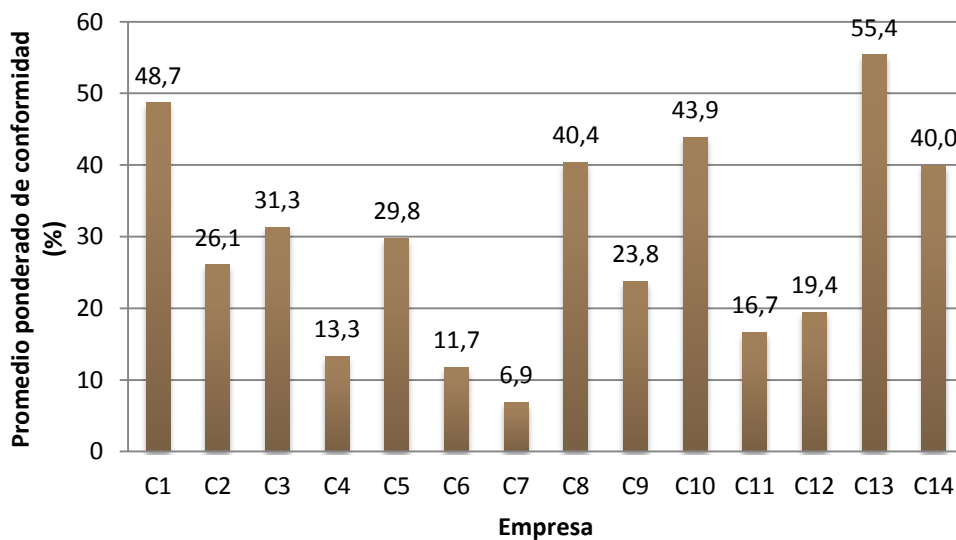


Figura 2: Grado de conformidad de las condiciones de trabajo respecto a la lista de seguridad por aserradero

Tal como se muestra en la figura, los resultados de porcentaje de conformidad ponderado por empresa no superaron el 60%. El aserradero C13 obtuvo la calificación más alta en comparación con el resto de las empresas, alcanzando en los apartados de maquinaria y planta, transporte, salud y preparación ante emergencias notas superiores al 70%.

El aserradero C1 logró un valor cercano a 50% de conformidad con las condiciones de seguridad evaluadas en la lista; sin embargo, solamente en los rubros de manejo de sustancias peligrosas y preparación ante emergencias las calificaciones superaron el 70% de conformidad, mientras que el resto de apartados estuvieron por debajo de este valor.

La empresa C7 presentó la mayor cantidad de notas bajas, principalmente en aspectos de manejo de sustancias peligrosas, agentes físicos, ergonomía, salud, preparación ante emergencias, lugar y organización del trabajo. De los 14 aserraderos que participaron en el estudio, C7 fue el que obtuvo la calificación más baja. El propietario exteriorizó que el aserradero se encontraba en un proceso de reforma, por lo que la actividad de aserrío se realizaba bajo condiciones mínimas de operación en el momento de la visita.

La siguiente ilustración evidencia algunos aspectos de seguridad laboral presentes durante las visitas a los aserraderos. Por ejemplo, para el ingreso de materia prima al proceso (1a) el trabajador introducía su mano dentro del lote de madera mientras era transportado de forma mecánica; se puede observar también que la disposición de sustancias químicas en el espacio de trabajo (1b) carecía de un almacenamiento adecuado o de rotulación y el almacenamiento de cintas de corte perteneciente a la sierra principal (1c) se realizaba sin contar con un espacio seguro para evitar cortes o accidentes.

En términos generales, se encontró que el aserrío y procesamiento de madera se desarrolla en entornos de trabajo poco seguros, lo que corrobora los resultados de porcentaje de conformidad obtenidos para cada empresa participante.

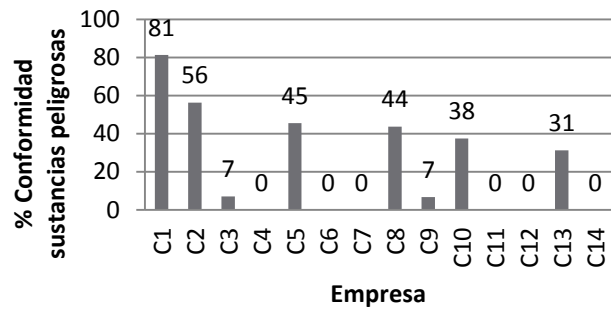
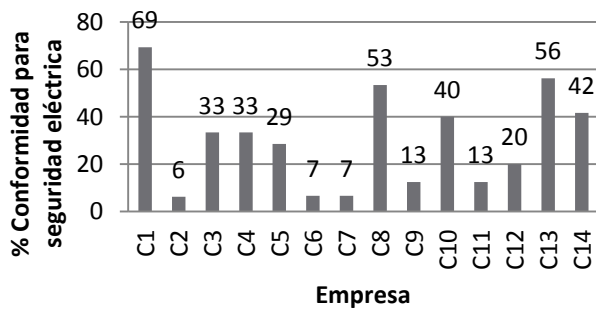
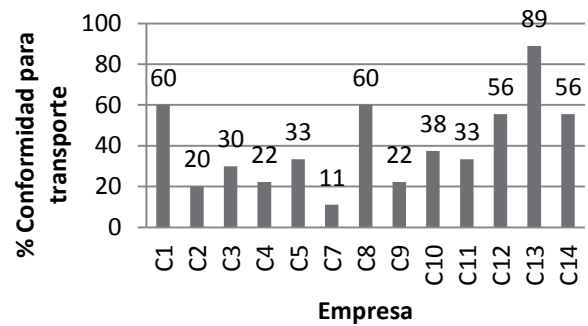
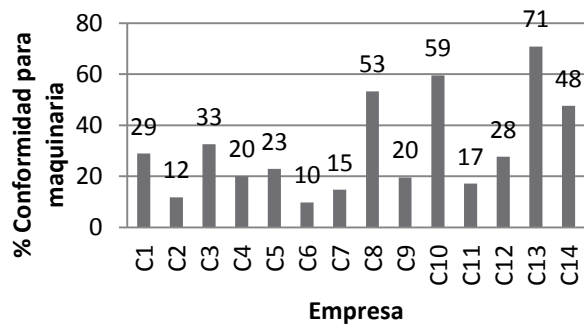


**Ilustración 1: Algunos aspectos de seguridad observados en los aserraderos**

A su vez, se llevó a cabo un análisis individual de los 11 rubros considerados en la lista de verificación de condiciones de trabajo por empresa, con el objeto de tener una visión completa de la situación de los aserraderos visitados. Los valores de cada categoría por empresa se muestran en la Figura 3.

Cabe destacar que la empresa C6 no tiene ningún valor reportado para el apartado transporte porque éste no aplicó con lo encontrado el día de la visita.

Asimismo, algunas empresas tuvieron calificaciones de cero en diferentes categorías, representados en los gráficos por espacios vacíos, lo que corresponde a no conformidades con los ítems presentes en la lista. Un ejemplo de lo anterior se muestra en el rubro de agentes físicos para la empresa C7 que tuvo cero en todos los ítems.



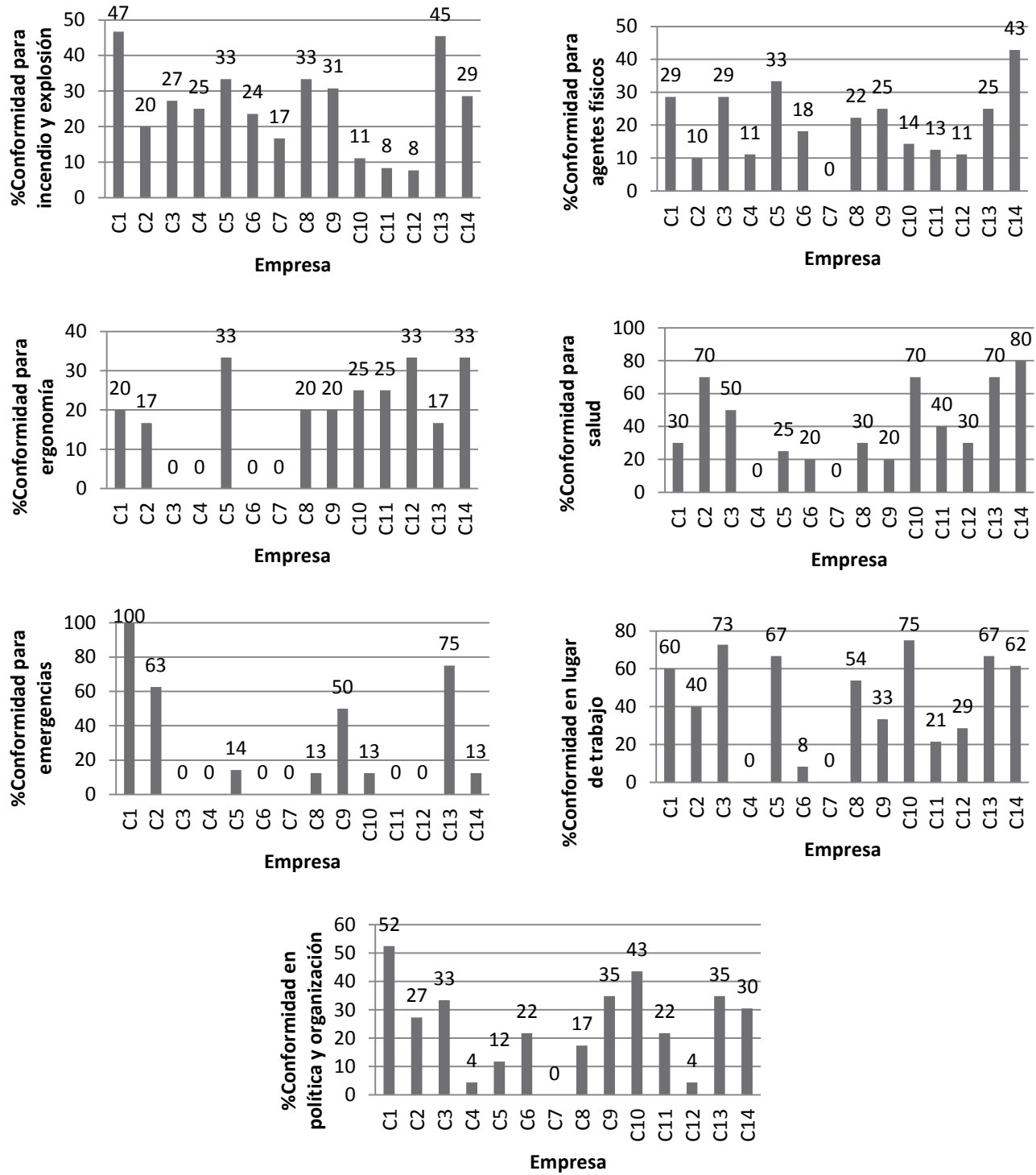


Figura 3: Porcentajes de conformidad de la lista de seguridad para las empresas participantes

Como se puede observar en la figura anterior, los rubros de **manejo de sustancias peligrosas**, **agentes físicos**, **ergonomía**, **salud**, **preparación ante emergencias**, **lugar de trabajo** y **política y organización** tuvieron calificaciones deficientes a nivel interno de las

empresas, producto de las no conformidades detectadas durante la aplicación de la lista de condiciones de trabajo en gran parte de los ítems evaluados.

En el caso del apartado de **manejo de sustancias peligrosas**, se obtuvieron los siguientes porcentajes de conformidad para cada sub apartado: sustancias (19,7%), regulaciones (19,2%), almacenamiento e inventario (22,7%) y polvo de madera (50%). Con respecto a **agentes físicos** se calificó la exposición de los trabajadores a máquinas que producen vibración (21,8%) y ruido (20,8%).

En **ergonomía**, se evaluaron los temas de máquinas (0%), posturas de trabajo (35,7%), cargas (19,2%) y uso de pantalla de visualización de la unidad (14,3%). Para el primer tema, se observó la incapacidad de adaptación de los equipos a las características antropométricas de la persona en 13 de las 14 empresas (en una no aplicó el ítem).

Para el rubro de **salud**, se consideraron las enfermedades profesionales (19,5%), especies de madera (50%), estrés (34,6%) y estrés relacional (73,9%). En este último sub apartado se valoró la implementación de una adecuada política de contratación y el fomento de la comunicación interna y la motivación entre los trabajadores, los cuales fueron calificados de forma positiva en la mayoría de los aserraderos según entrevistas realizadas a personal operativo.

