

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL DISTRITO  
METROPOLITANO DE QUITO”.**

Realizado por:

**KARINA ESTEFANÍA GARZÓN RUEDA**

Director del proyecto:

**ING. ALONSO MORETA**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

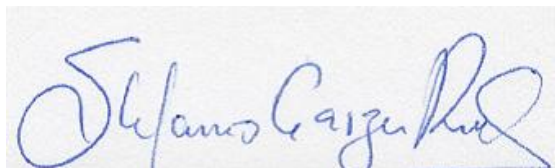
Quito, Septiembre del 2013



## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, KARINA ESTEFANÍA GARZÓN RUEDA, con cédula de identidad 1723959365, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



KARINA ESTEFANÍA GARZÓN RUEDA

C.C.: 1723959365

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL DISTRITO  
METROPOLITANO DE QUITO”.**

Realizado por:

**KARINA ESTEFANÍA GARZÓN RUEDA**

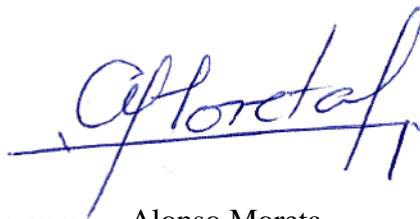
Como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

Ha sido dirigido por el profesor

**ALONSO MORETA**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Alonso Moreta

**DIRECTOR**

## **LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los profesores informantes:

**VICTORIA COSTA**

**ESTEBAN OVIEDO**

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



Victoria Costa



Esteban Oviedo

Quito, Septiembre de 2013

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres quienes supieron inculcarme valores y principios que han guiado mi vida. Gracias Padres por estar siempre junto a mí.

A mis hermanos, con quienes he pasado la mayoría del tiempo y son mis compañeros de vida.

A Jonathan Rúaless, mi mejor amigo quien me a brindado su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Al profesor Alonso Moreta por su acertada dirección de la tesis. Su profesionalismo y entrega fueron determinantes a la hora de conformar este documento.

A los profesores Victoria y Esteban, quienes con sus lecturas aportaron una visión diferente e integradora de mi investigación.

A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo en formar profesionales integros.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1.1	Planteamiento del problema .....	1
1.1.1.1	Diagnóstico del problema.....	1
1.1.1.2	Pronóstico.....	2
1.1.1.3	Control de pronóstico .....	3
1.1.2	Formulación del problema .....	3
1.1.3	Sistematización del problema.....	3
1.2	OBJETIVOS.....	4
1.2.1	Objetivo General .....	4
1.2.2	Objetivos Específicos .....	4
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	4
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1	ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA .....	6
2.1.1	Reencauche.....	6
2.1.1.1	Proceso de Reencauche .....	6
2.1.1.2	Beneficios del Reencauche en el Ecuador.....	7
2.1.1.3	Desventajas del Reencauche .....	7
2.1.2	Reutilización.....	7
2.1.3	Reciclaje .....	8
2.1.3.1	Aplicaciones no industrializadas .....	8
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.2.1	Neumático .....	10
2.2.1.1	Componentes del neumático .....	10
2.2.1.2	Peso de los Neumáticos.....	11
2.2.1.3	Clasificación de los neumáticos .....	12
2.2.1.4	Vida Útil del neumático .....	13



2.2.2	Número de NFU a nivel nacional.....	14
2.2.3	Gestor Ambiental de Residuos.....	16
2.2.4	Valorización Energética.....	18
2.2.4.1	Incineración.....	18
2.2.4.2	Pirólisis.....	20
2.2.4.3	Termólisis.....	21
2.2.5	Análisis de la viabilidad técnica-económica de un planta recicladora de neumáticos.....	23
2.2.5.1	Análisis de Alterativas.....	23
2.2.5.2	Diseño de la Planta Recicladora de neumáticos 1,2 y 3.....	24
2.2.5.3	Descripción del ciclo de trabajo.....	28
2.2.5.4	Planta Recicladora 4.....	29
2.2.5.5	Producto terminado.....	30
2.2.6	Aplicaciones de los NFU.....	33
2.2.6.1	Neumáticos Enteros.....	33
2.2.6.2	Neumáticos Triturados.....	34
2.2.6.3	Material Bituminoso (Polvo de caucho).....	35
2.3	MARCO LEGAL.....	36
2.3.1	Constitución Política de la República del Ecuador.....	36
2.3.2	Ordenanza Metropolitana No. 332.....	38
2.3.3	Ordenanza Municipal No. 213.....	39
2.3.4	Acuerdo Ministerial No. 020 Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados.....	39
2.3.5	Acuerdo Ministerial No. 142.....	40
2.3.6	Acuerdo Ministerial No. 161.....	40
2.3.7	Norma Técnica Ecuatoriana INEN No. 2096:2012.....	41
2.3.8	Disposición Final de los NFU.....	41
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>42</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	43

3.1.1	Ubicación .....	43
3.1.2	Población.....	44
3.1.3	Administración Zonal.....	45
3.1.4	División Parroquial .....	46
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
4.1	LEVANTAMIENTO DE DATOS .....	49
4.1.1	Estimación del Parque Automotor y la Producción de Neumáticos Fuera de Uso que se generan en el Distrito Metropolitano de Quito.....	49
4.2	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	52
4.2.1	Estimación del parque automotor en el DMQ.....	52
4.2.2	Estimación del número de neumáticos generados.....	56
4.2.2.1	Cálculo Frecuencia de cambio .....	56
4.2.2.2	Cálculo Tasa de cambio .....	57
4.2.2.3	Cálculo número de NFU .....	58
4.2.3	Determinación de la contaminación paisajística generada por el desecho de los neumáticos fuera de uso. ....	62
4.2.3.1	Cálculo del volumen NFU.....	62
4.2.3.2	Cálculo del espacio que ocupan los NFU.....	63
4.2.3.3	Cálculo tiempo de saturación .....	66
4.2.4	Análisis de la viabilidad técnica-económica de un planta recicladora de neumáticos .....	67
4.2.4.1	Viabilidad Técnica (DMQ) .....	67
4.2.4.2	Viabilidad Económica.....	74
4.2.5	Análisis de mercado .....	94
4.2.5.1	Acero .....	94
4.2.5.2	Caucho.....	94
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	97
5.2	RECOMENDACIONES .....	100

<b>6</b>	<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>103</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>
7.1	ANEXOS DOCUMENTOS .....	109
7.2	ANEXOS FOTOGRÁFICOS .....	115

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Matriz de Categorización de Gestores .....	109
Anexo No. 2	Información Secretaría de Movilidad .....	111
Anexo No. 3	Entrevistas.....	113

### ÍNDICE DE ANEXOS FOTOGRÁFICOS

Anexo Fotográfico No. 1	Proceso de reencauche de neumáticos .....	115
Anexo Fotográfico No. 2	Esculturas, artesanías y artículos de uso diario .....	116
Anexo Fotográfico No. 3	Productos Fui Reciclado .....	118

### ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama No. 1	Diagrama Proceso de incineración con recuperación de energía .....	19
Diagrama No. 2	Diagrama de flujo proceso de pirólisis .....	20
Diagrama No. 3	Diagrama de flujo de proceso de termólisis .....	22
Diagrama No. 4	Tasa de Crecimiento Parque Automotor.....	55
Diagrama No. 5	Tasa de Crecimiento del Número de NFU .....	61

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía No. 1	Material 12,7 mm.....	31
Fotografía No. 2	Material 6,35 mm.....	31
Fotografía No. 3	Material malla 6 equivalente a 3,35 mm.....	31
Fotografía No. 4	Material malla 10 equivalente a 2,00 mm .....	32
Fotografía No. 5	Material malla 20 equivalente a 0,841 mm .....	32
Fotografía No. 6	Material malla 80 equivalente a 0,177 mm .....	32

## ÍNDICE DE IMAGÉNES

Imagen No. 1 Separación del acero.....	29
Imagen No. 2 Máquina de sacar punta.....	30
Imagen No. 3 Esculturas .....	116
Imagen No. 4 Sillones .....	116
Imagen No. 5 Floreros.....	117
Imagen No. 6 Billeteras.....	118
Imagen No. 7 Monederos .....	118
Imagen No. 8 Carteras.....	118
Imagen No. 9 Estuches.....	119
Imagen No. 10 Llaveros .....	119

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración No. 1 Diseño de la Planta Vista Superior.....	24
Ilustración No. 2 Diseño de la Planta Vista Lateral .....	25
Ilustración No. 3 Triturador Primario.....	26
Ilustración No. 4 Rallador .....	27
Ilustración No. 5 Granulador.....	28
Ilustración No. 6: Jerarquía Normativa .....	36
Ilustración No. 7 Ubicación Distrito Metropolitano de Quito.....	43
Ilustración No. 8 Distribución de la Población del DMQ .....	45
Ilustración No. 9 Mapa Administraciones Zonales .....	46
Ilustración No. 10 División Parroquial del DMQ .....	48
Ilustración No. 11 Representación cilindro.....	62

