



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Facultad de Ciencia y Tecnología

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**ESTUDIO DEL RECICLAJE DE NEUMÁTICOS DEFECTUOSOS EN EL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA EMPRESA ERCO TIRE**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

Autor:

Carlos Gustavo Sacoto Torres

Director:

Juan Rodrigo Calderón Machuca

Cuenca – Ecuador

2014

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo primeramente a Dios por darme la fuerza para poder realizarla, y a mis padres por ser mi apoyo incondicional tanto en los momentos buenos y malos, y por saber guiarme en este camino para la culminación de este proyecto.

Carlos Gustavo Sacoto Torres

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y las ganas de seguir con mis proyectos, a la Universidad del Azuay, a mis profesores, y a todo el personal docente y administrativo de la Universidad, ya que me ayudaron en mi formación académica.

Al Dr. Juan Calderón, director de mi trabajo, quien con su ayuda conocimientos y dedicación supo guiarme para poder culminar mi trabajo.

Y a toda mi familia que estuvo siempre presionándome para que culminara con mi proyecto.

EL AUTOR

18-03-14

ESTUDIO DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA EMPRESA ERCOTIRE

RESUMEN

El presente trabajo ha permitido establecer el proceso detallado de fabricación de neumáticos que ha venido desarrollando la empresa ERCO TIRE, abriendo la opción o permitiendo valorar los parámetros de producción, cuantificar los defectos de fabricación, hacer un seguimiento de la producción defectuosa y documentar las alternativas de reciclaje artesanal que se vienen efectuando con los neumáticos con defectos de fabricación. El análisis condujo a otra problemática en cuanto a los neumáticos fuera de uso, por lo que se realizó la recopilación de información, sugiriendo finalmente el tratamiento de trituración mecánica acorde con las condiciones ambientales del país.

Palabras Claves: neumáticos defectuosos, trituración mecánica, neumáticos fuera de uso (NFU), reciclaje artesanal, impacto ambiental.



Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo

JUNTA ACADEMICA



Dr. Juan Rodrigo Calderón Machuca

DIRECTOR



Sr. Carlos Gustavo Sacoto Torres

AUTOR

20-03-14

ABSTRACT

STUDY OF TIRE RECYCLING IN THE MANUFACTURING PROCESS OF ERCO TIRE COMPANY

This work has established the detailed manufacturing process of tires that ERCO (Ecuadorian Rubber Company) has been developing. The company was open to allow us estimate production parameters, quantify manufacturing defects, keep track of the defective production and document the alternative of small- scale recycling that has been taking place with manufacturing defective tires.

The analysis led to another problem in terms of end-of-life scrap tires; so a data collection was conducted, and finally a mechanical grinding treatment according to the environmental conditions of the country was suggested.

Keywords: Defective Tires, Mechanical Grinding, End-Of-Life Tires (ELTs), Small-Scale Recycling, Environmental Impact.


Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo

MEMBER OF THE ACADEMIC BOARD


Dr. Juan Rodrigo Calderón Machuca

THESIS DIRECTOR


Carlos Gustavo Sacoto Torres

AUTHOR




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE

#	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Índice de figuras	ix
Índice de figuras	xii
Introducción	1

CAPITULO I: PROCESO DE FABRICACIÓN GENERAL DE LOS NEUMÁTICOS

1.1.	Generalidades	3
1.2.	Historia	3
1.3.	Vista y ubicación de Continental Tire Andina S.A	5
1.4.	Proceso de fabricación	6
1.4.1.	Tipos de mezclas.....	8
1.4.1.1.	Mezclas primarias.....	8
1.4.1.2.	Mezcla final.....	9
1.4.2.	Calandrado	10
1.4.3.	Extrusión.....	11
1.4.4.	Producción de pestañas.....	13
1.4.5.	Cortado.....	14
1.4.6.	Acabado final.....	17
1.5.	Separación de tipos de neumáticos.	18
1.5.1.	Neumáticos radiales.....	19
1.5.2.	Neumáticos convencionales o bias.	20
1.5.3.	Análisis de neumáticos defectuosos.	21
1.6.	Heveabrasiliensis	22

CAPITULO II: ALTERNATIVAS Y UTILIZACIÓN DE NEUMÁTICOS DEFECTUOSOS

Introducción...	24
2.1. Datos y estadísticas de neumáticos fabricados en buen estado y defectuosos	24
2.1.1. Cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años 2000 – 2005.	24
2.1.2. Cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años 2005 – 2010	25
2.1.3. Cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años 2010-2013	25
2.1.4. Cantidad de neumáticos defectuosos que se obtuvieron durante los años 2000 – 2005	25
2.1.5. Cantidad de neumáticos defectuosos que se obtuvieron durante los años 2005 – 2010	26
2.1.6. Cantidad de neumáticos defectuosos que se obtuvieron durante los años 2010-2013	26
2.2. Utilización de neumáticos defectuosos	27
2.2.1. Venta de neumáticos defectuosos para su reciclaje	27
2.2.2. Cantidad y precio de los neumáticos defectuosos durante el proceso de producción	27
2.3. Formas de reciclaje de neumáticos	28
2.4. Localización de talleres artesanales en la ciudad de Cuenca.....	28
2.5. Recolección y destino de los residuos del proceso de fabricación de neumáticos.....	35
2.6. Manejo en el relleno sanitario de los neumáticos defectuosos en el proceso de fabricación	37

CAPÍTULO III: FORMAS DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (N.F.U)

3.1. Datos generales	41
3.1.1. Plan para reciclar llantas usadas.....	41
3.1.2. Propuestas	41
3.1.3. Llantera obtiene 500 000 dólares anuales	42

3.2.	Reutilización y reciclado de neumáticos fuera de uso	42
3.2.1.	Reutilización	44
3.3.	Métodos de reciclaje de neumáticos	44
3.3.1.	Trituración mecánica	45
3.3.2.	Pirólisis.	45
3.3.3.	Regeneración.....	45
3.3.4.	Trituración criogénica	46
3.3.5.	Termólisis	46
3.3.6.	Incineración	46
3.4.	Análisis de una propuesta de reciclaje de neumáticos fuera de uso (N.F.U): trituración mecánica.....	47
3.4.1.	Recolección de neumáticos	48
3.4.2.	Transporte de neumáticos.....	48
3.4.3.	Clasificación de neumáticos	49
3.4.4.	Trituración Previa	49
3.4.5.	Trituración	50
3.4.6.	Granulación (micronizado)	52
3.4.7.	Sub productos o residuos.....	53
3.5.	Utilización de neumáticos fuera de uso en otros países.....	55
3.5.1.	Estados Unidos.....	55
3.5.2.	Alemania	56
3.5.3.	España	56
3.5.4.	Inglaterra.....	59
3.5.5.	Japón	60
3.5.6.	México	60
3.5.7.	En algunos países de Latinoamérica.....	61
3.6.	Análisis de costos	61
3.6.1.	Tamaño de instalación.....	62
3.6.2.	Localización de la instalación	62
3.7.	Costo aproximado de una línea de reciclaje de neumáticos fuera de uso	63
	CONCLUSIONES	66
	RECOMENDACIONES	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Monumento al fundador de la empresa Dr. Octavio Chacón Moscoso.....	3
Figura 1.2	Primera máquina de vulcanización usada en el proceso.....	4
Figura 1.3	Localización de la empresa Continental Tire Andina S.A.	5
Figura 1.4	Continental Tire Andina S.A.....	6
Figura 1.5	Descarga de materia prima.	7
Figura 1.6	Caucho natural ecuatoriano.	7
Figura 1.7	Caucho sintético.	7
Figura 1.8	Bodega de materia prima.....	7
Figura 1.9	Laboratorio Instrumental	9
Figura 1.10	Laboratorio Químico	9
Figura 1.11	Vista General de mezcladores.....	9
Figura 1.12	Mezclador.....	9
Figura 1.13	Calandrado	10
Figura 1.14	Armado de implementos para la extrusión de las llantas.....	11
Figura 1.15	Líneas de identificación del rodamiento y rodamiento obtenido después del proceso de enfriado.....	11
Figura 1.16	Extrusión lateral, y lateral obtenido después del proceso de enfriado.....	12
Figura 1.17	Transporte final de laterales, y almacenaje de cartuchos de cinta (cassettes).....	12
Figura 1.18	Cabezal de rodillo (Rolled Head) en proceso de fabricación de paredes interiores (InnerLinner).	12
Figura 1.19	Máquinas en proceso de elaboración de cinturones, aislamiento y recubrimiento del alambre con caucho.....	13
Figura 1.20	Nueva máquina constructora de pestañas (Hexagonalbead)..	13
Figura 1.21	Rollos de alambre para el proceso de pestañas, aislamiento y recubrimiento del alambre con caucho.	14
Figura 1.22	Procesamiento de corte.	14

Figura 1.23	Construcción de primera y segunda etapa radial PLT.	15
Figura 1.24	Máquinas nuevas adquiridas para la construcción de primera y segunda etapa radial PLT.....	15
Figura 1.25	Proceso de lubricación.....	16
Figura 1.26	Proceso de vulcanización de llantas etapa 1	17
Figura 1.27	Proceso de vulcanización de llantas etapa 2	17
Figura 1.28	Proceso de vulcanización de llantas etapa 3, 4.....	17
Figura 1.29	Máquina de ensayos de uniformidad, pruebas de fuerzas radiales, laterales, conicidad, y geometría de las llantas.....	18
Figura 1.30	Máquina de ensayos de uniformidad, Pruebas de fuerzas radiales, laterales, conicidad, y geometría de las llantas.....	18
Figura 1.31	Angulo de pliegos en neumáticos radiales.....	19
Figura 1.32	Neumáticos radiales.....	19
Figura 1.33	Neumáticos convencionales o bias.	20
Figura 1.34	Angulo de cordones en neumáticos convencionales o bias.....	20
Figura 1.35	Clasificación de neumáticos, y proceso de corte de neumáticos.	21
Figura 1.36	Hevea (Árbol de caucho).....	22
Figura 2.1	Taller artesano ubicado en Narancay en la ciudad de Cuenca.	29
Figura 2.2	Repuestos de vehículos.....	30
Figura 2.3	Basureros y comederos de animales.....	30
Figura 2.4	Adornos y masetas.....	31
Figura 2.5	Taller artesanal ubicado en la Av. Hurtado de Mendoza y José Joaquín de Olmedo.	31
Figura 2.6	Repuestos de vehículos.....	32
Figura 2.7	Basureros y comederos de animales.....	32
Figura 2.8	Masetas artesanales.....	32
Figura 2.9	Taller artesanal donde se elaboran repuestos para vehículos....	33
Figura 2.10	Taller artesanal ubicado en la Av. Nuñez de Bonilla entre Río Palora y Guapondelig..	33
Figura 2.11	Elaboración de repuestos de vehículos y elementos varios.....	34