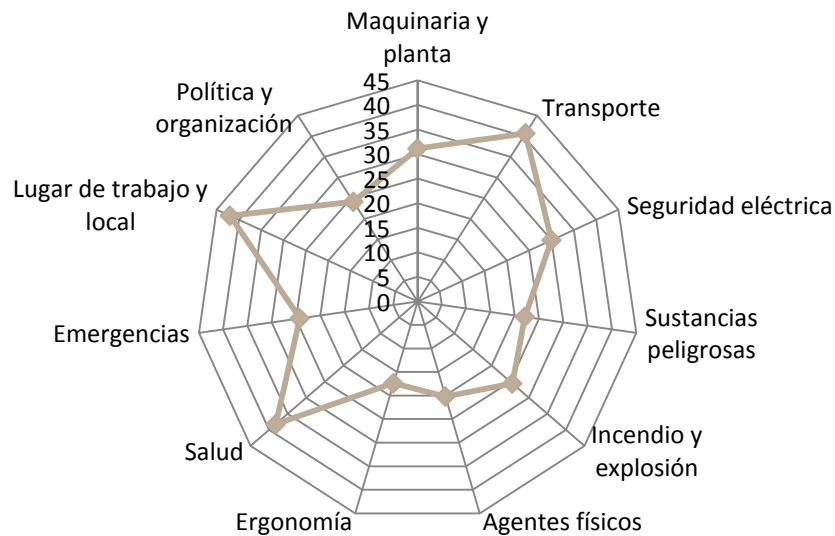
En el caso de **preparación ante emergencias**, el estudio se subdividió en primeros auxilios (34,1%), emergencias (30,8%) y procedimientos de emergencias (12,2%). Se encontró que gran parte de las empresas que participaron en la investigación no contaban con botiquín de primeros auxilios ni planes de emergencia en caso de presentarse un incendio o accidente en el aserradero.

Para evaluar el **lugar de trabajo**, se estimaron porcentajes de conformidad en los aspectos de medio ambiente (28,6%), iluminación (10,4%), pasillos (42,9%), orden y limpieza (53,6%) y facilidades para el personal (59,2%).

Finalmente, para el rubro de **política y organización**, se consideró el acceso a las instalaciones (59,5%), equipo de protección personal para los colaboradores (28,6%), motivación personal (20%), compra de máquinas y materiales (3,8%), entrenamiento e

instrucciones (3,6%) y nueva tecnología (8,3%). Los últimos tres sub apartados evaluaron aspectos como: participación de los trabajadores en la adquisición de una máquina por parte de la empresa, innovación tecnológica, elaboración de instrucciones y procedimientos para las diferentes máquinas en el idioma del usuario e implementación de cursos regulares de actualización para los colaboradores.

La siguiente figura resume el porcentaje de conformidad correspondiente a los 11 parámetros evaluados en las listas de condiciones de seguridad del conjunto de las empresas. En la Tabla 4.1 se muestra la media y el rango de porcentajes de conformidad para cada uno de los rubros.



**Figura 4: Porcentaje de conformidad para cada rubro evaluado en la lista de seguridad**

Como se puede observar, el promedio del porcentaje de conformidad de las categorías presentes en la lista de condiciones de trabajo estuvo por debajo del 50%. El apartado más crítico fue **ergonomía** con un 17,4% de conformidad con los ítems evaluados, principalmente debido a las posturas adoptadas por los colaboradores durante la ejecución de las tareas, el transporte de piezas de madera para su procesamiento o almacenaje y la operación de maquinaria y/o herramientas. En la presente investigación se realizaron valoraciones ergonómicas a los trabajadores de las 14 empresas participantes, cuyos resultados se mostrarán más adelante.

**Tabla 4.1: Datos de porcentajes de conformidad por apartado de la lista de verificación**

<b>Apartado de la lista de verificación</b>	<b>Media</b>	<b>Rango de porcentajes de conformidad</b>
Maquinaria y planta	31,1	9,8-70,8
Transporte	40,7	11,1-88,9
Seguridad eléctrica	30,0	6,3-69,2
Sustancias peligrosas	22,1	0-81,3
Incendio y explosión	25,6	7,7-46,7
Agentes físicos	20,2	0-42,9
Ergonomía	17,4	0-33,3
Salud	38,2	0-80,0
Preparación ante emergencias	24,2	0-100
Lugar de trabajo y local	42,0	0-75,0
Política y organización	24,1	0-52,4

Fuente: Equipo de trabajo

El apartado de **agentes físicos** fue el segundo rubro con una calificación deficiente entre las empresas participantes. Se observó durante las visitas que pocos trabajadores usaban equipo de protección personal auditiva (tapones u orejeras) y que los equipos no contaban con encerramientos u otro control ingenieril que minimizara los niveles de ruido provenientes de las máquinas y herramientas empleadas durante la actividad de aserrío.

Además, se evidenció que los equipos no contaban con mecanismos que redujeran la exposición a vibración mano-brazo o cuerpo entero de los trabajadores, como por ejemplo: implementación obligatoria de guantes anti vibratorios, recubrimientos de hule en los agarres de los equipos, sistemas de amortiguamiento en los asientos de la maquinaria y mantenimiento general preventivo y correctivo de los equipos, entre otros.

Por otra parte, el **lugar de trabajo y local** fue el rubro con el promedio más alto (42%), aunque algunos de los ítems evaluados en iluminación y medio ambiente no obtuvieron calificaciones positivas; en tanto que otros aspectos estaban presentes en los aserraderos visitados, como ancho adecuado de los pasillos acorde a la normativa, orden y limpieza y facilidades para el personal (existencia de vestuarios, lavado, instalaciones sanitarias y área disponible para comer fuera del trabajo, etc.).

Es importante mencionar que en diferentes apartados de la lista de verificación se tuvieron calificaciones de cero, que corresponde a respuestas disconformes con respecto a los ítems



evaluados durante las visitas a los aserraderos. Las calificaciones negativas influyeron en el resultado final del promedio de porcentaje de conformidad de cada rubro, por lo que los apartados de **manejo de sustancias peligrosas, agentes físicos, salud, preparación ante emergencias, política y organización y lugar de trabajo**, tuvieron calificaciones deficientes.

Se reportó un 100% de conformidad con los ítems evaluados en el rubro de **preparación ante emergencias** en la empresa C1, que podría explicarse por la presencia de un encargado de Seguridad y Salud Ocupacional que da soporte al aserradero en materia de primeros auxilios y procedimientos de emergencia, dando como resultado el valor máximo registrado entre los 11 apartados presentes en la lista para todas las empresas participantes.

Como se muestra en la Tabla 4.1, las calificaciones de los aserraderos tienen una importante variabilidad en lo referente a los aspectos de seguridad evaluados, mostrando empresas con niveles muy incipientes de desarrollo de sus condiciones de trabajo y otras con mayor cantidad de acciones de intervención.

## 4.2 Ergonomía

Para la evaluación ergonómica, se documentaron puestos y actividades críticas por medio de observación, fotografías y vídeos, con el fin de caracterizar el compromiso ergonómico de los colaboradores de las empresas participantes.

Se utilizó el software *ergonautas-Toolbox*<sup>®</sup> para la valoración ergonómica de los puestos de trabajo con los métodos *Ovako Working Analysis System (OWAS)* y *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. La Tabla 4.2 muestra el número de evaluaciones realizadas por empresa.

**Tabla 4.2: Distribución de las evaluaciones ergonómicas por empresa**

<b>Empresa</b>	<b>Nº Observaciones</b>
C1	17
C2	7
C3	9
C4	13
C5	6

C6	9
C7	2
C8	5
C9	2
C10	5
C11	6
C12	4
C13	6
C14	5
<b>Total:</b>	<b>96</b>

Fuente: Equipo de trabajo

Se analizaron tareas para las cuales no fue posible establecer ciclos de trabajo definidos por las características de organización del trabajo implementadas en estas empresas. En las tareas se observó el compromiso ergonómico del trabajador en espalda, brazos y piernas, con una distribución de la carga de trabajo que no era uniforme durante la jornada y en las que era difícil determinar tiempos de exposición.

La escogencia de las tareas a evaluar en este estudio estuvo basada, entre otros factores, en el compromiso ergonómico que supone en los colaboradores llevarlas a cabo (intensidad) y la presencia de las mismas en gran parte de los aserraderos visitados (frecuencia).

La Tabla 4.3 muestra las doce tareas seleccionadas que fueron objeto de análisis, de acuerdo a los criterios antes expuestos.

**Tabla 4.3: Descripción de tareas incluidas en el análisis de posturas forzadas**

Tarea	Descripción	N° observaciones	N° observaciones por aserradero
Ayudante operador carro	Ajuste del tronco en el carro según su tamaño por medio de dispositivos del carro.	1	C4:1
Carga del tronco al carro	Encargado de subir tronco al carro para el aserrío	10	C2:1; C3:1; C4:1; C5:1; C6:1; C7:1; C8:1; C10:1; C11:1; C12:1
Ebanista	Elaboración de mesas y sillas (corte, lijado, ensamble, etc.).	1	C2:1
Electricista	Encargado de revisar las instalaciones eléctricas del aserradero.	1	C6:1
Equipo eléctrico	Empleo de cepilladora, machimbradora, motosierra, múltiple, canteadora.	30	C1:6; C2:2; C3:1; C4:3; C5:3; C6:3; C8:2; C9:1; C10:1; C11:4; C12:1; C13:2; C14:1

Fabricación de tarimas	Armado de tarimas con pistola de clavos.	5	C1:3; C3:1; C6:1
Operador carro	Operación del carro de la sierra principal donde se colocan las tucas para aserrar	2	C4:1; C13:1
Operador maquinaria	Operación del <i>backhoe</i> para traslado de tucas.	2	C6:1; C14:1
Operador sierra	Manejo de sierra principal y medidas de tucas para aserrío	10	C2:1; C4:1; C5:1; C7:1; C8:1; C10:1; C11:1; C12:1; C13:1; C14:1
Paleo de aserrín	Acopio de aserrín a la salida de las bandas transportadoras que transportan la merma de las máquinas al sitio de almacenamiento temporal.	5	C1:1; C4:3; C6:1
Recepción de piezas	Recibo de piezas procesadas por máquinas (semibloqueadora, sierra principal, etc.)	7	C1:1; C2:1; C3:2; C9:1; C13:1; C14:1
Recepción troncos	Acomodo de troncos en bandas transportadoras que lo trasladan para su procesamiento o en el patio de recibo.	4	C1:2; C3:2

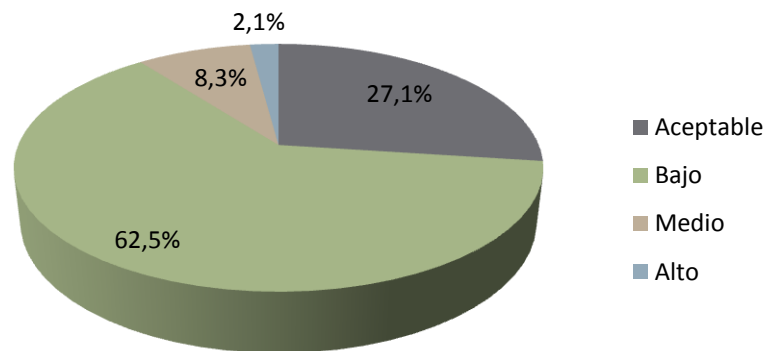
Fuente: Equipo de trabajo

Se analizaron las observaciones de los trabajadores con el método OWAS, que por ser sencillo y útil para el análisis ergonómico de la carga postural, determinó el posible efecto sobre el sistema músculo esquelético de los colaboradores para cada una de las posturas que se presentaron.

El método OWAS categoriza en niveles la posibilidad de daños al sistema músculo-esquelético, así como la necesidad de acciones correctivas; la información se presenta en el siguiente recuadro.

Categoría de riesgo	Niveles de efecto sobre el sistema músculo esquelético	Necesidad de acciones correctivas
1 Aceptable	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción
2 Bajo	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3 Medio	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4 Alto	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Los porcentajes obtenidos por categoría de riesgo, según los resultados de la aplicación del método OWAS, se muestran en la Figura 5. El 62,5% de los trabajadores (n=60) se encontraron en riesgo bajo, lo que significa que tienen posibilidad de presentar daño en el sistema músculo esquelético, producto de las posturas que adoptan durante la ejecución de las tareas, por lo que las empresas requerirían adoptar acciones de mejora ergonómica en un futuro cercano para estos trabajadores.



**Figura 5: Porcentaje de trabajadores por categoría de riesgo según método OWAS**

Diez trabajadores (10,4%) necesitarían una intervención correctiva inmediata por ubicarse en las categorías de riesgo ergonómico medio y alto; mientras que 26 colaboradores (27,1%) en la categoría de riesgo aceptable, no requerirían de acción correctiva puesto que las posturas adoptadas por ellos durante la ejecución de las tareas podrían considerarse sin efectos dañinos sobre el sistema músculo esquelético.