## ÍNDICE DE MATRICES

Matriz No. 1 Capacidad de la Planta.....	71
Matriz No. 2 Datos de Mercado .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Composición porcentual por componentes de un neumático.....	11
Tabla No. 2 Pesos medios de un neumático.....	11
Tabla No. 3 Clasificación de los neumáticos por su servicio.....	12
Tabla No. 4 Neumáticos usados en el Ecuador Año 2011.....	14
Tabla No. 5 Neumáticos usados en el Ecuador Año 2012.....	14
Tabla No. 6 Tratamiento de neumáticos usados en el Ecuador 2011.....	15
Tabla No. 7 Criterio para la Categorización.....	16
Tabla No. 8 Gestores de NFU.....	17
Tabla No. 9 Descripción Diseño de la Planta.....	25
Tabla No. 10 Escombreras Municipales.....	41
Tabla No. 11 Población del DMQ.....	44
Tabla No. 12 Administración Zonal General.....	45
Tabla No. 13 Territorio del Distrito Metropolitano de Quito.....	46
Tabla No. 14 Clasificación de Información.....	49
Tabla No. 15 Parque Automotor hasta el Año 2012.....	50
Tabla No. 16 Parque Automotor Año 2010.....	50
Tabla No. 17 Parque Automotor Año 2011.....	50
Tabla No. 18 Parque Automotor Año 2012.....	51
Tabla No. 19 Número de vehículos hasta el año 2012.....	52
Tabla No. 20 Número de vehículos año 2010.....	52
Tabla No. 21 Número de vehículos año 2011.....	53
Tabla No. 22 Número de vehículos año 2012.....	53
Tabla No. 23 Resultado Parque Automotor.....	54
Tabla No. 24 Frecuencia.....	56
Tabla No. 25 Tasa de Cambio.....	57
Tabla No. 26 Total neumáticos hasta el año 2012.....	58
Tabla No. 27 Total neumáticos año 2010.....	59
Tabla No. 28 Total neumáticos año 2011.....	59
Tabla No. 29 Total neumáticos año 2012.....	60

Tabla No. 30 Total NFU .....	61
Tabla No. 31 Dimensiones Neumático.....	63
Tabla No. 32 Volumen de NFU año 2010 .....	64
Tabla No. 33 Volumen de NFU año 2011 .....	64
Tabla No. 34 Volumen de NFU año 2012 .....	65
Tabla No. 35 Volumen de NFU .....	65
Tabla No. 36 Tiempo de saturación .....	66
Tabla No. 37 Cantidad de NFU hasta el año 2012.....	68
Tabla No. 38 Cantidad de NFU 2010.....	68
Tabla No. 39 Cantidad de NFU 2011 .....	69
Tabla No. 40 Cantidad de NFU 2012.....	70
Tabla No. 41 Cantidad Total .....	70
Tabla No. 42 Capacidad Jornada 8h.....	73
Tabla No. 43 Capacidad Jornada 16h.....	73
Tabla No. 44 Capacidad Jornada 24h.....	73
Tabla No. 45 Precio Componentes NFU.....	74
Tabla No. 46 Datos de Mercado.....	76
Tabla No. 47 Ventas.....	77
Tabla No. 48 Generales .....	79
Tabla No. 49 Energía.....	79
Tabla No. 50 Desgaste de Maquinaria .....	79
Tabla No. 51 Gastos Personal .....	80
Tabla No. 52 Gastos Transporte.....	82
Tabla No. 53 Flujo de Caja Jornada 8h.....	87
Tabla No. 54 Flujo de Caja Jornada 16h.....	88
Tabla No. 55 Flujo de Caja Jornada 24h.....	89
Tabla No. 56 TIR y VAN Jornada 8h .....	92
Tabla No. 57 TIR y VAN Jornada 16h .....	92
Tabla No. 58 TIR y VAN Jornada 24h .....	93
Tabla No. 59 Producción de Acero anual.....	94

Tabla No. 60 Producción Caucho de anual .....	94
Tabla No. 61 Datos referenciales de dosificación caucho-asfalto.....	95

## **Acrónimos**

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.....	AEADE
Costo, Seguro y Flete .....	CIF
Distrito Metropolitano de Quito.....	DMQ
Dólares Americanos .....	US\$
Hora.....	h
Instituto Nacional de Estadística y Censo .....	INEC
Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización .....	INEN
Kilogramo.....	kg
Kilómetros cuadrados.....	km <sup>2</sup>
Kilo vatio.....	kw
Kilo vatio hora.....	kw-h
Metros.....	m
Metros cuadrados .....	m <sup>2</sup>
Metros cúbicos .....	m <sup>3</sup>
Metros sobre el nivel del mar .....	m.s.n.m
Neumáticos Fuera de Uso .....	NFU
Precio de venta al público .....	P.V.P.
Secretaria de Ambiente .....	SA
Tonelada .....	T



## RESUMEN

El crecimiento del parque automotor en la ciudad de Quito ha ocasionado un gran problema ambiental debido a la contaminación ocasionada entre otros por los neumáticos fuera de uso provenientes de los vehículos, que al cumplir con su tiempo de uso son desechados sin control y no tienen un correcto tratamiento ni una disposición final adecuada, provocando de esta manera un impacto significativo. Adicional, al impacto ambiental que causan los neumáticos fuera de uso, se debe sumar la propagación de enfermedades ocasionadas por la aparición de roedores e insectos transmisores de las mismas, que pueden llegar a convertirse en endémicas. Por todo lo mencionado con anterioridad, se planteó una posible solución a la problemática mediante la implementación de una planta recicladora de neumáticos, la misma que permitió realizar una correcta clasificación del residuo e incluso implementar procesos para reutilizarlos. Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se presentaron cuatro alternativas de plantas recicladoras de neumáticos que fueron evaluadas mediante un análisis de viabilidad técnica-económica. Con el fin de asegurar que la propuesta seleccionada sea la más adecuada para el Distrito Metropolitano de Quito, se realizaron estimaciones tales como: Parque automotor existente del año 2010 hasta el año 2012; número de neumáticos generados en el DMQ entre los años 2010-2012 y la cantidad de neumáticos en toneladas generados hasta el año 2012. Los análisis realizados permitieron concluir que a pesar de que las plantas de reciclaje tienen similar diseño y funcionamiento, la planta recicladora Eco Green Equipment es la más viable debido a su capacidad de operación y el costo.

**PALABRAS CLAVE:** planta de reciclaje, parque automotor, neumáticos, contaminación.





## ABSTRACT

The Growth of railcar park in Quito has caused a major environmental problem due to pollution caused among others by used tires from vehicles, that to comply the use time are discarded and do not have a correct treatment not a proper disposal. Causing a significant impact. Additional, the environmental impact caused by used tires must add the spread of disease by the appearance of rodents and insects that transmit diseases that can become endemic. For all mentioned above, it was suggested a possible solution to the problem by implementing a tire recycling plant, the same that allowed a correct classification of the waste and even implement processes to reuse the tires. During the development of this research were presented four alternative tire recycling plants that were evaluated by analysis of technical and economic feasibility. With the aim of ensure that the selected proposal is the most appropriate for the Metropolitan District of Quito, estimates were made such as: existing railcar Park in 2010 through 2012, the number of tires generated in the DMQ between the years 2010-2012 and the number of tires generated until 2012. Analyses performed to the conclusion that although recycling plants have a similar design and function, the Green Eco Equipment recycling plant-origin is the most feasible because to its operating capacity and cost.

**KEYWORDS:** recycling plant, railcar park, tire, pollution.



## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.1 Planteamiento del problema**

El crecimiento del parque automotor en la ciudad de Quito ha ocasionado un gran problema ambiental debido a la contaminación ocasionada, entre otros, por los neumáticos provenientes de los vehículos que al cumplir con su tiempo de uso son desechados sin control y no tienen un correcto tratamiento ni una disposición final adecuada.

##### **1.1.1.1 Diagnóstico del problema**

Un gran porcentaje de neumáticos fuera de uso (NFU) se deposita en vertederos controlados sin ningún tipo de tratamiento y otro porcentaje se deposita después de ser triturado, por lo que se puede encontrar los mismos en parques, quebradas, calles, botaderos municipales y escombreras autorizadas.

Existen métodos de reciclaje de NFU desarrollados en países del continente europeo como España y Alemania e incluso en el continente americano como Estados Unidos y Colombia, pero la falta de políticas que favorezcan la recolección e implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar y eliminar de forma limpia los componentes peligrosos de los neumáticos, han hecho de estos proyectos no viables y por lo tanto, no se a cabo un proyecto como tal en Ecuador.

Para eliminar estos residuos se usa con frecuencia la quema directa y a cielo abierto provocando graves impactos ambientales, ya que se producen emisiones de gases que son nocivas para el entorno, aunque no es menos problemático el almacenamiento, ya que genera



problemas de estabilidad por la degradación química parcial que éstos sufren y además de problemas de seguridad en el vertedero (Castro, 2007, pág. 2).

Al impacto ambiental que causan los NFU hay que sumar la propagación de enfermedades ocasionadas por la aparición de roedores e insectos que pueden llegar a convertirse en endémicas. La reproducción de ciertos mosquitos que transmiten enfermedades por picadura llega a ser 4.000 veces mayor en el agua estancada de un neumático que en la naturaleza (Castro, 2007, pág. 2). Actualmente, Ecuador dispone de un presupuesto aproximado de \$ 3.4 millones de dólares anuales en programas de prevención y mitigación de este tipo de enfermedades (MSP-2011).

Debido a los inconvenientes identificados con anterioridad se ha planteado en el trabajo de investigación una posible solución a la problemática mediante la implementación de una planta recicladora de neumáticos, la que permitirá realizar un correcto tratamiento y disposición final del residuo.

#### **1.1.1.2 Pronóstico**

Proporcional al crecimiento del parque automotor en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) de motocicletas, automóviles, buses y camiones, se producirá un incremento en el porcentaje de fabricación y desecho de neumáticos, lo que con llevará a un gran número de desechos sólidos que no cuentan un sistema de tratamiento.

En caso de no implementar una planta recicladora de neumáticos en el DMQ, se saturarán los vertederos, los neumáticos serán desechados en las quebradas y formaran parte de los espacios verdes dentro de la ciudad deteriorando el paisaje.



### **1.1.1.3 Control de pronóstico**

Se pueden utilizar diversos métodos para la recuperación de neumáticos y la destrucción de sus componentes peligrosos. Las operaciones de reutilización, recauchado y reciclado de neumáticos usados, representan un posible tratamiento y una importante oportunidad para la creación de industria y tecnología.

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿Es necesario implementar una planta recicladora de neumáticos en el Distrito Metropolitano de Quito - Ecuador?

### **1.1.3 Sistematización del problema**

¿Cuáles serán los procedimientos para disminuir la contaminación generada por neumáticos fuera de uso?

