



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

**PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS GENERADOS EN LA FÁBRICA DE MUEBLES
“WILSON ALVARADO”, SANTO DOMINGO DE LOS
TSÁCHILAS**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

Autor

CRISTHIAN LUIS LÓPEZ VILCA

Directora

ING. MARÍA SILVIA DÁVILA DÍAZ, MSc.

Santo Domingo, Junio 2019

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718357997
APELLIDO Y NOMBRES:	López Vilca Cristhian Luis
DIRECCIÓN:	Coop: Las Palmas
EMAIL:	crissegovax@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	02 2742 040
TELÉFONO MÓVIL:	0991713777
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Propuesta para el aprovechamiento de los residuos generados en la fábrica de muebles "WILSON ALVARADO", Santo Domingo de los Tsáchilas
AUTOR O AUTORES:	López Vilca Cristhian Luis
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	24 de Junio de 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. María Silvia Dávila Díaz MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>La presente propuesta tecnológica tiene como finalidad el generar alternativas para poder aprovechar los residuos madereros, más específicamente, el aserrín, que se produce diariamente en la fábrica de muebles "WILSON ALVARADO". Para poder desarrollar esta propuesta fue necesario recurrir a la utilización del ecomapa como herramienta principal y así se consiguió una identificación adecuada de los residuos que aquí se generan, pues aparte del aserrín, en el</p>

	<p>lugar en cuestión también existen otro tipo de residuos, tales como, restos de esponja y tela, producto del proceso de tapizado que se realiza para la comercialización de los muebles que se fabrican. También ha sido imprescindible realizar una cuantificación de estos residuos madereros, ya que existen dos montones, el primero, una mezcla de aserrín con trozos de madera, tablas y que se mantiene en constante incineración, y el otro, aserrín puro, es entonces que a través del método de cuarteo se ha podido conocer la cantidad del primer montón, mientras que para el segundo fue necesario contactarse con la empresa que lo compra, acorde a ello se ha logrado dar las distintas alternativas para su aprovechamiento, pues el aserrín como tal permanece en las instalaciones de la fábrica de muebles alrededor de 2 o 3 meses almacenado en un cubículo y a la espera de ser vendido directamente a la empresa Novopan. Finalmente se han dado tres alternativas para que estos residuos puedan ser aprovechados, las cuales incluyen la fabricación de briquetas, tableros de fibra de madera y por último la elaboración de ladrillos artesanales, cada una de estas opciones se encuentra reflejada con el costo aproximado de su implementación.</p>
PALABRAS CLAVE:	Aserrín, ecomapa, método de cuarteo, briquetas, tableros, ladrillos.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: _____



LÓPEZ VILCA CRISTHIAN LUIS
C.I. 1718357997

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **LÓPEZ VILCA CRISTHIAN LUIS**, CI 1718357997 autor del trabajo de titulación: **Propuesta para el aprovechamiento de los residuos generados en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO”, Santo Domingo de los Tsáchilas** previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 24 de junio de 2019

f.



LÓPEZ VILCA CRISTHIAN LUIS

C.I. 1718357997

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Propuesta para el aprovechamiento de los residuos generados en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO”, Santo Domingo de los Tsáchilas** para aspirar al título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** fue desarrollado por **LÓPEZ VILCA CRISTHIAN LUIS**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



Ing. Dávila Díaz María Silvia, *MSc.*

DIRECTORA DEL TRABAJO

C.I. 1713962981

CARTA DE CONFORMIDAD

Santo domingo 19 de junio de 2019

Yo, WILSON ORFAY ALVARADO BORJA con CI 0500235536, gerente propietario de la fábrica de muebles "WILSON ALVARADO" con número de RUC 0500235536001, estoy conforme con el trabajo realizado por el Sr. CRISTHIAN LUIS LÓPEZ VILCA con CI 1718357997, denominado "Propuesta para el aprovechamiento de los residuos generados en la fábrica de muebles "WILSON ALVARADO", Santo Domingo de los Tsáchilas" siendo de gran aporte en mi empresa obteniendo excelentes resultados para su aplicación a futuro.

El interesado puede hacer uso de la presente como más lo crea conveniente, sin mas que acotar me despido.

Atentamente



Wilson Orfay Alvarado Borja
CI 0500235536
Celular 0993633051
Gerente propietario

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este logro a DIOS todopoderoso por darme la fortaleza para haber llegado a culminar esta etapa de mi vida y poder cumplir esta meta.

A mis padres Luis y Zeida, por ser el pilar fundamental en mi vida, pues sin su apoyo este sueño no sería posible.

A mis hermanas Jéssica y Heidy, por estar siempre presentes y apoyarme cada vez que necesité de su ayuda.

A mi abuelito Luis Alejandro que está en el cielo, al ver ya como un profesional al mayor de sus nietos varones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS, por iluminarme en cada paso que he dado en la vida.

A mis padres Luis y Zeida, por su amor y su tiempo, pues siempre estuvieron pendientes de mí y jamás dejaron que nada me faltara, gracias por nunca rendirse conmigo.

A mis hermanas Jéssica y Heidy, por llenar mis días de alegrías, por el apoyo constante y sobre todo por coparme siempre de pensamientos y vibras positivas.

A mis tíos Demetrio Ibarra y Bella Vilca, por haberme ayudado desinteresadamente en situaciones difíciles y sin esperar nada a cambio, gracias por tanto y perdón por tan poco.

A Don Gabriel Zambrano, su esposa Doña Patricia Alvarado, su suegro Don Wilson Alvarado y su hermano Don Antonio Zambrano por permitirme haber entrado en su empresa para poder realizar este trabajo.

A mi amigo Jonathan Ayala, a quien considero un hermano, por más de quince años de amistad y apoyo durante el proceso de recolección de datos para la elaboración de este trabajo.

A mi directora Ing. Silvia Dávila, por la guía, apoyo y conocimientos brindados durante la realización de este trabajo

A mis evaluadores Ing. Paúl González e Ing. Sonia Leiva, por haberme brindado su tiempo y dedicación en esta última etapa de mi trabajo.

A los amigos, que llenaron de momentos inolvidables todo este tiempo de mi vida universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 MARCO TEÓRICO	3
1.1.1 PRODUCCIÓN DE MADERA EN EL ECUADOR	4
1.1.2 LA INDUSTRIA DEL MUEBLE	4
1.1.3 LAUREL (<i>Cordia alliodora</i>)	5
1.1.4 ASERRÍN	5
1.1.5 APLICACIONES DEL ASERRÍN	6
2. METODOLOGÍA	7
2.1 LOCALIZACIÓN	7
2.2 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS	7
2.2.1 ECOMAPAS	7
2.2.1.1 Mapa de vecindario	7
2.2.1.2 Mapa de agua	7
2.2.1.3 Mapa de energía	8
2.2.1.4 Otros ecomapas	8
2.2.1.5 Mapa de residuos	8
2.3 PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS	8
2.3.1 MÉTODO DE CUARTEO	8
2.3.2 PESAJE POR MEDIO DE BÁSCULA	9
2.4 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS	9
2.4.1 ELABORACIÓN DE BRIQUETAS	9
2.4.2 ELABORACIÓN DE TABLEROS DE FIBRA DE MADERA	13
2.4.3 ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1 ECOMAPA DE RESIDUOS	18
3.2 CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS	20
3.2.1 PESAJE POR EL MÉTODO DE CUARTEO DE LOS RESIDUOS EN INCINERACIÓN	20
3.2.2 PESAJE DEL ASERRÍN POR MEDIO DE BÁSCULA	21
3.3 PROPUESTAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS	21
3.3.1 ELABORACIÓN DE BRIQUETAS	21
3.3.2 ELABORACIÓN DE TABLEROS DE FIBRA DE MADERA	22
3.3.3 ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES	22
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
4.1 CONCLUSIONES	23
4.2 RECOMENDACIONES	23

BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Matriz FODA, relativa a los residuos de madera	6
Tabla 2. Comparación del % de humedad.....	11
Tabla 3. Cuantificación de residuos madereros.....	21
Tabla 4. Maquinaria y costos para la elaboración de briquetas	21
Tabla 5. Maquinaria y costos para la elaboración de tableros de fibra de madera.....	22
Tabla 6. Herramientas y costos para la elaboración de ladrillos artesanales	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa de localización	7
Figura 2. Método de cuarteo	9
Figura 3. Briquetas.....	10
Figura 4. Trituradora	11
Figura 5. Secador flash.....	12
Figura 6. Briquetadora	12
Figura 7. Briquetas empaquetadas	13
Figura 8. Tablero de fibra.....	13
Figura 9. Trituradora	14
Figura 10. Secador flash.....	14
Figura 11. Prensa de densidad.....	15
Figura 12. Tableros almacenados.....	15
Figura 13. Mezcla	16
Figura 14. Moldeado.....	16
Figura 15. Secado.....	17
Figura 16. Cocción.....	17
Figura 17. Ecomapa de procesos y residuos	18

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. ENTREVISTA CON EL SEÑOR ANTONIO ZAMBRANO.....	28
ANEXO 2. LUGAR DE ALMACENAMIENTO DEL ASERRÍN	28
ANEXO 3. ÁREAS DE TRABAJO	28

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como finalidad generar alternativas para poder aprovechar los residuos madereros, más específicamente, el aserrín, que se produce diariamente en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO”. Para poder desarrollar esta propuesta fue necesario recurrir a la utilización del ecomapa como herramienta principal y así se consiguió una identificación adecuada de los residuos que aquí se generan, pues aparte del aserrín, en el lugar en cuestión también existen otro tipo de residuos, tales como, restos de esponja y tela, producto del proceso de tapizado que se realiza para la comercialización de los muebles que se fabrican. También ha sido imprescindible realizar una cuantificación de estos residuos madereros, ya que existen dos montones, el primero, una mezcla de aserrín con trozos de madera, tablas y que se mantiene en constante incineración, y el otro, aserrín puro, es entonces que a través del método de cuarteo se ha podido conocer la cantidad del primer montón, mientras que para el segundo fue necesario contactarse con la empresa que lo compra, acorde a ello se ha logrado dar las distintas alternativas para su aprovechamiento, pues el aserrín como tal permanece en las instalaciones de la fábrica de muebles alrededor de 2 o 3 meses almacenado en un cubículo y a la espera de ser vendido directamente a la empresa Novopan. Finalmente se han dado tres alternativas para que estos residuos puedan ser aprovechados, las cuales incluyen la fabricación de briquetas, tableros de fibra de madera y por último la elaboración de ladrillos artesanales, cada una de estas opciones se encuentra reflejada con el costo aproximado de su implementación.

Palabras clave: aserrín, ecomapa, método de cuarteo, briquetas, tableros, ladrillos

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En los tiempos modernos la responsabilidad ambiental se ha vuelto un tema de suma importancia para todas las empresas sin importar la actividad a la que se dediquen, pues de alguna manera sus procesos productivos suelen interferir con el equilibrio del medio ambiente, llegando a alterarlo parcial o totalmente y en muchas ocasiones con daños irreversibles (Rivera, 2018).

En la actualidad la industria maderera tiende a producir grandes volúmenes de residuos durante su proceso de explotación y elaboración de diversos productos a partir de esta, lo que generalmente hoy en día se puede conocer como residuo en el futuro podría ser llamado materia prima, es así que a partir de esta idea se pretende dar la visión de poder aprovechar al máximo estos residuos forestales en los procesos industriales generando subproductos y contribuyendo no solo a la solución de problemas ambientales que la incorrecta disposición final de ellos ha provocado a lo largo de los años sino que al mismo tiempo le da un mayor y mejor valor agregado a la madera en la industria forestal (Revista Avances, 2014).

El aserrín que se genera en la industria de la madera es considerado en la mayoría de los países como un residuo del sector forestal, otro de los peligros a tomar en cuenta es que una vez que es abandonado en laderas o quebradas a la intemperie se convierte en foco para la propagación de hongos, los cuales provocan la descomposición de árboles moribundos con un alto contenido de humedad, otro de los problemas que se presentan es que al descomponerse el dióxido de carbono que se encuentra en la materia orgánica tiende a dispersarse hacia la atmósfera así como también otro tipo de gases contaminantes por la exposición del residuo maderable a altas temperaturas lo cual termina produciendo un efecto de invernadero (Ramírez, 2015).

La exposición al polvo de aserrín suele ser tóxico para el ser humano, por ejemplo, al hablar de la inhalación de las partículas de este, de acuerdo a su tamaño puede derivar en varias enfermedades, tales como: asma bronquial, rinitis aguda, etc., presentando complicaciones en el sistema respiratorio de quienes laboran en estos sitios. Dichos efectos no solo se limitan al polvo en su estado puro, sino que suelen ser aún más dañinos debido a la presencia de otros compuestos químicos propios de la madera o bien por el tratamiento que se le suele dar a esta para su conservación tal como es el caso del uso de disolventes los cuales pueden evaporarse y ser inhalados involuntariamente (Centro tecnológico del mármol y la piedra, 2010).

También afecta a las corrientes de aguas superficiales como a las poblaciones ubicadas en el entorno de los aserraderos.

Sin embargo, constituye una apreciada fuente de materia prima para países desarrollados, reportándose más de 12 productos elaborados a partir del mismo (Concepción, Chonillo, Lorenzo, Morales, 2016).

Por estos motivos es importante llevar a cabo la identificación de diversas opciones para dar una culminación más adecuada a los residuos que se producen en las fábricas de muebles, y así poder instaurar medidas correctivas, que ayuden a este tipo de empresas a desarrollar una carpintería amigable con el medio ambiente (Asprilla, 2014).

El presente trabajo es del tipo propuesta tecnológica, donde el principal objetivo es brindarle a la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO” alternativas para que puedan darles a sus residuos madereros una segunda vida útil, pues lo que se hace con estos es vender una parte a un bajo costo a una empresa y otra parte se incinera en el mismo lugar. Por todo lo antes mencionado la presente investigación tiene como objetivo general: Generar alternativas para el aprovechamiento de los residuos de la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO”, lo cual se pretende alcanzar a través de los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los residuos que se producen en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO”.
- Aplicar procedimientos para la cuantificación de estos residuos dentro de la fábrica.
- Proponer estrategias de gestión sostenible con el fin de aprovechar los residuos generados en la fábrica.