En la Tabla 4.4 y Figura 6 se presenta la distribución de los trabajadores evaluados en los aserraderos por categoría de riesgo ergonómico, según la tarea que realizaron el día del muestreo.

**Tabla 4.4: Cantidad de trabajadores por categoría de riesgo del OWAS, para cada tarea**

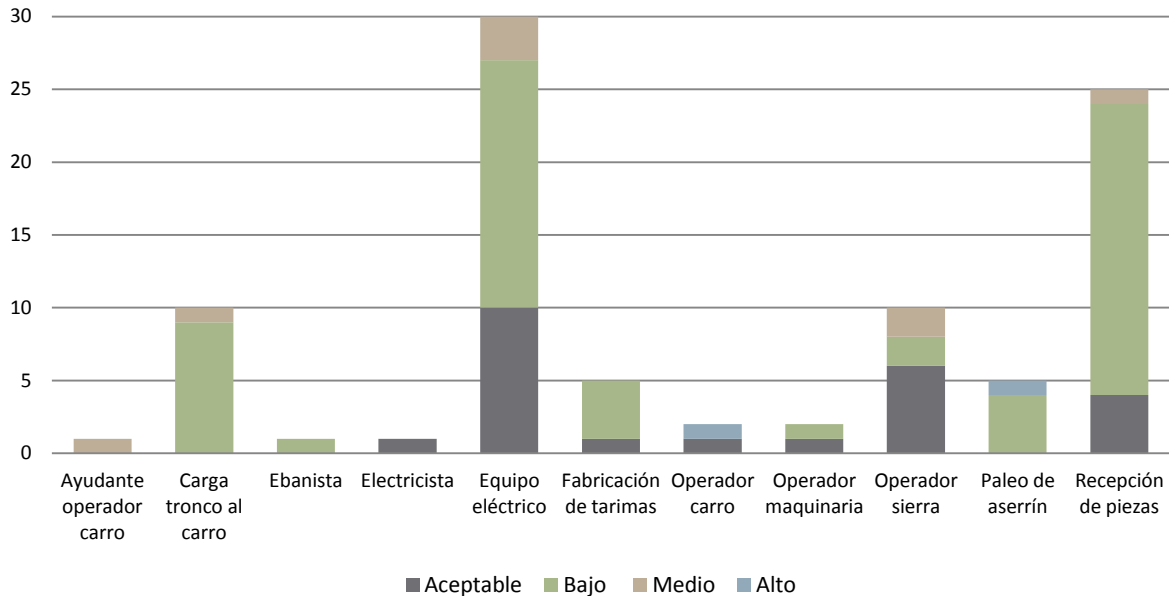
Tarea	Aceptable	Bajo	Medio	Alto
Ayudante operador carro			1	
Carga tronco al carro		9	1	
Ebanista		1		
Electricista	1			
Equipo eléctrico	10	17	3	
Fabricación de tarimas	1	4		

Operador carro	1			1
Operador maquinaria	1	1		
Operador sierra	6	2	2	
Paleo de aserrín		4		1
Recepción de piezas	4	20	1	
Recepción troncos	2	2		
<b>Total:</b>	<b>26</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

Fuente: Equipo de trabajo

De acuerdo a los resultados del OWAS, los colaboradores que se encontraron en riesgo alto tenían como función operar el carro de la sierra principal y el paleo de aserrín, ambos trabajadores pertenecían a la empresa C4. Se hallaron ocho trabajadores en la categoría de riesgo medio, de los cuales uno ayudaba al operador del carro de la sierra a ajustar el tronco para su corte (C4), uno cargaba troncos sobre el carro (C12), tres usaban máquinas para procesar la madera (C1:2; C4:1), otros dos trabajadores operaban la sierra principal (C7:1 y C11:1) y uno recibía piezas una vez procesadas (C1).

Cabe mencionar que para la tarea de “operador de carro” se encontraron dos valores que paradójicamente se muestran en los dos extremos de la escala. Esta situación puede comprenderse si se considera que el trabajador de la empresa C4 (con el mayor nivel de riesgo), no sólo era operador del carro sino que también cargaba troncos sobre el mismo (en colaboración con otro compañero), en tanto que el trabajador de la empresa C13 únicamente operaba el carro de la sierra principal.

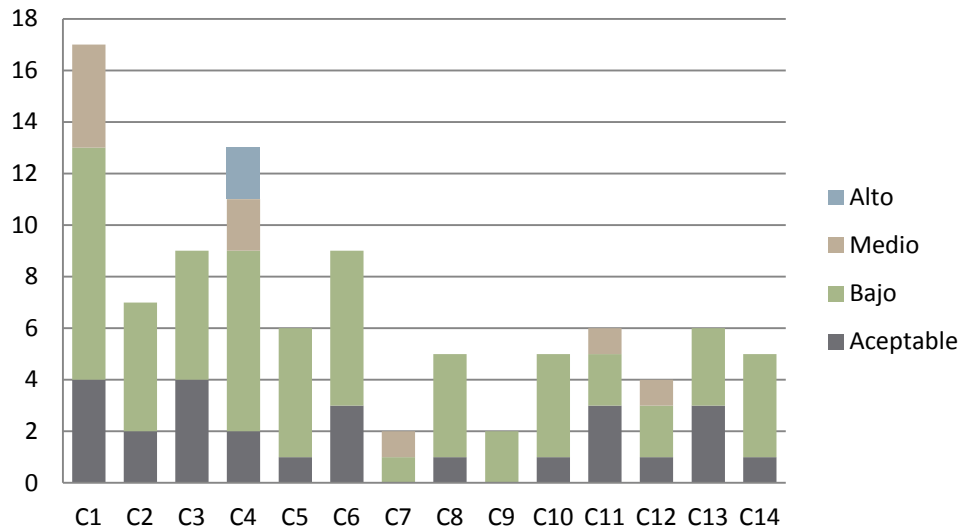


**Figura 6: Cantidad de trabajadores por nivel de riesgo según tarea, obtenidos por OWAS**

La mayor parte de la población analizada por este método se encontró en riesgo bajo. La distribución de los porcentajes encontrados en esta categoría, de acuerdo a la tarea, fue la siguiente: 33% (n=20) recibían piezas de madera procesada, 28% (n=17) usaban equipo eléctrico, 15% (n=9) cargaban troncos sobre el carro de la sierra principal, 6,7% (n=4) fabricaban tarimas, 6,7% paleaba aserrín, 3,3% (n=2) operaban la sierra principal, 3,3% recibían troncos, 1,7% (n=1) era ebanista y un 1,7% era operador de maquinaria.

En la categoría de riesgo aceptable se encontraron seis trabajadores que usaban la sierra principal (C2, C5, C8, C10, C12 y C13), 10 manejaban máquinas para procesar la madera (como machimbradora, cepilladora, motosierra, etc.) (C1:1; C2:1; C3:1; C4:1; C6:2; C11:3 y C13:1), uno operaba el carro de la sierra principal (C13), cuatro trabajadores recibían piezas de una máquina, una vez procesadas (C1:2; C3:1 y C4:1), un electricista (C6), un trabajador que fabricaba tarimas (C3), un operario de *backhoe* (C14) y dos trabajadores de recepción de troncos (C1 y C3).

La cantidad de colaboradores evaluados por empresa según el nivel de riesgo obtenido por el método OWAS se presenta en la Figura 7.



**Figura 7:** N° de trabajadores según nivel de riesgo ergonómico de acuerdo al OWAS, por aserradero

El aserradero C4 fue el único que tuvo dos trabajadores en riesgo ergonómico alto, quienes realizaban las tareas de operador de carro de la sierra principal y paleo de aserrín. Solamente cinco aserraderos tuvieron trabajadores en riesgo medio: C1:4, C4:2, C7:1, C11:1 y C12:1, cuyas tareas consistían en: ayudante de operador de carro, carga del tronco al carro de la sierra, operación de equipo eléctrico, operador de sierra y recepción de piezas.

Todas las empresas que participaron en el estudio tuvieron trabajadores situados en nivel de riesgo bajo en las tareas de carga de tronco al carro, ebanista, equipo eléctrico, fabricación de tarimas, operador de maquinaria, operador de sierra principal, paleo de aserrín y recepción de piezas y troncos.

Todos los aserraderos, excepto C7 y C9, tuvieron trabajadores ubicados en nivel de riesgo aceptable, distribuidos entre las tareas de electricista, operación de equipo eléctrico, fabricación de tarimas, operador de carro, operador de maquinaria, operador de sierra, recepción de piezas y troncos.

Una particularidad respecto al método OWAS, es que no permite el estudio detallado de la gravedad de cada posición, por lo que no contempla el cálculo del riesgo para la carga soportada. En consecuencia, fue necesario profundizar en el estudio del compromiso ergonómico de los trabajadores evaluados aplicando otro método de valoración para tal fin.

La evaluación ergonómica con el método REBA permitió evaluar las tareas previamente seleccionadas, que conllevaron cambios inesperados de postura, permitiendo obtener una valoración del riesgo que alerte sobre condiciones de trabajo inadecuadas, señalando en cada caso la urgencia de intervención, como se muestra a continuación:

Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
0	Inapreciable	No es necesaria actuación
1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
2	Medio	Es necesaria la actuación
3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

El análisis ergonómico general de los 96 trabajadores evaluados con este método, indicó que en las empresas evaluadas, el 4,2% (n=4) de los riesgos asociados con la carga postural de los trabajadores se agruparon en nivel inapreciable, 20,8% (n=20) en nivel bajo, un 63,5% (n=61) en nivel medio y un 11,5% (n=11) en nivel alto, según se observa en la Figura 8.

Los datos sugieren que es necesario actuar sobre la totalidad de los puestos evaluados mediante estudios detallados de los principales componentes del compromiso músculo esquelético del personal y la identificación de opciones que permitan disminuir este compromiso en el corto, mediano y largo plazo.

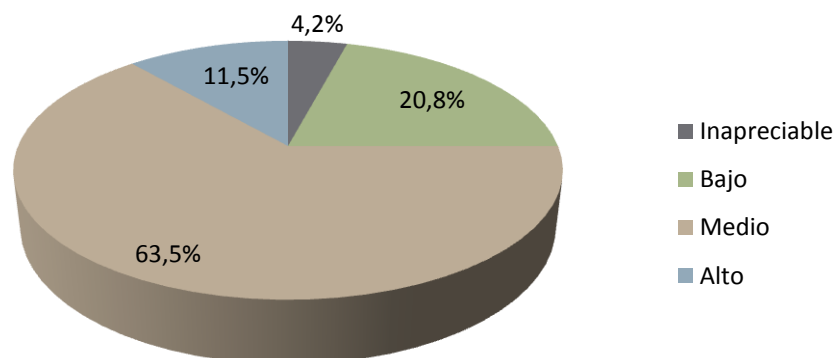
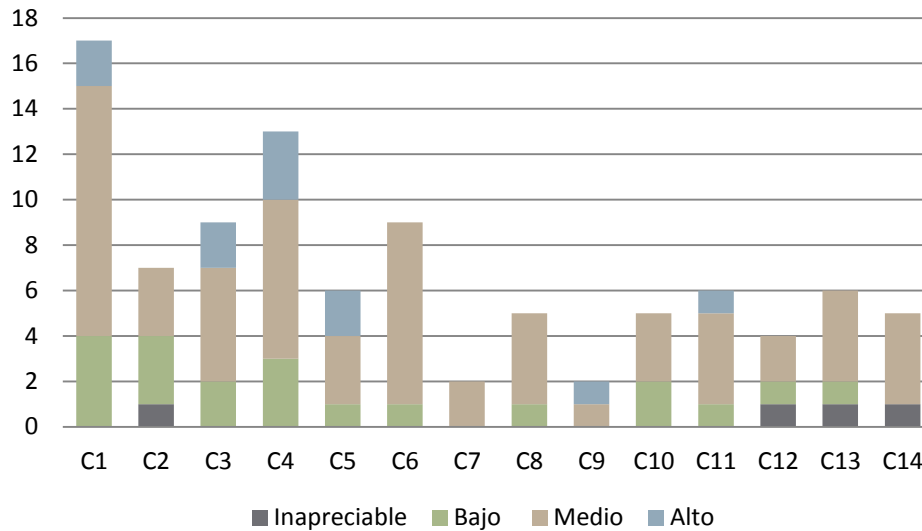


Figura 8: Porcentaje de trabajadores por categoría de riesgo, según método REBA



Dentro de las observaciones documentadas, no se encontraron trabajadores en la categoría de riesgo “muy alto” en ninguno de los aserraderos visitados; sin embargo, cuatro trabajadores se encontraron en riesgo inapreciable, en las tareas de: uso de equipo eléctrico (C13:1), operador de *backhoe* (C14:1) y recepción de piezas (C2:1 y C12:1).

