

Producción más limpia aplicada al proceso de ensamble y acabado en la fabricación de muebles de madera de la localidad de Engativá en Bogotá

Cleaner production applied to the process of assembly and finishing in the manufacture of wooden furniture from the town of Engativá in Bogotá

Liseth Barahona Pardo¹, Katusca Zulay Rincón², Tito Fabian Ruiz Barajas³.

¹Ingeniera ambiental y sanitaria, Universidad de la Salle, liseth-barabonap@unilibre.edu.co

²Ingeniera industrial, Universidad Libre, katuscaz.rincon@unilibrebog.edu.co

³Ingeniero forestal, Universidad Distrital, titoj-ruizfb@unilibre.edu.co

Fecha de recepción: 27/Noviembre/2017 Fecha de recepción del artículo: 28/Enero/2018

Resumen

Una de las problemáticas ambientales que presenta la Localidad de Engativá, está relacionada con los impactos generados por la fabricación de muebles de madera debido a la generación de residuos peligrosos como envases vacíos de pintura y barnices que contienen disolventes, así como la emisión de gases, entre otros.

Esta localidad, tiene un 39% de industrias dedicadas a la fabricación de muebles de madera (1), [CESA1] se convierte en la que concentra el mayor porcentaje en Bogotá influyendo en la calidad ambiental de los ecosistemas aledaños como lo son el humedal Juan Amarillo y Jaboque, los cuales son una estructura ecológica principal, al contribuir al mejoramiento en la calidad del agua y en la regulación del ciclo hídrico.

Los procesos asociados a la fabricación de muebles que tienen mayor impacto corresponden al ensamble y acabado durante la etapa de lacado y pintura afectando principalmente al componente atmosférico y suelo por la emisión de compuestos orgánicos volátiles y la generación de residuos peligrosos; frente a lo anterior se establece como alternativa viable de producción más limpia la

aplicación de buenas prácticas y la sustitución de herramientas, porque contribuye al mejoramiento de los procesos a fin de aumentar su eficiencia y propender por la conservación de los humedales.

Palabras clave.

Impacto ambiental. Residuos. Muebles de madera. Ensamble y Acabado. Alternativas. Minimizar.

Abstract

One of the environmental problems presented by the Town of Engativá, is related to the impacts generated by the manufacture of wooden furniture due to the generation of hazardous waste such as empty containers of paint and varnishes containing solvents, as well as the emission of gases, among others.

This locality, has 39% of industries dedicated to the manufacture of wooden furniture, becomes the one that concentrates the highest percentage in Bogotá influencing the environmental quality of the surrounding ecosystems such as the Juan Amarillo and Jaboque wetlands, which they are a main ecological structure, by contributing to the improvement of

water quality and regulation of the water cycle.

The processes associated with the manufacture of furniture that have the greatest impact correspond to the assembly and finishing during the lacquering and painting stage, mainly affecting the atmospheric component and soil due to the emission of volatile organic compounds and the generation of hazardous waste; Faced with the above, the application of good practices and the substitution of tools is established as a viable alternative for cleaner production, because it contributes to the improvement of processes in order to increase their efficiency and promote the conservation of wetlands.

Keywords

Environmental impact. Waste. Furniture made of Wood. Assembly and Finishing. Alternatives. Minimize.

1. Introducción

Las empresas de explotación de madera y de fabricación de muebles generan diariamente residuos que no son reaprovechados y que generalmente son botados a la basura o regalados. De acuerdo a cifras, el 83% de los establecimientos los regala o los abandona, lo que genera más contaminación (2).

A lo largo de los años, los residuos de madera se han considerado como un subproducto engorroso, donde la eliminación y su disposición es el relleno de terrenos o la incineración, siendo estos destinos considerados como problemas ambientales de gran incidencia.

La pequeña y mediana empresa del sector, manejan una economía de subsistencia y no tienen como prioridad analizar las opciones de optimización en aspectos ambientales, productivos y administrativos, es decir; no

se maneja una adecuada estrategia empresarial ni una adecuada planeación a corto, mediano y largo plazo. Su producción artesanal, la deficiencia de tecnologías y procesos inadecuados generan impactos negativos en el medio ambiente.

El mal manejo de la materia prima, los procesos involucrados en la mayoría de los aserraderos, propicia una mayor generación de residuos en las industrias de fabricación de muebles.

Dentro de los principales impactos ambientales para el sector industrial de madera, se mencionan los que están asociados a las materias primas tanto en las carpinterías como en las fábricas de muebles y tiene su origen en un mal aprovechamiento de la madera.

