

Caracterización de residuos sólidos generados en la fábrica de muebles de madera mediante el ACV como herramienta de apoyo a la estrategia de formación por proyectos de los aprendices de manejo ambiental

Línea Temática: Residuos Sólidos.

César Augusto Mendoza Alvarado¹

Víctor Hugo Polo Calvo²

Hilda Esther Ortiz Salazar³

Norys Milena Ortiz Salazar⁴

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena, Colombia

Resumen

La formación por proyectos es una estrategia que se viene utilizando de manera activa para el desarrollo de las competencias de los programas de formación en el SENA; en tal sentido, el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta metodológica de gran ayuda para el desarrollo de esta formación. La metodología está orientada para identificar los aspectos e impactos ambientales derivados de un producto, proceso o servicio. Es así como los aprendices de manejo ambiental, la han utilizado para caracterizar todos los residuos sólidos generados en la fabricación de muebles de madera.

El ACV para este estudio se orientó a identificar y caracterizar los residuos sólidos generados en cada etapa de la vida de un mueble de madera, específicamente de una mesa y silla, procurando reducir este aspecto ambiental y así mismo los impactos ambientales derivados. Se encontró que durante el ciclo de vida del proceso de fabricación, se generan residuos tanto peligrosos como no peligrosos, con una mayor generación de residuos peligrosos en las actividades de premontaje y montaje, así como en la actividad de acabados, pertenecientes a la etapa de producción y/o transformación del ciclo de vida de estos productos con características peligrosas de tipo tóxicas, volátiles e inflamables.

Palabras clave: aspecto ambiental, caracterización, residuos, madera.

1. Ingeniero Ambiental, Especialista en Gestión Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, cmendozaa@sena.edu.co
2. Ingeniero Sanitario y Ambiental, Especialista en Ingeniería de Saneamiento Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, vpoloc@sena.edu.co
3. Economista, Magíster en Administración de Empresas, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, heortiz@sena.edu.co
4. Ingeniera civil, Magíster en Gestión y Auditorías Ambientales, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, noortiz@sena.edu.co

Abstract

Training by projects, is a strategy that has been actively used for the development of the competencies of training programs in SENA, in this sense, the Life Cycle Analysis (LCA) is a very useful methodological tool for the development of this training. The LCA methodology is oriented to identify the environmental aspects and impacts derived from a product, process or service, this is how the Environmental Management apprentices have used it to characterize all the solid waste generated in the manufacture of furniture.

For this study, the LCA was oriented to identify and characterize the solid waste generated in each stage of the life of a wooden furniture, specifically a table and chair, trying to reduce this environmental aspect and also the environmental impacts resulted. It was found that during the life cycle of the manufacturing process, both hazardous and non-hazardous waste are generated, with a greater generation of hazardous waste, in the pre-assembly and assembly activities, as well as in the finishing activity, belonging to the stage of production and/or transformation of the life cycle of these products with dangerous characteristics of toxic, volatile, and flammable types.

Keywords: environmental aspect, characterization, waste, wood.

1. CONTEXTO TEÓRICO

1.1. Residuos sólidos

Cuando se habla de residuos sólidos es necesario introducir el concepto de medioambiente, debido a que es el conjunto de sistemas físicos y biológicos que aparecen como el resultado del hombre moderno, es decir, el lugar que finalmente se verá afectado por su buena o mala disposición (Elías, 2012)

Una definición más generalizada de los residuos sólidos es que “son los restos de actividades humanas, considerados por sus generadores como inútiles, indeseables o desechables, pero que pueden tener utilidad para otras personas” (Ruiz, 2004).

Tchobanglous, Theisen y Vigil (1994), afirman que los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades de animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles. Para estos autores, residuo sólido comprende tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales (p.16).

En Colombia, el Decreto 2981 del 20 de diciembre de 2013 en su artículo 2, define el término de residuo sólido de la siguiente forma:

Cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles.