1.1 MARCO TEÓRICO

Ecuador es un país netamente forestal y por su cultura y tradición de utilizar la madera de diversas formas se ha vuelto un gran generador de aserrín, otros residuos más como las virutas, astillas y polvos se amontonan en grandes cerros o se combustionan en calderas perdiendo así el valor agregado que podrían alcanzar estos residuos que resultan del proceso de aserrado y que generan gran preocupación por la poca importancia que se le ha dado al destino final que puedan tener, pues en países tercermundistas se los ve como productos inservibles mientras que en países industrializados se les da un gran valor económico por la amplia gama de productos que se pueden elaborar a partir de estos (Concepción *et al.*, 2016).

(Gestiopolis, 2010), informa lo siguiente:

En las naciones Nórdicas y los Países Bajos los “bosques energéticos” ya existen en la actualidad, se habla de bosques de rotación breve en los cuales se cultiva en condiciones artificiales con el objetivo primordial de usar la madera para la producción de energía. Es conocido que, en países como EEUU, Finlandia, Australia entre otros, se hacen ensayos que demuestran el valor de aprovechar estos residuos de la industria maderera para lograr elaborar alimento animal a través de procesos químicos y biotecnológicos. Otro de los países que destaca en este campo es Canadá, pues la firma State Technology.LTD, distribuye un suplemento alimenticio conocido como “Procell” el cual se obtiene de los desechos del bosque, se lo describe como: fibroso, de olor agradable y que eleva el apetito, pues se ha convertido en un suplemento alimenticio en la dieta animal; y como antecedente a esto, se sabe que en la ya extinta Unión Soviética se realizaron diferentes experimentos para conseguir la creación de suplementos carbohidratados y/o proteicos partiendo de estos residuos madereros, uno de estos experimentos mostraba a toros de ceba alimentados con masa sacarificada de madera con dosis de 4 kg por cabeza al día y se constató un aumento del 32% en el peso de los animales con respecto al grupo de control. Mientras que, en Chile, investigadores descubrieron que al realizar una mezcla de suelo-aserrín-ceniza como mejorador de la calidad del suelo esta producía un incremento en el nivel de nutrientes.

1.1.1 PRODUCCIÓN DE MADERA EN EL ECUADOR

Se estima que la cantidad de madera aserrada por las industrias de procesamiento secundario para la obtención de diversos productos es un aproximado de 1'200.000 m³ anuales (Vásquez, 2013)

1.1.2 LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

(Ecuador forestal, 2007), Dentro de la industria de procesamiento secundario, la del mueble viene a ser la más importante en Ecuador, ya que comprende talleres y pequeñas fábricas. Dividido en dos campos, tenemos lo siguiente:

Fábricas de muebles modulares: conformado por aquellas fábricas que tienen como material principal el tablero de partículas cubierto con vinil, fórmica, chapas decorativas de madera y papel impregnado. Lo que principalmente se fabrican son: muebles de oficina, divisiones, escritorios, mesas de conferencia y sillas, mientras otros se dedican a la elaboración de gabinetes de baño y de cocina. En lo que respecta a producción y fabricación este sector presenta pocos problemas pues sus métodos son bastante sencillos, quizá el mayor reto dentro de este segmento sea la fase

de diseño, no obstante, varios fabricantes presentan modelos aceptados, innovadores y hasta cotizados en el mercado internacional.

Talleres y pequeñas fábricas de muebles: principalmente conformado por talleres y pequeñas fábricas de madera sólida. Varios inconvenientes son los que acarrea esta parte de la industria, desde el proceso de secado de la madera sólida hasta el mantenimiento de herramientas y maquinarias, además de que abundan los desechos madereros, también suelen carecer del espacio suficiente para desarrollar todas sus actividades. En vista de que este sector quiere expandirse hacia mercados internacionales es muy probable que ello suceda.

1.1.3 LAUREL (*Cordia alliodora*)

El aserrín utilizado para esta investigación fue de madera de laurel ya que solamente de este árbol proviene la materia prima utilizada en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO”. La madera de laurel es muy apreciada por su gran calidad, dureza, color vetado, brillo y a su rápido crecimiento, siendo esta muy apreciada para la industria, la agroforestería y la ebanistería. Al poseer buenas características como belleza y brillo goza de buena reputación como opción para plantaciones forestales a escala industrial, razones por las cuales sus probabilidades de incrementar su demanda son altas (Ecuador forestal, 2015).

1.1.4 ASERRÍN

Es un conjunto de partículas o polvillo que resulta del proceso de aserrado de la madera como también minúsculas partículas de esta, producidas durante el proceso y manejo de la misma. Además de estos polvos durante el proceso de aserrado también se genera la viruta, las cuales son pequeñas láminas en forma de espiral o curvada que se obtiene durante el cepillado, devastado o perforación sobre madera. Existe variedad de elementos que pueden ser extraídos de la madera, tales como: hidrocarburos alifáticos y aromáticos, alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, ácidos alifáticos, ceras, glicéridos y compuestos nitrogenados (Reyes, 2013)

(Ponluisa, 2018) nos da otro concepto sobre este material: El aserrín es una mezcla de astillas con polvo que las madereras o carpinterías suelen desechar, puesto que, viene a ser el resultante del proceso de aserrado de la madera, tiene un costo bajo e incluso se suele regalar o simplemente botar a la basura, aunque, se le puede dar diversos usos: como combustible (leña), pisos para la crianza de animales, cultivo de plantas y como filtros en aguas residuales. Este elemento está compuesto primordialmente de celulosa y lignina, también en su mayoría por carbono en un 50%, 42% de

oxígeno, 6% de hidrógeno y finalmente un 2% de nitrógeno junto con otros elementos.

El manejo de los residuos madereros puede verse reflejado a través de una matriz FODA, tal y como se muestra en la **tabla 1**:

Tabla 1. Matriz FODA, relativa a los residuos de madera

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Por tratarse de residuos orgánicos las personas en su diario vivir usan los residuos madereros para distintas necesidades en su hogar, como: hacer abono orgánico casero, y una masilla especial mezclándolo con cemento para tapar hoyos en las paredes.	Los residuos pueden utilizarse en proyectos amigables con el medio ambiente como la elaboración de abono orgánico, herbicidas naturales, compactación de briquetas y para laminas decorativas, además poseen una gran capacidad de absorción de líquidos como lixiviados, aceites; entre otros.	Si no se les da una buena disposición final estos se descomponen aeróbicamente emitiendo dióxido de carbono a la atmósfera, provocando el incremento de gases de efecto invernadero aumentando la temperatura en las zonas donde hay procesos de transformación de madera.	En el medio ambiente al depositarse el hollín y el polvo sobre las hojas de las plantas los poros de estas se bloquean restringiendo la capacidad de absorción de CO ₂ originando daños en la vegetación como la clorosis (amarillamiento del tejido foliar), necrosis (muerte del tejido vegetal). También se presentan cambios en el pH de las células, alterando el proceso de crecimiento de las plantas.