La Figura 9 muestra los resultados del método REBA por empresa. Se identificaron distintas tareas con nivel de riesgo alto, las cuales correspondieron a: cargar tronco sobre el carro (C4:1 y C5:1), operar máquinas para procesar piezas de madera (C5:1 y C9:1), fabricación de tarimas (C1:1), operar el carro de la sierra principal (C4:1), operar la sierra (C11:1), paleo de aserrín (C4:1), recepción de piezas de madera una vez procesadas (C3:2) y recepción de troncos (C1:1).



**Figura 9: Número de trabajadores según categoría de riesgo del REBA, por aserradero**

En cuanto al nivel de riesgo medio, se hallaron 61 trabajadores realizando alguna de las siguientes tareas: 31% de los trabajadores operaban equipo eléctrico (C1:4, C2:1, C4:2, C5:2, C6:2, C8:2, C10:1, C11:3, C13:1, C14:1), 25% recibían piezas de madera procesadas por alguna máquina (C1:3, C2:1, C3:1, C4:1, C5:1, C6:1, C8:1, C9:1, C10:1, C13:2, C14:2), 13,1% eran cargadores de troncos en el carro (C2, C3, C6, C7, C8, C10, C11 y C12, un trabajador por empresa), 6,5% fabricaban tarimas (C1:2, C3:1, C6:1), 6,5% manejaban la sierra principal (C4:1, C7:1, C12:1, C14:1), 6,5% paleaban aserrín en el sitio de acopio definido por cada empresa (C1:1, C4:2, C6:1), 5% acomodaban troncos (C1:1, C3:2), 1,6% pertenecía al puesto de ayudante de operador de carro (C4:1), 1,6% era

electricista (C6:1), 1,6% operaba el carro de la sierra (C13:1) y 1,6% era operador de *backhoe* (C6:1).

Se encontraron 20 trabajadores en categoría de riesgo ergonómico bajo, según este método, dispuestos de la siguiente forma: un ebanista (C2:1), ocho trabajadores manejaban algún equipo eléctrico para procesar la madera (C1:2, C2:1, C3:1, C4:1, C6:1, C11:1, C12:1), cinco trabajadores eran operadores de la sierra (C2, C5, C8, C10 y C13) y seis recibían piezas de madera procesadas por alguna máquina (C1:2, C3:1, C4:2, C10:1).

En la Tabla 4.5 se registra la cantidad de trabajadores por categoría de riesgo, para cada tarea, según los resultados obtenidos con el método REBA.

**Tabla 4.5: Cantidad de trabajadores por categoría de riesgo del REBA, para cada tarea**

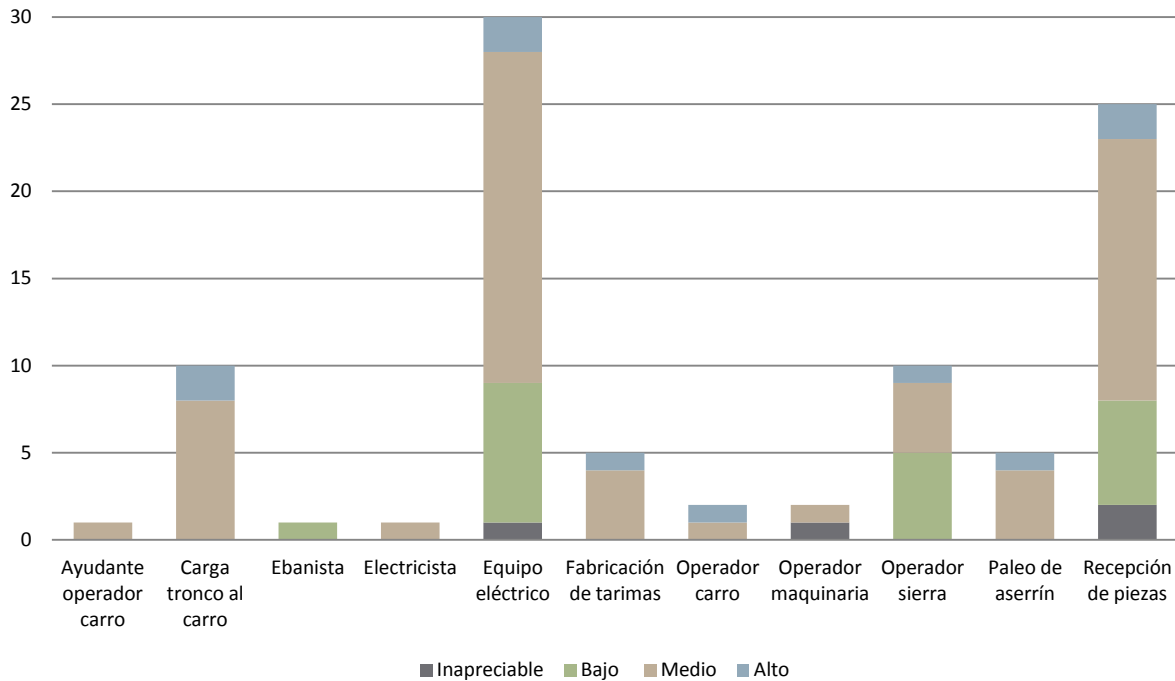
<b>Tarea</b>	<b>Inapreciable</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Ayudante operador carro			1	
Carga tronco al carro			8	2
Ebanista		1		
Electricista			1	
Equipo eléctrico y máquinas	1	8	19	2
Fabricación de tarimas			4	1
Operador carro			1	1
Operador maquinaria	1		1	
Operador sierra		5	4	1
Paleo de aserrín			4	1
Recepción de piezas	2	6	15	2
Recepción troncos			3	1
<b>Total:</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>61</b>	<b>11</b>

Fuente: Equipo de trabajo

Se presentaron valores de nivel de riesgo variados en cada una de las 11 tareas estudiadas (ver Figura 10). Se hallaron trabajadores en la categoría de riesgo alta en las tareas de carga del tronco sobre el carro, manejo de equipo eléctrico, fabricación de tarimas, operación del carro y sierra principal, paleo de aserrín y recibo de piezas procesadas por máquinas.

Como se puede observar en la figura 10, la mayor parte de la población evaluada (61 trabajadores) se encontró en nivel de riesgo medio, dispersándose entre 10 de las tareas evaluadas (excepto el puesto de ebanista), en tanto que sólo 20 trabajadores se ubicaron en

nivel de riesgo bajo, en cuatro de las tareas que se analizaron: ebanista, manejo de equipo eléctrico, operador de sierra y recibo de piezas de maderas procesadas por algún equipo.



**Figura 10: Número de trabajadores según categoría de riesgo del REBA, por tarea**

Algunas variables que podrían estar influyendo en estos resultados se relacionan con la forma en que los trabajadores llevan a cabo las tareas, el diseño de los puestos de trabajo, el estado de los equipos y herramientas que utilizan, el grado de capacitación en temas como la manipulación manual de cargas, los años de trabajar en la actividad de aserrío y la experiencia del trabajador, entre otros aspectos. Sin embargo, las variables mencionadas anteriormente no fueron incluidas en el análisis del presente estudio, por lo que no se cuenta con resultados al respecto.

En la siguiente ilustración se muestran algunas de las posturas que adoptaban los trabajadores durante tareas como carga de troncos sobre el carro (2a), accionamiento de la sierra vertical (2b) y limpieza del polvo de madera dentro de la fosa de la sierra (2c).



**Ilustración 2: Carga postural de los trabajadores en aserraderos**

Al comparar los dos métodos de análisis aplicados en esta investigación, se encontró que los resultados presentados por el método REBA son más severos en comparación con el método OWAS, debido a la cantidad de información requerida para efectuar la evaluación de los puestos de trabajo. Lo anterior se evidencia en el porcentaje de trabajadores hallados sobre el nivel de riesgo ergonómico medio que se reportaron en cada método. En el caso del método REBA se halló un 75% (n=72) de los trabajadores evaluados en riesgo medio y alto, en tanto que en OWAS solamente se encontró un 10,4% (n=10).

Se sugiere prestar atención a las tareas que ejecutan los trabajadores ubicados en categoría baja, ya que los métodos REBA y OWAS señalan el requerimiento de acciones correctivas en un futuro cercano, además de que la cantidad de trabajadores ubicados en este nivel en ambos métodos es significativa (REBA=20,8% y OWAS=62,5%).

### **4.3 Polvo de madera**

Se analizaron un total de 38 muestras correspondientes a 28 trabajadores en 13 empresas participantes (ver Tabla 4.6). Durante el período de evaluación, las tareas de aserrío se centraron en la operación de sierras principales, el manejo de máquinas para procesar piezas de madera (como canteadoras, cepilladoras, machimbradoras, motosierras, etc.) y la recepción de madera luego de ser procesada.

Entre las maderas que se registró que se procesaron durante el muestreo de los aserraderos, se encontró la presencia principalmente de laurel y melina. También algunos encargados mencionaron usar botarrama, cativo, lagartillo, pilón, gallinazo, reseco y terminalia.

**Tabla 4.6: Cantidad de muestras de polvo de madera por empresa**

<b>Empresa</b>	<b>N° muestras</b>	<b>N° de trabajadores</b>
C1	1	1
C2	4	3
C3	2	1
C4	2	1
C5	5	4
C6	5	4
C7	3	2
C8	2	2
C10	4	2
C11	3	2
C12	3	2
C13	2	2
C14	2	2

Fuente: Equipo de trabajo

Los resultados fueron comparados con los valores umbrales límite de exposición ponderados en el tiempo (TLV-TWA) propuestos por la asociación Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, 2011). Debido a que se reportan jornadas laborales diferentes entre ellas, se aplicó la relación sugerida por Brief & Scala para la reducción del valor de polvo de madera, a fin de poder hacer inferencias sobre el cumplimiento (Brief & Scala, 1975).

Para efecto de realizar los cálculos necesarios para hacer inferencias estadísticas, en aquellos casos donde se reportaron concentraciones por debajo del límite de detección establecido, se tomó como base el trabajo de Hornung y Reed, en el cual se estudia el error asociado con la estimación de la media de exposición cuando se tienen lecturas inferiores a los límites de detección y se introdujo como valor de la concentración para estas lecturas el equivalente a 0,5 veces el límite de detección (Hornung & Reed, 1990).

La Figura 11 muestra la distribución sin tratamiento estadístico de los resultados. Es posible observar con claridad un importante sesgo a la izquierda, patrón que coincide con las distribuciones referidas en la literatura para los valores de concentraciones en ambientes laborales (Gilbert, 1987).

El comportamiento de los datos fue mejor descrito por una distribución log normal, consistente con los resultados de las investigaciones de Rappaport y Selvin, para este tipo de datos (ver Figura 12) (Rappaport & Selvin, 1987). Por lo anterior, el análisis de cumplimiento con la norma se basó en parámetros que pudieran ser convenientemente descritos con este tipo de distribución.