¿Cómo se logrará disminuir los niveles de contaminación por neumáticos implementando una planta recicladora en el Distrito Metropolitano de Quito?

¿Cómo se realizará la implementación de la planta recicladora de neumáticos en el Distrito Metropolitano de Quito?

¿Quiénes serán los responsables y recursos para llevar a cabo esos procedimientos?

¿Cuáles serían los procedimientos para alcanzar y gestionar la mejora continua?

¿Cuál sería el costo – beneficio que se obtendría con la implementación de una planta recicladora de neumáticos en el Distrito Metropolitano de Quito?

¿Cómo se realizará el estudio de mercado para determinar los posibles usos y compradores de los subproductos obtenidos del proceso de trituración?



## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General

Realizar el análisis de viabilidad técnico-económica para la implementación de una planta recicladora de neumáticos en el DMQ.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer la cantidad potencial de neumáticos fuera de uso en el DMQ.
- Determinar la contaminación ambiental generada por el desecho de los neumáticos fuera de uso, estableciendo el tiempo de saturación de las escombreras autorizadas en el DMQ.
- Establecer la cantidad necesaria de neumáticos para el óptimo funcionamiento de la planta recicladora.
- Definir la cantidad potencial de subproductos obtenidos a partir de los neumáticos reciclados.
- Definir el uso de los subproductos obtenidos de los neumáticos reciclados.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

Desde su creación hasta el día de hoy, el neumático ha sido un fiel exponente del avance de las tecnologías de fabricación y el desarrollo de los materiales, la masiva fabricación y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas ambientales de los últimos años en todo el mundo. Cada año se generan en el mundo cerca de 1.000 millones de neumáticos usados, es decir 17 millones de toneladas, en el Ecuador se generan más de 3,6 millones que equivalen alrededor de 50.000 T/año, sin contabilizar aquellos provenientes de vehículos industriales (MAE, 2013).



El proceso de destrucción de los NFU resulta muy contaminante y costoso, debido a la composición de los mismos, generalmente la opción para desecharlos es sepultarlos, incinerarlos o como en la mayoría de los casos abandonarlos. En el DMQ la inexistencia de una normativa ambiental que regule el tratamiento a gran escala y disposición final de este tipo residuos no ha permitido llevar un correcto control y de igual manera la falta de gestores ambientales tecnificados que tengan la capacidad de procesar el residuo en grandes cantidades, han hecho que el mismo se convierta en un problema ambiental, lo que ha provocado que este tipo de desechos termine en los rellenos sanitarios, botaderos y quebradas.

Los NFU pueden ser utilizados con otros fines después de cumplir su vida útil dentro del mercado automotriz debido a la composición de los mismos, estas características hacen de estos residuos viables para el reciclaje.

Mediante la obtención de subproductos provenientes de los NFU, se pueden elaborar nuevos productos dando respuesta a una problemática actual por medio de una solución sustentable en el que se genera un producto a partir de la materia prima de un desecho y al mismo tiempo se contribuye con el ambiente en la disminución de residuos.



## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA

Actualmente, existen diversos métodos para el tratamiento de los NFU, a continuación se presentan algunas de las técnicas que se realizan en el país:

#### 2.1.1 Reencauche

Es un método que actualmente se lo realiza en la ciudad de Cuenca, consiste en reemplazar la banda de rodamiento del neumático usado mediante un proceso de raspado. Posteriormente, se procede a colocar una nueva banda de rodamiento que tiene las condiciones del aspecto original del neumático, este procedimiento permite reencauchar las llantas de buses y camiones de dos a tres veces al año.

##### 2.1.1.1 Proceso de Reencauche

(Ver Anexo Fotográfico No. 1)

- Inspección inicial de la carcasa
- Raspado de la carcasa. Eliminando la banda de rodamiento anterior.
- Preparación de la carcasa. Cada carcasa es revisada cuidadosamente para identificar todos los daños y proceder a retirarlos.
- Relleno de la carcasa. La superficie debe ser uniforme.
- Cementado de la carcasa. Se coloca caucho líquido de alta vulcanización.
- Embandado de la carcasa. Se coloca la nueva banda de rodamiento.
- Vulcanización de la carcasa. Se realiza en autoclaves en donde se controlan parámetros de temperatura, presión y tiempo.
- Inspección final de la carcasa.



### **2.1.1.2 Beneficios del Reencauche en el Ecuador**

- En el 2011, se reencaucharon 215.000 unidades de NFU a través del proyecto “reusallanta” del Ministerio de la Producción (MAE, 2011)
- La actividad de renovado en Ecuador evitó la importación de 215.000 unidades de llantas nuevas, lo que con un promedio de US\$ 320 CIF por llanta, equivale a un ahorro en salida de divisas de US\$ 68 millones aproximadamente (ERCO, 2011).
- Una llanta usada de camión tiene un peso aproximado de 40 kilogramos por lo que la actividad de reencauche en Ecuador durante el año 2011 evitó que se desechen al ambiente 8,600 toneladas de NFU.
- Actualmente, en el Ecuador el proceso de reencauche está regulado por la NTE INEN 2582:2011. Neumáticos reencauchados. Proceso de reencauche.

### **2.1.1.3 Desventajas del Reencauche**

Las razones por las que no se puede reencauchar un mayor número de NFU en el Ecuador es debido a algunos factores como:

- El mal estado de la carcasa, por un mal uso.
- La falta del cuidado en la estructura del neumático.
- La calidad de algunas carcasas imposibilitan el reencauche
- Los neumáticos no son desmontados a tiempo para el reencauche.

### **2.1.2 Reutilización**

Castro (2007) señala que se pueden usar los NFU enteros o por partes. Los neumáticos enteros se los puede encontrar en pistas de alta velocidad, cartódromos, taludes de carretera, muelles, sitios de descarga; en donde se los utiliza como barreras de contención y





amortiguadores. También es frecuente utilizar los neumáticos como barreras anti-ruido o actividades agrícolas en los que son utilizados para retener agua (pág. 2).

De la misma forma, los NFU pueden ser cortados y extendidos en zonas donde las carreteras sean fangosas, permitiendo de esta manera que los vehículos que circulan por estas vías tengan tracción en sus ruedas y no se queden atrapados en el fango (García, 2009, pág. 61).

### **2.1.3 Reciclaje**

#### **2.1.3.1 Aplicaciones no industrializadas**

Existen diversos artículos elaborados a partir de los NFU. A continuación se presentan las alternativas para el reciclaje de los mismos:

#### **Esculturas**

En diferentes países del mundo los residuos han sido la materia prima para la obtención de nuevos productos, es así como, los NFU son utilizados para la elaboración de esculturas y figuras promoviendo la cultura del reciclaje. Yong Ho Ji, es un diseñador coreano quien forma parte de esta cultura creando diseños de animales (Ver Anexo Fotográfico No. 2).

En el país, la empresa Continental Tires Andina a través de sus programas de responsabilidad social en Cuenca impulsa la elaboración de productos y artesanías a base de este residuo, en el año 2012 se presentó la escultura de la Virgen de Quito tallada en neumáticos reciclados (Diario Hoy, 2012).

#### **Artesanías y artículos de uso diario**

A nivel nacional se realizan artesanías y artículos de uso diario a partir de NFU, transformando el residuo en recurso para ser reincorporado a un nuevo ciclo de vida útil. Se pueden encontrar productos como sillones, floreros, bebederos de animales entre otros.



La empresa Continental Tires Andina hace la entrega de los NFU a la “Asociación de Recicladores de Caucho y creadores de Arte” para la elaboración de repuestos de automóviles, bebederos de animales, tiras para tapizar muebles (Diario El Mercurio, 2013) (Ver Anexo Fotográfico No. 2).

### **Prendas de vestir**

En el DMQ, existen gestores ambientales artesanales-medianos que se dedican a la elaboración de nuevos productos a partir de los neumáticos desechados. FUI RECICLADO, es una empresa que desde el 2008 elabora accesorios de uso diario, utilizando materiales de larga vida desechados como las llantas. La cantidad de material reutilizado en el año 2010 al 2011 según datos proporcionados en el sitio web es de 1,207 kg de caucho de neumáticos equivalente a 1.2 T de neumáticos. Dentro de su catálogo de productos se pueden encontrar billeteras, monederos, carteras, estuches, llaveros, bolsas de mercado, maletas y accesorios para ciclismo (Ver Anexo Fotográfico No.3 Productos Fui Reciclado).



## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Neumático

INEN (2012) lo define como un “Dispositivo mecánico compuesto de caucho, químicos, acero y otros materiales que al ser montados en una rueda del automotor provee la tracción y soporta la carga del automotor” (pág. 2)

López et. al. (s.f.) señalan que: Los neumáticos son estructuras tubulares complejas (se utilizan hasta 200 compuestos químicos diferentes) compuestas fundamentalmente de caucho natural (su principal componente), cauchos sintéticos, negro de humo, agentes químicos (azufre, óxido de zinc y aditivos), aceites minerales y fibras reforzantes (hilos de acero y textiles). La combinación de cauchos naturales y sintéticos, se realiza de modo que los cauchos naturales proporcionen elasticidad y los sintéticos, estabilidad térmica. El proceso de vulcanizado a que se someten los neumáticos, es un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión y temperatura. En este proceso, el caucho pasa de ser un material termoplástico a ser un elastómero. El negro de humo, formado por partículas muy pequeñas de carbono, aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste (pág. 4).

#### 2.2.1.1 Componentes del neumático

**Compuestos de caucho:** Deben ser diseñados según la función que va a cumplir, es decir, para la banda de rodamiento serán resistentes al calor, flexión, desgaste, cortadas, etc. Para las paredes serán resistentes a la flexión, al calor, adhesividad y para las cejas deberán ser muy duros (Navarrete, 2009, pág. 23).