1.2. Caracterización general de residuos sólidos

A nivel mundial, especialmente en las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha representado un problema debido, entre otras cosas, a los altos volúmenes de residuos sólidos generados por los ciudadanos; cuando el manejo de estos no es el adecuado, puede afectar la salud de los ciudadanos y al medioambiente (Sáez y Urdaneta, 2014).

Si no se reconoce bien la clasificación de los residuos, es imposible que el ciudadano logre disponer en el sitio indicado cada uno de ellos. Es ahí donde su caracterización juega un papel importante para su identificación y buen manejo.

Almeida y Camestrini (1989) muestran varias formas de caracterizar los residuos sólidos en orgánicos y en inorgánicos. Los primeros pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos, mientras que el segundo no puede ser degradado naturalmente. Sin embargo, hay otras clasificaciones:

- Por su naturaleza física: seca o mojada.
- Por su composición química: orgánica e inorgánica.
- Por los riesgos potenciales: peligrosos y no peligrosos.
- Por su origen de generación: domicilios, comerciales, industriales, de escuelas, de mercados.

1.3. Residuos sólidos en la industria de los muebles de madera

La industria del mueble de madera, a nivel mundial, es considerada de gran importancia dentro de los sectores industriales, debido a la gran cantidad de pequeñas y medianas empresas que la constituyen. Por esta razón, el sector debe trabajar de forma sostenible, controlando todos los efectos negativos sobre el medioambiente, porque durante el proceso de fabricación se producen una serie de residuos tanto sólidos (restos de madera) como líquidos (disolventes) y gaseosos (evaporación de compuestos orgánicos volátiles, COV), potenciales y perjudiciales también para la salud humana (Cordero, Márquez, *et.al.*, 2004).

Según estudios de la revista de madera *Interempresas net* (2009), los diferentes residuos generados en la industria del mueble suponen un elevado porcentaje respecto al total producidos en el sector de la madera. Entre los residuos de madera de las empresas de fabricación de mobiliario se encuentran el aserrín, las virutas, los restos de chapa y tablero, y los recortes de madera. Todos ellos son recuperables como materia prima en otros puntos del sector, prolongando su vida útil. Gran parte de estos residuos se producen durante las operaciones de dimensionado y mecanizado de la madera, mientras que el resto son materiales que no son susceptibles de continuar en el proceso de producción o bien son piezas defectuosas.

La elaboración de la madera incluye: aserrado, descortezado y despulpe, procesos en los que se producen determinados desechos o subproductos. En la determinación del volumen de estos residuos se utilizan algunos conceptos y coeficientes que estiman la relación entre la cantidad de subproducto y el producto principal cosechado, como son: el coeficiente de residuos y el coeficiente de disponibilidad; ellos varían con las prácticas culturales y las condiciones climáticas de cada región (Horta *et al.*, 2002; Barbosa y Silva, 1997).

Un informe del Departamento Nacional de Planeación (DNP), sobre la cadena productiva forestal de madera y muebles en la capital colombiana, da a conocer cómo esta comienza en los bosques naturales de Colombia con alrededor de 39 millones de hectáreas, que poseen especies maderables apropiadas para uso industrial, pero esta cantidad se reduce considerablemente cuando se toman parámetros de altura, dificultad de acceso y conservación ecológica.

Según estudios de Almonacid (2012), en un aserradero se producen entre 0,05 y 0,15 toneladas de residuos sólidos por cada tonelada de madera procesada en Colombia, lo que está generando un problema.

1.4. Análisis del Ciclo de Vida de un producto (ACV)

El cuidado del medioambiente es uno de los grandes retos en los últimos tiempos; es por ello que todas las organizaciones están incorporando dentro de sus políticas la prevención y reducción de efectos negativos sobre este. En la actualidad son numerosas las metodologías que se han desarrollado para valorar dichos efectos, que en su mayoría son derivados de las actuaciones humanas, el crecimiento acelerado de esta y su nivel de consumismo. Entre estas metodologías destaca el análisis de ciclo de vida de un producto (Hortal, 2007).