Figura 2.12 Elaboración de repuestos de vehículos, elementos, y figuras.....	
utilizando neumáticos radiales.....	35
Figura 2.13 Recolección de la basura por parte de la EMAC.....	36
Figura 2.14 Carro de la basura sobre la báscula de Continental Andina S.A.	
.....	36
Figura 2.15 Traslado y llegada al relleno sanitario.....	37
Figura 2.16 Traslado y llegada al relleno sanitario.....	38
Figura 2.17 Báscula del relleno sanitario.....	38
Figura 2.18 Descargue de llantas.....	38
Figura 2.19 Descargue de llantas.....	39
Figura 2. 20 Colocación de las llantas fuera de uso sobre la geo membrana.....	39
Figura 2. 21 Colocación de las llantas fuera de uso sobre la geo membrana.....	40
Figura 3.1 Trituradora rotativa.....	47
Figura 3.2 Recolección de neumáticos.....	48
Figura 3.3 Transporte de neumáticos.....	49
Figura 3.4 Clasificación de Neumáticos.....	49
Figura 3.5 Trituración previa.....	50
Figura 3.6 Trituración previa.....	50
Figura 3.7 Material obtenido en proceso de trituración.....	51
Figura 3.8 Granulación (micronizado).....	52
Figura 3.9 Sub productos o residuos.....	53
Figura 3.10 Sub productos o residuos.....	53
Figura 3.11 Reciclaje de neumáticos fuera de uso. Trituración Mecánica.....	54
Figura 3.12 Depósito en vertedero.....	57
Figura 3.13 Incineración de neumáticos.....	57
Figura 3.14 Mezcla de neumáticos en asfalto.....	58
Figura 3.15 Asfalto mezclado con neumáticos.....	59
Figura 3.16 Pistas revestidas con neumáticos.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Venta general de toda clase de neumáticos.....	4
Tabla 1.2	Inversiones realizadas dentro de la fábrica.....	5
Tabla 1.3	Materia prima.....	8
Tabla 2.1	Cantidad y porcentaje de neumáticas año 2000 – 2005	24
Tabla 2.2	Cantidad y porcentaje año 2005 – 2010.....	25
Tabla 2.3	Cantidad y porcentaje de neumáticos 2010-2013	25
Tabla 2.4	Cantidad de neumáticos defectuosos 2000 – 2005	25
Tabla 2.5	Cantidad de neumáticos defectuosos 2005 – 2010.	26
Tabla 2.6	Cantidad de neumáticos defectuosos 2010-2013.	26
Tabla 2.7	Precios.....	28

Carlos Gustavo Sacoto Torres

Trabajo de graduación

Dr. Juan Rodrigo Calderón Machuca

Marzo del 2014

ESTUDIO DEL RECICLAJE DE NEUMATICOS DEFECTUOSOS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE LA EMPRESA ERCO TIRE

INTRODUCCIÓN

La continua búsqueda de mejores condiciones de vida, ha motivado al desarrollo de nuevas tecnologías que en muchos casos buscando solucionar un problema no miden los efectos ambientales que pueden causar a futuro.

La fabricación de llantas podría ser considerada dentro de este grupo de tecnologías, que si bien intenta dar una respuesta a la exigente movilidad que el mundo moderno requiere, también se cuestiona por la difícil degradación de los componentes que una vez cumplida su vida útil, se convierten en un legado indeseable para las futuras generaciones.

Con el fin de minimizar los impactos del proceso de fabricación de llantas, se ve necesario un análisis del proceso de producción considerado desde el ingreso de la materia prima a la empresa, procesos de fabricación, control de calidad del producto, y destino de productos defectuosos.

El proyecto tiene como objetivo principal estudiar el proceso de reciclaje de neumáticos defectuosos descartados en la empresa CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A. Analizar las diferentes aplicaciones dentro y fuera de la empresa con el propósito de verificar el buen manejo de estas llantas o los impactos ambientales que causarían su mala disposición final.

Este estudio pretende que se alcancen los mejores beneficios en la reutilización de neumáticos defectuosos de fabricación, y que se planteen nuevas alternativas para el destino final de esa gran masa de neumáticos, que habiendo terminado con su vida útil requieren se los destine con el menor impacto ambiental posible.

CAPITULO I

PROCESO DE FABRICACIÓN GENERAL DE LOS NEUMÁTICOS

1.1. Generalidades¹

ERCO TIRE inicia su proceso de fusión al grupo Continental AG en el año 2 009, y para el 1 de junio del año 2 010, cambia su razón social a Continental Tire Andina S.A. Así establecida la empresa se encuentra localizada en la ciudad de Cuenca, manteniendo su área comercial permanente en la ciudad de Quito gracias a la competencia de su personal ecuatoriano alemán.

1.2. Historia²

La empresa se fundó como (*Ecuadorian Rubber Company*), ERCO TIRE S.A. En la actualidad se ha consolidado como Continental Tire Andina S.A. Sus inicios se remontan al año de 1955 en la ciudad de Cuenca, y fue fundada por el Dr. Octavio Chacón Moscoso en el año 1 957. (Figura 1.1)



Figura 1.1 Monumento al fundador de la empresa Dr. Octavio Chacón Moscoso.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de CONTINENTAL TIRES S.A

¹Continental Tire Andina S.A.

²Continental Tire Andina S.A.

El 22 de Diciembre de 1962 empieza su producción industrial (Figura 1.2), y se fabrica la primera llanta con asistencia técnica de General USA.



Figura 1.2 Primera máquina de vulcanización usada en el proceso de fabricación.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

Para el año 1963 la empresa contaba con 155 empleados y fabricaron 52 256 unidades. Luego de 10 años de producción, la empresa fabricó más de 1 000 000 de llantas, y para el año de 1997 superó esa cantidad con 1 076 591 llantas, verificando el crecimiento sustancial de la empresa.

En el año 2002 la empresa contaba con 942 empleados y tuvo una producción fluida de 1 332 085 llantas. A continuación veremos datos estadísticos de ventas e inversión de neumáticos que sean generados en el transcurso de los años.

Ventas	
Año	
2001	2013
\$ 75 000 000	\$ 202 000 000

Tabla 1.1 Venta general de toda clase de neumáticos.

Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

Inversiones	
Año	
2 005	2 010
\$1 340 000	\$ 6 313 000

Tabla 1.2 Inversiones realizadas dentro de la fábrica
Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

1.3. Vista y ubicación de Continental Tire Andina S.A

La empresa Continental Tire Andina S.A. está localizada en la ciudad de Cuenca en la vía Panamericana Norte km 2.8 sector parque industrial. (Figura 1.3 – 1.4)



Figura 1.3 Localización de la empresa Continental Tire Andina S.A
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.4 Continental Tire Andina S.A

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.4. Proceso de fabricación³

El proceso de fabricación inicia con el abastecimiento de materias primas en sus bodegas y su control de calidad en el laboratorio. Todos los materiales son sometidos a una incorporación, integración y homogenización de los distintos elementos, indicando las cantidades exactas de sus componentes, las condiciones de trabajo, el tiempo de mezclado, temperatura, potencia, y las presiones de las mismas. (Figura 1.5 – 1.8)

La empresa utiliza un promedio de 207 elementos que conforman la materia prima para la fabricación de los neumáticos, y de estos productos un 93% son derivados del petróleo. (Tabla 1.3)

Aproximadamente el 93% de la materia prima para la fabricación de los neumáticos es importada por países de todo el mundo, y el 7% restante comprende el caucho natural incorporado al proceso, para lo cual la empresa dispone de plantaciones de Heveas o árboles de caucho natural que se encuentran sembradas en el Ecuador en el km 55 entre Santo Domingo de los Tsáchilas y Quevedo

³Continental Tire Andina S.A



Figura 1.5 Descarga de materia prima.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.6 Caucho natural ecuatoriano.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.7 Caucho sintético.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.8 Bodega de materia prima.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

MATERIA PRIMA	
CAUCHOS	
Natural	Proveniente de Santo Domingo de los Tsáchilas
Sintético	Estireno – Butadieno
CARGAS	
Reforzantes	Negro de Humo, Sílice
No reforzantes	Carbonato, Caolín, Recuperado.
OTROS	
Pigmentos	Orgánicos, Inorgánicos
Activadores	Acido Esteárico, Óxido de Zinc, Glicoles
Ayudas de proceso	Peptizantes, Facticos, Esponjantes, Resinas
Plastificantes	Aromáticos, Nafténicos, Parafinicos
Máquina	Ultrarrápidos, Rápidos Moderados, Lentos, Inhibidores.
Vulcanizantes	Azufre: Sincronizado, Donadores de azufre

Tabla 1.3 Materia prima.

Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

1.4.1. Tipos de mezclas

1.4.1.1. Mezclas primarias

En esta prueba la combinación debe pasar por un proceso técnico y específico en un laboratorio, para poder obtener y comprobar tanto las características físicas como químicas de la mezcla, cumpliendo con exactitud todos los porcentajes y parámetros establecidos por la empresa. (Figura 1.9 – 1.10)



Figura 1.9 Laboratorio Instrumental
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.10 Laboratorio Químico
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.4.1.2. Mezcla final

Una vez aprobada la mezcla primaria, se procede a la mezcla final, mediante un mezclador (*Mixer*). Teniendo en consideración que toda la planta cuenta con tres mezcladores (*Mixers*) para su producción total. (Figura 1.11 – 1.12)



Figura 1.11 Vista General de mezcladores.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.12 Mezclador.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

El material que se obtiene después de la mezcla, es enviado a diferentes secciones para su producción como son: el Calandrado, el proceso de Extrusión, la producción de Pestañas, y el Cortado.

1.4.2. Calandrado

En esta etapa el caucho obtenido de las mezcladoras todavía se encuentra caliente, por lo que se procede a colocarlo en algunos molinos para poder aplanarlos y darles forma de pliegos. Es enrollado en una tela para evitar que se peguen entre sí, para posteriormente, almacenarlo en las diferentes bodegas. (Figura 1.13)



Figura 1.13 Calandrado

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.4.3. Extrusión

En este proceso el caucho pasa a través de unas máquinas sujetas a ciertas especificaciones, aquí se realizan la mayor parte de los componentes de las llantas como los perfiles, rodamientos, y laterales. (Figura 1.14 – 1.19) Posteriormente el caucho pasa por una máquina, que se encarga de fabricar los refuerzos de acero (*Steelastic*), las paredes, y los cinturones de acero. La empresa cuenta con tres extrusoras o tuberías y un cabezal de rodillo (*Roller Head*) para la fabricación de las paredes interiores (*Inner Linners*).