**Materiales Textiles:** Son los que soportan el aire, golpes, calor y para su mejor funcionamiento se recubren de caucho, formando las capas del neumático, cuyo número se diseñara según la resistencia (Navarrete, 2009, pág. 23).

**Alambre de acero:** Se encuentran principalmente en la caja para dar la firmeza necesaria al neumático al montarlo en el rin. También sirve de soporte para las capas de los neumáticos (Navarrete, 2009, pág. 23).

Los neumáticos están compuestos por diversos elementos. En la Tabla se describe la composición típica porcentual por componentes de los NFU en diferentes tipos de vehículos.

**Tabla No. 1 Composición porcentual por componentes de un neumático**

Componente	Vehículo estándar (%)
Caucho y elastómeros	48
Negro de humo	22
Acero	15
Textiles	5
Óxido de Zinc	1
Azufre	1
Aditivos y otros	8

Fuente: European Tire Recycling Association, ETRA

#### 2.2.1.2 Peso de los Neumáticos

A continuación se presentan las estimaciones del peso de los neumáticos:

**Tabla No. 2 Pesos medios de un neumático**

Tipo	Descripción	Peso (kg)
Ligero	Motocicletas y automóviles	10
Medio	Furgonetas, camionetas y camiones ligeros	20



Tipo	Descripción	Peso (kg)
Pesado	Camiones pesados, autobuses, maquinaria agricultura y obras publicas.	30

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Fuente: [www.dipucadiz.es](http://www.dipucadiz.es)

### 2.2.1.3 Clasificación de los neumáticos

Los neumáticos se clasifican por tipos de acuerdo a su servicio según lo establecido en la NTE INEN 2096:2012 y se detalla a continuación:

**Tabla No. 3 Clasificación de los neumáticos por su servicio**

Tipo	Servicio	Descripción	Características
I	Bicicletas Motocicletas Motonetas Cuadrones (All terrain vehicle, ATV)	Neumáticos con aro de diámetro nominal mayor o igual a 178 mm	Convencionales y radiales
II	Vehículos de pasajeros. Vehículos excepto de pasajeros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automóviles de turismo</li> <li>• Camioneta</li> <li>• Camperos</li> <li>• Camiones livianos (Light Truck, LT)</li> </ul>	Neumáticos para vehículos SUV (Sport utility vehicle), station wagon, furgoneta (VAN), deportivos.	Convencionales y radiales
III	Vehículos de actividades comerciales (CVT), de transporte y carga.	Camiones, autobuses, remolques, volquetas, tráileres y otros vehículos de carga pesada.	Convencionales y radiales
IV	Vehículos pesados	Neumáticos para vehículos de minería, camineros, fuera de	Convencionales, radiales y sólidas



Tipo	Servicio	Descripción	Características
		carretera (OTR), agrícolas, forestales e industriales.	

Fuente: NTE INEN 2096

#### 2.2.1.4 Vida Útil del neumático

Existen muchos factores externos que influyen en la resistencia de un neumático, por eso es muy difícil prever su duración. Los principales son:

- Condiciones de uso: carga, velocidad, presión y estilo del conductor.
- Tipo de llanta y sus componentes.
- Condiciones de almacenamiento.

Los fabricantes de neumáticos han estimado una duración de 50.000 km.



## 2.2.2 Número de NFU a nivel nacional

En el Ecuador la inexistencia de normativa para el tratamiento a gran escala y disposición final de los neumáticos usados, ha provocado que este tipo de desechos termine en los rellenos sanitarios, botaderos, en rivera de los ríos y en el patrimonio natural Galápagos. A continuación se detalla el número de neumáticos usados en el Ecuador en los años 2011 y 2012.

**Tabla No. 4 Neumáticos usados en el Ecuador Año 2011**

Tipo de neumáticos por su uso	Número de neumáticos
Liviano	2'470.612,00
Bus y camión	648.953,00
Construcción	52.800,00
Agrícola	11.210,00
Motos	413.830,00
Otros	4.400,00
<b>Total</b>	<b>3'601.805,00</b>

Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) y Continental Tire Andina, 2011

**Tabla No. 5 Neumáticos usados en el Ecuador Año 2012**

Tipo de neumáticos por su uso	Número de neumáticos
Liviano	2'062.112,00
Bus y camión	581.620,00
Construcción	41.000,00
Agrícola	10.260,00
Motos	603.960,00
Otros	9.020,00
<b>Total</b>	<b>3'307.972,00</b>

Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), y Continental Tire Andina, 2012



En la actualidad se reencauchan 215.000 unidades de NFU, a través del proyecto “reusallanta” del Ministerio de la Producción y apenas 24.000 son recicladas de manera artesanal.

**Tabla No. 6 Tratamiento de neumáticos usados en el Ecuador 2011.**

<b>Tipo de tratamiento</b>	<b>Número de neumáticos tratados</b>
Productos Artesanales	24.000,00
Reencauche	214.154,49
<b>Total</b>	<b>238.154,49</b>

Fuente: MIPRO & PNGNDS, 2011.





### 2.2.3 Gestor Ambiental de Residuos

La Secretaría de Ambiente (SA) del DMQ, en concordancia con el programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, dispone de un listado de personas calificadas para una o varias etapas del Manejo Integral de diferentes tipos de residuos. En función del tipo de desecho y volúmenes que gestionan, se cuenta con tres tipos de gestores: artesanales o pequeña escala, artesanal-mediano o mediana escala y tecnificados o gran escala.

La calificación de los gestores de residuos se la realiza en base a lo establecido en la ordenanza municipal No. 213 vigente hasta el 03 de junio de 2013<sup>1</sup>, la matriz de categorización de gestores contempla los siguientes criterios para su calificación (Ver Anexo No. 1 Matriz de Categorización de Gestores):

- Fase de gestión
- Tipo de residuo
- Cantidades manejadas
- Impacto y Riesgo

**Tabla No. 7 Criterio para la Categorización**

CRITERIO PARA LA CATEGORIZACIÓN		
CALIFICACIÓN	TIPO DE GESTOR	DOCUMENTO AMBIENTAL
Igual o mayor a 22	TECNIFICADO	AA o EsIA
De 11 a 21	MEDIANO	GPA o DAM
Igual o menor a 10	ARTESANAL	No es necesario

Fuente: Secretaria de Ambiente Quito, 2013

<sup>1</sup> Se encuentra en proceso de transición a la Ordenanza Municipal No. 404.



Con respecto a la Gestión de los NFU, se cuenta con un total de 16 gestores ambientales calificados por la SA, se dedican a la recolección y elaboración manual de productos y al reencauche. En la siguiente tabla se detallan los Gestores Ambientales por categoría y manejo que realizan a los NFU.

**Tabla No. 8 Gestores de NFU**

CATEGORÍA	TOTAL	Recolección y entrega a gestor autorizado	Recolección y elaboración manual de productos	Recolección y entrega de reencauchadora	Recolección y reencauche	Depósito en escombreras
Gran escala	1	1				
Mediana escala	4	3			1	
Menor escala	11	3	5	3		
<b>TOTAL</b>	16	7	5	3	1	2

**FUENTE:** Secretaria de Ambiente. Listado de Gestores, actualizado hasta el 5 de agosto de

2012.



## **2.2.4 Valorización Energética**

Los NFU pueden ser utilizados como combustibles ya que contienen más del 90% de materia orgánica. Los NFU pueden representar una alternativa a los combustibles tradicionales, debido a que pueden presentar valores energéticos similares al carbón pero con menores porcentajes de azufre. Una tonelada de neumáticos equivale a una tonelada de carbón de buena calidad ó a 0.7 toneladas de crudo (Hervas, s.f. pág. 292). El tratamiento térmico de los NFU presenta las siguientes ventajas:

- Reducción del volumen de los NFU en un 90%.
- Producción de energía

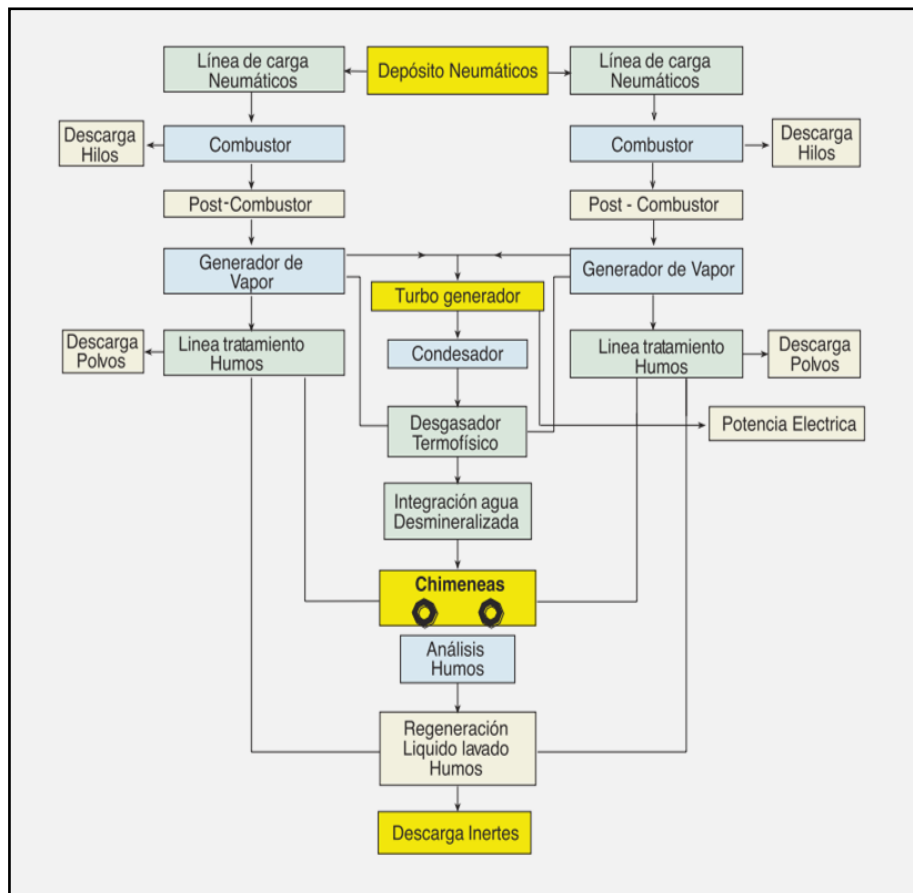
La combustión de los residuos de neumáticos sería una manera sencilla de eliminar el residuo y generar energía. Los procesos térmicos como la pirólisis y termólisis pueden ser una buena alternativa a los procesos de combustión directa, ya que no se producen emisiones incontroladas y se logra recuperar productos sólidos y líquidos (Hervas, s.f. pág. 292).