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es un proceso objetivo que permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía, como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y emisiones generadas, con el propósito de evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental (Rieznik & Hernández, 2005).

Romero (2003) menciona que la principal función del ACV es la de brindar soporte para tomar las decisiones que se relacionan con productos o servicios, y más específicamente, la de conocer las posibles consecuencias ambientales relacionadas.

1.4.1. Gestión del ACV

El principio básico del ACV es la identificación y descripción de todas las etapas del ciclo de vida de los productos, desde la extracción y pretratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible re-utilización, reciclaje o deshecho del producto (Eco inteligencia, 2013). Actualmente, la norma UNE-EN ISO 14040: 2006, denominada

gestión ambiental: análisis de ciclo de vida, principios y marco de referencia, recoge las diferentes etapas de desarrollo de esta metodología. Todas estas etapas pasan por una cuantificación de entradas y salidas, teniendo en cuenta a la unidad funcional o producto (Sanz, 2014).

1.4.2. Beneficios que se derivan del ACV

El Análisis de Ciclo de Vida es una herramienta líder hoy en día, tanto a nivel empresarial como gubernamental, para comprender y gestionar los riesgos u oportunidades que conllevan los productos a lo largo de su ciclo de vida (Getiopolis, s.f.).

Una de las aplicaciones de relevancia que ha tenido la metodología ACV ha sido en estudios concernientes a la sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles para mitigar el cambio climático y abordar cuestiones relativas al agotamiento de las existencias de petróleo (Dufour, 2011).

El ciclo de vida del producto se basa en el hecho de que todos los productos tienen una vida finita, tal como sucede con los seres vivos. De este modo, los productos también nacen con su introducción al mercado, tienen una etapa de crecimiento, un período de madurez, y finalmente, el declive que culmina con su salida del mercado (Gestiopolis, s.f.).

Sin embargo, el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un producto, servicio o actividad, facilita la evaluación del impacto ambiental que cada uno genera sobre el medioambiente durante todo el proceso de ciclo de vida, es decir, desde la obtención de la materia prima, su transporte, la elaboración del producto, su utilización y finalmente, a la hora de ser desechado (Eured, s.f.).

1.4.3. Metodología del ACV

Las organizaciones normalmente implementan en la práctica el ACV según se establece en la norma AENOR. UNEEN ISO 14040 (2006), tal como se muestra en la figura 1, basándose en la aplicación específica y en los requerimientos del usuario.

Un ACV que se desee implementar de forma completa, incluye las siguientes fases:

- Definición del objetivo y el alcance: la aplicación pretendida, las razones para realizar el estudio y el destinatario previsto.
- Análisis de Inventario: comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema del producto.
- Evaluación de impacto: se evalúa la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario de ciclo de vida.
- Interpretación de resultados: conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones de forma consistente con el objetivo y alcance definido.