(Confemadera, 2016)

1.1.5 APLICACIONES DEL ASERRÍN

(Reyes, 2013) cita en su trabajo de tesis a (Álvarez, Díaz, & Alessandrini, 2001) con lo siguiente: En la industria maderera estos residuos generalmente son vendidos a las tiendas de animales para la elaboración de camas que permitan un mejor manejo sanitario y adecuado de las excretas, también es un componente esencial en el aseo de pisos industriales. Mientras que, en la industria químico-forestal se llegan a utilizar las astillas y aserrín para producir alcohol, furfural, levadura forrajera y recientemente suplementos alimenticios, minerales y/o proteicos para animales (Álvarez, 2014).

Este residuo tiene un alto potencial para la producción de biocombustibles, los cuales han ganado fama en el campo de las energías renovables. Al ser

estos producidos con los residuos de la madera no competirían por el espacio suelo con cultivos alimenticios, también se toman en cuenta para la producción de metanol(Fonseca, 2015).

Asimismo, es usado para la elaboración de abonos ya que las capas de aserrín imposibilitan el escape de olores fétidos, la proliferación de insectos absorbiendo además el exceso de humedad (Torres, Ávila, & Chiriguaya, 2012).

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

La presente propuesta tecnológica tiene lugar en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO” ubicada en la Vía Quevedo km 11 margen izquierdo en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, la cual posee un clima tropical húmedo, temperatura promedio de 22,9° centígrados, con una extensión territorial de 3.523 Km² y una altitud de 655 msnm (GADPSDT, 2017).



Figura 1. Mapa de localización

2.2 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

El proceso que se aplicó para el desarrollo de la metodología consistió en una revisión bibliográfica, en su mayoría de varios trabajos de titulación a nivel de Latinoamérica y también en visitas frecuentes y recopilación de datos en el lugar en cuestión.

2.2.1 ECOMAPAS

Para una breve identificación de los residuos tal y como se planteó en el primer objetivo se usó como herramienta el ecomapa, el cual nos permitió hacer un inventario de prácticas y problemas a través del uso de figuras, además de realizar una revisión ambiental en el sitio de manera visual, con el fin de recopilar información que mostró la situación de la empresa, cabe recalcar que existen cinco tipos de ecomapas:

2.2.1.1 Mapa de vecindario

Sitúa el contexto urbano o rural de la empresa.

2.2.1.2 Mapa de agua

Tiene que ver todo lo relacionado con el agua.

2.2.1.3 Mapa de energía

Permite conocer los sitios de consumo de luz eléctrica y generación (si la hay).

2.2.1.4 Otros ecomapas

Pueden realizarse acorde a las áreas donde hay la probabilidad de que existan amenazas potenciales en la empresa, por ejemplo, ruido, olores etc.

2.2.1.5 Mapa de residuos

Sirve como guía para evidenciar el trato que se le da a los materiales y donde existen residuos para así identificar opciones para prevenir y mitigar. Finalmente se ha elegido el ecomapa de manejo de residuos para este objetivo, el cual permitió mostrar cual es el manejo de los materiales y donde existen residuos y así se identificaron alternativas de prevención y minimización de estos, en él se reflejan las áreas de almacenamiento de la materia prima, los puntos de generación de residuos sólidos, donde se almacenan y disponen, los tipos de residuos y la cantidad generada (Góngora, 2015).

2.3 PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS

En la fábrica de muebles se encontraron dos tipos de montones de residuos, producto de los procesos de fabricación, el primer montón corresponde a restos de aserrín (polvo y viruta), retazos de madera y pedazos de tablas, los cuales se encuentran en constante incineración, mientras que el segundo montón es únicamente aserrín puro, almacenado en un cubículo y tapado con plástico.

2.3.1 MÉTODO DE CUARTEO

Para poder cumplir con el segundo objetivo se optó por dividir toda la masa del primer montón de residuos en cuatro partes lo más posiblemente iguales, una vez hecho esto se procedió a llenar saquillos con los residuos y con una balanza romana se pesó toda una cuarta parte de la masa, una vez hecho esto el número obtenido se multiplicó por cuatro, logrando así obtener un aproximado del peso total de los residuos. La idea para este proceso se tomó del método de cuarteo, el cual se utiliza para conocer el peso de los residuos sólidos, este consiste en depositar todos los residuos en una placa de concreto plana, se mezclan con una pala y luego se separan en cuatro cuadrantes, tal y como muestra la figura: A, B, C, D, se descartan las partes

opuestas (A y C) o (B y D) como se muestra en la figura 2 , se forma una nueva masa y se repite el proceso hasta obtener el volumen deseado (Breceda, 2017) .

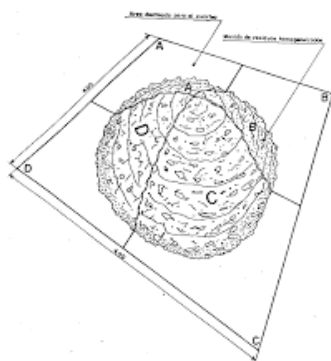


Figura 2. Método de cuarteo
(Breceda, 2017)

2.3.2 PESAJE POR MEDIO DE BÁSCULA

Novopan, empresa que se dedica a la elaboración de paneles de madera, es quien compra el aserrín producido en la fábrica de muebles, envían un camión desde la parroquia de Pifo en Sangolquí para que lo transporte hasta sus instalaciones, una vez ahí el camión pasa por una báscula puente logrando así obtener el peso del aserrín.

2.4 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS

A continuación, se detallan tres alternativas para aprovechar estos residuos junto con su descripción y proceso de elaboración:

2.4.1 ELABORACIÓN DE BRIQUETAS

(Biomasa, 2016) Describe a continuación:

Son productos 100% ecológicos y renovables, conocidos como biomasa sólida que se suelen fabricar en forma de cilindros o ladrillos compactados. Su uso es similar al de la leña convencional, por lo que pueden llegar a reemplazar este material en cualquier lugar donde sea utilizada, por ejemplo: estufas, hornos, calderas, chimeneas o actividades industriales.



Figura 3. Briquetas
(Biomasa, 2016)

El hecho de ser estructuras compactadas y uniformes hace que sean fáciles de transportar y limpias en su manipulación, usando un espacio mínimo para su almacenamiento. También pueden fraccionarse fácilmente sin necesidad del uso de herramientas de corte tales como serruchos, tijeras, sierras etc., para poder usarlas en chimeneas de tamaños menores o controlar la potencia de la combustión, pues es un proceso moderado, constante y sin producir grandes cantidades de humo, generan tan solo un 1% de ceniza y poseen un alto poder calorífico, 2,21 kg de briquetas reemplazan a 1 litro de gasoil. Pueden ser almacenadas durante largos periodos de tiempo pues están protegidas ante el contacto directo con el agua por lo cual no se verían afectadas en cuanto a consistencia o calidad.