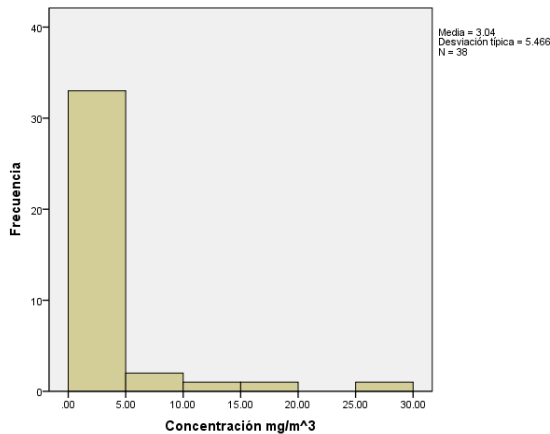


Figura 11: Distribución de las concentraciones de polvo de madera en  $\text{mg}/\text{m}^3$

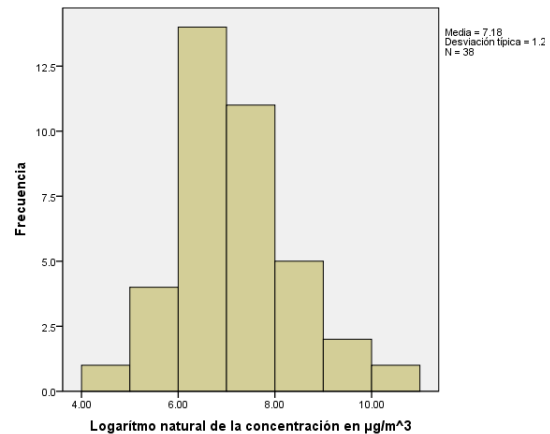
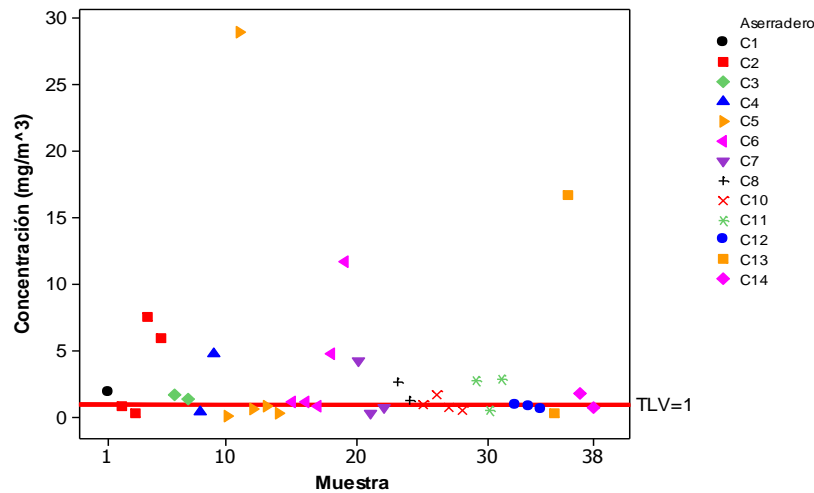


Figura 12: Distribución de las concentraciones de polvo de madera en  $\text{mg}/\text{m}^3$  transformadas a logaritmo natural

La Figura 13 ofrece los datos individuales de concentración obtenidos para las 38 muestras. Se puede observar que la mayor dispersión de los datos se presentó en la empresa C5, la cual adicionalmente presentó la concentración individual más alta del conjunto de datos ( $28,9 \text{ mg}/\text{m}^3$ ), superando el valor máximo permitido para polvo de madera, que en el caso particular de esta empresa es de  $0,70 \text{ mg}/\text{m}^3$ . El trabajador que reportó este valor tenía el puesto de ayudante de aserrío; sus actividades consistieron en recibir piezas de madera recién cortadas y trasladarlas al área de elaboración de tarimas; también se introdujo en la fosa ubicada debajo de la sierra vertical para remover el aserrín con pala. Durante todas las actividades que efectuó, no usó equipo de protección respiratoria.

La segunda concentración más alta ( $16,7 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) fue de un trabajador de la empresa C13 que también era ayudante de aserrío. Su función era efectuar la limpieza de los alrededores de la sierra y apilar las reglas aserradas. Se observó al trabajador mientras se limpiaba el polvo de madera de sus brazos con un trapo; tampoco usaba protección respiratoria.



**Figura 13: Dispersión de datos de las concentraciones de polvo de madera por aserradero**

En la Tabla 4.7 se registra el número de trabajadores y muestras de polvo de madera en la fracción inhalable, así como las medidas de tendencia central de cada empresa considerada en el estudio. Se calcularon los límites de confiabilidad al 95% en torno al MLE (estimador de máxima probabilidad para una distribución log normal), con el fin de contar con una estimación probabilística.

**Tabla 4.7: Medidas de tendencia central de exposición ocupacional a polvo de madera (fracción inhalable), por empresa**

Empresa	Nº muestras	Nº trabajadores	MG <sup>a</sup> (DGE) <sup>b</sup>	LIC <sup>c</sup>	MLE <sup>d</sup>	LSC <sup>e</sup>	LEO <sup>f</sup>
C2	4	3	1,03 (4,80)	0,82	3,53	>1000	0,63
C3	2	1	1,52 (1,18)	1,08	1,54	2,43	0,70
C4	2	1	1,35 (5,55)	0,41	5,88	>1000	0,70
C5	5	4	0,52 (9,01)	0,73	5,83	>1000	0,70
C6	5	4	1,53 (3,22)	1,21	3,04	73,6	0,59
C7	3	2	0,98 (3,76)	0,59	2,36	>1000	1,00
C8	2	2	1,84 (1,67)	0,90	2,10	59,2	0,70
C10	4	2	0,85 (1,65)	0,60	0,96	3,76	0,70
C11	3	2	1,10 (2,83)	0,63	1,89	>1000	0,63
C12	3	2	0,79 (1,20)	0,62	0,80	1,23	0,59
C13	2	2	2,24 (17,0)	0,93	124	>1000	0,76
C14	2	2	1,08 (1,95)	0,48	1,35	585	0,83
General	38	28	1,09 (3,43)	1,58	2,33	3,99	-*

**Nota:** Concentraciones en mg/m<sup>3</sup>, IC 95%. Al contar las empresas con jornadas distintas entre sí, no se pudo inferir un valor máximo permitido para la situación general de los aserraderos participantes.

<sup>a</sup>Media geométrica. <sup>b</sup>Desviación geométrica estándar. <sup>c</sup>Límite inferior de confianza. <sup>d</sup>Máxima concentración probable. <sup>e</sup>Límite superior de confianza. <sup>f</sup>Límite de exposición ocupacional.

**Fuente: Equipo de trabajo**

Puede observarse que para las empresas C2, C3, C5, C6, C8, C11, C12 y C13, los intervalos de confianza para el MLE se encontraron por encima del TLV-TWA corregido en cada uno de los casos (dado que las jornadas variaban entre las empresas), indicando una situación de sobreexposición.

El aserradero C1 tuvo solamente una muestra con una concentración de  $1,82 \text{ mg/m}^3$ , la cual superó el límite de exposición ocupacional calculado para esta empresa ( $0,83 \text{ mg/m}^3$ ). En el caso de los aserraderos C4, C7, C10 y C14, se encontraron valores que no permiten tomar una decisión (con un 95% de confianza) sobre la situación de cumplimiento con la norma, por lo que no se descarta la posibilidad de condiciones de sobreexposición.

No se reportó ningún dato de exposición ocupacional a polvo de madera en la empresa C9. El día de la visita, la sierra principal estaba siendo reparada y no se estaban llevando a cabo otras labores que generaran exposición a este agente químico. En el apéndice 2 se muestran los valores de concentración para cada muestra.

La siguiente ilustración evidencia algunas tareas tomadas en cuenta en los muestreos de polvo de madera. En todos los casos hubo exposición a polvo de madera generado por el corte (3a) y cepillado de la madera (3b y 3c). También es posible observar la falta de sistemas de control mecánico para las emisiones del equipo y el depósito de polvo y aserrín en las superficies y suelo, lo que contribuye a que el material particulado esté disponible y se incremente el riesgo de exposición a este agente químico.



3 (a)



3 (b)



3 (c)

**Ilustración 3: Tareas de aserrío con exposición ocupacional a polvo de madera**



Se agruparon las concentraciones por tarea, con el propósito de caracterizar mejor la exposición ocupacional a polvo de madera en la fracción inhalable e identificar aquellas actividades realizadas por los trabajadores que podrían representar mayor riesgo, tal como se presenta en la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8: Descripción de las tareas evaluadas para polvo de madera**

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>	<b>EPP</b>	<b>No. observaciones</b>	<b>N° trabajadores por aserraderos</b>
Equipo eléctrico	Uso de machimbradora, metabo con punta de lija, sierra de mesa, canteadora, multifuncional, sierra múltiple, motosierra, cepilladora.	Tres con mascarilla, cinco sin equipo de protección personal (EPP) respiratoria	8	C2:2, C3:1, C5:2, C6:2, C11:1
Operador sierra	Aserrío de madera, limpieza de sierra (manual o con aire comprimido), recoge aserrín, cambio de cinta de la sierra, apila reglas.	Uno con mascarilla, nueve sin EPP respiratorio	10	C2, C4, C5, C6, C7, C10, C12, C13, C14 (un trabajador por empresa)
Recepción de piezas	Recibo de piezas procesadas (semibloqueadora, sierra, canteadora), ayudante de aserradero, sube tronco al carro, hace limpieza de los alrededores de la sierra (escoba y rastrillo), limpieza de tucas con machete y cepillo de raíz.	Diez sin EPP respiratorio	10	C1:1, C5:1, C6:1, C7:1, C8:2, C10:1, C12:1, C13:1, C14:1

Fuente: Equipo de trabajo

El número de muestras y de trabajadores evaluados, así como las medidas de tendencia central estimadas para las tres tareas se registran en la Tabla 4.9.

Como se ha mencionado anteriormente, los aserraderos que participaron en el estudio tuvieron jornadas de trabajo variadas, lo que conllevó a que los datos estimados por tarea no pudieran compararse directamente contra un único valor límite de exposición ocupacional (LEO), por lo que se tomó como criterio de comparación el TLV-TWA sin corregir de este agente químico.

**Tabla 4.9: Medidas de tendencia central de exposición ocupacional a polvo de madera fracción inhalable, por tarea**

Tarea	N° muestras	N° trabajadores	MG <sup>a</sup> (DGE) <sup>b</sup>	LIC <sup>c</sup>	MLE <sup>d</sup>	LSC <sup>e</sup>
Equipo eléctrico	12	8	1,41 (3,03)	1,46	2,60	7,47
Operador sierra	13	10	0,69 (2,88)	0,73	1,21	2,95
Recepción de piezas	13	11	1,41 (4,04)	1,77	3,74	17,9

**Nota:** Concentraciones en mg/m<sup>3</sup>, IC 95%. Al contar las empresas con jornadas distintas entre sí, no se pudo inferir un valor máximo permitido para cada tarea.

<sup>a</sup> Media geométrica. <sup>b</sup> Desviación geométrica estándar. <sup>c</sup> Límite inferior de confianza. <sup>d</sup> Máxima concentración probable. <sup>e</sup> Límite superior de confianza

Fuente: Equipo de trabajo

Según los datos mostrados en la tabla anterior, los intervalos de confianza para el MLE de las tareas relacionadas con el uso de equipo eléctrico y el recibo de piezas procesadas se encontraron por encima del TLV-TWA sin corregir (igual a 1 mg/m<sup>3</sup>). Con respecto a los 10 operadores de sierra principal, no se pudo tomar una decisión sobre la situación de cumplimiento con la norma, pero no se descarta la posibilidad de que existan condiciones de sobreexposición.

En el tema de control de exposición a polvo de madera, algunas empresas cuentan con sistemas de bandas transportadoras para el traslado de polvo y aserrín que se genera en el proceso de aserrío. Sin embargo, la estructura del silo donde se almacena el desecho está fabricada de tabloncillos de madera o láminas metálicas con rendijas y espacios que permiten el escape de polvo de madera hacia el exterior (Ilustración 4a). Dependiendo de la dirección del viento y la ubicación de los puestos de trabajo, esta situación podría afectar a los trabajadores.

Además, se registraron otros casos de aserraderos que depositan en la parte posterior de la planta todo el aserrín que se genera durante la actividad de aserrío, tal y como se evidencia en las ilustraciones 4(b) y 4(c).



4 (a) 4 (b) 4 (c)  
**Ilustración 4: Almacenamiento de aserrín y mermas del proceso de aserrío**

Finalmente, debe considerarse que el método de análisis empleado en este estudio para caracterizar la exposición ocupacional a polvo de madera no permitió discriminar los componentes del polvo capturado en el filtro, por lo que se considera poco probable que las muestras sólo tuvieran polvo de madera, lo cual ha sido discutido por varios autores (Teschke, y otros, 1999) (Demers, Teschke, Davies, Kennedy, & Leung, 2000) (Fransman, y otros, 2003).

La infraestructura de los locales de los aserraderos constaba de techo metálico y pocas divisiones de tabloncillos de madera o láminas de metal; las estructuras no contaban con paredes que detuvieran el ingreso de polvo desde el exterior. Por lo tanto, los trabajadores podrían exponerse fácilmente a polvo proveniente del ambiente.

#### **4.4 Agentes Biológicos**

Tanto el polvo de madera como los microorganismos (hongos, bacterias, etc.) han sido sugeridos como causantes de asma ocupacional y otros síntomas respiratorios. Se han realizado una cantidad importante de estudios con el fin de recopilar información sobre los tipos de microorganismos presentes en las diversas especies de madera, así como las concentraciones y efectos asociados con la salud de los trabajadores de aserraderos.

Con el fin de describir de forma exploratoria la situación en Costa Rica, se analizaron un total de 7 muestras de polvo de madera tomadas de la salida de la sierra en diferentes aserraderos para identificar posibles patógenos que pudieran estar agravando la exposición de los trabajadores.