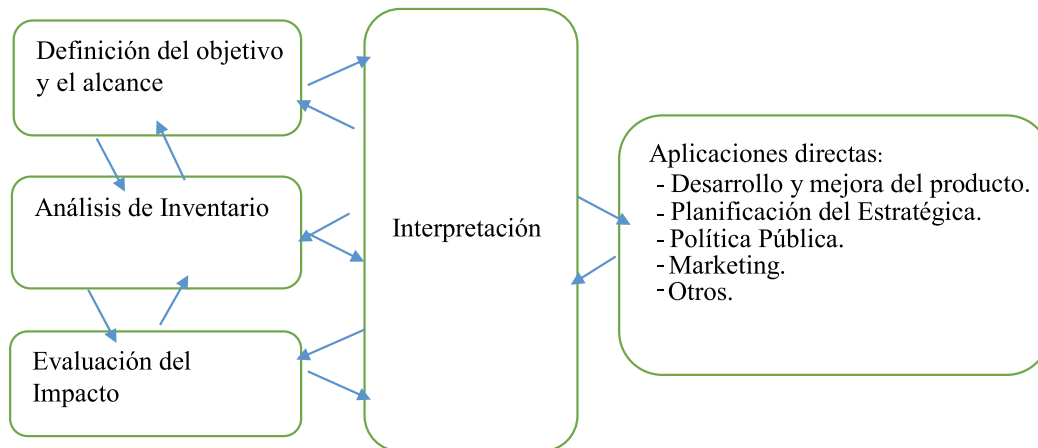


Figura 1. Estructura del ACV. AENOR. UNE-EN ISO 14040 (2006)

Todos los ACV deben cubrir las mismas etapas, sin embargo, el mismo el nivel de detalle no es el mismo en todas ellas, ya que depende del objetivo a cubrir. Esto da lugar a diferenciar tres tipos de ACV:

- ACV conceptual. Es el ACV más sencillo. Se trata de un estudio básicamente cualitativo, cuya finalidad principal es la identificación de los potenciales impactos que son más significativos.
- ACV simplificado. Es el segundo en escala de complejidad. Consiste en aplicar la metodología del ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomando solo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de Vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados.
- ACV complejo. El nivel es más complejo. Consiste en realizar un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos de forma cualitativa y cuantitativa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para el desarrollo de la investigación y con el propósito de facilitar el trabajo de campo en la recolección de la información se empleó:

- La Norma ISO 14040 de 2006, en la versión de la NTC del 26 de septiembre de 2007.
- Norma UNE-EN ISO 14044 Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices (ISO 14044:2006)
- Una matriz de identificación de entradas y salidas de un proceso, para la cual se consideran todas las etapas del ciclo de vida en la fabricación de muebles de madera.
- Herramientas para el análisis e interpretación de datos.

2.2. Métodos

El método que se desarrollará en esta investigación está basado en los proyectos formativos que realizan los aprendices del programa Manejo Ambiental. Esta investigación es de tipo Cualitativa-Descriptiva, pues esta se considera como “aquella que produce datos descriptivos, [a partir de] las propias palabras de las personas, habladas o escritas, [así como] de la conducta observable [de las personas implicadas]” (Taylor y Bogdan, 1986, p.20).

Este tipo de investigación es la más adecuada para los propósitos del proyecto formativo, al brindar todos los elementos necesarios para la descripción de realidades, a partir de los hechos y vivencias contadas por las personas inmersas en los procesos de fabricación de los muebles de madera y donde los aprendices explicarán la problemática ambiental ocasionada por los residuos sólidos generados en la elaboración de un mueble de madera.

El ACV es la metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto de investigación, pues la norma UNE-EN ISO 14040 (Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia), define el ACV como una técnica que trata los aspectos medioambientales y los impactos ambientales potenciales, a lo largo del ciclo de vida de un producto. En tal sentido, la ruta metodológica que se abordará se desarrolla en dos fases, la primera está relacionada con la búsqueda de la empresa, la identificación, recolección y soporte de información secundaria que validen la importancia del proyecto. La segunda fase se relaciona con la planeación del trabajo de campo y el análisis de resultados.

Se aplicará un ACV simplificado, el cual consiste en usar la metodología del ACV para un análisis selectivo, solo para la identificación y evaluación de los aspectos ambientales de generación de residuos sólidos mediante:

- La recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema de producción.
- La identificación y caracterización de los residuos generados a lo largo del ciclo de vida de un mueble de madera.
- La interpretación de los resultados en cada una de las fases del ACV.

3. RESULTADOS

De acuerdo a los ejercicios prácticos desarrollados por los aprendices de los programas ambientales del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial del SENA y específicamente los del programa Manejo Ambiental, en diferentes empresas del departamento del Atlántico, dedicadas a la fabricación de muebles de madera en toda la cadena productiva y haciendo un análisis simplificado del ciclo de vida (ACV) aplicado a una mesa y silla de comedor, se logró

identificar los diferentes residuos sólidos generados en cada una de las etapas, desde el inicio del proceso con la extracción de la materia prima hasta su disposición final.