Figura 1.14 Armado de implementos para la extrusión de las llantas.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.15 Líneas de identificación del rodamiento y rodamiento obtenido después del proceso de enfriado.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.16 Extrusión lateral, y laterales obtenidos después del proceso de enfriado.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.17 Transporte final de laterales, y almacenaje de cartuchos de cinta (cassettes).

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.18 Cabezal de rodillo (Rolled Head) en proceso de fabricación de paredes interiores (Inner Linner).

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

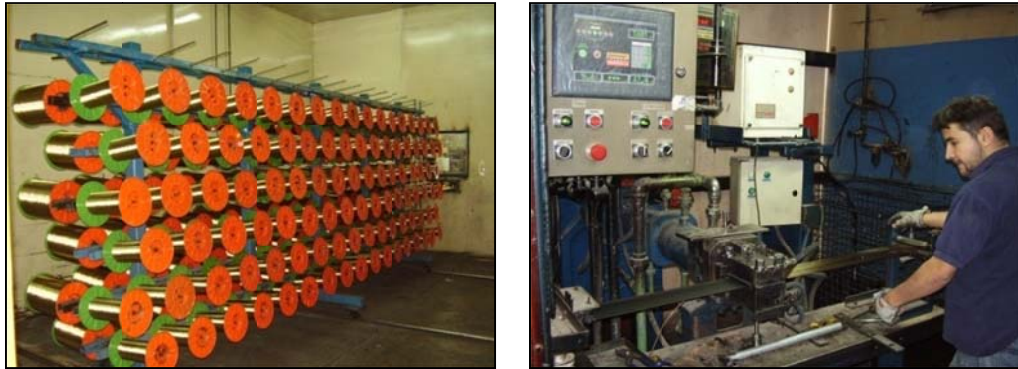


Figura 1. 19 Máquinas en proceso de elaboración de cinturones, aislamiento y recubrimiento del alambre con caucho.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.4.4. Producción de pestañas

Este proceso de producción se encuentra en otra sección, en donde se fabrica las partes laterales de las llantas dándole una fuerte resistencia y forma. (Figura 1.20 – 1.21)

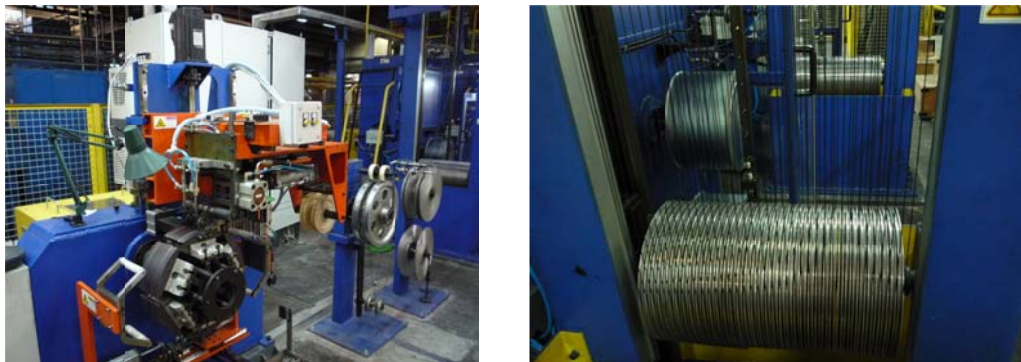


Figura 1.20 Nueva máquina constructora de pestañas (Hexagonalbead).

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.21 Rollos de alambre para el proceso de pestañas, aislamiento y recubrimiento del alambre con caucho.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.4.5. Cortado

En esta etapa se procede a cortar el caucho y otros componentes en pliegos con sus respectivas especificaciones de tamaño. (Figura 1.22)



Figura 1.22 Procesamiento de corte.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

Terminados los procesos indicados y con todas las piezas del material obtenido, procedemos a formar la llanta en las máquinas constructoras. (Figura 1.23)

El trabajo de las máquinas constructoras consiste en adherir, unir, y pegar todas estas capas formando la estructura básica de la llanta. Con la ayuda de máquinas nuevas, el proceso de ensamblaje es mucho más rápido y eficiente. (Figura 1.24)



Figura 1.23 Construcción de primera y segunda etapa radial PLT.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.24 Máquinas nuevas adquiridas para la construcción de primera y segunda etapa radial PLT.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

Paso seguido a los procesos anteriormente citados, procedemos a lubricar las llantas tanto interna como externamente para que no se adhieran en el proceso de curado y vulcanizado. (Figura 1.25)



Figura 1.25 Proceso de lubricación.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

En el curado y vulcanizado, se completa la formación del neumático dándole su forma final en las prensas hidráulicas. (Figura 1.26 – 1.28)

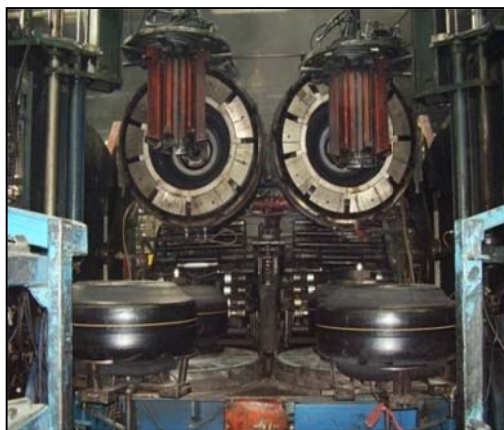


Figura 1.26 Proceso de vulcanización de llantas etapa 1.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

Figura 1.27 Proceso de vulcanización de llantas etapa 2.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

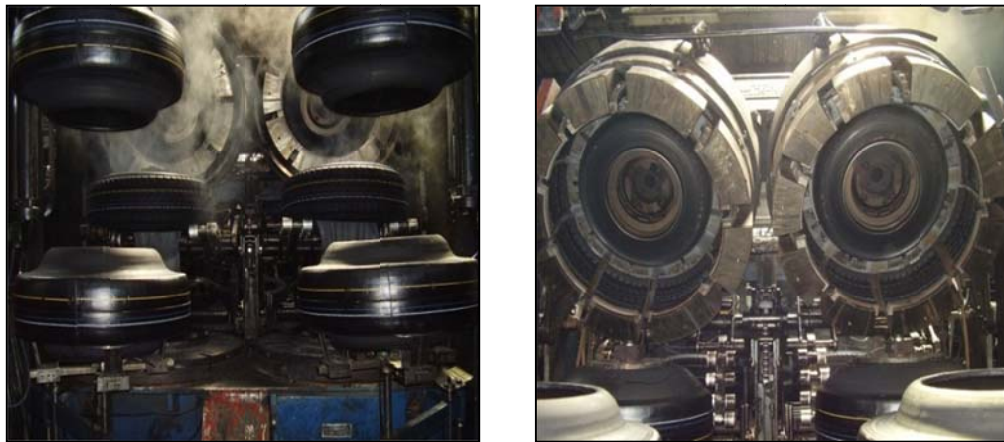


Figura 1.28 Proceso de vulcanización de llantas etapa 3, 4.
Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.4.6. Acabado final

En esta etapa se inspecciona y se verifica la calidad del producto terminado, pasando primeramente por una revisión visual realizada por los respectivos inspectores. Después pasan a las máquinas en donde se puede medir la uniformidad y analizar la geometría de los neumáticos, al igual que las depresiones y las fuerzas radiales a las que están sometidas las llantas. Posteriormente se realiza una segunda inspección, en la estación de seguridad donde la llanta vuelve a ser examinada para enviarla al cliente. (Figura 1.29 – 1.30)





Figura 1.29 Máquina de ensayos de uniformidad, pruebas de fuerzas radiales, laterales, conicidad, y geometría de las llantas.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A



Figura 1.30 Máquina de ensayos de uniformidad, Pruebas de fuerzas radiales, laterales, conicidad, y geometría de las llantas.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.5. Separación de tipos de neumáticos

Etapa en la cual se procede a seleccionar y separar los diferentes tipos de neumáticos fabricados, como son:

- Neumáticos radiales.
- Neumáticos convencionales o bias.

1.5.1. Neumáticos radiales

Aquellos que son fabricados con alambre de acero en toda su estructura, y son diseñados para vehículos de pasajeros, camionetas, y camiones. (Figura 1.31)

En su construcción los pliegos forman ángulos de 0° o 90° (β) con respecto al eje de la llanta o también llamado carcasa, y toda esta estructura se estabiliza con un cinturón de ancho inferior al del neumático, que se sitúa entre la carcasa y banda de rodadura. (Figura 1.32)

Este cinturón está formado por un paquete de capas textiles o metálicas, cuyos pliegos se alternan con ángulos $\beta \leq 20^\circ$.



Figura 1.31 Neumáticos radiales.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

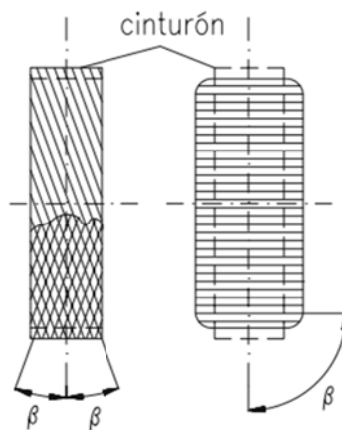


Figura 1. 32 Angulo de pliegos en neumáticos radiales.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Neum%C3%A1tico_radial. Acceso: 10-02-2012

1.5.2. Neumáticos convencionales o bias

Utilizados desde el principio de siglo, y fabricados con cierto número de lonas de nylon en sus pestañas. Están diseñados para ser utilizadas en vehículos de pasajeros, camionetas, y camiones. (Figura 1.33)

En su construcción los pliegos forman ángulos de 30 a 45° con respecto a la carcasa, y sus fibras se orientan alternativamente formando ángulos iguales pero de sentido contrario con respecto a la línea circunferencial media de la propia carcasa, como se detalla en la (Figura 1.34), en donde β es el ángulo de los cordones y también es la variable que más influye en la forma del contorno del neumático.



Figura 1.33 Neumáticos Convencionales o Bias.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

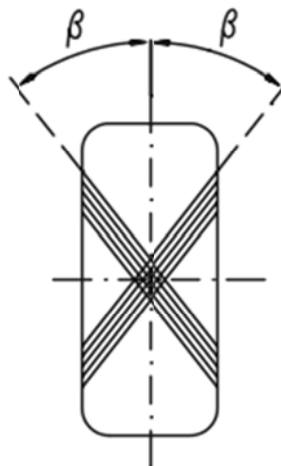


Figura 1. 34 Angulo de cordones en neumáticos Convencionales o bias.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Neum%C3%A1tico_radial. Acceso: 15-02-2012

1.5.3. Análisis de neumáticos defectuosos.

En esta etapa se procede a verificar, clasificar y comprobar que el neumático fabricado para la venta cumpla con todas las normas de calidad y de seguridad para el comprador; caso contrario se procederá a su destrucción en la máquina de cortado, pasando a un contenedor para posteriormente ser enviada y reciclada. (Figura 1.35)



Figura 1.35 Clasificación de neumáticos, y proceso de corte de neumáticos.