**Tabla 4.10** Identificación de microorganismos presentes en el polvo de madera por Aserradero

Aserradero	Identificación Bacteriana
<b>C1</b>	<i>Aspergillus</i> sp
	<i>Penicillium</i> sp
<b>C2</b>	<i>Aspergillus</i> sp
	<i>Penicillium</i> sp
<b>C10</b>	<i>Enterobacter</i> sp
	<i>Bacillus</i> sp
<b>C11</b>	<i>Bacillus</i> sp
<b>C12</b>	<i>Bacillus</i> sp
<b>C13</b>	<i>Bacillus</i> sp
<b>C14</b>	<i>Bacillus</i> sp

Fuente: Equipo de trabajo

En la Tabla 4.10 se pueden observar los diversos tipos de hongos y bacterias encontrados en las diferentes muestras de polvo de madera recolectadas.

El *Aspergillus* es un miembro del *phylum Ascomycota*. Hay más de 185 especies conocidas, de las cuales 20 se sabe que son perjudiciales para los seres humanos y otros animales. El subtipo más común asociado a infecciones de los senos paranasales y con la Aspergilosis es *Aspergillus fumigatus*. Los síntomas incluyen fiebre, tos, dolor de pecho o falta de aire. Por lo general, sólo los pacientes que ya tienen sistemas inmunitarios debilitados o que sufren otras enfermedades pulmonares son susceptibles (Moro, 2003) (Land et al, 1989).

Las especies de *Penicillium* son hongos ubicuos que se encuentran en el suelo como saprófitos en vegetación podrida, causando la descomposición de materia vegetal como granos y productos alimenticios. Éstos han sido previamente asociados con asma y alveolitis alérgica extrínseca (Halpin, 1994).

Los *Bacillus* son un género de bacterias con una gran diversidad. Pueden causar una gran cantidad de infecciones desde las de oído hasta la meningitis y del tracto urinario hasta la septicemia. En la mayoría de los casos, se producen como infecciones secundarias en huéspedes inmuno-comprometidos o previamente afectados. Ellos pueden exacerbar la infección anterior mediante la producción de toxinas que dañan los tejidos o metabolitos

que interfieren con el tratamiento. La enfermedad más conocida causada por el bacilo es el ántrax, que es causado por la especie *Bacillus anthracis* (Enciclopedia Británica) (Hameed et al, 2000).

Sólo para los aserraderos C-1 y C-2 se realizó la cuantificación de unidades formadoras de colonias por gramo de madera, encontrándose valores de  $1,3 \times 10^3$  y  $2,8 \times 10^5$  respectivamente. Todas las especies de bacterias y hongos encontrados han sido reportadas en estudios similares (Oppigler et al, 2005), (Douwes et al, 2003).

De la discusión anterior se desprende que hay un riesgo potencial de que los hongos y bacterias presentes en el polvo de madera afecten a los trabajadores de aserraderos y causen enfermedades, desde rinitis y alergias hasta infecciones más peligrosas, dependiendo de la susceptibilidad de cada individuo, sobre todo si se tiene en cuenta que la cantidad de polvo al que están expuestos es alta.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

- Los resultados de porcentaje de conformidad ponderado por empresa, con respecto a las condiciones de trabajo, no superaron el 60% de conformidad.
- El aserradero C13 obtuvo la calificación más alta en comparación con el resto de las empresas, alcanzando en los apartados de maquinaria y planta, transporte, salud y preparación ante emergencias notas superiores al 70%. El C7 fue el que obtuvo la calificación más baja.
- Los rubros de manejo de sustancias peligrosas, agentes físicos, ergonomía, preparación ante emergencias y política y organización, tuvieron los porcentajes promedio de conformidad más bajos a nivel interno de las empresas.
- El apartado más crítico fue ergonomía, con un 17,4% de conformidad con los ítems evaluados, principalmente debido a las posturas adoptadas por los colaboradores durante la ejecución de las tareas, el transporte de piezas de madera para su procesamiento o almacenaje y la operación de maquinaria y/o herramientas.
- Con el método OWAS, se obtuvo que el 72,9% de los trabajadores evaluados (n=70) se encontraron sobre el nivel de riesgo bajo, lo que significa que tienen

posibilidad de presentar daño al sistema músculo esquelético debido a las posturas que adoptan durante la ejecución de las actividades.

- Con el método REBA, se estimó que el 95,8% de los trabajadores (n=92) se encontraron sobre la categoría de riesgo ergonómico bajo, dispersos entre las 12 tareas evaluadas en el apartado de ergonomía del presente estudio.
- Algunas variables que podrían estar influyendo en los resultados obtenidos en las valoraciones ergonómicas son: forma en que los trabajadores llevan a cabo las tareas, diseño de los puestos de trabajo, estado de los equipos y herramientas que utilizan, grado de capacitación, años de trabajar en la actividad de aserrío y experiencia del trabajador, etc.
- La empresa C5 presentó la concentración individual más alta del conjunto de datos para polvo de madera (28,9 mg/m<sup>3</sup>), superando el valor máximo permitido para polvo de madera, que en el caso particular de esta empresa es de 0,70 mg/m<sup>3</sup>.
- Los intervalos de confianza para el MLE de las empresas C2, C3, C5, C6, C8, C11, C12 y C13 se encontraron por encima del TLV-TWA corregido en cada uno de los casos, indicando una situación de sobreexposición.
- Los intervalos de confianza para el MLE de las tareas relacionadas con el uso de equipo eléctrico y el recibo de piezas procesadas se encontraron por encima del TLV-TWA sin corregir (igual a 1 mg/m<sup>3</sup>). No se pudo tomar una decisión sobre la situación de cumplimiento con la norma de la tarea de aserrío, por lo que no se descarta la posibilidad de que existan condiciones de sobreexposición.
- Se encontraron especies de hongos y bacterias en las muestras de polvo de madera: *Aspergillus*, *Penicilium* y *Bacillum*. Todas ellas se reportan como comunes en aserraderos y como generadoras de trastornos en el tracto respiratorio (rinitis, alergias, alveolitis, etc.). No se descarta que la exposición a estos agentes biológicos contenidos en el polvo de madera pueda afectar la salud de los trabajadores, dado que las concentraciones de este contaminante son altas en las empresas.
- Se recomienda desarrollar e implementar medidas de mejora de las condiciones de seguridad evaluadas en la lista de verificación, para prevenir lesiones por accidentes de trabajo y enfermedades entre los colaboradores de la empresa. Como ejemplos

de dichas medidas se sugiere la implementación de prácticas seguras de trabajo y capacitación, entre otros.

- Se recomienda la actuación cuanto antes para minimizar los trastornos músculo-esqueléticos de los trabajadores, principalmente en las actividades relacionadas con la manipulación manual de cargas y operación de equipo eléctrico.

## 6. Agradecimientos

A las empresas dedicadas a la actividad de aserrío, que aceptaron colaborar con el estudio y nos permitieron realizar las evaluaciones.

Al Departamento de Gestión Empresarial en Salud Ocupacional del **Instituto Nacional de Seguros**, por el apoyo financiero del estudio y su colaboración en la divulgación de los resultados.



## 7. Referencias

- ACGIH. (2011). *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. Estados Unido: Signature Publications.
- Alamgir, H., Demers, P., Koehoorn, M., Ostry, A., & Tompa, E. (2007). Epidemiology of work-related injuries requiring hospitalization among sawmill workers in British Columbia, 1989–1997. *Eur J Epidemiol*, 273–280.
- Brief, R., & Scala, R. (1975). Occupational Exposure limits for novel work schedules. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J*, 76:467-476 .
- Demers, P., Teschke, K., Davies, W., Kennedy, S., & Leung, V. (2000). Exposure to dust, resin acids, and monoterpenes in softwood lumber mills. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 61 (4): 521-528.
- Douwes, J., Thorne, P., Pearce, N. & Heederik, D. (2003) Bioaerosol Health Effects and Exposure Assessment: Progress and Prospects. *Ann. occup. Hyg.*, 47( 3): 187–200.
- Enciclopedia Británica: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/47965/bacillus>
- Fransman, W., McLean, D., Douwes, J., Demers, P., Leung, V., & Pearce, N. (2003). Respiratory symptoms and occupational exposures in New Zealand plywood mill workers. *Annals of Occupational Hygiene*, 47 (4): 287-295.
- Gilbert, R. (1987). *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Halpin, D., Graneek B., Turner-Warwick, M. & Newman A. (1994). Extrinsic allergic alveolitis in a sawmill worker: case report and review of the literature. *Occup Environ Med* 51:160-4.
- Hameed, A., Khoder, M. & Farag, S. (2000) Organic dust and gaseous contaminants at wood working shops. *J. Environ. Monit.*, 2: 73-76.
- Hausen, B., & Rothernberg, H. (1981). Allergic contact dermatitis caused by olive wood jewelry. *Arch Dermatol*, 732-734.
- Health and Safety Executive. (2000). *MDHS 14-3: General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust*. Methods for the determination of hazardous substances. Health and Safety Laboratories.
- Hornung, R., & Reed, L. (1990). Estimation of average concentration in the presence of non detectable values. *Appl. Occup. Env. Hyg*, 5:546-51.

- IARC. (1995). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Reino Unido: World Health Organization.
- Kauppinen, T., Vincent, R., Liukkpnen, T., Grzebyk, M., Kauppinen, A. & Welling, I. (2006). Occupational Exposure to Inhalable Wood Dust in the Member States of the European Union. *Annals of Occupational Hygiene*, 50 (6): 549-561.
- Land, C., Sostari, B., Fuchs, R., Lundstrom,H. & Hult, K. (1989). Intratracheal Exposure of Rats to *Aspergillus fumigatus* Spores Isolated from Sawmills in Sweden. *Applied and Environmental Microbiology*, 55 (11): 2856-2860.
- Moro, D. & Okiki, P. (2003). Health risks associated with human exposure to wood dust in some nigerian saw-mills. *ASSET Series B*, 2 (2): 117-130.
- Nigel, B., Dilworth, M., & Summers, N. (2007). Occupational Exposure to Wood Dust in the British Woodworking Industry in 1999/2000. *Ann. Occup. Hyg.*, 249–260.
- Oppliger, A., Rusca, S., Charrie're, N., Vu Duc, T., & Droz, P. (2005). Assessment of Bioaerosols and Inhalable Dust Exposure in Swiss Sawmills. *Ann. Occup. Hyg.*, 385-391.
- Rappaport, S., & Selvin, S. (1987). *A method for evaluating the mean exposure from a log normal distribution*.
- Spee, T., Van de Rijdt-van Hoof, E., Van Hoof, W., Noy, D., & Kromhout, H. (2007). Exposure to Wood Dust Among Carpenters in the Construction Industry in The Netherlands. *Annals of Occupational Hygiene*, 51 (3): 241-248.
- Teschke, K., Demers, P., Davies, H., Kennedy, S., Marion, S., & Leung, V. (1999). Determinants of Exposure to Inhalable Particulate, Wood Dust, Resin Acids, and Monoterpenes in a Lumber Mill Enviroment. *Annals of Occupational Hygiene*, 43 (4): 247-255.
- Woods, B., & Calnan, C. D. (1976). Toxic woods. *Br J Dermatol*, 94 (13 Suppl): 1-97.

## **8. APÉNDICES**

**APÉNDICE 1: LISTA DE VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE SEGURIDAD EN  
 ASERRADEROS**

**REGISTRO**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica  
 Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental  
 Laboratorio de Higiene Analítica**

**Información de la empresa:**

Nombre: \_\_\_\_\_ Encargado: \_\_\_\_\_

**Información general:**

Fecha: \_\_\_\_\_ Encargado de gira: \_\_\_\_\_

RESUMEN DE TRABAJADORES Y SUS ACTIVIDADES						
ID empleado	Empleado	Actividad principal	Horas/día	Actividades secundarias	Horas/día	Detalles*

**Notas:** \*¿Los trabajadores se encuentran capacitados para realizar el trabajo? (por ejemplo: montacarguistas, electricistas, etc.).  
 ¿El trabajo se distribuye adecuadamente entre los trabajadores?  
 ¿La salud de los trabajadores es adecuada para las tareas que ejecutan?  
 ¿Hay algún grupo especial dentro de la fuerza de trabajo? (por ejemplo: mujeres embarazadas, aprendices, personas con discapacidad, menores de edad).