En algunas empresas, el empleo de determinados productos, como colas de formaldehído y barnices o pinturas con elevado contenido en **compuestos orgánicos volátiles**, [CESA2] pueden suponer un impacto ambiental negativo, debido a las características de peligrosidad de sus componentes.

Existen alternativas que no abarcan la solución total del problema, por eso es importante analizar los costos y beneficios que estén encaminados hacia la minimización de los impactos ambientales que se generan.

En este contexto, surge la necesidad de dar solución a los problemas ambientales que son prioritarios en la Localidad de Engativá, donde el mal manejo de la disposición de residuos hace parte de este listado.

Si no se establecen alternativas de solución para minimizar los impactos ambientales causados por los residuos de madera y

propiamente por la fabricación de muebles, se continuarán con las problemáticas ambientales presentadas en la Localidad de Engativá con el agravante que este tipo de industrias aportan al fenómeno de lluvia ácida, efectos nocivos en la vegetación y más aún que en esta localidad se identifican áreas de interés ambiental como son los humedales, que al no tener alternativas se estaría incrementando la contaminación atmosférica, hídrica y por ende afectación de la vegetación propia de estos ecosistemas.

2. Metodología

Esta investigación de tipo cualitativo se planteó sobre tres objetivos específicos, iniciando con la definición de los procesos que están asociados a los impactos generados por los residuos de madera, posteriormente se identificaron y evaluaron los impactos y finalmente se estableció un análisis costo beneficio de las alternativas que permitieron minimizar los impactos ambientales identificados y evaluados de los procesos que hacen parte de la fabricación de muebles de madera.

Para el primer objetivo se realizó una revisión documental de estudios enfocados en el sector industrial de maderas, (3) así como consultas a entidades públicas y privadas con el fin de unificar y definir los procesos que hacen parte de la fabricación de muebles y los aspectos ambientales propios para cada etapa del proceso.

Siguiendo con el segundo objetivo se aplicó la metodología de la matriz de Leopold para realizar la identificación y calificación de aspectos e impactos ambientales a los procesos de fabricación de muebles de madera. Se realizó la jerarquización de los impactos por factor ambiental, proceso y etapas.

Una vez jerarquizados los impactos ambientales se estableció el análisis costo/beneficio para las alternativas que los minimizarían.

3. Resultados y discusión

3.1. Identificación de procesos

Los procesos que están asociados en la fabricación de muebles se describen a continuación:

Recepción y almacenaje de materias primas: El almacenamiento de las materias primas se determina de acuerdo con la función que tiene durante el proceso de fabricación, es decir; que como materias primas se manejan: madera, recubrimientos textiles, elementos metálicos, productos químicos, entre otros. Regularmente las dimensiones de las piezas de madera son: 2,80 m de largo, 0,2 m de ancho y 0,05 m de espesor [CESA3] (4).

Preparación y mecanizado: Según el tipo de mueble a fabricar, se selecciona la pieza y el tipo de madera y se procede con el corte, en el cual se ajusta la pieza de madera de acuerdo a las dimensiones establecidas ya sea por el cliente o por el diseño propio del mueble. El proceso sigue con la etapa de planeado, en la cual se utiliza una máquina planeadora para realizar un nuevo corte y maquinado de la pieza, operaciones que proporcionan al producto intermedio la curvatura deseada para proceder con la etapa de pulido y lijado, logrando uniformidad en las piezas de tal manera que queden lisas. En algunos casos en esta etapa del proceso se trabajan las chapas, que son finas láminas adheridas a las piezas de madera, con el objetivo de conseguir una pieza procesada con una apariencia superior.

Ensamble y acabado: En este proceso el mueble es ensamblado, es decir se unen las

piezas de madera, utilizando sustancias encolantes para proseguir con la etapa de acabado, en la cual se ajusta la superficie del mueble, se pinta, se laca y se seca.

Tapizado: El tapizado cuenta con dos etapas, el corte del recubrimiento textil-espumas y el cosido y preparado.

Embalaje y entrega: En esta etapa final el mueble es revisado, empacado y distribuido a los puntos de venta o al cliente directamente. Se deben cuidar las condiciones de embalaje para minimizar la generación de defectos y devoluciones.

A partir de estas etapas se definen las operaciones que son representativas dentro del proceso de fabricación de muebles de madera, junto con sus respectivos aspectos ambientales, para luego proceder con la valoración de los mismos.