Fuente: César Vargas. Jefe Administrativo de Continental Tire S.A

1.6. Heveabrasiliensis⁴

El árbol del caucho, *siringa* o *seringueira* (en portugués), es un árbol de la familia de las euforbiáceas (*Hevea brasiliensis*). Mide de 20 a 30 m de altura excepcionalmente 45 metros. El tronco es recto y cilíndrico de 30 a 60 cm de diámetro, y es de madera blanca y liviana. Sus hojas son compuestas trifoliadas, alternas, de 16 cm de longitud, y de 6 a 7 cm de ancho, deja caer parcialmente las hojas durante la estación seca, antes de lo cual las hojas de la copa del árbol se tornan de color rojizo (Figura 1.36). Las flores son pequeñas y reunidas en amplias panículas (racimo de racimos).

Produce frutos desde los 4 años, cada uno de los cuales es una gran cápsula de 4 cm de diámetro que se abre en valvas (cada parte en la que se separa el pericarpio de los frutos), con semillas ricas en aceite.

Su látex puede ser de color blanco o amarillento y es abundante hasta los 25 años de edad. De él se fabrica el caucho, después de sangrar el tronco mediante incisiones angulares en V. Este látex contiene del 30 al 36% de hidrocarburo del caucho, 0,5% de cenizas, 1,5% de proteínas, 2% de resina y 0,5% de quebrachitol. El caucho también puede obtenerse del látex de otros árboles del género *Hevea*.

El árbol del que se extrae el caucho se llama *Hevea*, siendo éste el principal árbol del que se extrae este material en América del Sur. A las *Heveas* de más de seis años de edad se les practican incisiones en la corteza del tallo y se recoge el líquido lechoso que fluye el cual se lo utiliza en la vulcanización e industrialización del caucho, látex y la goma.⁵

⁴(fuente: César Vargas)

⁵Fuente: http://www.gabito grupos.com/Cuba_Eterna/template.php?nm=1300121829.
Acceso: 05-08-2012

Su crecimiento anteriormente se generaba en 12 años, pero en la actualidad aproximadamente se da entre 6 y 7 años de edad, y tiene una vida útil de 40 años.

En el Ecuador existe una empresa productora y proveedora de caucho natural, Agicom S.A., la cual maneja extensas plantaciones de caucho, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y asegura la calidad en los procesos de producción, avalados por las normas ISO-INEN 9 001: 2 000, además brinda asistencia técnica y asesoría a todos los productores de la zona.

No obstante, la empresa Continental Tire S.A, se encuentra actualmente en negociaciones con el Gobierno Nacional, para la adquisición de 20 000 hectáreas de terreno para el sembrío de los árboles de heveas, lo cual se estima que se generarían aproximadamente 40 000 puestos de trabajo.



Figura 1.36 Hevea (Árbol de caucho)

Fuente: http://www.gabito grupos.com/Cuba_Eterna/template.php?nm=1300121829.

Acceso: 07-08-2012

CAPITULO II

ALTERNATIVAS Y UTILIZACIÓN DE NEUMÁTICOS DEFECTUOSOS

INTRODUCCIÓN

En esta etapa se procede a clasificar todo tipo de llantas que hayan salido con el mínimo defecto. Se procede a separar tanto las llantas pequeñas, medianas, y grandes, de acuerdo a su estructura ya sean convencionales o radiales, y por último se las clasifica para su respectiva venta a las distintas personas que se encargan de su reciclaje.

2.1. Datos y estadísticas de neumáticos fabricados en buen estado y defectuosos

La información obtenida a través de la gerencia de la empresa Continental Andina S.A, nos ha permitido establecer la cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años, 2 000 – 2 005, 2 005 – 2 010, y, 2 010 – 2 013.

2.1.1. Cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años 2 000 – 2 005

	Unidades	Porcentaje
Llantas fabricadas diariamente	3 500 – 5 250	0,27%
Llantas fabricadas mensualmente	105 000 – 157 500	8,33%
Llantas fabricadas al año	1 260 000 – 1 890 000	100%

Tabla 2.1 Cantidad y porcentaje de neumáticas año 2 000 – 2 005

Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

2.1.2. Cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años 2 005 – 2 010

	Unidades	Porcentaje
Llantas fabricadas diariamente	4 800 – 6 450	0,27%
Llantas fabricadas mensualmente	144 000 – 193 500	8,33%
Llantas fabricadas al año	1 728 000 – 2 322 000	100%

Tabla 2.2 Cantidad y porcentaje año 2 005 – 2 010
Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

2.1.3. Cantidad y porcentaje de neumáticos que se obtuvieron durante los años 2 010-2 013

	Unidades	Porcentaje
Llantas fabricadas diariamente	6 000 – 7 667	0,27%
Llantas fabricadas mensualmente	180 000 – 230 010	8,33%
Llantas fabricadas al año	2 160 000 – 2 760 120	100%

Tabla 2.3 Cantidad y porcentaje de neumáticos 2 010 - 2 013
Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

2.1.4. Cantidad de neumáticos defectuosos que se obtuvieron durante los años 2 000 – 2 005

	Unidades	Porcentaje
Llantas que se desechan diariamente	4 – 6	0,0003%
Llantas se desechan mensualmente	120 – 180	0,0095%
Llantas que se desechan al año	1 440 – 2 160	0,11%

Tabla 2.4 Cantidad de neumáticos defectuosos 2 000 – 2 005
Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

2.1.5. Cantidad de neumáticos defectuosos que se obtuvieron durante los años 2 005 – 2 010

	Unidades	Porcentaje
Llantas que se desechan diariamente	2 – 3	0,0001%
Llantas se desechan mensualmente	60 – 90	0,004%
Llantas que se desechan al año	720 – 1080	0,05%

Tabla 2.5 Cantidad de neumáticos defectuosos 2 005 – 2 010.

Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

2.1.6. Cantidad de neumáticos defectuosos que se obtuvieron durante los años 2 010 – 2 013

	Unidades	Porcentaje
Llantas que se desechan diariamente	0.8	0,00003%
Llantas se desechan mensualmente	24	0,0009%
Llantas que se desechan al año	288	0,01%

Tabla 2.6 Cantidad de neumáticos defectuosos 2 010 - 2 013.

Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

En la actualidad la empresa Continental Tire S.A., exporta el 40% de sus productos a la Comunidad Andina de Naciones y a otros países de Latinoamérica. El Área Andina tiene una participación del 9% a nivel mundial con respecto a los neumáticos fabricados anualmente.

Posteriormente un 10 a 15% del total de las llantas fabricadas anualmente, van destinados a concesionarios que tienen contratos con Continental Tire S.A., llamado Mercado de Equipo Original, abasteciendo a empresas como: Chevrolet, Mazda, Kia y General Motors.

2.2. Utilización de neumáticos defectuosos

2.2.1. Venta de neumáticos defectuosos para su reciclaje

La empresa Continental Tire S.A. con el propósito de reciclar sus neumáticos defectuosos, ofrece a la ciudadanía la venta de estas llantas para que se dé un uso adecuado, evitando así la contaminación al medio ambiente.

Esta venta se realiza de la siguiente manera:

Se procede a seleccionar un grupo de 12 a 24 personas, que se dedican al reciclaje artesanal de las llantas durante todo el año dentro de la ciudad. A las personas seleccionadas se les vende los neumáticos cada cierto tiempo, el mismo que puede variar de 15 a 30 días debido a la demanda y a la cantidad de neumáticos defectuosos producidos por la empresa en el transcurso de ese tiempo.⁶

Cabe recalcar que la empresa generalmente ha vendido este tipo de llantas, para ser utilizadas en productos artesanales, sin embargo estas ventas no generan un ingreso significativo para la empresa.

2.2.2. Cantidad y precio de los neumáticos defectuosos durante el proceso de producción

En el año 2010, la cantidad de llantas defectuosas que se vendía fluctuaba entre 60 y 80 llantas quincenales. En la actualidad se produce un promedio de 12 a 15 llantas defectuosas cada quince días.⁷

Esta reducción se debe principalmente a la nueva tendencia que sustituye a las llantas convencionales o bias por llantas radiales.

⁶Fuente:Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A.

⁷Ibidem

Precios

NOMBRE	PRECIO
Llantas grandes convencionales o bias	\$8,00 + IVA
Llantas grandes radiales	\$8,00 + IVA
Llantas pequeñas (bias, y radiales)	\$0,50 + IVA

Tabla 2.7 Precios de neumáticos defectuosos
Fuente: Dr. Marco Molina. Gerente de Continental Tire S.A

2.3. Formas de reciclaje de neumáticos

En la ciudad de Cuenca, actualmente existen pocos métodos de reciclaje de neumáticos debido al alto costo de la maquinaria que esto implica, sin embargo, está presente un reciclaje artesanal, destinado a la elaboración de productos como: Repuestos de vehículos, basureros, alpargatas, bebederos de animales, masetas, adornos para el hogar, etc.

El mayor porcentaje de la producción artesanal de objetos está destinado a la elaboración de repuestos de vehículos (soporte, bujes, aislantes), con muy buena acogida por la diferencia de precios con respecto a los repuestos originales.

2.4. Localización de talleres artesanales en la ciudad de Cuenca

- ❖ En primer orden se puede citar los talleres artesanales localizados en el sector de Narancay ubicados en el kilómetro 2 vía Cuenca - Loja. Quizá los más notorios en cuanto a la capacidad de reciclaje y producción. Se han especializado en la elaboración de repuestos para vehículos, comederos de animales, masetas, adornos, etc. (Figura 2.1)



Figura 2.1 Taller artesano ubicado en Narancay en la ciudad de Cuenca.

Elaboración de repuestos artesanales para vehículos. (Figura 2.2)





Figura 2.2 Repuestos de vehículos.

Elaboración de basureros y comederos de animales artesanales. (Figura 2.3)



Figura 2.3 Basureros y comederos de animales.

Elaboración de adornos y masetas artesanales. (Figura 2.4)



Figura 2.4 Adornos y masetas artesanales.

- ❖ En segundo lugar debe citarse los talleres artesanales ubicados en la Av. Hurtado de Mendoza y José Joaquín de Olmedo, que en forma similar dedican su producción a las mismas líneas de vehículos, pero en una menor cantidad. (Figura 2.5)



Figura 2.5 Taller artesanal ubicado en la Av. Hurtado de Mendoza y José Joaquín de Olmedo.

Elaboración de repuestos para vehículos. (Figura 2.6)



Figura 2.6 Repuestos de vehículos.

Elaboración de basureros y comederos de animales. (Figura 2.7)



Figura 2.7 Basureros y comederos de animales.