### **2.2.4.1 Incineración**

Este sistema de tratamiento consiste en la combustión de los materiales orgánicos de los NFU a altas temperaturas. Provocando un efecto exotérmico, que puede ser aprovechado como fuente de energía para ser utilizada en el propio proceso o en otros ya que un neumático tiene un poder calorífico promedio de 7.440 Kcal/Kg y sus posibilidades de aprovechamiento son altas (Hervas, s.f. pág. 294).



**Diagrama No. 1 Diagrama Proceso de incineración con recuperación de energía**



Fuente: Hervas, s.f. pág. 294

### **Hornos Incineradores (Cementeras)**

Los neumáticos pueden ser utilizados enteros o triturados como combustible de sustitución en las cementeras, ya que los neumáticos tienen un menor costo que el combustible convencional (Cano et. al., 2007. Pág. 25). Los hornos de cemento tienen capacidad para utilizar de forma segura los neumáticos como combustible durante su proceso. Las altas temperaturas operativas en el horno permiten la combustión total de los NFU y la oxidación total del acero.

Los NFU proporcionan del 10 al 25% del valor calorífico total del combustible; el consumo anual en una planta varía entre los dos y tres millones de NFU anuales (Cano et. al., 2007. pág. 26).

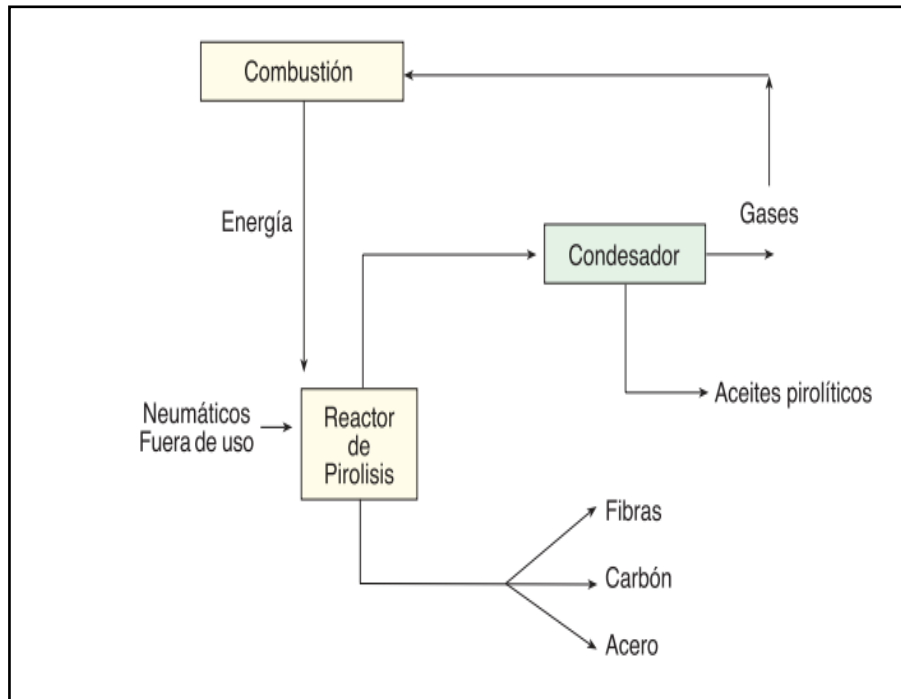


### 2.2.4.2 Pirólisis

El sistema de pirólisis involucra la degradación térmica en ausencia de oxígeno. Mediante el cual se da la transformación de NFU en productos agregados como cera, hollín o negro de humo.

El procedimiento general de la pirólisis consiste en la reducción de tamaño de los NFU para posteriormente ser introducidos en hornos a altas temperaturas que van desde 400 a 800 °C. Los productos primarios son los gases pirolíticos y aceites (Navarrete, 2009, pág. 106). Los gases pirolíticos tienen un gran poder calorífico (68-84MJm<sup>-3</sup>). Los gases provenientes del proceso de pirólisis se emplean como combustible para el propio reactor de pirólisis o para algún otro proceso como sustituto de combustible fósil. (Cano et. al., 2007, pág. 30).

**Diagrama No. 2 Diagrama de flujo proceso de pirólisis**



Fuente: Hervas, s.f. pág. 296

Las cenizas y el aceite resultante de la fase anterior ingresan nuevamente a un horno que convertirá estos productos en carbón negro de alta calidad. El producto final es conocido



como negro de humo, el mismo que forma parte de la materia prima para la elaboración de neumáticos nuevos (Navarrete, 2009, pág. 106).

### **2.2.4.3 Termólisis**

Este proceso consiste básicamente en someter al NFU triturado a un incremento de temperatura de hasta 500 °C en ausencia de oxígeno, provocando la ruptura de los enlaces químicos (craqueo), generando hidrocarburos de cadenas cortas, medias y largas, constituyendo la fase gaseosa y sólida, siendo la composición básica del gas H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, hidrocarburos y vapor de agua (Hervas, s.f. pág. 296).

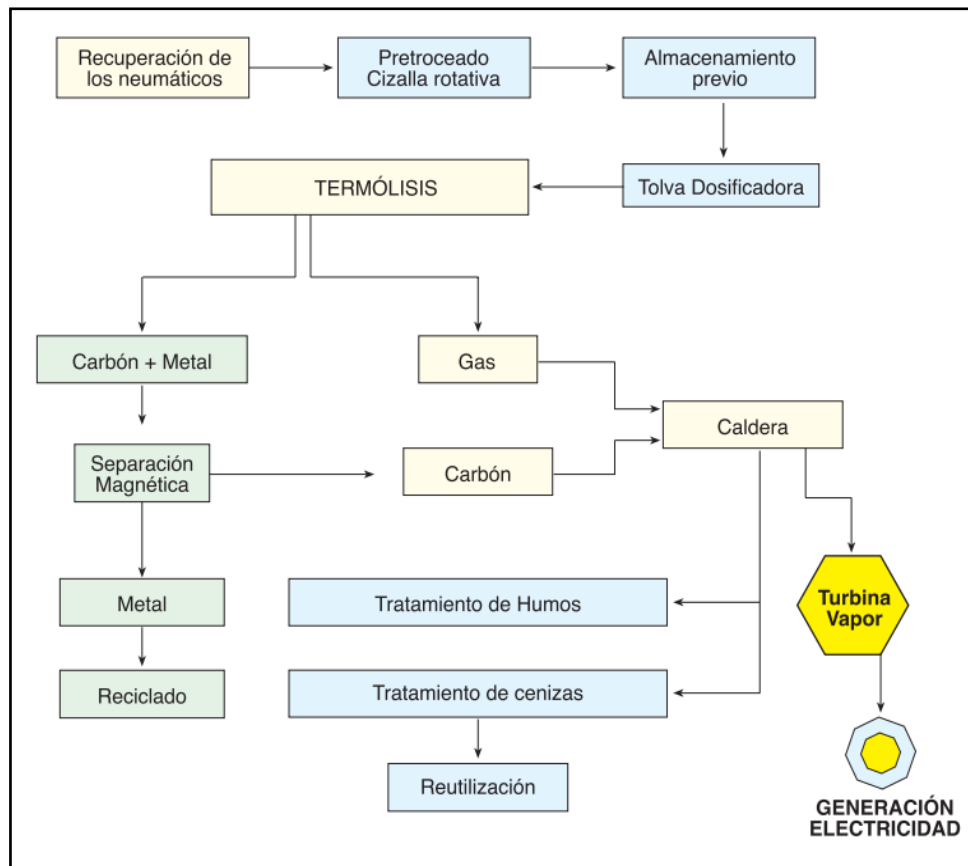
El proceso de valorización por Termólisis de los NFU se puede dividir en tres fases:

1. Preparación del residuo
2. Descomposición térmica
3. Generación energética

Cada una de estas etapas se unen constituyendo una secuencia que conforman el proceso de valorización integral, de forma que lo que se obtiene de una, constituye la materia prima de la otra. Así, en la etapa de preparación se trituran los neumáticos a una granulometría adecuada, sirviendo de materia prima para la etapa de Termólisis. El proceso de Termólisis descompone este material polimérico heterogéneo en gases y material carbonado impidiendo la aparición de elementos contaminantes al medio ambiente. Por su parte, el material carbonado y los gases obtenidos en la Termólisis se conducen a una cámara de combustión para generar vapor de agua y con este, energía eléctrica. Esta energía eléctrica es consumida en los equipos que componen el sistema de tratamiento con la posibilidad de comercialización de los excedentes (Hervas, s.f. pág. 297).