En esta definición de procesos, para el caso del tapizado no existen varias etapas por lo que se identifican menor número de aspectos ambientales a diferencia de los procesos de preparación - mecanizado y ensamble – acabado, que tienen mayor complejidad y por ende mayor número de etapas, así como de aspectos ambientales.

3.2. Jerarquización de impactos ambientales

Para la identificación, evaluación y calificación de los impactos ambientales se utilizó una matriz aplicando la metodología de Leopold.

A continuación, se presentan los resultados en la Tabla 1, junto con la jerarquización de los impactos evaluados:

Tabla 1. Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES					
PROCESO	ETAPAS	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	TIPO DE IMPACTO	VALORACIÓN SUMATORIA
PREPARACIÓN Y MECANIZADO	Corte para ajustar tamaño de las piezas	Generación de residuos aprovechables	Aprovechamiento del residuo, reincorporar en la cadena del proceso	(+)	(+70/70)
	Ajuste caras de las láminas de madera	Generación de material particulado	Afectación de la calidad del aire	(-)	(-32/42)
		Generación de residuos aprovechables	Aprovechamiento del residuo, reincorporar en la cadena del proceso	(+)	(+70/70)
	Corte y maquinado de las piezas	Generación de material particulado	Afectación de la calidad del aire	(-)	(-49/49)
		Generación de residuos aprovechables	Aprovechamiento del residuo, reincorporar en la cadena del proceso	(+)	(+70/70)
	VALORACIÓN SUMATORIA				
ENSAMBLE Y ACABADO	Pulido	Generación de material particulado	Afectación de la calidad del aire	(-)	(-60/60)
	Ensamble	Generación de residuos peligrosos	Alteración de la calidad del suelo	(-)	(-48/48)
	Acabado	Generación de material particulado	Afectación de la calidad del aire	(-)	(-53/53)
	Lacado y pintura	Emisión de compuestos orgánicos volátiles	Afectación de la calidad del aire	(-)	(-60/60)
		Generación de residuos peligrosos	Alteración de la calidad del suelo	(-)	(-55/55)
	Secado	Emisión de compuestos orgánicos volátiles	Afectación de la calidad del aire	(-)	(-53/53)
VALORACIÓN SUMATORIA					(-329/329)
TAPIZADO	Tapizado	Generación de residuos ordinarios	Alteración de la calidad del suelo	(-)	(-35/35)
		Generación de residuos peligrosos	Alteración de la calidad del suelo	(-)	(-41/41)
VALORACIÓN SUMATORIA					(-76/76)
VALORACIÓN SUMATORIA TOTAL					(-386/286)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 2. Jerarquización de impactos por medio

Medio	Puntaje
Atmosférico	(-)51/51
Suelo	(-)44/44
Social	(-)41/41
Flora	(-)39/39
Fauna	(-)39/39
Hídrico	(-)39/39
Económico	(-)33/33

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 3. Jerarquización de impactos por procesos

Proceso	Puntaje
Ensamble y acabado	(-)329/329
Tapizado	(-)76/76
Preparación y mecanizado	(+)119/119

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 4. Jerarquización de impactos por etapas

Etapas	Puntaje
Lacado y pintura	(-)115/115
Pulido	(-)60/60
Acabado	(-)53/53
Secado	(-)53/53
Ensamble	(-)48/48
Tapizado	(-)41/41 y (-)35/35
Corte y maquinado de las piezas	(+)21/21
Ajuste caras de las láminas de madera	(+)28/28
Corte para ajustar tamaño de las piezas	(+)70/70

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Una vez aplicada la metodología de Leopold que consiste en evaluar los impactos ambientales relacionando las actividades que para este caso se consideran las etapas de proceso que están involucradas en la fabricación de los muebles junto con las características del ambiente (factores) que son susceptibles a ser afectados. Las intersecciones entre ambas sirven para determinar la clase del impacto si es positivo (+) o negativo (-) y la magnitud e intensidad del impacto de 1 a 10.

De acuerdo a lo anterior se obtiene como se muestra en la Tabla 2 que el factor más afectado es el atmosférico esto se debe principalmente a que el aspecto ambiental de generación de material particulado es común para las etapas de ajuste de las láminas de madera, corte y maquinado de piezas, pulido y acabado. Otro aspecto ambiental que determina la importancia del factor atmosférico se atribuye a la generación de compuestos orgánicos volátiles para las etapas de lacado – pintura y secado.