Para conocer el ciclo de vida de estos dos productos (Mesa y silla de comedor), se tuvo en cuenta en primera instancia el flujograma de proceso que implica la fabricación de estos productos, tal como se muestra en la figura 2.

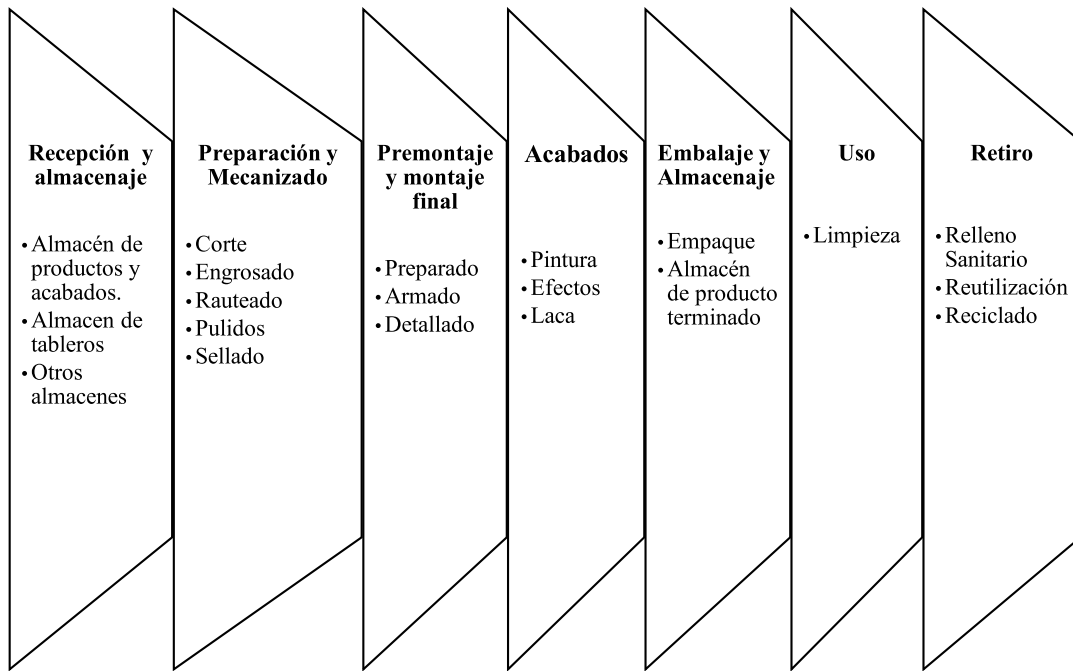


Figura 2. Flujo de proceso en la fabricación de una silla y una mesa de madera. Guzmán (2005)

La identificación de los residuos sólidos generados a lo largo del ciclo de vida de los dos productos, se llevó a cabo mediante el uso de una matriz de entradas y salidas de un proceso; se logró conocer el tipo de residuos y el proceso con mayor generación, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz de Identificación de residuos sólidos generados en la fabricación de muebles de madera