Elaboración de masetas artesanales. (Figura 2.8)



Figura 2.8 Masetas artesanales

- ❖ En tercer orden en relación a la cantidad de material reciclado podemos citar el Taller artesanal ubicado en la Av. Hurtado de Mendoza entre Llanganatis y Antisana. (Figura 2.9)



Figura 2.9 Taller artesanal donde se elaboran repuestos para vehículos.

- ❖ En cuarto lugar el Taller artesanal ubicado en la Av. Núñez de Bonilla entre Río Palora y Guapondelig, el mismo que se diferencia por realizar la elaboración de piezas bajo pedido. (Figura 2.10)



Figura 2.10 Taller artesanal ubicado en la Av. Núñez de Bonilla entre Río Palora y Guapondelig.

Elaboración de piezas automotrices y elementos varios. (Figura 2.11)



Figura 2.11 Elaboración de repuestos de vehículos y elementos varios.

Elaboración de repuestos de vehículos y figuras bajo pedido utilizando neumáticos radiales. (Figura 2.12)



Figura 2.12 Elaboración de repuestos de vehículos, elementos, y figuras utilizando neumáticos radiales.

2.5. Recolección y destino de los residuos del proceso de fabricación de neumáticos

Entre los componentes que podemos establecer en los residuos (basura) del proceso de fabricación de neumáticos podemos citar:

- ❖ Trozos de llantas, que provienen de la mala fabricación.
- ❖ Plásticos, que provienen de los embalajes de la materia prima.
- ❖ Fragmentos de madera, provenientes de contenedores.
- ❖ Cartón, proveniente de envolturas y cajas de embalajes.
- ❖ Nylon, provenientes de recortes inservibles de las capas de rodadura.

De todo el material descrito, se puede estimar que a un máximo nivel, se descarta una llanta al día por defectos de fabricación, la misma que es destinada al botadero de basura según el convenio con la empresa municipal de aseo de cuenca (EMAC), quienes se encargan de la recolección, pesaje, transporte, y destino final de estos residuos en el relleno sanitario. (Figura 2.13 – 2.14)



Figura 2.1 Recolección de la basura por parte de la EMAC.



Figura 2.14 Carro de la basura sobre la báscula de Continental Andina S.A

2.6. Manejo en el relleno sanitario de los neumáticos defectuosos en el proceso de fabricación

Se debe distinguir claramente que el manejo de neumáticos defectuosos de fabricación no alcanzan las 30 unidades mensuales, por lo tanto, no es relevante comparado con la cantidad de neumáticos fuera de uso (2 4 000 000), que son descartados por haber cumplido su vida útil al año en todo el país. De igual forma se debe considerar que estos neumáticos con defecto de fabricación son reciclados preferentemente por los artesanos.

Los desechos transportados a las instalaciones de Pichacay son pesados para registrar la cantidad de materiales que ingresan al relleno sanitario. Una vez registrado el monto de desechos se descargan las llantas que son ubicadas por un tractor en las diferentes excavaciones del relleno sanitario, ubicándolas sobre una geo membrana impermeable de polietileno que evita que los lixiviados y ácidos generados por la basura en su descomposición, lleguen a tener contacto con la superficie de la tierra, al ser colocadas las llantas de esta manera cumplirán también una función de amortiguamiento de las diferentes capas de basura sobre las membranas de impermeabilización. (Figura 2.15 – 2.21)



Figura 2.15 Traslado y llegada al relleno sanitario.



Figura 2.16 Traslado y llegada al relleno sanitario.



Figura 2.17 Báscula del relleno sanitario.



Figura 2.18 Descargue de llantas.



Figura 2.19 Descargue de llantas.



Figura 2. 20 Colocación de las llantas fuera de uso sobre la geo membrana.



Figura 2. 21 Colocación de las llantas fuera de uso sobre la geo membrana.

CAPÍTULO III

FORMAS DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (N.F.U)

3.1. Datos generales

3.1.1. Plan para reciclar llantas usadas⁸

La Corporación de Inversiones del Azuay, INVEC, mantiene conversaciones con tres empresas, dos europeas y una ecuatoriana, interesadas en instalar en el país una planta para el reciclaje de neumáticos, según lo anunciado su presidente ejecutivo, Econ. Xavier Patiño.

Ecuador desecha anualmente alrededor de 2,4 millones de neumáticos, lo que equivale a 55 000 toneladas. Un porcentaje de ellos son reutilizados para el reencauchado principalmente en camiones, pero la gran mayoría es incinerada o depositada en basureros al aire libre, suponiendo una amenaza contra el medio ambiente.

3.1.2. Propuestas⁹

Ante este problema, INVEC ha visitado tres empresas, en España, Alemania y en Ecuador, interesadas en instalar una planta de reciclaje que absorba la cantidad de llantas usadas, transformándolas en combustible para cementeras o como material componente en la construcción de carreteras, canchas deportivas, parques infantiles, planchas aislantes, suelas de calzado, entre otros.

⁸(Fuente: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/85226-plan-para>). Acceso: 10-11-2012

⁹(Fuente: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/85226-plan-para>). Acceso: 11-11-2012

El principal requerimiento de las empresas para instalar la planta, que supondrá una inversión superior a los tres millones de dólares, es la existencia de leyes y normativas que regulen el reciclaje a escala nacional.

3.1.3. Llantera obtiene 500 000 dólares anuales¹⁰

El gerente de servicios de la Llantera Continental Tire S.A, el Dr. Marco Molina, indicó que esta empresa obtiene anualmente 500 000 dólares por concepto del reciclaje de neumáticos. Una gran parte de estas llantas son destinadas al reencauche, principalmente de vehículos como camiones y buses, a través de sus plantas Renovallanta de las ciudades de Quito y Guayaquil.

Otra vertiente del reciclaje que aplica esta empresa hace referencia a aquellos neumáticos que, por defecto de fabricación, no se comercializan en el mercado, son adquiridos por diferentes familias que se dedican al reciclaje artesanal en la ciudad de Cuenca, Latacunga, Quito, Riobamba y Ambato, las cuales en sus talleres las convierten en objetos artesanales.

Estas microempresas fabrican objetos como zapatillas, piezas de amortiguación de vehículos, alfombras para autos, recipientes, porta bolígrafos, entre otros. En total se calcula que esta actividad artesanal da trabajo a doscientas personas, aproximadamente.

3.2. Reutilización y reciclado de neumáticos fuera de uso¹¹

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado (medio barril de

¹⁰(Fuente: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/85226-plan-para>). Acceso: 05-12-2012

¹¹(fuente: http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf). Acceso: 17-01-2013

petróleo crudo para fabricar un neumático de camión) y también provoca, si no es convenientemente reciclado contaminación ambiental al formar parte generalmente de vertederos incontrolados. Existen métodos para conseguir un reciclado coherente de estos productos pero faltan políticas que favorezcan la recogida y la implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de las gomas de los vehículos y maquinarias.

Un gran porcentaje se deposita en vertederos controlados sin tratar, otro porcentaje se deposita después de ser triturado, y, el resto no está controlado.

Para eliminar estos residuos se usa con frecuencia la quema directa que provoca graves problemas medioambientales ya que produce emisiones de gases que contienen partículas nocivas para el entorno, aunque no es menos problemático el almacenamiento, ya que provocan problemas de estabilidad por la degradación química parcial que éstos sufren y producen problemas de seguridad en el vertedero.

Las montañas de neumáticos forman arrecifes donde la proliferación de roedores, insectos y otros animales dañinos constituyen un problema añadido. La reproducción de ciertos mosquitos, que transmiten por picadura fiebres y encefalitis, llega a ser 4 000 veces mayor en el agua estancada de un neumático que en la naturaleza.

En la actualidad se pueden utilizar diversos métodos para la recuperación de neumáticos y la destrucción de sus componentes peligrosos. Las operaciones de reutilización, recauchutado y reciclado de neumáticos usados representan una importante oportunidad para la creación de industria y tecnología, así como un importante yacimiento de nuevos empleos.

3.2.1. Reutilización¹²

Múltiples son los ejemplos en los cuales pueden utilizarse, bien los neumáticos totalmente enteros o sus flancos y banda de rodamiento: parques infantiles, defensa de muelles o embarcaciones, rompeolas, barreras anti-ruídos, taludes de carretera, estabilización de zonas anegadas, pistas de carreras, o utilidades agrícolas para retener el agua, controlar la erosión, etc.

Es posible encontrar neumáticos enteros en pistas de alta velocidad y cartódromos así como en atracadero de botes y sitios de descarga, en donde son utilizados como barreras de contención y amortiguadores respectivamente.

El recauchutado (o mejor conocido como reencauchado) del neumático usado es un proceso que permite reutilizar la carcasa del neumático, al colocar una nueva banda de rodadura, siempre que conserve las cualidades que garanticen su uso, como si fuera uno nuevo.

Otro proceso a destacar, en los neumáticos para vehículos industriales es el reesculturado que permite aprovechar al máximo el potencial del neumático, tanto del nuevo como del recauchutado, a la vez que se restituye la seguridad.

3.3. Métodos de reciclaje de neumáticos

En la actualidad podemos señalar que existen algunos tipos de reciclaje de neumáticos para evitar la contaminación del medio ambiente, y para reducir las características o componentes elásticos del caucho, con el propósito de volver a recuperar las propiedades plásticas de las mismas como el caucho no vulcanizado.

¹²(fuente:http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf). Acceso: 20-02-2013

A continuación detallaremos los procesos más importantes de reciclaje.

3.3.1. Trituración mecánica

Este proceso es totalmente mecánico, dando como resultado productos de alta calidad y sobre todo productos limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita la utilización de estos materiales en los nuevos procesos y aplicaciones.

3.3.2. Pirólisis

Este proceso continua en investigaciones, porque al parecer presenta muchos problemas técnicos en cuanto a la separación de los componentes carbonados, además otro inconveniente muy importante, es que es un procedimiento demasiado costoso.

La pirólisis consiste en la descomposición térmica de la materia orgánica por la ausencia de oxígeno y algunos elementos gasificantes, generando cantidades variables de gases, líquidos (alquitranes y aceites) y residuos carbonosos. Los rangos de temperatura empleados oscilan entre los 150 y 900° centígrados.

3.3.3. Regeneración¹³

Este proceso se basa en romper las cadenas que forman el material para obtener una materia prima que, aunque dista mucho de la original, podría volver a vulcanizarse y fabricar de nuevo el caucho.

El caucho regenerado en teoría podría ser utilizado en la fabricación de neumáticos, pero cada día las mezclas utilizadas en la fabricación de los neumáticos, a los que se exigen altísimas prestaciones, tienen que cumplir con unas especificaciones tan estrictas que hacen difícil, por el momento, la

¹³(fuente:http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf). Acceso: 15-03-2013

utilización generalizada de caucho regenerado. En cualquier caso puede aplicarse a la fabricación de otros productos de caucho, o cubiertas macizas para otro tipo de vehículos.