Composición

Existe gran variedad de briquetas, pues son fabricadas con diversos materiales, su principal materia suele ser la biomasa natural (procedente de aserraderos), biomasa residual (procedente de la industria agrícola), y carbón vegetal o una simple mezcla de todas estas. Las más usadas y que mejor calidad presentan son aquellas hechas con biomasa natural, durante su elaboración no usan ningún tipo de aglomerante ya que la humedad y la propia lignina de la madera funcionan como pegamento natural. Algunas de sus ventajas: en comparación con la leña desprende una mayor cantidad de energía durante su combustión, gran inflamabilidad, poca humedad, mayor densidad, tamaño compacto, manipulable, sin aglutinantes ni aditivos. Contribuyen a disminuir la contaminación ambiental que provocan los residuos madereros ya que son: una fuente de energía limpia y renovable pues son fabricadas con restos forestales 100% reciclados, son naturales, emanan CO₂ neutro lo cual evita el efecto invernadero.

Proceso de fabricación

En su trabajo de titulación (García, 2014) describe dicho proceso de la siguiente manera:

Etapa 1: Triturado

Se procede a la trituración de la materia prima con una máquina trituradora, este paso se realiza siempre y cuando se utilice viruta, astillas o pequeños trozos de madera, lo ideal es dejar el material con una longitud de partícula de entre 0-5 mm con la finalidad de conseguir una estructura perfectamente compactada.



Figura 4. Trituradora
(AGICO, 2019)

Etapa 2: Secado

Se continúa con el secado de la materia prima y al igual que en el paso anterior esto no es del todo necesario siempre y cuando el ambiente de la zona sea cálido y seco, cuando es adecuado el porcentaje de humedad del aserrín cumple con él óptimo ($\leq 10\%$) eludiendo así esta etapa. (Reyes, 2013) realizó una comparación entre los valores de humedad del aserrín de otras maderas con el del laurel, datos que se encuentran reflejados en la **tabla 2**, concluyendo que este último se puede ocupar en la elaboración de briquetas sin ningún problema pues cumple con él % de humedad ideal para este proceso:

Tabla 2. Comparación del % de humedad

Contenido de humedad	
Laurel	6.22 %
Majagua	7.83 %
Cedro	9.73 %
Algarrobo	8.54 %

(Reyes, 2013)

En caso de que el aserrín deba ser secado este deberá pasar por un horno secador de partículas, en este paso se absorberá la humedad contenida en las partículas de aserrín, con esto se logra obtener valores de humedad entre el 8% y 10%, que son los propicios para avanzar al proceso de briquetado.

La idea de usar el horno es lograr valores de humedad menores a los que se lograrían en un proceso de secado natural consiguiendo así un producto más inflamable.

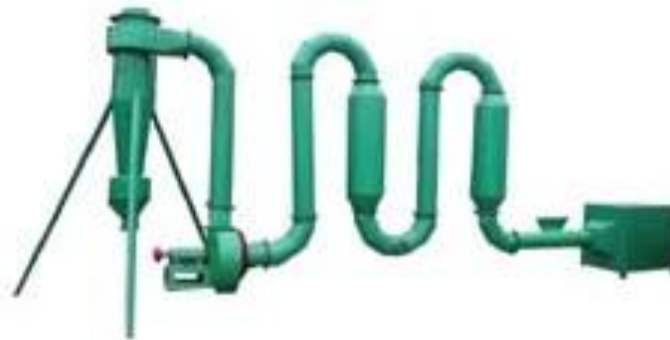


Figura 5. Secador flash
(AGICO, 2019)

Etapa 3: Briquetado

Cuando el aserrín ya ha sido secado se lo lleva hasta la máquina briquetadora, cuando ya se encuentra en la tolva comienza el proceso de briquetado en donde la compresión hidráulica generada por la máquina sobre el aserrín compacta las partículas formando una estructura sólida, en este paso la lignina contenida en el aserrín, y propia de la madera, actúa como pegamento permitiendo la unión de las partículas sin que sea indispensable agregar algún tipo de aglutinante, logrando así un producto natural, con alto poder calorífico de óptima combustión y larga duración.



Figura 6. Briquetadora
(AGICO, 2019)

Etapa 5: Empaquetado

Una vez que las briquetas se encuentren preparadas a la medida deseada se procederá a su empaquetado para su posterior venta directa o distribución.



Figura 7. Briquetas empaquetadas
(ManoMano, 2019)

2.4.2 ELABORACIÓN DE TABLEROS DE FIBRA DE MADERA

Son un conjunto de fibras obtenidas de los desechos madereros producidos en las serrerías, que se unen para formar un tablero, a través de un proceso térmico-mecánico conocido como proceso desfibrador estos trozos pasan a ser triturados hasta convertirse en fibra (Borja, Losada, Otero, 2014).



Figura 8. Tablero de fibra
(Gabarró, 2019)

Son dos los procesos que se emplean para la fabricación de estos tableros, conocidos como procesos en seco y en húmedo, siendo el último el que ha quedado desplazado casi en su totalidad debido al excesivo consumo del recurso hídrico y a los problemas ambientales que genera, mientras que el primer proceso es el más usado en la actualidad en la fabricación de tableros MDF (tablero de fibra de mediana densidad) la cual es igual o mayor a 400 kg/m^3 e inferior a 900 kg/m^3 y con una humedad comprendida entre el 4% y el 10% (Industrias Forestales, 2014).

Ayuda a ahorrar un 40% de energía en la fabricación con respecto al proceso húmedo, tiene menor cantidad de aditivos y es un material inofensivo para el medio ambiente. Es excelente para repeler el frío, impidiendo que el mismo logre pasar hacia los interiores y conservando el calor, todo esto gracias a su baja conductividad térmica, pues la madera

posee la mayor capacidad calorífica ya que absorbe y almacena el calor durante mucho tiempo. Cabe recalcar que estos tableros también poseen una gran porosidad y buena rigidez lo cual los hace buenos aislantes térmicos (Borja, Losada, Otero, 2014)

Proceso de fabricación

(Borja *et al*, 2014) detalla el proceso a continuación:

Etapa 1:

Los desechos maderables pasan a un triturador para poder convertirlos en fibra.



Figura 9. Trituradora
(AGICO, 2019)

Etapa 2:

Las fibras pasan a secarse mediante una corriente de aire caliente para luego ser rociadas con resina PUR (poliuretano de un componente libre de formaldehído) como agente aglutinante entre las fibras.



Figura 10. Secador flash
(AGICO, 2019)

Etapa 3:

La fibra pasa directamente a la máquina que hace los tableros la cual actúa como prensadora, dicha fibra es sometida a una mezcla de vapor-aire para que la resina contenida en la misma pueda reaccionar y secarse.



Figura 11. Prensa de densidad
(Mercado Libre, 2019)

Etapa 4:

Los tableros pasan a ser almacenados dentro de la fábrica misma pues al ser estructuras sólidas no necesitan de alguna zona especial siempre y cuando se guarden bajo techo.