ETAPAS DE CICLO DE VIDA	ÁREA O DEPENDENCIA	ENTRADAS		PROCESO O ACTIVIDAD	SALIDAS	
		CONSUMO DE:			GENERACIONES DE:	
		MATERIA PRIMA			RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS
EXTRACCIÓN DE RECURSOS	BOSQUE	HOJA DE SIERRA		CORTE DE ÁRBOLES	RESIDUOS ORGÁNICOS	
PRODUCCIÓN Y/O TRANSFORMACIÓN	EMPRESA	TABLEROS DE MDF	RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA		RESIDUOS ORGÁNICOS	ENVASES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS
		ROLLOS DE PVC			RESIDUOS ORGÁNICOS	
		PEGAMENTO			RESIDUOS APROVECHABLES	
		PINTURA Y SELLANTES				
		ARTÍCULOS PARA EMBALAJES				
		PEGAMENTO	PREPARACIÓN Y MECANIZADO	ASERRÍN	VIRUTA, TPAPOS Y FILTROS IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS	
		DETERGENTE Y DESENGRASANTE				
		PASTAS Y DISOLVENTES				
		PEGAMENTO	PREMONTAJE Y MONTAJE FINAL		ENVASES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS, ESTOPAS Y FILTROS IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS	
		DETERGENTE Y DESENGRASANTE				
		ESPONJA DE ESPUMA				
		TELAS PARA TAPIZADO				
		ELEMENTOS PARA ENSAMBLE (GRAPAS, PUNTILLAS, ETC)				
		ESTOPA, ALGODÓN Y ALCOHOL	ACABADOS		ENVASES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS, ESTOPAS Y FILTROS IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS	
BARNIZ, LACA, PINTURA						
DISTRIBUCIÓN	EMPRESA	CARTÓN CORRUGADO	EMBALAJE		RESIDUOS APROVECHABLES	
		PLÁSTICOS Y PALLETS				
USO	VIVIENDAS	CARTÓN CORRUGADO	UTILIZACIÓN		RESIDUOS APROVECHABLES	
		PLÁSTICOS				
	EMPRESA	MADERA Y ACCESORIOS	RECICLADO		ASERRÍN	
DISPOSICIÓN FINAL	RELLENO SANITARIO	MADERA Y ACCESORIOS			VERTIDO	

La tabla 1 indica que en todas las etapas del ciclo de vida de la mesa y silla, se generan diferentes residuos sólidos en los que se encuentran residuos no peligrosos y residuos peligrosos, tales como restos orgánicos como el aserrín y la misma madera; sin embargo, las actividades de pre-montaje y montaje, así como en la actividad de acabados, pertenecientes a la etapa de pro-

ducción y/o transformación del ciclo de vida de estos productos, es donde se genera la mayor cantidad de residuos con características peligrosas de tipo tóxica, volátil, e inflamable.

Por lo anterior, identificar los residuos sólidos en cada uno de los procesos unitarios del ciclo de vida de la mesa y silla, permite establecer programas de reutilización y reciclaje de aquellos residuos que potencialmente se puedan reincorporar a un proceso productivo, garantizando un manejo óptimo de dichos residuos y controlando los aspectos ambientales asociados a estos productos.

4. CONCLUSIONES

La empresa de la industria de muebles de madera genera residuos sólidos de diferentes características, de gran importancia para reconocer por parte de la organización para controlar su volumen.

Para identificar el tipo de residuos sólidos y los procesos unitarios donde tienen origen, se utilizó como herramienta de gestión el Análisis del Ciclo de Vida en todo el proceso de fabricación de una mesa y silla de madera, determinando el tipo y características de cada uno de los residuos generados a lo largo del ciclo de estos productos.

La anterior identificación facilitó la clasificación y caracterización de este aspecto ambiental, generado en las diferentes etapas del ciclo de vida y en todo el sistema de producción de un mueble de madera, procurando establecer alternativas para su control y aprovechamiento, que propendan por un mejor desempeño ambiental de la industria en toda la cadena productiva de la madera.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los aprendices de los programas del área ambiental del SENA Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, Regional Atlántico. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR. UNE-EN ISO 14040 (2006). *Gestión Medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y estructura*. Madrid, España: Revista Aenor.
- Almeida, P. y Canestrini, V. (1989). *Educación Ambiental*. Caracas: Universidad Nacional Abierta.
- Almonacid, A. (2012). *Biocombustibles Densificados*. Recuperado de http://www.fundacionbio-diversa.org/pdf/articulo_proy_fin_master_almonacid.pdf
- Barbosa, L. & Silva, E. (1997). *Tecnologías de Conversión Energética de la biomasa*. Serie Sistemas Energéticos II. Colombia: Universidad de Amazonas.
- Cordero, T., Márquez, P. J., Rodríguez, J. y García, J. (2004). Los residuos de la industria del mueble de madera I. *Ingeniería Química*, (412), 118-134.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2007). *Cadena Forestal de Madera y Muebles*. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Forestal/Documentos/005%20-%20Docu->