En la Tabla 3 se muestra que el proceso que tiene mayor afectación corresponde al de ensamble y acabado, lo cual tiene relación con los resultados evidenciados en

la Tabla 4 en donde se presenta que la etapa de mayor afectación es la de lacado y pintura con una valoración de (-115/115), siendo esta etapa como parte del proceso de ensamble y acabado.

La etapa de lacado y pintura resulta de mayor incidencia debido a la afectación por la generación de compuestos orgánicos volátiles por el uso de barnices - pinturas y por los residuos peligrosos procedentes de envases vacíos de pinturas, de lacas y barnices que contienen trazas de productos con características de peligrosidad tóxicas.

Así mismo durante la evaluación se identifica como se muestra en la Tabla 1 que para el proceso de preparación y mecanizado se clasifican tres impactos de forma positiva, los cuales corresponden a la generación de residuos aprovechables resultantes de las etapas de corte, ajuste y maquinado de piezas, estos residuos pueden ser incorporados nuevamente a la cadena del proceso para hacer tableros aglomerados, triplex o como material para pesebreras.

3.3. Alternativas de producción más limpia

A partir de los resultados obtenidos en la matriz de identificación y valoración de impactos ambientales en donde el medio abiótico, atmosférico y suelo son los que tienen mayor afectación debido a la generación de compuestos orgánicos volátiles y residuos peligrosos, se definieron las alternativas de producción más limpia.

Se realizó un cuadro comparativo de las diferentes alternativas, donde se calificaron y analizaron de acuerdo al tipo de implicación técnica, económica y ambiental. El criterio de calificación para cada una de estas se asignó un valor de 10 donde cumplía, 5 parcialmente cumple y 1 no cumple; al sumar las tres calificaciones

se definió una escala para determinar su viabilidad. En la Tabla 5, se muestra el criterio de selección de estas alternativas.

Tabla 5. Rango de viabilidad.

Sumatoria	Criterio
25 - 30	Viable
19 - 24	En proceso de estudio
Menor a 19	No viable

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Como se muestra en la Tabla 6 se jerarquizaron las alternativas según su puntuación, identificando que las de mayor calificación y viabilidad están enfocadas en las buenas prácticas y en la sustitución de herramientas.

Otras alternativas con una calificación de 25 se clasifican dentro del rango de viabilidad y están enfocadas en el control del proceso, buenas prácticas y sustitución de materias primas; desde la implicación ambiental se calificaron con un valor de 10, ya que cumplen con minimizar los impactos ambientales previamente detectados y desde la parte técnica sólo la alternativa de monitorear la viscosidad del producto es catalogada con la valoración de 10, porque se está garantizando un control de calidad para el producto.

Con una puntuación de 20 se clasifican las alternativas que pueden ser objeto de estudio y que están asociadas a las mejoras tecnológicas y sustitución de materias primas; el criterio más afectado es el económico ya que es necesario presupuestar el costo de los filtros de carbón activado y los que están asociados a las adecuaciones del área donde se realiza la aplicación del barniz.

Y como alternativa no viable se obtiene el cambio de colas de acetato de polivinilo (PVAc) base agua; este es un pegamento ideal para madera, pero debido a su alto

costo y en cuanto a la parte técnica se dificulta la adhesión de los materiales.

Ampliando la viabilidad de la alternativa de buenas prácticas asociadas a mejorar la aplicación de pinturas se identificó la necesidad de crear un procedimiento en donde se definan los pasos a seguir para realizar una correcta aplicación del producto en los muebles de madera.

Se consideró que para asegurar una buena aplicación de los productos pinturas, barnices, entre otros, debe existir una distancia de 20 – 25 cm de la superficie, ya que la mala ubicación de la pistola al estar muy retirada del mueble genera la apariencia de la cáscara de naranja lo que ocasiona mayor consumo de producto y si está muy cerca se presenta chorreo generando residuos peligrosos como consecuencia del derrame presentado. La velocidad también es clave no puede ser muy lenta porque genera chorreo, se debe mantener una velocidad constante, utilizando una pistola en buen estado. (5)

Una vez definidas estas prácticas en un procedimiento es necesario divulgar y capacitar al personal involucrado, es por esta razón que esta alternativa se considera la más viable, calificando las tres implicaciones con un puntaje de 10, debido a que con la implementación de estas buenas prácticas se logra evitar problemas que no sólo mejoran el tema ambiental sino la calidad del producto final, en este caso la entrega del mueble de madera y los únicos costos están enfocados hacia la capacitación del personal operativo.