Figura 12. Tableros almacenados
(MASISA, 2019)

2.4.3 ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES

Este material existe desde mucho tiempo atrás, incluso hasta el punto de llegar a ser una de las industrias más productivas, pero su uso ha ido cambiando conforme pasan los años, si antes los ladrillos eran usados específicamente para construir paredes de viviendas al día de hoy se observa que se usan para la construcción de caminos y veredas, dando un toque elegante a la urbe con sus diversas formas y colores. A continuación, se describirá el proceso de elaboración del ladrillo artesanal hecho a partir del aserrín como una alternativa para darle un nuevo uso a este residuo.

(Taringa, 2010) Describe lo siguiente:

Etapa 1: preparación del fango

Se procede a mezclar las materias primas: tierra, aserrín (específicamente el polvo) agregando agua hasta formar una mezcla homogénea



Figura 13. Mezcla
(Taringa, 2010)

Etapa 2: Moldeado

Cuando el fango se encuentre listo se procederá a trasladar la mezcla en carretillas a un espacio libre para llenar los moldes dando forma a diferentes tipos y tamaños de ladrillos.



Figura 14. Moldeado
(Taringa, 2010)

Etapa 3: Secado

Hay que esperar hasta que los adobes tengan una consistencia firme, solo ahí se los podrá manipular para llevarlos a algún área abierta y esperar a que se sequen (esto dependerá de las condiciones climáticas que ralenticen a aceleren el proceso).



Figura 15. Secado
(Taringa, 2010)

Etapa 4: Cocción

Una vez secos los adobes se empieza a armar el horno apilando los mismos para su cocción armando túneles en los cuales se coloca la leña que es el combustible principal, o en el mejor de los casos se puede sustituir la leña por briquetas para reducir en gran medida la emanación de gases a la atmósfera, este proceso dura alrededor de 7 días, es ahí cuando los ladrillo están en su estado óptimo para su venta y comercialización.



Figura 16. Cocción
(Taringa, 2010)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ECOMAPA DE RESIDUOS

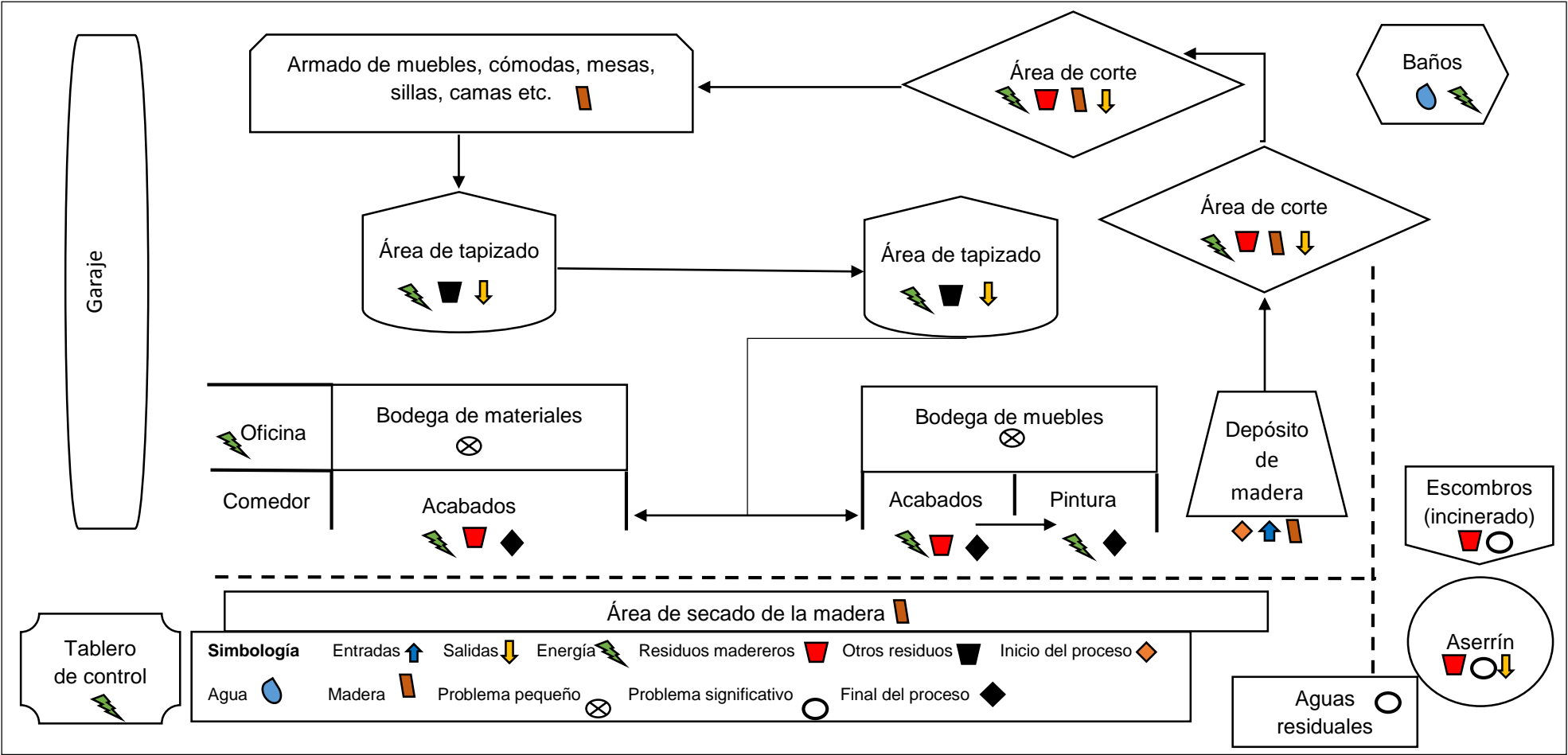


Figura 17. Ecomapa de procesos y residuos

En el Ecomapa de residuos se presentan los procesos productivos en la fábrica de muebles "WILSON ALVARADO", además se identifican los diferentes tipos de residuos. Con el bote en color rojo se representa los residuos madereros y en color negro los residuos de otro tipo como restos de esponja y retazos de tela, y también los puntos donde se generan.

En el depósito de madera el rombo en color naranja indica el inicio del proceso de elaboración de los muebles y la flecha azul apuntando hacia arriba muestra la entrada de materia prima, en este caso la madera a ser usada representada por la tabla en miniatura, en las áreas de corte se han colocado rayos en color verde los cuales hacen notar el uso de energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de las herramientas de corte, también se muestran flechas en amarillo apuntando hacia abajo las cuales representan la salida de residuos como el aserrín ya sea en polvo o viruta producto del proceso de aserrado de la madera, una vez que esta ha sido cortada en diversas medidas acorde a los distintos productos que se van elaborar se trasladan al área de armado donde darán forma a muebles en general, cómodas, mesas sillas, camas.

Ya en las áreas de tapizado hay salidas de residuos y el bote de basura en color negro simboliza la existencia de otro tipo de estos, pues aquí quedan restos de esponja y retazos de tela, los cuales son reutilizados como relleno para almohadas o cojines, finalmente los muebles elaborados se trasladan a las áreas de pintura y acabados, donde se hace uso de un compresor y pulidoras para darles los toques finales, aquí se han colocado rombos en color negro los cuales indican el final del proceso de elaboración de muebles. En el área de bodega de materiales se ha colocado un círculo con una "x" en el centro, aquí se guardan las herramientas de mano y los elementos usados para la fabricación de muebles, donde se evidencia un claro desorden a la hora de almacenarlos por eso es señalado con este símbolo que indica un problema pequeño que se puede solucionar sin inconvenientes.