3.3.4. Trituración criogénica¹⁴

Este método necesita unas instalaciones muy complejas, lo que hace que tampoco sean rentables tanto económicamente, como por el mantenimiento de la maquinaria, que resulta ser un proceso muy difícil. La baja calidad de los productos obtenidos, la dificultad material y económica para purificar, separar el caucho y el metal entre sí de los materiales textiles que forman el neumático, provoca que este sistema sea poco recomendable.

3.3.5. Termólisis

Este es un proceso en el cual se expone a los materiales y residuos de neumáticos a un calentamiento en donde no existe oxígeno, a una temperatura promedio de 500° centígrados en unos tornos térmicos. Las temperaturas muy altas y la falta de oxígeno producen la destrucción de los enlaces químicos, y aparecen cadenas de hidrocarburos. Esta es la forma de obtener nuevamente los componentes originales de los neumáticos. Además se recupera hidrocarburos gaseosos, metales, carbones, ya sea para la producción de neumáticos o en otras actividades.

3.3.6. Incineración¹⁵

Proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un proceso que exige la depuración de los residuos, y su alto grado contaminante.

¹⁴(fuente:http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Numatico.pdf). Acceso: 15-03-2013

¹⁵(fuente:http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Numatico.pdf). Acceso: 20-04-2013

Este procedimiento genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico. Con este método, los productos contaminantes que se producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el monóxido de carbono, xileno, hollín, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, óxidos de zinc, benceno, fenoles, dióxido de azufre, óxidos de plomo, tolueno. Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos. El zinc, en concreto, es particularmente tóxico para la fauna acuática. También tiene el peligro de que muchos de estos compuestos sean solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica y de ahí a los seres humanos.

3.4. Análisis de una propuesta de reciclaje de neumáticos fuera de uso (N.F.U): trituración mecánica

Ante la tendencia mundial por la conservación del medio ambiente resulta bien difícil la aplicación de métodos como: pirolisis, regeneración, termólisis, trituración criogénica peor aún la incineración de neumáticos como alternativas de reciclaje o descontaminación. La tendencia se encamina hacia procesos menos contaminantes como el caso de la trituración mecánica buscando la recuperación y rentabilización de los residuos de los neumáticos. (Figura: 3.1)

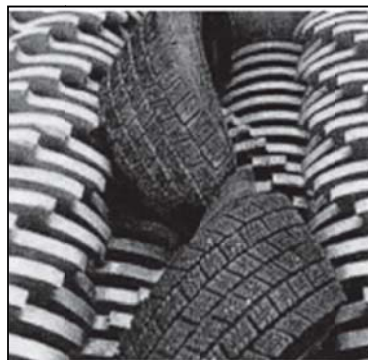


Figura 3.1 Trituradora rotativa.

Fuente: <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/2196/VT10%20Valorizacion%20NFU-1.pdf;jsessionid=921170B665A397B0FA1DF2A3717CD753?sequence=4>. Acceso: 25-04-2013

Este método resulta el menos costoso y contaminante de todos, y se lo logra mediante el corte y desgarrado del neumático, usando trituradoras rotativas con cuchillas de diferente tamaño.

3.4.1. Recolección de neumáticos

Tomando como referencia el caso de la ciudad de Cuenca esta etapa requerirá de un sitio de acopio para los neumáticos fuera de uso de la ciudad y sus alrededores, dimensionado para almacenar unas 300 000 llantas anuales y sujeta a ampliaciones en el caso de requerir una mayor capacidad de almacenamiento. (Figura: 3.2)



Figura 3.2 Recolección de neumáticos

Fuente: http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow.Reciclaje_Neumaticos_E_I_.pdf.

Acceso: 12-05-2013

3.4.2. Transporte de neumáticos

Comprende la disponibilidad de vehículos recolectores encargados de llevar los neumáticos a la planta recicladora, y se verán necesarios algunos tipos de maquinaria adicional como: recolectores de basura, montacargas, camiones tráiler, tractores etc. (Figura 3.3)



Figura 3.3 Transporte de neumáticos

3.4.3. Clasificación de neumáticos

Clasificar los neumáticos de acuerdo a su forma composición y tamaño para establecer el camino de trituración previa. (Figura 3.4)



Figura 3.4 Clasificación de Neumáticos.

Fuente: <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-llantas-usadas/>.

Acceso: 20-05-2013

3.4.4. Trituración Previa

En este proceso los neumáticos pasan por medio de las trituradoras rotativas (Figura: 3.5 – 3.6), las cuales están girando entre 15 y 20 rpm, hasta obtener trozos de diferentes tamaños entre 51 mm (2 pulg) y 100 mm (4 pulg) y así poder empezar con el proceso de trituración en su siguiente etapa.

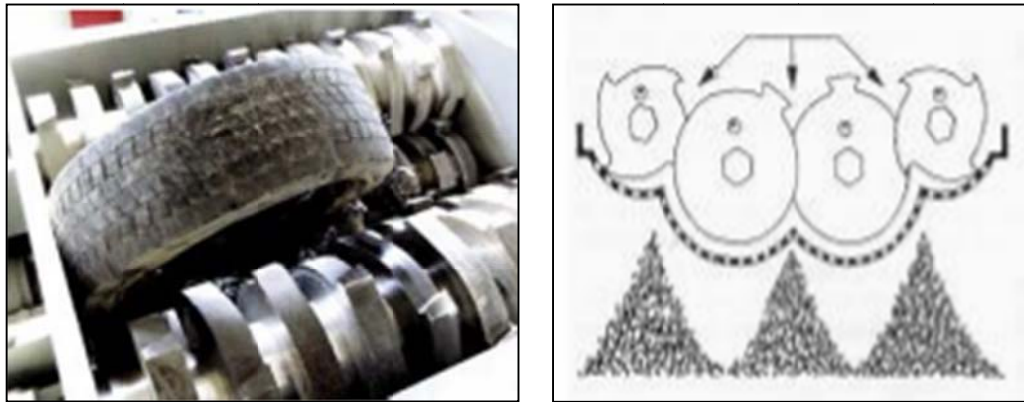


Figura 3.5 Trituración previa.

Fuente: http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow.Reciclaje_Neumaticos_.E_I_.pdf.

Acceso: 08-06-2013



Figura 3.6 Trituración previa.

Fuente: <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-lantas-usadas/>. Acceso: 12-06-2013

3.4.5. Trituración

En esta etapa los trozos obtenidos en el proceso anterior pasan por unas trituradoras que a su vez reducen los tamaños de 16 mm (5/8 pulg), a 12.7 mm (1/2 pulg). En ciertos niveles se produce una separación que remueve todas las impurezas y partículas extrañas como: vidrio, piedras, arena, metal, y nylon hasta dejar un material completamente libre de

impurezas. Posteriormente, los residuos pasan por unas máquinas, las cuales se encargan de clasificar por el tamaño y el tipo de material. (Figura: 3.7)



Figura 3.7 Material obtenido en proceso de trituración.

Fuente: <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-llantas-usadas/>. Acceso: 17-07-2013

3.4.6. Granulación (micronizado)

En esta siguiente etapa los fragmentos obtenidos en la fase anterior deberán pasar por unas granuladoras que reducen los tamaños entre 6 mm (1/4 pulg), y 3mm (1/8 pulg). (Figura 3.8)



Figura 3.8 Granulación (Micronizado).

Fuente: <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-lantas-usadas/>. Acceso: 03-08-2013

3.4.7. Sub productos o residuos

En esta fase encontramos todos los componentes restantes como: nylon, fibras textiles, alambre de acero armónico (pequeñísimo porcentaje de carbono), muy elástico y dúctil. (Figura: 3.9 – 3.10)



Figura 3.9 Sub productos o residuos.

Fuente: <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-lantas-usadas/>. Acceso: 24-08-2013



Figura 3.10 Sub productos o residuos.

Fuente: http://www.samarcaez.com/archivos/KnowHow/Reciclaje_Neumaticos_E_I_.pdf. Acceso: 29-08-2013

El material reciclado se lo puede utilizar de diferentes maneras, ya sea en construcciones de Ingeniería civil, recreación y juegos, en el uso industrial, en el campo automotriz, y como combustible industrial. (Figura: 3.11)

A continuación se detallan algunas aplicaciones específicas, de los elementos reciclados mediante la trituración mecánica.

- Canchas deportivas.
- Reductores de velocidad.
- Revestimiento de pavimentos.
- Componentes para asfaltos.
- Moquetas.
- Calzado.
- Balones.
- Frenos.
- Muros anti ruido.
- Material deportivo.
- Suelos de atletismo.
- Losetas y piezas de caucho reciclado, etc.

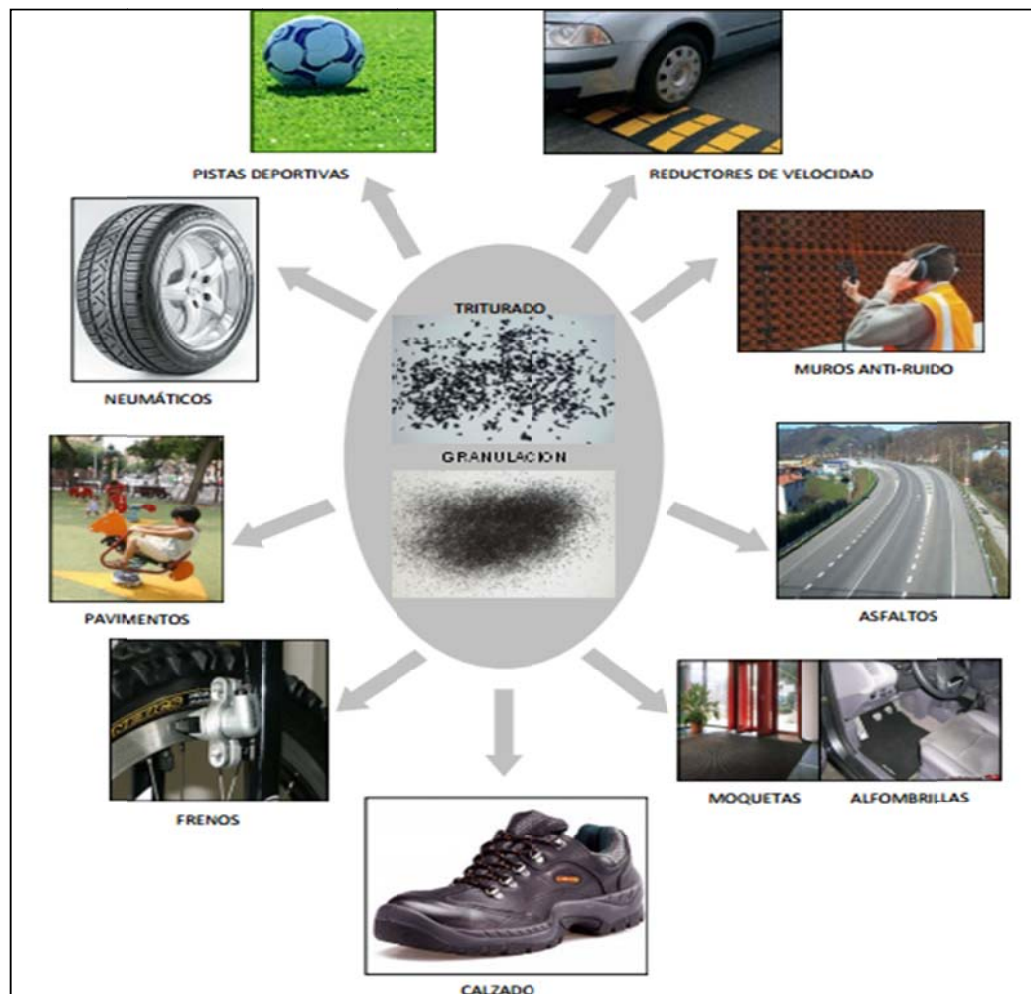


Figura 3.11 Reciclaje de neumáticos fuera de uso. Trituración Mecánica.