A. MAQUINARIA Y PLANTA						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i>Levantamiento mecánico</i>	♦ La maquinaria para levantamiento y el equipo de apuntalamiento: grúas, cadenas, ganchos, cables,....	♦ La maquinaria de levantamiento es revisada periódicamente por una autoridad competente: • anualmente para mecanismos y estructuras • cada tres meses para equipo de apuntalamiento				
	♦ ¿Está la maquinaria en buen estado?	♦ Revisión diaria de la maquinaria antes de ser usada				
	♦ ¿Los operadores han sido entrenados?	♦ Se ofrece entrenamiento a los operadores				
<i>Partes móviles</i>	♦ ¿Las máquinas tienen partes móviles desprotegidas? Cinturones, cadenas, sierras,....	♦ Maquinarias compradas después del 1-1-1995 deben estar marcadas con CE. • las partes móviles que pueden ser tocadas están protegidas • donde es posible, los resguardos móviles se ajustan adecuadamente a las herramientas de corte • la maquinaria no puede activarse sin componentes de seguridad				
	♦ ¿Es posible montarse o entrar en la maquinaria cuando está en operación?	♦ Las áreas peligrosas están claramente indicadas y su acceso bloqueado con protección adecuada.				
	♦ ¿Se cuenta con paradas de emergencia colocadas en puntos apropiados de las máquinas?	♦ Paradas de emergencia ajustadas.				
	♦ ¿Los arranques no intencionales pueden ser prevenidos?	♦ Las botoneras han sido colocadas de forma tal que no pueden ser presionadas por error. • los arranques de los equipos más grandes son precedidos por alarmas sonoras				
<i>Mantenimiento</i>	♦ ¿El panel de control está dispuesto en forma segura?	♦ La estación de trabajo del operador está dispuesta de forma tal que el mismo no está expuesto a riesgos adicionales.				
	♦ ¿Las máquinas y los equipos cuentan con mantenimiento regular?	♦ Existe un cronograma de mantenimiento (se mantienen registros actualizados sobre el mantenimiento ofrecido)				
<i>Caidas (personas, materiales, ...)</i>	♦ ¿El trabajo en las máquinas está claramente identificado?	♦ Se utiliza señalización cuando se realizan labores de mantenimiento en la maquinaria. • se remueven los fusibles cuando se está trabajando en el mantenimiento de las máquinas				
	♦ Las personas se pueden caer, resbalar o tropezar como resultado de: pasadizos y picos de los talleres desarreglados o con huecos, pisos inestables, condiciones ambientales (pisos húmedos), áreas de trabajo en altura, sobrepeso, gradas y escaleras inestables, esquirilas metálicas tiradas alrededor, astillas tiradas alrededor	♦ Mantenimiento de pasillos y pisos limpios.				
		• aseguramiento de pisos lisos				
		• los trabajadores cuentan con calzado adecuado				
		• se cuenta con pasamanos				
		• se ofrece equipo de protección de caídas (en todo caso en alturas superiores a los 2 m)				
		• se usan adecuadas escaleras o plataformas				
		• las escaleras se colocan en el ángulo adecuado				
		• las gradas cuentan con pasamanos				
		• las escaleras poseen materiales antideslizantes				
• esquirilas metálicas se depositan en basureros especiales						
• astillas y trozos son recogidos periódicamente						
♦ ¿Puede soltarse las cargas durante el transporte o en un área de almacenamiento?	♦ Garantizan la estabilidad durante el transporte (empate cargas hacia abajo si es posible). • use un casco en lugares de apilamiento • no se permite que personas caminen bajo cargas levantadas					

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• garantizan que la madera se apila de manera ordenada y estable (pilas no muy altas)</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• camiones con pinzas para elevar materiales se utilizan con una guarda de seguridad suficientemente robusta</li> </ul>			
<b>Superficies ásperas y afiladas</b>	<p>♦ <b>¿Existe el peligro de cortes?</b>                      Esquirlas, puntas afiladas, superficies rugosas, dientes de sierra, astillas de madera, tiras de hierro, ...</p>	<p>♦ <b>¿Instrumentos filosos se mantienen alejados después de usarlos?</b></p>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• hojas de sierra se almacenan en forma ordenada</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• tienen cuidado al cortar la tira de hierro</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiran la tira de hierro con las manos descubiertas</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ropa de protección (guantes) para ser usados cuando se manejan objetos cortantes y materiales (hojas de sierra)</li> </ul>			
<b>Movimientos incontrolados</b>	<p>♦ <b>¿Es posible que los objetos o equipos se muevan fuera de control?</b> • camiones con pinzas levantan materiales hacia fuera, cargas oscilantes, cargas o mercancías apiladas caen desde arriba, astillas en el ambiente</p>	<p>♦ <b>¿Conductores de carretillas elevadoras son entrenados?</b></p>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• personas se mantienen lo más lejos posible</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• restringir la velocidad de operación de máquinas de elevación</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• no se permite personas no autorizadas en las proximidades de las máquinas de elevación</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• no se camina bajo cargas</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• mantenerse dentro de las zonas seguras de carga de las máquinas</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• personas no autorizadas no son admitidos en el patio de registro</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• no se suben a los troncos</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• no trabajan en las proximidades de los registros apilados flojamente</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• inspeccionan el patio de registro periódicamente</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• se proveen de bastidores de almacenamiento estable</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizan el equipo de protección individual (guantes, casco, calzado de seguridad)</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ajuste anti-atenuación de los equipos</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquinas se instalan con una adecuada captura y extracción del polvo.</li> </ul>					

<b>B. TRANSPORTE</b>						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<b>Transporte y Tráfico</b> (vehículos, carretilla, clientes, tenedor de carretillas elevadoras, peatones, visitantes)	<p>♦ <b>¿Está el camino en orden?</b> Superficies, pasajes, señales (también en beneficio de terceros), visibilidad, zonas de riesgo, ...</p>	<p>♦ <b>Rellenan los hoyos, sustituyen losas sueltas y rotas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mantienen las vías de circulación despejadas</li> <li>• señales en buen estado</li> <li>• posición de espejos</li> <li>• Indicar las zonas peligrosas.</li> <li>• eliminan los desechos y desperdicios</li> </ul>				
	<p>♦ <b>¿Están los conductores entrenados?</b> ¿Es el equipo de transporte utilizado correctamente? ¿Puede causar riesgos de transporte?</p>	<p>♦ <b>Permiten al personal autorizado (capacitado) para operar los equipos de transporte (conductores de camiones tenedor ascensor).</b></p>				
	<p>♦ <b>¿Está el equipo de transporte en orden</b></p>	<p>♦ <b>Control visual diario de las máquinas antes de empezar a trabajar.</b></p>				
	<p>♦ <b>¿No surgen situaciones peligrosas como resultado de la sobrecarga de los equipos de transporte?</b></p>	<p>♦ <b>Rango de carga máxima o carga de trabajo seguras se indican en el equipo de transporte.</b></p>				
	<p>♦ <b>¿El peatonal y el tráfico de transporte están separados?</b></p>	<p>♦ <b>No se permiten personas no autorizadas en el área de transporte.</b></p>				

<b>C. SEGURIDAD ELÉCTRICA</b>						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i>Conexión a la red eléctrica</i>	◆ ¿Existe un plan de la red de alimentación eléctrica disponible?	◆ Existe un plano de la alimentación de la red eléctrica con los paneles de circuitos de baja tensión.				
	◆ ¿El suministro de energía es suficiente para las máquinas existentes?	◆ Adaptación de la alimentación a demanda.				
	◆ ¿Existe un inventario de las máquinas eléctricas?	◆ Hay un inventario de las máquinas eléctricas con sus especificaciones				
	◆ ¿Las máquinas tienen la protección de puesta a tierra?	◆ Máquinas con toma de tierra.				
	◆ ¿Hay suficientes interruptores de circuito instalado en el suministro? (protección de corriente, interruptor de corriente, fusibles)	◆ Ajustan los interruptores. (Ver recibo por organismo reconocido).				
	◆ ¿Los cables eléctricos, enchufes y tomas de corriente y los recintos de equipos están intactos?	◆ Colocan enchufes y cables de inmediato cuando se daña alguno.  • Llevan a cabo una comprobación periódica (por ejemplo, anualmente) en todos los equipos eléctricos.				
	◆ ¿El suministro de energía eléctrica es sujeto a revisión periódica? Revisión correctiva.	◆ Organizan la inspección por un organismo autorizado: • Para baja tensión: cada cinco años y cuando se expande el sistema • De alta tensión: cada año				
	• ¿Las máquinas son adecuadas para el medio ambiente, la humedad y el polvo?	◆ Comprueban la protección mínima y sustituyen equipos inadecuados.				
◆ ¿Los trabajos en la red eléctrica son llevados a cabo por electricistas capacitados?	◆ Los trabajos eléctricos se llevan a cabo por electricistas capacitado.					
<i>Alto voltaje</i>	◆ ¿Existen puestos de trabajo en las proximidades de la red eléctrica de alta tensión (de cabina)?	◆ Equipos de alta tensión son debidamente encerrados.				
	◆ ¿La cabina de alta tensión es accesible?	◆ Puerta de cabina de alta tensión se mantiene bajo llave.  • prohíben el acceso a personas no autorizadas.				
	◆ ¿La cabina de alta tensión es aún Askarel?	◆ Aplican un pictograma con la cruz de San Andrés a la puerta de la cabina.  • transformadores Askarel se reemplazaron después del 31-12-2005				



<b>D. SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>						
<b>Problemas posibles</b>	<b>Preguntas y hallazgos</b>	<b>Acciones</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>NR</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Sustancias (diesel, parafina, gasolina, aceite lubricante, askarel, conservante de la madera)</i>	♦ ¿Tienen elaborado un historial de las sustancias peligrosas? (Sustancias con etiqueta con una ilustración naranja y negro, por ejemplo, una calavera, cruz de San Andrés. Estas sustancias pueden ser: pinturas, productos de limpieza, etc.)	♦ <b>Establecen un registro de las sustancias peligrosas que incluyen, entre otras cosas:</b>				
		• la lista de las sustancias presentes				
		• la cantidad de sustancia presente				
		• folleto de Información de Seguridad (MSDS)				
		• los permisos requeridos (medio ambiente, la descarga)				
<i>Regulaciones</i>	♦ ¿Se toman las precauciones necesarias según lo establecido en el reglamento? (En caso de duda consulte con el proveedor o la autoridad competente).	♦ <b>Reglamento suministrado con el producto deben ser respetados en cuanto a:</b>				
		• peligros de incendio				
		• almacenamiento				
		• equipos de protección individual				
<i>Almacenamiento e inventario</i>	♦ ¿Control de sustancias?	♦ <b>Las sustancias peligrosas se reemplazaron por otras menos peligrosas.</b>				
		• Sustancias y envases se revisan a intervalos regulares (correcto etiquetado de los envases y embalajes, contenedores adecuados, etc.)				
		• Se restringe la cantidad de sustancias en las tiendas.				
	♦ ¿Se desanima la difusión de productos peligrosos?	♦ <b>Se organiza la recuperación y limpieza por fugas de los envases y el derrame de sustancias.</b>				
	♦ ¿Hay una adecuada extracción de polvo?	♦ <b>Instalación de extracción de polvo.</b>				
<i>Polvo de madera</i>						

<b>E. INCENDIO Y EXPLOSIÓN</b>						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i>Prevención de incendios</i>	◆ ¿Es posible evitar las fuentes de ignición?	◆ <b>Trapos con aceite se recogen en cubos de basura de metal con tapa.</b> • Se prohíbe fumar en las instalaciones. • No hay fuegos abiertos. • Calefacción por radiación se ha instalado correctamente. ◆ <b>Revisan la calefacción con regularidad.</b>				
	◆ ¿El sistema de calefacción o calentamiento adicional es resistente al fuego y cumple los requisitos legales?	• Deshollinamiento de la chimenea. ◆ <b>Tienen un permiso de fuego en la obra que constituye un peligro de incendio antes de iniciar funciones.</b>				
	◆ ¿El trabajo requiere permisos de fuego?	◆ <b>Consideraron instalar un sistema automático de detección y alarma de incendios (por ejemplo, en la planta de incineración)</b>				
	◆ ¿Hay un detector de incendios o alarma contra incendios?	◆ <b>Mantienen las vías de evacuación y salidas de emergencia despejadas.</b>				
	◆ ¿Las rutas de evacuación están en orden?	• Proporcionar los pictogramas necesarios.				
	◆ ¿Se ha capacitado al personal sobre la prevención de incendios?	◆ <b>Elaboraron un procedimiento de actuación en caso que se active la alarma de incendio (¿quién hace qué en caso de incendio?).</b>				
<i>Combate de incendios</i>	◆ ¿Hay facilidad de equipo y personal para la lucha contra incendios?	◆ Cuentan con un sistema de extinción de incendios con: • hidrantes • gabinetes (mangueras) • extintores ◆ <b>Recipientes a presión para recibir las revisiones estatutarias. (Vasija de presión £ 300 litros, cada 5 años).</b>				
	◆ ¿Hay alguna recipientes a presión en el sitio? Compresores,.....	◆ <b>Instalaron el sistema de extracción fuera del área de trabajo.</b>				
	◆ ¿El polvo del silo es a prueba de explosión?	• Proporcionan paneles de explosión en el silo/patio • Instalación de detección de chispa en el sistema de extracción y / o silo.				