**Diagrama No. 3 Diagrama de flujo de proceso de termólisis**



Fuente: Hervas, s.f. pág. 297



## **2.2.5 Análisis de la viabilidad técnica-económica de un planta recicladora de neumáticos**

### **2.2.5.1 Análisis de Alternativas**

#### **2.2.5.1.1 Propuesta No. 1**

**Empresa:** Eco Green Equipment

**Origen:** Estados Unidos

**Capacidad del Sistema:** 1000 kg/h

**Sistema:** Eléctrico

**Costo:** US\$ 830.000,00

#### **2.2.5.1.2 Propuesta No.2**

**Empresa:** Unoreciclaje

**Origen:** España

**Capacidad del Sistema:** 1800 kg/h

**Sistema:** Eléctrico

**Costo:** US\$ 1'250.000,00

#### **2.2.5.1.3 Propuesta No.3**

**Empresa:** KAHL

**Origen:** Alemana

**Capacidad del Sistema:** 2500 kg/h

**Sistema:** Eléctrico

**Costo:** US\$ 2'000.000,00

#### **2.2.5.1.4 Propuesta No.4**

**Empresa:** Alianza China

**Origen:** China





**Capacidad del Sistema:** 920 kg/h

**Sistema:** Eléctrico

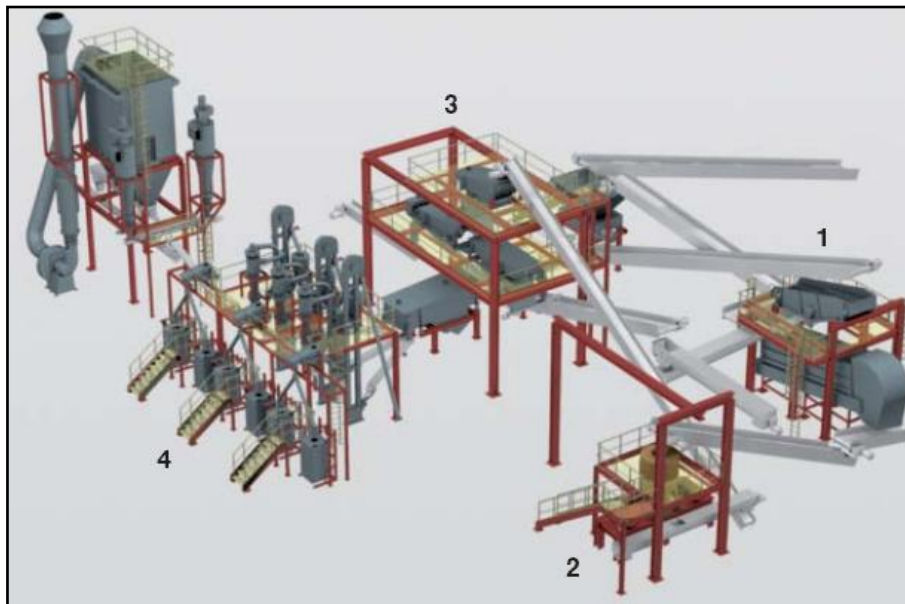
**Costo:** US\$ 700.000,00

Las plantas recicladora de neumáticos 1, 2 y 3 cuentan con el mismo proceso de reciclado de NFU, diferenciándose principalmente entre ellas por la capacidad de procesamiento y el costo de la planta recicladora. Por este motivo, se realizó la descripción del diseño y proceso de una planta recicladora estándar.

La Planta recicladora 4 tiene un proceso de reciclado diferente, ya que la separación de acero se la realiza inicialmente. A continuación se presenta la descripción del proceso.

### 2.2.5.2 Diseño de la Planta Recicladora de neumáticos 1,2 y 3.

**Ilustración No. 1 Diseño de la Planta Vista Superior**



Fuente: Kahl, 2013.

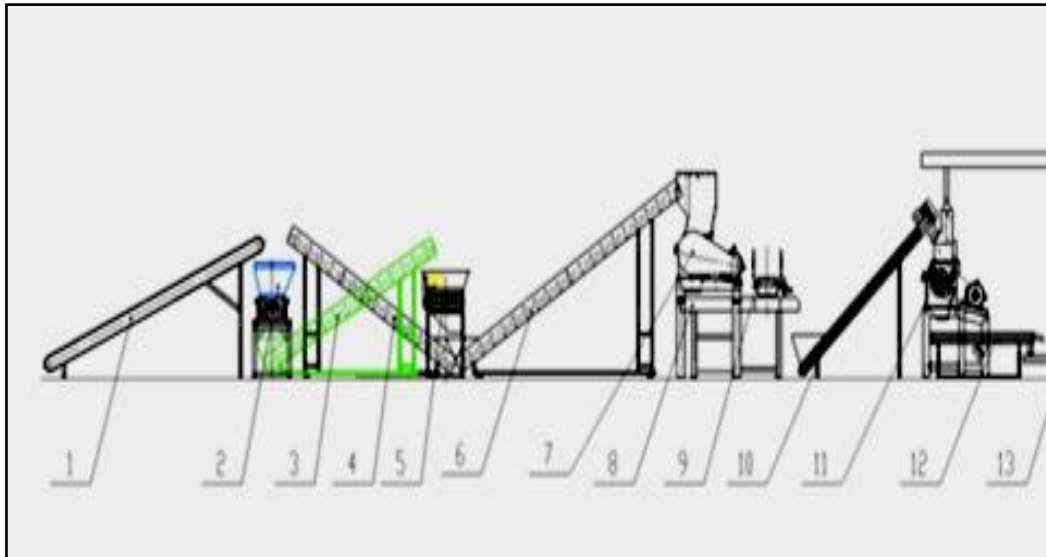
El diseño estándar de la planta se basa en 4 etapas de proceso:

1. Trituración previa de los NFU
2. Granulación con el rallador para triturar los NFU para el siguiente tratamiento.



3. Separación férrea y limpieza de los gránulos, para separar los materiales compuestos de fibras textiles.
4. Molienda de los gránulos de caucho con los granuladores.

**Ilustración No. 2 Diseño de la Planta Vista Lateral**



**Fuente: Eco Green Equipment, 2013**

**Tabla No. 9 Descripción Diseño de la Planta**

No.	ITEM	No.	ITEM
1	Transportadora	8	Transportadora
2	Trituradora Primaria	9	Magneto
3	Transportadora	10	Auger
4	Transportadora	11	Aspiradora de fibra
5	Disco Clasificador	12	Granulador
6	Transportadora	13	Transportadora
7	Rallador		

**Fuente: Eco Green Equipment, 2013**

### **Transportadoras**

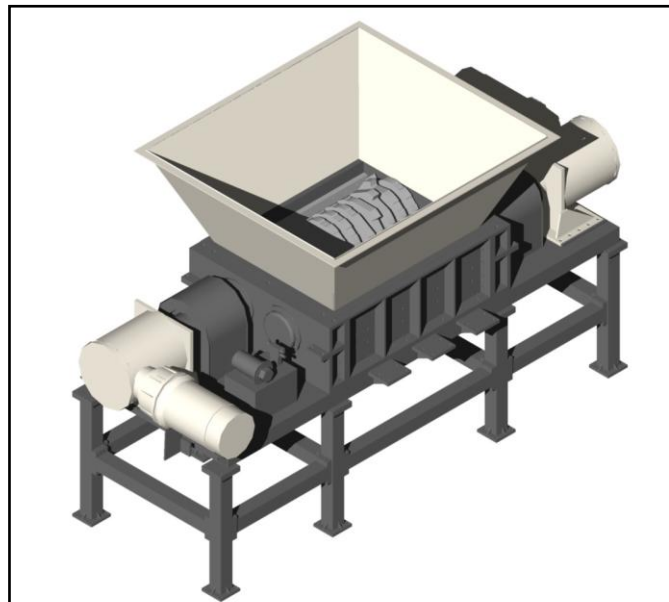
Trasladan los NFU desde la primera fase “Triturador Primario”, y a cada uno de los procesos de reciclaje de NFU.



### **Triturador Primario**

Empieza el proceso de trituración con dos ejes reduciendo el tamaño del neumático. El proceso consiste en reducir el tamaño del NFU al ser introducidos en una tolva que contiene cuchillas metálicas en el interior.

#### **Ilustración No. 3 Triturador Primario**



**Fuente: Eco Green Equipment, 2013**

### **Disco Clasificador**

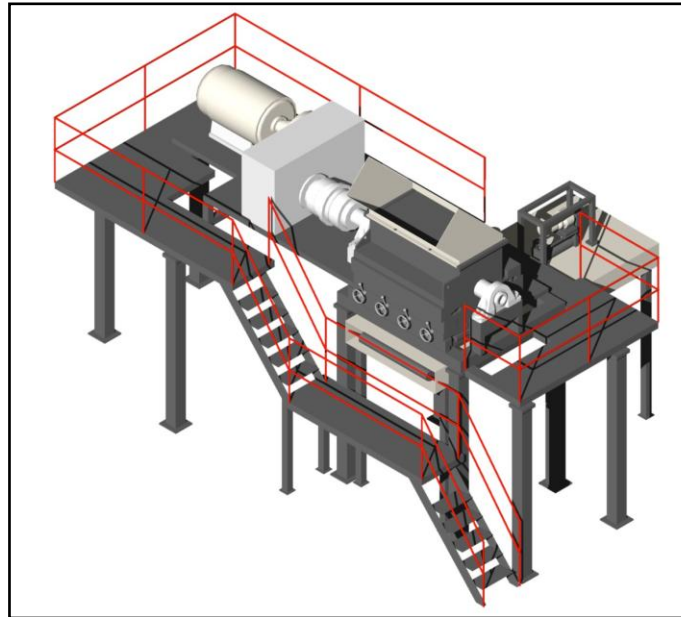
Separa los materiales de origen desconocido que se encuentren contenidos en el neumático al ingresar al triturador primario.

### **Rallador**

Este sistema está diseñado para disminuir el tamaño de los NFU picados y además separar el acero y fibras de los neumáticos.



#### **Ilustración No. 4 Rallador**



**Fuente: Eco Green Equipment, 2013**

#### **Magneto o Imán**

En esta fase se retira el acero contenido en el material (NFU triturado), mediante el uso de una banda magnética o imantada.