Fuente: http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow.Reciclaje_Neumaticos_E_I_.pdf. Acceso: 09-09-2013

3.5. Utilización de neumáticos fuera de uso en otros países

Los países desarrollados y la mayoría de empresas fabricantes de neumáticos están interesados en la recuperación y reciclaje de los neumáticos usados. En la actualidad el caucho reciclado representa el 0.5 a 1% en peso de los neumáticos nuevos, esto es debido a que hasta el momento, ninguna tecnología puede romper por completo los enlaces carbono – azufre de los neumáticos.

En la actualidad la reutilización de los neumáticos representa uno de los mayores problemas de impacto ambiental en el mundo, lo cual para la mayoría de grandes industrias esto es un problema muy grave debido a que estos están obligados a buscar nuevos métodos o nuevas tecnologías para el reciclaje y aprovechamiento de las mismas.

3.5.1. Estados Unidos¹⁶

En las licitaciones públicas, las empresas constructoras están obligadas a utilizar un 5% de neumático trozado o en polvo en la realización de sus obras. Molidos los trazos o trozados los neumáticos resultan muy útiles para agregar al asfalto de las carreteras, ya que amortiguan los ruidos y le da elasticidad al camino ante los cambios de temperatura.

Michael Reynolds, ha propuesto el uso de neumáticos usados rellenos con tierra compactada para la construcción de los muros maestros en las viviendas. Estos pesados, casi indestructibles muros ayudan además a crear una masa térmica que mantiene dentro de la casa una temperatura media constante entre los 15 y 20^o grados centígrados.

¹⁶Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>.

Debido al alto poder calorífico de los neumáticos (8 300 kcal/kg.), son utilizados como combustible alternativo en hornos y calderas de gran capacidad, por ejemplo:

- Cementeras.- En reemplazo de hidrocarburos como gas-oil, bunker y gas natural.
- Calderas de las plantas termoeléctricas.- En reemplazo del carbón o Coke.

3.5.2. Alemania¹⁷

Actualmente ha descubierto un procedimiento por el cual después de moler la goma se la funde con el plástico propileno, que permite fabricar un material resistente a la tracción, extendible y fácil de trabajar, con el cual se pueden producir por ejemplo parachoques de automóviles.

3.5.3. España¹⁸

En España se generan unas 250 000 toneladas al año de neumáticos fuera de uso que se gestiona de la siguiente manera: el 11,1% se destina a recauchutado; el 1,5 % a reciclaje; el 4,6 % a valorización energética en cinco plantas cementeras autorizadas y la mayor parte, el 82,8 % abandonado en depósitos de vertedero, como ocurre en la mayoría de los países europeos. Hay que tener en cuenta además, que se estima entre tres y cinco millones de toneladas las que ya existen de estos neumáticos acumulados y almacenados, "*stock*" histórico que también hay que gestionar. (Figura 3.12)

¹⁷ Fuente:<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>

Acceso: 20-09-2013

¹⁸ Ibidem



Figura 3.12 Depósito en vertedero.

Fuente: http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow/Reciclaje_Neumaticos_E_I_.pdf. Acceso: 27-09-2013

Para eliminar estos residuos se usa con frecuencia la quema directa que provoca graves problemas medioambientales ya que produce emisiones de gases que contienen partículas nocivas para el entorno, aunque no es menos problemático el almacenamiento, ya que provocan problemas de estabilidad por la degradación química parcial que éstos sufren y producen problemas de seguridad en el vertedero. (Figura 3.13)

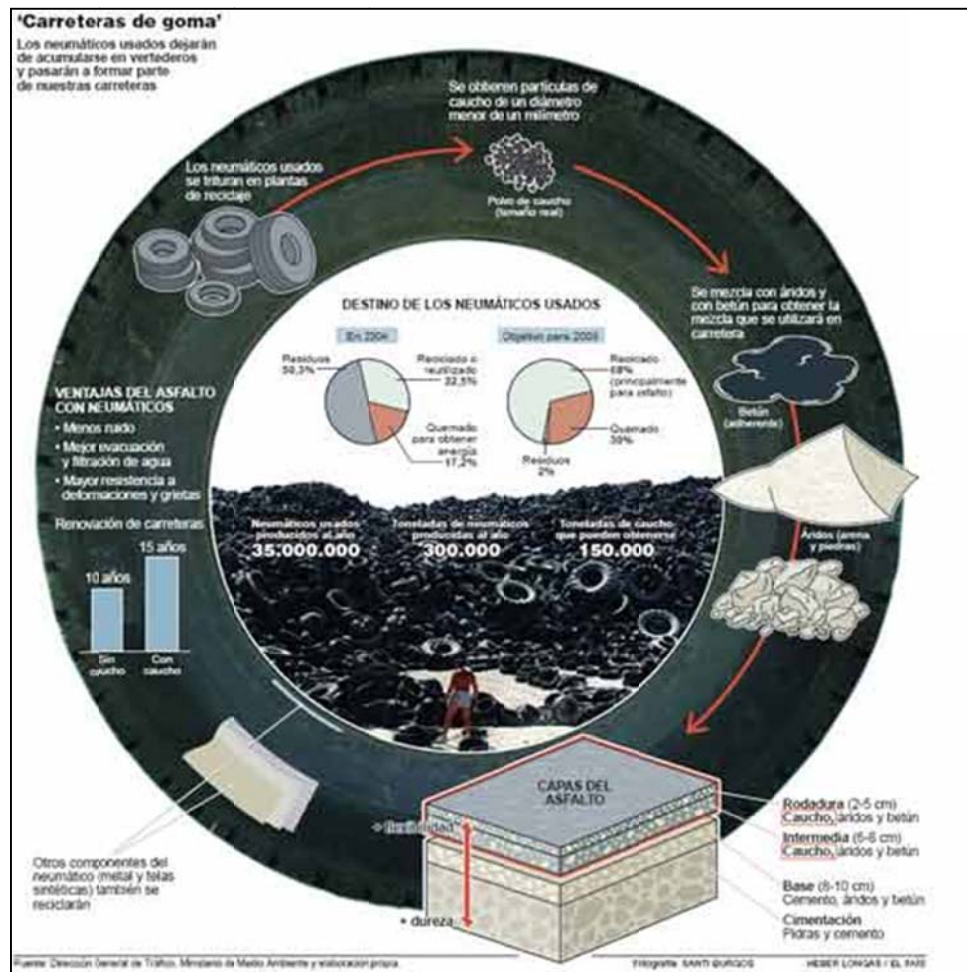


Figura 3.13 Incineración de neumáticos.

Fuente: http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow/Reciclaje_Neumaticos_E_I_.pdf. Acceso: 28-09-2013

Las posibilidades de reciclaje de los NFU, es decir el aprovechamiento de sus componentes materiales para otros usos distintos de la valorización energética, han experimentado en los últimos tiempos un importante aumento. La trituración es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos.

Una norma legal obligará a reciclar los neumáticos para hacer carreteras. Los 35 millones de ruedas que se desechan cada año se convertirán en asfalto para vías públicas. (Figura 3.14)



El Gobierno de España ha decidido que a partir de ahora las carreteras públicas que adjudique deberán construirse utilizando polvo de neumáticos viejos en el asfalto. Este polvo de caucho, unido al betún, hace que las carreteras sean menos ruidosas, más resistentes a las rodaduras y filtren mejor el agua. La decisión, que el Ministerio de Fomento ha pactado con el Medio Ambiente y que hará oficial con una orden a sus delegaciones provinciales en las próximas semanas, permitirá acabar en unos años con los centenares de miles de neumáticos que actualmente se acumulan en los vertederos. El uso de neumáticos viejos en las llamadas carreteras de goma permitirá reciclar al año 160 000 toneladas de polvo de neumático cada año. (Figura 3.15)



Figura 3.15 Asfalto mezclado con neumáticos.

Fuente:<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>. Acceso: 07-10-2013

3.5.4. Inglaterra¹⁹

Se colocan llantas picadas en algunos de los hipódromos para amortiguar el golpe de las pezuñas contra el suelo.

¹⁹Fuente:<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>. Acceso: 08-10-2013

3.5.5. Japón²⁰

Se usa en la fabricación de revestimientos para pistas y terrenos deportivos. (Figura 3.16)



Figura 3.16 Pistas revestidas con neumáticos.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>. Acceso: 08-10-2013

3.5.6. México²¹

En la búsqueda de mayor competitividad comercial, la industria del cemento utiliza residuos peligrosos entre ellos, neumáticos usados como combustible alterno en sus hornos para reducir el costo de los combustibles tradicionales.

Como arrecifes artificiales.- se construyen uniendo neumáticos y ubicándolos en aguas costeras, los neumáticos rápidamente albergan percebes (Crustáceo marino cilíndrico que tiene un caparazón compuesto de cinco piezas y un pedúnculo rematado en una uña calcárea con el que se adhiere a las roca de las costas atlánticas), y otras criaturas marinas, creando un arrecife artificial atractivo como hábitat para diversas especies de peces.

²⁰Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>. Acceso: 10-10-2013

²¹Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>. Acceso: 10-10-2013.

Como rompeolas.- se colocan a corta distancia de la costa, ayudan a proteger los puertos y el litoral de los efectos de las mareas; cuando se instalan correctamente los neumáticos pueden emplearse con éxito como rompeolas flotantes para proteger las bahías y los puertos.