En cuanto al beneficio de la sustitución de herramientas se consideró que se presentan beneficios para todos los criterios de tipo técnico, económico y ambiental que aportan propiamente a optimizar el proceso, ahorros en recursos energéticos y en la disminución de la generación de

residuos peligrosos y compuestos orgánicos volátiles.

Al establecer las alternativas anteriormente citadas es importante trabajar de forma transversal en el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y que está relacionada con los impactos ambientales previamente identificados y evaluados, que finalmente constituyen la base para la sostenibilidad ambiental.

La legislación que aplica para el sector de muebles de madera de acuerdo a los impactos ambientales mencionados en el capítulo 3.2 se incluye al Decreto 4741 de 2005 compilado y unificado por el Decreto

1076 de 2015 en donde se define la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos; en cuanto a la emisión de compuestos orgánicos volátiles, la Resolución 909 del 2008 en su artículo 6, establece las actividades industriales y los contaminantes a monitorear por actividad. Y en el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica del Ministerio de Ambiente se define la cuantificación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles, así como los sistemas de control para este parámetro, dando así una importancia a que este tipo de actividades se lleven dentro de la fabricación de muebles de madera.

Tabla 6. Jerarquización de las alternativas

ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN										
FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA										
Componente	Práctica de Producción más limpia	Alternativa	Implicaciones							
			Técnicas	Puntaje	Económicas	Puntaje	Ambientales	Puntaje	Total	Viabilidad
Reducción en el origen	Buenas prácticas	Mejorar aplicación de pinturas (Distancia y velocidad).	Capacitación al personal	10	Inversión en la capacitación Ahorro por disposición debido a la reducción de residuos peligrosos	10	Disminución en la generación de residuos peligrosos	10	30	Viable
Cambio de herramientas	Sustitución de las pistolas aerográficas por pistolas con el sistema HVLP	Sustitución de las pistolas aerográficas convencionales con el sistema HVLP, de alto volumen y baja presión lo cual permite disminuir el consumo y optimizar los rendimientos.	Facilidad en tiempo y entrega de producto terminado.	10	Minimización y optimización de materias primas. Bajo consumo de energía	10	Menor generación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles.	10	30	Viable
Reducción en el origen	Control del proceso	Monitorear la viscosidad del producto, durante las aplicaciones largas en la barnizadora de cortina, para evitar evaporación de disolventes.	Control sobre la calidad del producto a usar.	10	Personal en monitoreo exclusivo para esta actividad.	5	Reducción en la evaporación de disolventes lo que implica menor emisión de compuestos orgánicos volátiles	10	25	Viable
Reducción en el origen	Buenas prácticas	Utilizar el disolvente de los residuos de pinturas para lavar las pistolas una vez hayan sido utilizadas para evitar su endurecimiento	Contaminación de residuos de los procesos.	5	Evitar la formación de sustancias endurecidas, que exige el consumo de grandes cantidades de disolvente para su eliminación.	10	Mayor aprovechamiento del producto y disminución en la generación de los residuos peligrosos	10	25	Viable
Reutilización	Buenas prácticas	Devolución de envases de pintura, disolventes y barnices al proveedor	Definir un Sistema de recolección	5	Disminución de costos por disposición de residuos peligrosos	10	Disminución en la generación de residuos peligrosos	10	25	Viable
Reducción en el origen	Sustitución de materias primas	Cambio de lacs catalizadas por pinturas y lacs con poliuretano.	Tiempo de secado	5	Acabados iguales, de excelente tacto, y adecuadas propiedades fisico-químicas para lograr un mueble durable en el tiempo.	10	Disminución en la emisión de los compuestos orgánicos volátiles	10	25	Viable

Reducción en el origen	Mejoras tecnológicas	Colocar filtros de carbón activado para disminuir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en cada una de las salidas al exterior (cabinas de barnizado y en la zona de secado de piezas).	Implementación de sistemas de control para las cabinas de barnizado y en la zona de secado Realizar monitoreos de Compuestos Orgánicos Volátiles para evaluar eficiencia	10	Costo de filtros de carbón activado	5	Menor emisión de compuestos orgánicos volátiles. Por el cambio de filtros se generan como residuo peligroso	5	20	En proceso de estudio
Reducción en el origen	Sustitución de materias primas	Adquisición de tintes y barnices a base de agua para el acabado del producto final.	Demora en el proceso de acabado. Durabilidad de la calidad de la pintura.	5	Disminución de costos. Base de agua \$ 44.900 Base de aceite \$ 58.900	5	Menor riesgo de inflamabilidad Menor emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles	10	20	En proceso de estudio
Reducción en el origen	Mejoras tecnológicas	Adecuar el cuarto cabina de extracción de gases para pintado de muebles de madera, para evitar la evaporación de disolventes al exterior	Optimización del producto a usar.	10	Altos costos para la adecuación del cuarto de aplicación. El precio oscila entre 4'000.000 hasta aproximadamente 2.500'000.000.	5	Control en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Alta concentración de emisiones en sitio cerrado. Inhalación de vapores al operario(s).	5	20	En proceso de estudio
Reducción en el origen	Sustitución de materias primas e insumos	Cambio de colas de materiales de PVAc, de base agua.	Dificultad para la adhesión a los materiales.	1	Alto costo de colas de materiales de PVAc y de base de agua	1	No emiten Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) ni son peligrosas como residuo seco.	10	12	No viable