#### **Aspiradora de fibra**

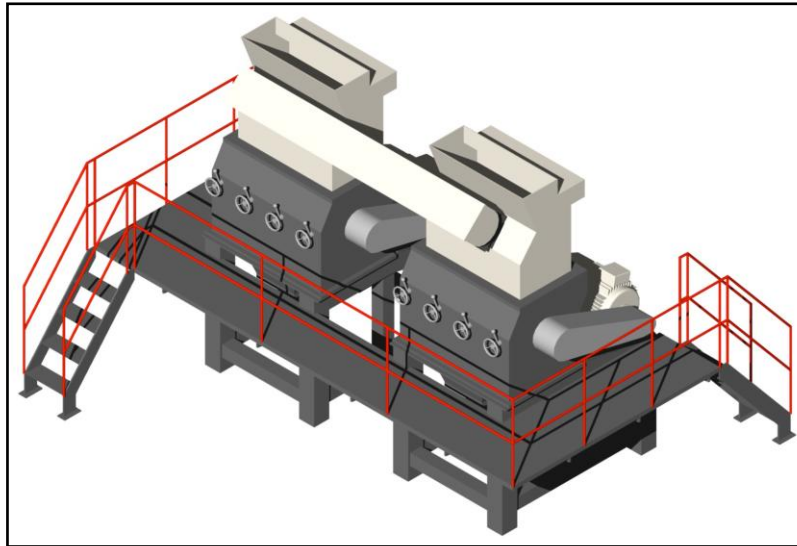
En esta fase se retira la fibra textil contenida en el material (NFU triturado), el sistema consiste en absorber o aspirar las fibras textiles del material triturado, cumpliendo con el proceso de separación del caucho.

#### **Granuladoras**

En esta fase se transforma el caucho triturado en material granulado de 1mm -6mm. El producto obtenido tiene un 99% de pureza de fibras y acero.



### Ilustración No. 5 Granulador



Fuente: Eco Green Equipment, 2013

#### 2.2.5.3 Descripción del ciclo de trabajo

Los NFU a través de la cinta transportadora 1 van hacia el triturador primario que se encuentra formado por cuchillas contra-rotantes, reduciendo su tamaño aproximadamente a 30 cm. Este material va a través de la cinta transportadora 2 al disco clasificador, el mismo que elimina la presencia de materiales de diferente naturaleza, la cinta transportadora 3 lleva el material al siguiente paso, que con una acción análoga al triturador primario, reduce las dimensiones del material hasta 5 cm.

Una cinta transportadora lleva el material debajo de una banda imantada, que retiene el acero del material realizando la separación de los componentes, mientras que el caucho y la fibra textil a través de una cinta transportadora se dirigen a la aspiradora de fibra, en la que se realiza la separación del textil dejando el caucho libre. Finalmente, el caucho ingresa en la última fase de granulación la cual con la acción de dos discos rotarios en sentidos inversos reduce el grano de caucho a las dimensiones deseadas.



## 2.2.5.4 Planta Recicladora 4

### 2.2.5.4.1 Descripción del ciclo de trabajo

El operador debe colocar el neumático en la separadora de cubierta y esperar un tiempo aproximado de 1 minuto a 1,30 minutos hasta que este retire el acero del neumático, posteriormente se coloca el neumático libre de acero en la máquina de sacar punta.

**Imagen No. 1 Separación del acero**



Fuente: Alianza China, 2013



### Imagen No. 2 Máquina de sacar punta



Fuente: Alianza China, 2013

Una vez que el neumático ha pasado por la maquina saca punta, se lo traslada a la cortadora lineal, después se lo envía a cortar en pedazos y finalmente ingresa a los molinos para ser transformado en polvo de caucho.

En este proceso se debe considerar que la separación del acero inicial no se cumple en un 100%. Motivo por el cual, al final del proceso el material debe pasar a través de una banda imantada.

#### **2.2.5.5 Producto terminado**

El sistema está diseñado para obtener varios tipos de producto terminado, depende de la demanda del mercado, la producción de cada uno, el rango de tamaño va desde polvo de caucho de 0,07 mm hasta gránulos de caucho de 16 mm. Para realizar esta diferenciación se usan tamices de diferente diámetro.



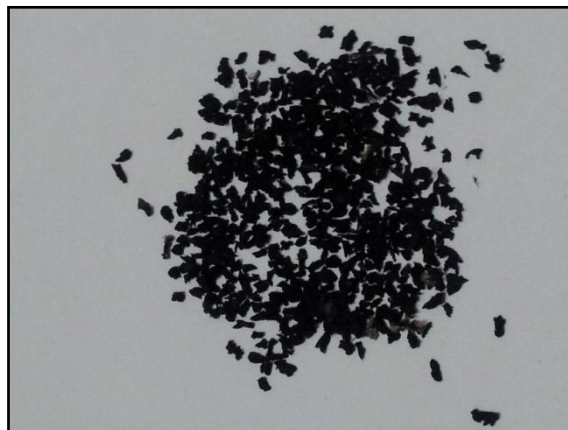
**Fotografía No. 1 Material 12,7 mm**



**Fotografía No. 2 Material 6,35 mm**



**Fotografía No. 3 Material malla 6 equivalente a 3,35 mm**







**Fotografía No. 4 Material malla 10 equivalente a 2,00 mm**



**Fotografía No. 5 Material malla 20 equivalente a 0,841 mm**



**Fotografía No. 6 Material malla 80 equivalente a 0,177 mm**



**Fotografías: Estefanía Garzón, 2013**



## 2.2.6 Aplicaciones de los NFU

### 2.2.6.1 Neumáticos Enteros

**Arrecifes Artificiales:** El neumático entero puede ser utilizado como base o estructura sumergida en balsas, actuando como macetero y canalizando los flujos de las corrientes de agua. Creando arrecifes artificiales con neumáticos que pueden perdurar más de 30 años ya que se encuentran en un medio estable químicamente y protegidos de la radiación ultravioleta, lo que limita la cantidad de lixiviados contaminantes (Cano et. al, 2008, pág. 24).

**Balas de Neumáticos:** Las balas prismáticas de 1 tonelada de peso se fabrican con prensas hidráulicas, que compactan entre 100 y 125 neumáticos por unidad. Las dimensiones habituales son 75, 150 y 135 cm. Son una buena alternativa a los gaviones metálicos en la construcción de estructuras de contención y presas. Se han utilizado con éxito en la estabilización de márgenes fluviales degradados por la erosión del agua. Por su forma geométrica e instalación modular se adaptan muy bien a ser recubiertas con hormigón o fábrica para la formación de muros. La gran resistencia que presenta el neumático entero frente a factores climatológicos hace que se utilicen en la construcción de barreras o muros. Presenta ventajas como su facilidad de apilamiento, además de permitir el crecimiento de vegetación sobre los mismos integrándolo en el entorno (Cano et. al, 2008, pág. 24).

**Macizos de suelo reforzado:** Los NFU agrupados en sistemas de tipo geomalla permiten la formación de macizos o rellenos de suelo reforzado mediante la interposición de capas superpuestas de neumáticos enteros rellenos de material granular compactado. Las estructuras neumático-suelo muestran propiedades mecánicas superiores a los suelos de origen y pueden presentar diferentes aplicaciones específicas: como muros de sostenimiento de tierras, muros de estabilización en pie de taludes, muros antierosión en márgenes de cauces fluviales,



rellenos ligeros en terraplenes, decoración y elementos de recreo en parques infantiles, ferias, etc (Cano et. al, 2008, pág. 24).

### **2.2.6.2 Neumáticos Triturados**

**Pistas de atletismo:** Los gránulos de caucho procedentes de NFU son una materia prima básica en la composición de los distintos revestimientos sintéticos. En la construcción de una pista de atletismo se emplean aproximadamente de 70 a 80 T de gránulos de caucho, según el sistema que se instale y de la superficie de la pista, siendo las partículas de caucho de un tamaño comprendido entre 1 y 4 mm (Cano et. al, 2008, pág. 25).

**Aislamiento térmico:** Los neumáticos triturados son materiales física y químicamente resistentes. Se puede considerar que presentan una capacidad de aislamiento térmico 8 veces superior a la de un suelo. La utilización de rellenos de NFU en terraplenes de carreteras proporciona una protección eficaz frente a la penetración de la helada en el suelo subyacente (Cano et. al, 2008, pág. 25).

**Aislamiento acústico:** El caucho es un material con buena absorción acústica, por lo que resulta adecuado para la fabricación de pantallas antirruido en carreteras. Los NFU triturados o enteros, han sido utilizados como material de relleno de terraplenes longitudinales utilizados como barreras antirruido. Paneles de caucho granulados, aglomerado con resinas de poliuretano, se ha utilizado como capa de aislamiento en barreras acústicas prefabricadas (Cano et. al, 2008, pág. 25).

**Pistas multiuso:** Las capas elásticas de mejor calidad se fabrican con gránulos de caucho procedentes de la trituración de NFU, utilizando generalmente como aglomerante una resina de poliuretano. Las características generales que deben cumplir todos los pavimentos deportivos son: elasticidad, resistencia al deslizamiento y durabilidad. La elasticidad permite



que el pavimento juegue un papel importante absorbiendo parte de la energía que el deportista transmite en sus impactos con el pavimento evitando así lesiones en sus articulaciones y en sus caídas (Cano et. al, 2008, pág. 24).

**Campos de hierba artificial:** La utilización de granulado de NFU en campos de césped artificial presenta ventajas como la reducción en el consumo de agua, así como la simplicidad de mantenimiento del mismo debido a la durabilidad y resistencia climática del granulado. Existen dos vías de utilización del granulado en la construcción de césped artificial: como relleno de la fibra sintética junto a áridos o como capa de base para el propio césped artificial (Cano et. al, 2008, pág. 25).

**Pavimentos de seguridad:** La utilización de granulado de neumático NFU en los suelos de parques infantiles o zonas de juego, resulta ser una aplicación muy interesante ya que evita graves lesiones de los más pequeños y da seguridad a los más mayores. Su composición es a base de gránulos de caucho aglomerados con resinas de poliuretano. Se utilizan principalmente en parques infantiles, guarderías y residencias de ancianos para evitar posibles lesiones por caídas al resultar un pavimento elástico (Cano et. al, 2008, pág. 26).