3.5.7. En algunos países de Latinoamérica²²

Las suelas de los tacones de los zapatos se hacen con neumáticos usados. Según estudios realizados, los zapatos así fabricados duran unas cinco veces más que los de plástico. Se usa como adornos de interiores en los jardines como macetas, protectores para arbustos y árboles, juegos infantiles, vallas amortiguadoras de impacto, hamacas).

3.6. Análisis de costos

Es importante desarrollar y analizar el concepto de costos y sus clasificaciones desde un punto de vista terminológico, ya que estas son las bases fundamentales para la aceptación y comprensión de los temas a tratar.

Por lo general el estimado o cálculo de los costos es siempre imprescindible a la hora de utilizar las herramientas para la evaluación de proyectos de inversión, ya que nos permite un aproximado en la evaluación de fondos, realizar análisis marginales y calcular el costo de oportunidad.

Cabe recalcar que se define a los costos como todo esfuerzo que debe realizarse para tener un objetivo.

Sin embargo, desde el punto de vista contable, el costo de un producto es la expresión cuantitativa de todo esfuerzo, sacrificio o utilización de un factor económico, que da lugar a una expectativa de ingreso en un futuro no muy lejano, por lo que su rentabilidad origina la creación de un activo.

²²Fuente:<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>. Acceso: 11-10-2013

En cuanto a los tipos de instalaciones del proceso de trituración mecánica tenemos dos tipos: móvil y fijo.

El proceso de trituración móvil puede ser aparentemente que parezca algo práctico y económico de considerar, sin embargo para ser ubicado dentro del perímetro urbano o en vecindades de terrenos baldíos, resulta ser un proceso lleno de inconvenientes como por ejemplo, el tiempo, el clima, las condiciones geográficas, las carreteras, el tráfico, son factores que dificultan el traslado de un equipo tan grande, complejo y delicado.

El proceso de trituración fijo en cambio necesita más de un estudio tanto geográfico, como de impacto ambiental, en la cual se debe tener presente la disponibilidad del tipo de materias primas (neumáticos fuera de uso).

3.6.1. Tamaño de instalación

Para determinar la dimensión de la instalación es muy importante tener en cuenta el tamaño y la cantidad de neumáticos que se van a procesar. Si se tiene como consideración neumáticos de transporte pesado y neumáticos grandes en general, se requiere de un equipo completo como: equipos de logística, de almacenaje, de trituración, y de cortes acorde a lo estimado en producción.

3.6.2. Localización de la instalación

Primero se deberán hacer las diferentes pruebas y análisis de las zonas geográficas en donde se desea instalar la planta, también se deberá tener presente la disponibilidad de recursos y se comprobará la necesidad de construir un centro de acopio de neumáticos usados para su posterior transformación y transferencia.

Luego los neumáticos usados serán transformados y convertidos en una planta industrial, en trozos de goma, con la granulometría adecuada para su utilización posterior. Y por último se deberán tener en cuenta unos

factores claves porque sin ellos no se podrían realizar la instalación de la planta, como son los siguientes:

- ¿Hay mano de obra adecuada y disponible para la obra?
- ¿Hay los recursos necesarios básicos tales como agua, electricidad, etc.?
- ¿Hay el espacio suficiente o adecuado para el stock de los productos finales y por venir?
- ¿Se encuentra la infraestructura vial en condiciones óptimas para su trabajo?
- ¿Cuál es el clima del área a construir? Posibilidad de trabajo bajo condiciones climáticas extremas.
- Las ordenanzas locales y municipales deben estar bien estudiadas
- Proximidad de mercados para producto final o centros de distribución.
- Los reglamentos ambientales tales como proximidad a los ríos y lagos deberán ser consideradas.

3.7. Costo aproximado de una línea de reciclaje de neumáticos fuera de uso²³

Una planta recicladora de trituración mecánica de neumáticos fuera de uso con una capacidad de 1.5 ton/hora, oscila entre 1.5 a 2 millones de euros, entre otros. Las líneas completas de reciclaje pueden variar su precio de acuerdo a dos factores muy importantes:

- La producción horaria que se desea.
- El tamaño final del grano (que tan completa sea la línea).

Además de estos factores también se debe ver algunas configuraciones para (armar) una línea, también se debe tener en cuenta el mecanismo o principio de funcionamiento si este es siempre el mismo (recolección de

²³Fuente:http://www.vivoenitalia.com/wp-content/uploads/2009/05/reciclaje-de-llantas-usadas_la-nueva-economia-ecologica.pdf. Acceso: 08-11-2013

neumáticos, transporte de neumáticos, clasificación de neumáticos, trituración previa, trituración, granulación, sub productos o residuos).

Con esto solo cambiarían las marcas de todas la maquinas, sus prestaciones, servicios y rendimiento determinarían su precio. Como podemos imaginar en la actualidad existen demasiadas compañías constructoras de dichas máquinas y tecnología.

A continuación un ejemplo básico de una de las diferentes tipos de líneas de reciclaje que ofrece una de las compañías:

Producciones horarias:

1 ton/h para llantas de carro y de camión da como resultado:

590 kg/h de granos de goma.

310 kg/h de acero armónico.

100 kg/h de fibras textiles.

1.8 ton/h para llantas de carro y de camión dar como resultado:

950 kg/h de granos de goma.

530 kg/h de acero armónico.

220 kg/h de fibras textiles.

2.5 ton/h para llantas de carro y de camión da como resultado:

1475 kg/h de granos de goma.

775 kg/h de acero armónico.

250 kg/h de fibras textiles.

3 ton/h para llantas de carro y de camión da como resultado:

1770 kg/h de granos de goma.

930 kg/h de acero armónico.

300 kg/h de fibras textiles.

4 ton/h para llantas de carro y de camión da como resultado:

2360 kg/h de granos de goma.

1240 kg/h de acero armónico.

400 kg/h de fibras textiles.²⁴

²⁴Fuente:http://www.vivoenitalia.com/wp-content/uploads/2009/05/reciclaje-de-llantas-usadas_la-nueva-economia-ecologica.pdf. Acceso: 09-11-2013

CONCLUSIONES

Como resultado del desarrollo del presente trabajo, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- En relación al reciclaje de neumáticos defectuosos en el proceso de fabricación de la empresa ERCO TIRE, se concluye que las condiciones de producción vigentes han establecido un nivel menor al 0,01% de producción defectuosa, cuyo monto no resulta ser significativo en la problemática ambiental, y al contrario dicha limitación constituye un problema de desabastecimiento de materia prima para la actividad artesanal que se desarrolla en función de los desechos de la empresa.
- En relación a los impactos causados por los neumáticos fuera de uso (NFU), se debe concluir que, ante el monto aproximado de 2,4 millones de llantas desechadas en el Ecuador por año, la problemática ambiental se ve agudizada ante la saturación de los rellenos sanitarios y botaderos de basura sin tratamiento, así como por los problemas potenciales sanitarios por presencia de roedores y la generación de espacios favorables para la proliferación de insectos transmisores de enfermedades. Por tal razón y en respuesta al análisis de procesos de reciclaje que se vienen dando en países desarrollados, se cree conveniente se implemente un sistema mecánico de trituración a fin de reutilizar materiales por ejemplo en la estructuración de capas asfálticas, evitándose así procesos de incineración que conllevan mayores impactos ambientales por emisiones de SO₂, CO₂, NO_x a la atmósfera. Para tal efecto se cree necesaria la participación de la Empresa Continental Tire S.A. y del Gobierno Nacional para los estudios de factibilidad e implementación del sistema de reciclaje mecánico de trituración, enmarcado dentro de la política medioambiental y en atención a las declaratorias patrimoniales de las que goza nuestro país.

RECOMENDACIONES

Se recomienda proponer a las autoridades correspondientes, se realice un estudio inmediato, enfocado en la reutilización de productos de trituración mecánica de los neumáticos fuera de uso, para la dosificación en capas asfálticas que podrían ser aplicadas en el sistema vial del país.

Se realice un estudio de factibilidad del montaje de una planta de tratamiento de neumáticos, que defina desde su localización, mitigación de impactos ambientales, rentabilidad entre otras, dadas las condiciones, turísticas, medioambientales, patrimoniales propias de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas:

- **BANDAG**, Aspectos básicos de llantas, s/e, Iowa, 2010.
- **CANTER**, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Segunda Edición, Editorial McGraw-Hill, España, 2006.
- **CONESA**, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Cuarta Edición, Editorial Amvediciones, Madrid, 2010.
- **GARMENDIA**, Alfonso. Evaluación del Impacto Ambiental, Primera Edición, Editorial Pearson Educación, Madrid, 2005.
- **GOMEZ**, Domingo. Evaluación del Impacto Ambiental, Cuarta Edición, Editorial Amvediciones, Madrid, 2010.
- **LOBOS**, Víctor. Evaluación Ambiental Estratégica: conceptos y alcances, s/e, Portugal, 2006.
- **MANUAL BRIDGESTONE**, Conocimientos básicos de neumáticos, s/e, Venezuela, 2010.
- **TORRES Belandria Rafael**. Análisis y Diseño de Muros de Contención de Concreto
- **BARROS** José M García. 2007. Muros de Contención.

- **HOLDEN, Robert;** Liversedge, Jaime. 2011. Construcción en el proyecto del paisaje.
- **RUEDA Santander,** Jesús. 2006. Técnico en mecánica y electrónica automotriz.
- **LOZADA, Jaime. Lasio, Virginia;** Compl. 2006. Decisión de ruedacaucho.

Referencias electrónicas:

❖ **Heveabrasiliensis:**

http://www.gabito grupos.com/Cuba_Eterna/template.php?nm=1300121829

Fue consultada: (05-08-2012)

❖ **Plan para reciclar llantas usadas:**

<http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/85226-plan-para>.

Fue consultado: (10-11-2012)

❖ **Reutilización y reciclado de neumáticos fuera de uso:**

http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Numatico.pdf

Fue consultado: (17-01-2013)

❖ **Análisis de una propuesta de reciclaje de neumáticos fuera de uso**

(N.F.U): trituración mecánica:

<http://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/2196/VT10%20Valorizacion%20NFU1.pdf;jsessionid=921170B665A397B0FA1DF2A3717CD753?sequence=4>.

Fue consultado: (25-04-2013)

❖ **Recolección de neumáticos:**

http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow.Reciclaje_Numaticos_El.pdf

Fue consultado: (12-05-2013)

❖ **Utilización de neumáticos fuera de uso en otros países:**

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1181/3/CAPITULO%20IV.pdf>.

Fue consultado: (20-09-2013)

- ❖ **Costo aproximado de una línea de reciclaje de neumáticos fuera de uso:**

<http://www.vivoenitalia.com/wp-content/uploads/2009/05/reciclaje-de-llantas-usadas-la-nueva-economia-ecologica.pdf>.

Fue consultado: (08-11-2013)