Fuente: Elaboración propia, 2017. [CESA4]

4. Conclusiones

Las alternativas de solución para minimizar los impactos ambientales del sector de muebles de madera y que son viables desde el punto de vista técnico, económico y ambiental están enfocadas hacia la producción más limpia desde la implementación de buenas prácticas a partir de la definición de procedimientos que permitan establecer la correcta aplicación de productos como pintura, barnices, entre otros evitando consumos innecesarios que conlleven a incrementar la generación de residuos peligrosos; de igual manera la sustitución de pistolas aerográficas convencionales por pistolas con el sistema de Alto Volumen Baja Presión – HVLP reducen y optimizan el uso de materias primas, así como el consumo de energía.

El proceso que tiene mayor incidencia en los impactos ambientales negativos para la fabricación de muebles de madera es el de Ensamble y Acabado durante la etapa de

lacado y pintura, esto se determina a partir de los resultados obtenidos de la matriz de identificación y valoración de impactos mediante la metodología de Leopold.

Al realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales para los procesos que hacen parte de la fabricación de muebles de madera en la Localidad de Engativá, se concluye que no sólo los residuos causan afectación sino que la generación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles tiene mayor incidencia por el tipo de materias primas que contienen formaldehidos, razón por la cual el medio abiótico atmosférico presentó la mayor valoración de – (51/51), seguido del medio suelo debido a la incidencia por la generación de residuos peligrosos como: envases de pinturas, barnices, lacas, disolventes, entre otros.

En el análisis realizado para las diferentes alternativas propuestas se determina que están asociadas principalmente hacia las buenas prácticas para la etapa de lacado y

pintura, sustitución de herramientas, control del proceso y sustitución de materias primas; las cuales minimizan los costos de la materia prima, su desperdicio, reducción de residuos, reducción de emisiones y mejora la calidad del producto final, así como la imagen de las empresas que se encuentran en la localidad de Engativá.

5. Recomendaciones

Para futuras investigaciones se pueden abordar temáticas donde se incorporen actividades bajo el enfoque de manejo ambientalmente seguro como es la elaboración de planes de gestión de residuos peligrosos para las industrias de fabricación de muebles que incluyan las etapas de reducción, minimización, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final y seguimiento y control.

Generar convenios a través de la Federación Nacional de Industriales de Madera – Fedemaderas para manejar un gestor de residuos peligrosos unificado en las diferentes empresas que están afiliadas e involucrar a aquellas que no están con el objetivo de garantizar el manejo integral y responsable de los residuos peligrosos que genera esta industria.

Abordar alternativas de solución para los otros factores que fueron evaluados en la matriz de impactos ambientales, que si bien es cierto no generan el mismo grado de afectación como lo fue el medio atmosférico y suelo, pueden dar continuidad a este proyecto de investigación y enfatizar en la búsqueda y aplicación de prácticas de producción más limpia que finalmente buscan la eficiencia de los procesos mediante un manejo ambientalmente seguro.

6. Bibliografía

1. Cámara de Comercio de Bogotá (citado más adelante como CCB. Guía Ambiental). *Guía Ambiental para la fabricación de muebles de madera*. Bogotá : s.n., 2004. pág. 20.
2. Canastero, Rubén Dario. *Aprovechamiento de los residuos de la madera y su posible reutilización en fabricación de biomasa generada en Bogotá*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas . Bogotá : s.n., 2014. Trabajo de pregrado.
3. Ambiental, CCB. Guía. págs. 13-57.
4. Ambiental, CCB. Guía. pág. 55.
5. Acercar. www.ambientebogota.gov.co. [En línea] <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987448/Minimizacion+de+residuos.pdf>.