<b>F. AGENTES FÍSICOS</b>						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i><b>Vibración</b></i> (pinzas de carretillas elevadoras, sierra de cadena, maquinaria pesada, extracción de polvo)	◆ ¿Están los trabajadores expuestos a vibraciones durante largos períodos de tiempo?	◆ <b>Utilizan herramientas de baja vibración: herramientas de mano, sierras de corte transversal, etc.</b>				
	◆ ¿Hay vibración perceptible alrededor de la maquinaria?	• ajuste de asientos ergonómicos a las carretillas elevadoras.				
		• si es posible, montan en las máquinas amortiguadores de vibraciones (compresores).				
		• desacoplan los conductos de extracción de polvo del ventilador.				
	• consideran la posibilidad de rotación de puestos.					
<i><b>Ruido</b></i>	◆ ¿Están los trabajadores expuestos a gran cantidad de ruido?	◆ <b>Aplican amortiguadores de sonido cuando sea posible y en todo caso, si el ruido supera el umbral de 85 dB (A):</b> - tubos de escape				
	◆ ¿La máscara da señales de peligro de ruido (por ejemplo: alarma de incendio)?	• pantallas acústicas				
		• protectores auditivos individuales				
<i><b>Contacto con calor</b></i>	◆ ¿Peligro de quemaduras? (flamas descubiertas, superficies calientes, tubos calientes, calefacción complementaria, tubos de vapor,.....)	◆ <b>Usan escudos o aislantes de superficies calientes</b>				
		• utilización adecuada del calentador, calefacción, etc.				

<b>G. ERGONOMÍA</b>						
<b>Problemas posibles</b>	<b>Preguntas y hallazgos</b>	<b>Acciones</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>NR</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Máquinas</i>	♦ ¿Hay máquinas o equipos que no son "fáciles" para trabajar? (Que requieren medidas difíciles)	♦ Adaptan el equipo a los operadores.				
<i>Posturas de trabajo</i>	♦ Existen posturas de trabajo/tareas mantenidas durante largos períodos: trabajo sentado, trabajo repetitivo,....	♦ Proveen actividades variadas.				
<i>Cargas</i>	♦ ¿Las cargas pesadas son levantadas manualmente?	♦ Evitan levantar cargas pesadas de forma manual.				
		• enseñan a los trabajadores el correcto levantamiento manual de cargas				
<i>Pantalla de visualización de unidad de trabajo</i>	♦ ¿Son los caracteres de tamaño adecuado, el contraste y la claridad? · ¿La pantalla parpadea o hay reflexiones en ella?	♦ Elegir la configuración correcta y la posición del monitor.				
	♦ ¿Es la silla adecuada?	♦ Proporcionan sillas adecuadas, ajustables en la altura y el respaldo.				

<b>H. SALUD</b>						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i>Enfermedades profesionales, accidentes de trabajo y tiempo de trabajo debido a una enfermedad</i>	♦ ¿Los trabajadores sufren de enfermedades profesionales? Sordera profesional, eczema de contacto, trastornos respiratorios, problemas digestivos,.....	♦ <b>Enfermedades profesionales y accidentes de trabajo son signos de que el equipo de protección o el entrenamiento son inadecuados. (Junto con el servicio externo de prevención de accidentes,) realizan un estudio y elaboran un registro del tiempo que conlleva el cese del trabajo por accidente y/o enfermedad.</b>				
	♦ ¿Cuáles son los accidentes de trabajo más frecuentes?	• obtienen asesoramiento de varias autoridades sobre cómo prevenir los accidentes laborales, enfermedades profesionales: médico, aseguradoras, servicios sociales, inspección del trabajo, organismos de homologación, etc.				
	♦ ¿Hay registros de incapacidades por enfermedad o hay un alto grado de rotación de personal? ♦ ¿Alguno de los empleados tiene un problema con el abuso de alcohol?	• someten al personal a exámenes médicos periódicos, en especial las personas que entran en contacto con maderas exóticas, sustancias de impregnación, etc.				
<i>Especies especiales de madera</i>	♦ ¿Hay precauciones especiales para el manejo de ciertos irritantes/ especies alergénicas de la madera? (madera dura tropical, etc.)	• toman las precauciones necesarias, proporcionan ropa de protección o equipo de protección personal				
<i>Estrés</i>	♦ El estrés puede ser causado por lo siguiente: horarios irregulares de trabajo, paradas imprevistas, trabajos en contra del reloj, ausencia de la capacidad de anticipar, toma de decisiones importantes en la ausencia de un superior, demandas excesivas	♦ <b>Elaboran programas y planes de trabajo adecuados</b> • garantizan la asistencia adecuada • suministran a los trabajadores con los materiales adecuados • colocan a la persona adecuada en el lugar correcto				
<i>Estrés relacional</i>	♦ ¿Hay conflictos entre colegas?	♦ <b>Implementan una adecuada política de contratación.</b>				
	♦ ¿Hay problemas dentro de un equipo?	♦ <b>Fomentan la comunicación interna y la motivación.</b>				

<b>I. EMERGENCIAS</b>						
<b>Problemas posibles</b>	<b>Preguntas y hallazgos</b>	<b>Acciones</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>NR</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Primeros auxilios</i>	◆ ¿Existe (n) caja (s) de primeros auxilios en el sitio?	◆ La compra de caja(s) de primeros auxilios permiten una caja por unidad de trabajo.  • se verifica regularmente el contenido de las cajas				
	◆ ¿Hay alguien que brinde los primeros auxilios?	◆ Designan a una persona responsable de los primeros auxilios y le proveen capacitación.				
<i>Emergencias</i>	◆ ¿Existen procedimientos para actuar en caso de accidentes y emergencias?	◆ Elaboran los procedimientos de emergencia necesarios para: • reportar accidentes • reportar incendios				
	◆ ¿Son los simulacros de evacuación realizados?	◆ Organizan un simulacro de evacuación al año.				
<i>Procedimientos de emergencias</i>	◆ ¿Hay personal entrenado en el combate de incendios?	◆ Proporcionan un ejercicio de lucha contra incendios (prevención primaria).				
	◆ ¿Tienen elaborado un procedimiento en caso de accidente o emergencia?	◆ Elaboran un procedimiento de información en caso de emergencia.				

J. LUGAR DE TRABAJO Y LOCALES						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i>Medio ambiente</i>	♦ ¿El trabajo es realizado en condiciones extremas? (gran calor, frío, etc.)	♦ Ropa adecuada (ropa de lluvia) y bebidas están a disposición de los trabajadores (sopa, café, agua, refrescos, etc.)				
		• se proporciona calefacción (local si es necesario)				
<i>Iluminación</i>	♦ ¿Hay locales convenientemente iluminados? ¿Es la iluminación adecuada en las zonas especiales, tales como escaleras, almacenes, y las máquinas en reparación? ¿Existe iluminación de emergencia? ¿Existe el peligro de deslumbramientos directos o indirectos?	♦ Tienen instalados los siguientes equipos en los lugares necesarios: · iluminación adicional				
		• iluminación de emergencia				
		• vigilancia				
		• Revisan regularmente la iluminación de emergencia?				
<i>Pasillos</i>	♦ ¿Los pasillos en el lugar de trabajo están en orden?	♦ ¿Los pasillos están despejados y tienen una anchura mínima de 80 cm para permitir el tránsito?				
<i>Orden y limpieza</i>	♦ ¿Todos los materiales tienen un lugar de almacenamiento?	♦ ¿Se proporcionan instalaciones para el almacenamiento de todos los materiales?				
	♦ ¿El espacio de trabajo es limpiado regularmente?	♦ ¿El lugar de trabajo se mantiene limpio?				
<i>Facilidades para el personal</i>	♦ ¿Hay vestuarios y sanitarios para el personal?	♦ Instalaciones sanitarias se proporcionan al personal.				
		• vestuarios e instalaciones de lavado				
		• un área disponible para comer fuera del lugar de trabajo				
	♦ ¿Se mantienen estas áreas limpias?	♦ Áreas son regularmente aseadas (diariamente)				
• suministro de agua caliente colocado fuera de los cuartos de baño (monóxido de carbono, peligro de envenenamiento)						
• áreas cuentan con ventilación adecuada						

K. POLÍTICA Y ORGANIZACIÓN						
Problemas posibles	Preguntas y hallazgos	Acciones	Sí	No	NR	Observaciones
<i>Acceso a las instalaciones</i>	◆ ¿Cómo son los visitantes y clientes recibidos?	◆ <b>Proporcionan un área de recepción para los clientes.</b> • clientes y visitantes están acompañados en todo momento en las instalaciones • establecen área de carga para los clientes				
	◆ <b>¿Hay equipo de protección individual y colectiva para los diferentes trabajos?</b> • equipos de protección colectiva: pantallas de protección de riesgos (por ejemplo, pantallas acústicas) • equipos de protección individual: es usado por el individuo y sólo protege a esa persona (por ejemplo, los tapones)	◆ <b>Hacen una lista de los equipos de protección necesarios (individuales y colectivos) para cada lugar de trabajo.</b> • Obtienen información de las autoridades competentes, si tienen alguna pregunta (médico, proveedor, etc.)				
		◆ <b>Los equipos de protección están a disposición de los trabajadores:</b> • gafas de seguridad • calzado de seguridad • casco de seguridad • protección auditiva				
◆ <b>Equipo de protección dañado es reemplazado inmediatamente</b>						
◆ <b>¿Es utilizado el equipo de protección personal?</b>		◆ <b>Consultan a los trabajadores en la compra de equipos de protección tales como calzado de seguridad, guantes, ropa, etc.</b> • explican el uso correcto y el propósito del equipo de protección durante las sesiones explicativas.				
<i>Motivación personal (salud y seguridad)</i>	◆ <b>¿La fuerza de trabajo tiene problemas con las precauciones de seguridad? ¿Han surgido situaciones de peligro relacionados con la conducta negligente de un empleado?</b> El mal uso o no uso de EPP, conducta insegura, es la fuerza de trabajo consciente de los riesgos	◆ <b>¿Proporciona capacitación en seguridad, repetida de forma regular (las reuniones de taller, charlas de seguridad)?</b> • proporcionar capacitación adicional según sea necesario • proporcionar inducción para los nuevos trabajadores				
	◆ <b>¿Los trabajadores participan en la política de prevención de accidentes?</b>	◆ <b>Promueve la participación de los trabajadores.</b>				
<i>Compra de máquinas y materiales</i>	◆ <b>¿Se evalúa la seguridad y facilidad de uso de una máquina antes de su compra?</b>	◆ <b>Llevar a cabo una evaluación exhaustiva de las máquinas antes de proceder con la compra.</b> • promueven la participación de los trabajadores • permiten que los trabajadores prueben el equipo • se mantienen al tanto de las últimas tecnologías y avances (así como en los campos de la salud y seguridad)				
<i>Entrenamiento e instrucciones</i>	◆ ¿Son las instrucciones de las máquinas claras, explícitas y están a disposición de los usuarios?	◆ <b>Elaboración de instrucciones para las diferentes máquinas en el idioma del usuario (prestar atención a las medidas de seguridad en las instrucciones).</b>				
	◆ ¿Son los procedimientos de trabajo fáciles de entender?	◆ <b>Establecen procedimientos sencillos en el lenguaje de los trabajadores.</b>				
<i>Nueva tecnología</i>	◆ ¿Los empleados que trabajan con nuevas tecnologías reciben capacitación?	◆ <b>¿Cuentan con cursos regulares de actualización?</b>				



**APÉNDICE 2: CONCENTRACIONES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO DE MADERA EN ASERRADEROS**

Código de muestra	Código de empresa	Concentración /mg/m <sup>3</sup>
149	C1	1,82
145	C2	0,77
151	C2	0,30
154	C2	7,56
155	C2	5,97
169	C3	1,70
170	C3	1,35
161	C4	0,42
162	C4	4,77
165	C5	0,09
166	C5	28,9
167	C5	0,55
168	C5	0,86
179	C5	0,26
163	C6	1,09
164	C6	1,09
171	C6	0,77
172	C6	4,79
174	C6	11,69
182	C7	4,26
183	C7	0,33
184	C7	0,68
201	C8	2,64
202	C8	1,28
208	C10	0,94
209	C10	1,71
210	C10	0,69
211	C10	0,54
223	C11	2,78
218	C11	0,47
219	C11	2,86
227	C12	0,93
228	C12	0,77
229	C12	0,64
263	C13	0,30
264	C13	16,7
258	C14	1,73
259	C14	0,67