Lo mismo sucede en el área de bodega de muebles, donde se almacenan aquellos que deben ser reparados o retocados pues al momento de su traslado hacia el local donde se los comercializa estos sufrieron algún daño o desperfecto, por lo tanto, son regresados a la fábrica para su arreglo, o a su vez también se almacenan muebles personalizados, los cuales se espera que vengan a ser retirados por quienes los mandaron a hacer, aquí también se ha colocado el símbolo del círculo con la "x" en el centro, pues existe cierto desorden que puede ser corregido sin mayores problemas. En el área de escombros se visualiza un montón de residuos, representados con el bote en color rojo lo que indica restos de aserrín y trozos de madera en constante incineración, esta área también está marcada con un círculo de línea gruesa lo que significa la existencia de un problema significativo pues hay emanación de humo producto de la combustión de los restos madereros,

en el área de aserrín únicamente se evidencia a este montón, el cual suele permanecer acumulado alrededor de tres o cuatro meses hasta que es comprado por comerciantes y llevado en camión hasta la parroquia de Pifo, donde es comercializado a la empresa Novopan, aquí también se ha colocado el símbolo de salida de residuos pues lo que queda al final del proceso productivo es el aserrín puro y también se ha marcado como problema significativo ya que el aserrín al estar acumulado por un periodo prolongado de tiempo puede convertirse en foco de plagas o por el polvo llegar a producir problemas respiratorios a quienes se encuentren cerca. Finalmente se encuentra el tablero de control donde están los breques, los cuales son accionados al ingresar y al salir de la fábrica para dar paso o interrumpir el flujo de energía en las jornadas de trabajo, se da por finalizado el ecomapa con los baños, donde también existe consumo de energía y agua. El ecomapa permitió identificar las áreas críticas y el manejo inadecuado de los residuos orgánicos; generando incluso una fuente de contaminación por la presencia de roedores e insectos, así como el lavado de estos residuos que son conducidos hacia las áreas verdes que se encuentran junto a la fábrica de muebles.

3.2 CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Este punto se logró gracias a que se aplicaron procesos que permitieron obtener valores aproximados del peso de los residuos más significativos en la fábrica.

3.2.1 PESAJE POR EL MÉTODO DE CUARTEO DE LOS RESIDUOS EN INCINERACIÓN

En la **tabla 3** se evidencia el proceso de cuantificación de los residuos mediante el método de cuarteo, este montón está conformado por restos de aserrín (polvo y virutas), tierra y pedazos de tabla y madera, entonces, se procedió a escoger uno de los cuadrantes y a extraer los residuos de este mediante el uso de palas y saquillos para posteriormente proceder a pesarlos en una balanza del tipo romana, se alcanzó un total de 108 saquillos de 90 libras en el cuadrante seleccionado, dando como resultado un peso de 9720 libras, este valor se multiplicó por cuatro para lograr obtener el valor total aproximado del montón de residuos, teniendo como resultado final el peso de 38880 libras, lo que equivale a 17,6 toneladas de residuos. También se incluyen fotografías obtenidas durante el proceso:

Tabla 3. Cuantificación de residuos madereros**División del montón en cuatro partes y pesaje con una balanza romana****3.2.2 PESAJE DEL ASERRÍN POR MEDIO DE BÁSCULA**

Para conocer el peso total del montón de aserrín puro, conformado únicamente por polvo y viruta fue necesario contactarse directamente con la empresa Novopan, la cual compra el aserrín producido por la fábrica de muebles, ellos envían un camión, el cual se encarga de transportar el aserrín de vuelta hacia la empresa, a su llegada este pasa por una báscula puente la cual marca en promedio un peso total de cuatro toneladas de residuos por camión.

3.3 PROPUESTAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se describe por medio de tablas el costo que tendría cada una de las alternativas para el aprovechamiento de los residuos generados en la fábrica de muebles.

3.3.1 ELABORACIÓN DE BRIQUETAS

En la **tabla 4** se detallan los costos de las máquinas necesarias para la elaboración de briquetas, en caso de que la fábrica de muebles eligiera esta opción para aprovechar sus residuos.

Tabla 4. Maquinaria y costos para la elaboración de briquetas

Especificaciones / Máquina	Trituradora	Secador flash	Briquetadora
Modelo	BFSD-I	GC-DL-5.5	GCBC-IIA
Capacidad kg/h	400/500	300/350	300/500
Costo	\$ 1850	\$ 4000	\$ 5700
Total	\$ 11550		

(AGICO, 2019)

3.3.2 ELABORACIÓN DE TABLEROS DE FIBRA DE MADERA

En la **tabla 5** se detallan los costos de las máquinas necesarias para la elaboración de tableros de fibra de madera, en caso de que la fábrica de muebles eligiera esta opción para aprovechar sus residuos.

Tabla 5. Maquinaria y costos para la elaboración de tableros de fibra de madera

Especificaciones / Máquina	Trituradora	Secador flash	Prensadora
Modelo	BFSD-I	GC-DL-5.5	Blaze 120
Capacidad kg/h	400/500	300/350	-
Costo	\$ 1850	\$ 4000	\$ 22000
Total	\$ 27850		

(AGICO, 2019)

3.3.3 ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES

En la **tabla 6** se detallan los costos de las herramientas necesarias para la elaboración de ladrillos artesanales, en caso de que la fábrica de muebles eligiera esta opción para aprovechar sus residuos.

Tabla 6. Herramientas y costos para la elaboración de ladrillos artesanales

Herramientas	Costo
Carretillas: 2 unidades Marca: Centauro	\$ 86
Palas: 4 unidades Marca: Bp	\$ 32
Moldes: 100 unidades	\$ 800
Total:	\$ 918

(Mercado Libre, 2019)