mentos%20T%C3%A9cnicos/Agenda%20Interna%20-%20Madera%20y%20Muebles.pdf

- Dufour, J. (2011). *Energía y sostenibilidad*. Madrid, España: Cadena SER. Recuperado de https://cadenaser.com/emisora/2017/06/05/ser_madrid_oeste/1496682127_810340.html
- Eco inteligencia (2013). El análisis del ciclo de vida. Recuperado de <http://www.ecointeligencia.com/2013/02/analisis-ciclo-vida-acv/>
- Elías, X. (2009). *Reciclaje de residuos Industriales: Residuos sólidos y fangos de depuradoras*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Elías, X. (2012). *Reciclaje de residuos Industriales: Residuos sólidos y fangos de depuradoras*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Eured (s.f.). *Análisis de ciclo de vida*. Recuperado de https://www.ecured.cu/An%C3%A1lisis_de_ciclo_de_vida
- Getiopolis (s.f.). *Análisis del ciclo de vida*. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/busint.htm>
- Guzmán, L. (2005). *Propuesta Metodológica para la Integración del Factor Ambiental en el Diseño de Productos y de Procesos, a través del Sistema de Gestión, en la Industria del Mueble. Caso de estudio: Sector del Mueble del Estado de Jalisco (México)* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Horta, A., Peña, J., Gamarra, A. y Santana, B. (2000). *Dendroenergía: Fundamentos y aplicaciones*. Brasilia: Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL)
- Horta, A. (2007). *Dendroenergía: Fundamentos y aplicaciones*. Brasilia: Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL).
- Interempresas Net (2009). *Madera: Soluciones medioambientales en carpintería y muebles*. Recuperado de <http://www.interempresas.net/Madera/Articulos/34939-Soluciones-medioambientales-en-carpinteria-y-mueble.html>
- República de Colombia (20 de diciembre de 2013). Decreto 2981/2013, por el cual se reglamenta la Prestación del Servicio Público de Aseo. *Diario Oficial*.
- Rieznik, N. y Hernández, A. (2005). *Análisis del ciclo de vida*. Madrid, España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid.
- Rodolfo, B. J. (2004). *Disposición final de residuos sólidos urbanos*. Recuperado de <https://ebookcentral-proquestcom.bdigital.sena.edu.co>
- Romero, L. V. (2003). *Diseño de la estructura gerencial integral de la empresa Muebles G.R.* Bogotá, Colombia: Facultad de Administración de Empresas, Universidad de La Salle. Recuperado de www.repository.lasalle.edu.co/pdf

Cómo citar este artículo:

Mendoza Alvarado, C. A., Polo Calvo, V. H., Ortiz Salazar, H. y Ortiz Salazar, N. M. (2018). Caracterización de residuos sólidos generados en la fábrica de muebles de madera mediante el ACV como herramienta de apoyo a la estrategia de formación por proyectos de los aprendices de manejo ambiental. En: Vargas González, V. Estrada López, H. y Cáceres Martelo (Comp.), *Tendencias de mercado, innovación y aprovechamiento de residuos sólidos del sector muebles en países de Iberoamérica* (pp.77-87) Barranquilla: Sello Editorial Universidad del Atlántico.

- Ruiz, A. (2004). *Guía para la implementación del programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos en Huamanga*. Perú: Pucalpa y Tingo María.
- Sáez, A. & Urdaneta, G. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. En *Omnia*, 20(3), 121-135.
- Sanz, J. (2014). *Análisis e identificación de los impactos ambientales de un equipo eléctrico y electrónico durante su ciclo de vida*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona, España: Paidós Básica.
- Tchobanglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. México: McGraw-Hill Interamericana de España.