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La identificación de los residuos en la fábrica de muebles “WILSON ALVARADO” se logró gracias al uso del ecomapa, herramienta que permitió lograr una primera visualización como parte de una revisión ambiental, además de que brindó la oportunidad de conocer cómo se desencadenan los procesos dentro de la fábrica, comenzando con la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final.
- Para lograr la cuantificación de los residuos que aquí se producen se recurrió al método de cuarteo, este método se lo aplicó únicamente al montón de aserrín mezclado con trozos de madera y astillas que siempre se mantiene incinerado, dando un aproximado de 17,6 toneladas; mientras que el peso del montón de aserrín puro se logró conocer gracias a la información proporcionada directamente por la empresa Novopan, siendo este de 4 toneladas.
- Se presentaron tres estrategias para el aprovechamiento de los residuos generados, las cuales desde el punto de vista económico a la fábrica le convendría inclinarse por la elaboración de briquetas y ladrillos artesanales pues tienen la capacidad de poder costearlas, además, es más rentable que procesen sus residuos para empezar a generar otros ingresos económicos ya que el pago que reciben por la venta directa de estos es de apenas 20 dólares por las 4 toneladas que producen.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se puede ampliar aún más el campo de las propuestas para la gestión de residuos en la fábrica de muebles ya que existe gran variedad de opciones tales como elaboración de abono, compost, pellets y demás para aprovechar de manera sostenible el aserrín que aquí se produce.
- Para una mejora en la cuantificación de residuos se puede implementar la creación de algún registro en donde se refleje la producción semanal o mensual de los residuos de la fábrica y así conocer cuanta materia prima se genera y la cantidad de productos que se pueden elaborar con esta.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AGICO. (2019). *Proformas de máquinas para briquetas*. Obtenido de <http://www.biodiesel-machine.com/sp/biomass-briquette-crusher.html>
- Álvarez. (2014). *Residuos madereros, transformación y uso*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-residuos-madereros-transformacion-uso/tipos-tratamientos-empleados-mejoramiento-residuos-madereros>
- Álvarez, Díaz, & Alessandrini. (2001). *Utilización racional de los residuos forestales*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y1237s/y1237s10.htm#TopOfPage>
- Asprilla. (2014). *Análisis de los impactos ambientales que produce una empresa de muebles*. Obtenido de [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12939/Articulo%20Duwal%20Aspe%205611%20\(1\).pdf;jsessionid=8C595B210A14F5EC4293ED45A5FC2FBB?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12939/Articulo%20Duwal%20Aspe%205611%20(1).pdf;jsessionid=8C595B210A14F5EC4293ED45A5FC2FBB?sequence=1)
- Biomasa. (2016). *¿Qué son las briquetas?* Obtenido de <https://tiendabiomasa.com/briqueta>
- Borja et al. (2014). *Tableros de fibras de madera*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/RubnUlloaMontes/tableros-de-fibras-de-madera>
- Borja, Losada, Otero. (2014). *Tableros de fibras de madera*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/RubnUlloaMontes/tableros-de-fibras-de-madera>
- Breceda. (2017). *Diagnóstico de manejo de residuos sólidos urbanos en San Pedro Valencia y comunidades aledañas*. Obtenido de <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4563/Diagn%EDstico+de+manejo+de+residuis+ANEXO.pdf;jsessionid=C704F565051A0DCD344438C8A088B32D?sequence=5>
- Centro tecnológico del mármol y la piedra. (2010). *El polvo de la madera: Riesgo laboral y su prevención*. Obtenido de http://portal.ugt.org/saludlaboral/publicaciones/manual_estudio/2010-04.pdf
- Concepción et al. (2016). *Estudio de las potencialidades del aserrín como materia prima en la industria forestal en Guayaquil, Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/307998991_ESTUDIO_SOB

RE_LAS_POTENCIALIDADES_DE_ASERRIN_COMO_MATERIA_P
RIMA_EN_LA_INDUSTRIA_FORESTAL_EN_GUAYAQUIL_ECUADO
R

- Concepción, Chonillo, Lorenzo, Morales. (2016). *Estudio de las potencialidades del aserrín como materia prima en la industria forestal en Guayaquil, Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/307998991_ESTUDIO SOBRE_LAS_POTENCIALIDADES_DE_ASERRIN_COMO_MATERIA_P_RIMA_EN_LA_INDUSTRIA_FORESTAL_EN_GUAYAQUIL_ECUADO_R
- Confemadera. (2016). *Confederación Española de Empresarios de la Madera. Soluciones, medioambientales en carpintería y muebles*. Obtenido de <https://www.infoconstruccion.es/empresas/confederacion-espanola-de-empresarios-de-la-madera-confemadera>
- Ecuador forestal. (2007). *Planificación estratégica, transformación y comercialización de madera en el Ecuador*. Obtenido de http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf
- Ecuador forestal. (2015). *Ficha técnica No. 8 LAUREL*. Obtenido de <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/laurel.pdf>
- Fonseca. (2015). *Biocombustibles sostenibles para Colombia*. Obtenido de <http://palmaceite.tripod.com/biosostenible.pdf>
- Gabarró. (2019). *Tableros de fibras de madera*. Obtenido de <http://www.gabarro.com/es/tableros/tableros-fibras/>
- GAD Municipal Santo Domingo. (2017). Obtenido de <http://www.santodomingo.gob.ec/situacion/>
- García. (2014). *Diseño de proceso y de planta piloto para fabricación de briquetas de aserrín*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1829/ING_535.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gestiopolis. (2010). *Utilización de residuos forestales*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/utilizacion-de-residuos-forestales/>
- Góngora. (2015). *Ecomapa*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/LinaBonitaFernandaPaque/ecomapa-resumen>

- Industrias Forestales. (2014). *Industria de tableros de fibras de madera*. Obtenido de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/2919/mod_resource/content/0/TABLEROS_DE_FIBRA_2009.pdf
- ManoMano. (2019). *Briqueta serrín*. Obtenido de <https://www.manomano.es/p/briqueta-serrin-10-kg-8-troncos-5351337>
- MASISA. (2019). Obtenido de <https://www.masisa.com/chi/productos/>
- Mercado Libre. (2019). *Precios de herramientas*. Obtenido de <https://listado.mercadolibre.com.ec/>
- Ponluisa. (2018). *Análisis del aserrín como material filtrante en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans "Lavajeans" en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua*. Obtenido de <file:///C:/Users/ramoniche/Downloads/Tesis%201235%20-%20Ponluisa%20Pati%C3%B1o%20Edgar%20Fernando.pdf>
- Ramírez. (2015). *Utilización de residuos forestales*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/utilizacion-de-residuos-forestales/>
- Revista Avances. (06 de 2014). Impacto ambiental de residuos industriales de aserrín y plástico. Usos para la industria de tablero en Cuba. *Revista Avances*. Obtenido de <file:///C:/Users/ramoniche/Downloads/Dialnet-ImpactoAmbientaldeResiduosIndustrialesDeAserrinYPI-5350876.pdf>
- Reyes. (2013). *Reacción asistida por microondas para la obtención de hidrocarburos a partir de aserrín de madera*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1868/1/T-UCE-0008-02.pdf>
- Rivera. (2018). *Alternativas de aprovechamiento de los residuos de madera generados en las carpinterías: Una contribución al cuidado del medio ambiente*. Obtenido de <file:///C:/Users/ramoniche/Downloads/276-1-1081-1-10-20180602.pdf>
- Sakurai. (s.f.). *HDT 17: Método sencillo del análisis de residuos sólidos*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>
- Taringa. (2010). *¿Cómo se hace el ladrillo artesanal?* Obtenido de https://www.taringa.net/+info/como-se-hace-el-ladrillo-artesanal_12exsa

Torres, Ávila, & Chiriguaya. (2012). *Elaboración de compostajes*. Obtenido de Centro de desarrollo tecnológico sustentable, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Vásquez. (2013). *La industria forestal del Ecuador*. Obtenido de <http://191.98.188.189/Fulltext/7454.pdf>

ANEXOS

**ANEXO 1.
ENTREVISTA CON EL SEÑOR ANTONIO ZAMBRANO**



**ANEXO 2.
LUGAR DE ALMACENAMIENTO DEL ASERRÍN**



**ANEXO 3.
ÁREAS DE TRABAJO**