### **2.2.6.3 Material Bituminoso (Polvo de caucho)**

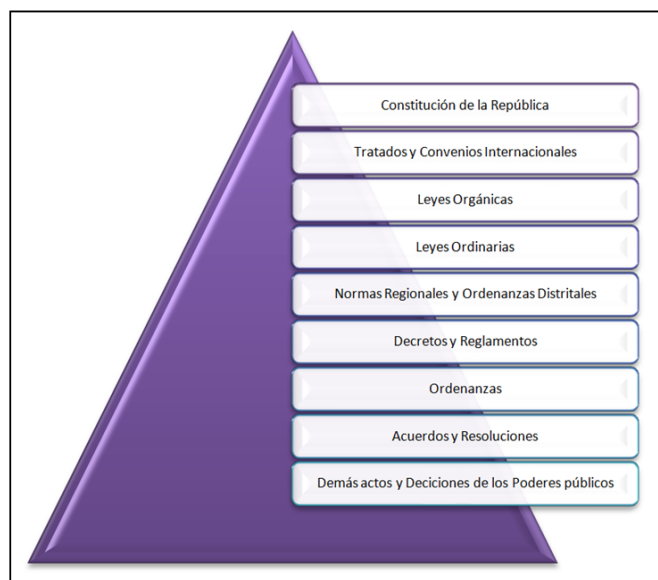
**En carreteras:** Una de las aplicaciones de los NFU es en la red vial, debido a su composición el polvo de caucho sustituye o complementa a los productos elastoméricos utilizados en el pavimento. Se pueden utilizar grandes volúmenes en cada obra y dado que la construcción de carreteras se da en todo el territorio nacional, no se necesita transportarlo a grandes distancias (Cano et. al, 2008, pág. 27).



## 2.3 MARCO LEGAL

El Marco de Referencia Legal se estructura mediante un conjunto de Leyes, Reglamentos, Decretos, Acuerdos Ministeriales y otro tipo de legislación complementaria. La Constitución del Ecuador garantiza la protección de los recursos naturales y la prevención de la contaminación.

### Ilustración No. 6: Jerarquía Normativa



**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

A continuación se presenta la normativa ambiental relacionada con la gestión de residuos, dado el caso para los NFU.

### 2.3.1 Constitución Política de la República del Ecuador

Constitución de la República del Ecuador fue publicada en el Registro Oficial No.449 del 20 de octubre de 2008.

La Constitución de la República del Ecuador se encuentra en el tope de la jerarquía, por lo tanto es el máximo cuerpo legal sobre el cual se debe cumplir. Por otro lado, este cuerpo legal



determina varios artículos sobre la protección de la naturaleza por parte del Estado y de la sociedad civil.

**Art. 14** Sección Segunda indica que:

“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”.

**Art. 66** Se indica que se garantizará a las personas:

“27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.”

**Art. 73.** Inciso Primero indica que: El Estado aplicara medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

**Art. 83.** Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y en la Ley:

“6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.”

**Art. 395.** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.



### 2.3.2 Ordenanza Metropolitana No. 332

**Art. 2.** Establece los fines del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se resaltan los siguientes literales:

Literal b: *“Desarrollar y garantizar el sistema integral de gestión de los residuos sólidos, desde la prevención en su generación hasta la disposición final”*,

Literal c: *“Prevenir y evitar los posibles riesgos y el peligro que puedan causar los residuos o su manejo a la salud de operadores, gestores y población en general, y al ambiente”*,

Literal d: *“Reducir la generación de residuos sólidos desde la fuente de generación”*,

Literal e: *“Fomentar la organización social, consciente de su responsabilidad en el ciclo de residuos sólidos, mediante el aprovechamiento de los mismos, su reutilización y reciclaje, generando economías de escala”*,

Literal f: *“Minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el medio ambiente, ocasionado desde la generación hasta la eliminación de los residuos sólidos”*,

Literal h: *“Promover el uso de tecnologías ambientalmente limpias y económicamente sustentables”*,

Literal i: *“Procurar la utilización de métodos de disposición final que permitan aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y su posterior eliminación”*,

Literal n: *“Establecer los licenciamientos, mecanismos e instrumentos principales para sustentar programas metropolitanos que promuevan buenas prácticas de producción, manejo y separación, comercio, reconversión y reciclaje, consumo, eliminación y disposición de los residuos en el territorio del Distrito Metropolitano de Quito”*.



En la Ordenanza de Gestión Integral de Residuos Sólidos se menciona el termino llantas dentro de la definición de escombros como: *“Escombros y otros: Son los que se generan por producto de construcciones, demoliciones y obras civiles; tierra de excavación, arenas y similares, madera, materiales ferrosos y vidrio; chatarra de todo tipo que no provenga de las industrias, llantas de automóviles, ceniza producto de erupciones volcánicas, material generado por deslaves u otros fenómenos naturales”*.

Sin especificar la disposición final de llantas usadas; sin embargo, son enviadas a las escombreras.

### **2.3.3 Ordenanza Municipal No. 213**

Señala sobre los gestores de residuos:

Art. I1.381.8.- DE LOS GESTORES AMBIENTALES.- La Municipalidad de Quito podrá delegar a personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que para el efecto se denominan gestores, el manejo, gestión, recolección, transporte y disposición final de residuos, sin que esto le signifique egreso económico alguno.

La Norma Técnica de la Ordenanza N°213 establece las características de un residuo para ser considerado como peligroso: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico infeccioso. Las llantas no presentan ninguna de estas características, por lo que no son consideradas residuos peligrosos.

### **2.3.4 Acuerdo Ministerial No. 020 Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados.**

**Art. 1.** El presente instructivo tiene por objeto establecer los requisitos, procedimientos y especificaciones ambientales para la elaboración, aplicación y control del Plan de Gestión





Integral de los Neumáticos Usados, a fin de fomentar la reducción, reutilización, reciclaje y otras formas de valorización, con la finalidad de proteger el ambiente.

### **2.3.5 Acuerdo Ministerial No. 142**

Los neumáticos usados son considerados desechos especiales según el Acuerdo Ministerial No. 142 de 11 de octubre de 2012, publicado en el registro oficial No. 856 de 21 de diciembre de 2012. En el Anexo C.- Listado nacional de Desechos Especiales. Cód. ES-04. Neumáticos usados o partes de los mismos.

### **2.3.6 Acuerdo Ministerial No. 161**

El Ministerio del Ambiente (MAE) remitió el Acuerdo Ministerial N°161 publicado en el registro oficial No. 631 del 01 de febrero de 2012 que contiene el “Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales”; en el que indica lo siguiente:

Art. 165. Se define a los residuos especiales: Aquellos, que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o a la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reuso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos municipales.

De acuerdo con esta definición, las llantas usadas, pueden ser consideradas desechos especiales y están consideradas en el listado nacional de desechos especiales (con código ES-04) del Acuerdo Ministerial No. 142



### 2.3.7 Norma Técnica Ecuatoriana INEN No. 2096:2012

Neumáticos. Definición y Clasificación.

### 2.3.8 Disposición Final de los NFU

Las escombreras municipales autorizadas en el DMQ son las siguientes:

**Tabla No. 10 Escombreras Municipales**

Sector	Ubicación	Volumen
Sur	San Martín	100.000 m <sup>3</sup>
Tumbaco	Sector Alcantarilla, ubicado en la Vía Interoceánica	100.000 m <sup>3</sup>

Fuente: EPMMOP, 20013

Cabe mencionar, que las escombreras municipales autorizadas y los rellenos sanitarios no permiten el desecho de este residuo. Pero debido a la inexistencia de un lugar de disposición final para los NFU, se los envía a las escombreras.



## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

El nivel de estudio para la ejecución del trabajo de fin de carrera fue exploratorio y se lo realizó mediante una revisión bibliográfica profunda de conceptos, trabajos relacionados a los temas y a la investigación de campo; de este modo se eligió la planta recicladora de neumáticos que más se ajusto a la realidad del lugar donde será instalada. Por lo tanto, la modalidad de investigación del presente proyecto es documental y de desarrollo.

Es documental debido a que se recopiló la información concerniente al tema de investigación en base a la experiencia de otros países quienes han implementado una planta recicladora de neumáticos y es un proyecto de desarrollo, ya que con la implementación de una planta recicladora de neumáticos se logrará disminuir la cantidad de NFU, realizando un correcto tratamiento de este residuo y minimizando la contaminación ambiental.

Una vez analizada y recopilada la información primaria y secundaria concerniente en el desarrollo del tema, se especificó la metodología a seguir para la implementación de una planta recicladora de neumáticos. De esta manera, se estableció la cantidad del parque automotor del DMQ hasta el año 2012 e individualmente para los años 2010, 2011 y 2012; se determinó el número de NFU existentes; el grado de contaminación generado por los neumáticos en relación al tiempo de saturación de las escombreras municipales autorizadas y el análisis de la viabilidad técnica y económica de una planta recicladora de neumáticos. Para la elección de la planta recicladora se realizó el análisis de cuatro alternativas basándose en las características, capacidad de producción y costo de la maquinaria.



### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1.1 Ubicación

**Ilustración No. 7 Ubicación Distrito Metropolitano de Quito**



Fuente: Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2013.

Superficie	4,183 km <sup>2</sup>
Ubicación	Centro Norte de la Provincia de Pichincha
Altitud	2,850 m.s.n.m
Población	2'239,191 habitantes (INEC censo población y vivienda, 2010)
Límites	Norte: Provincia de Imbabura. Sur: Cantones Rumiñahui y Mejía. Este: Cantones Pedro Moncayo, Cayambe y Provincia del Napo. Oeste: Cantones Pedro Vicente Maldonado, Los Bancos y Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.



Parroquias Alangasí, Amaguaña, Atahualpa, Calacalí, Calderón, Conocoto, Cumbayá, Chavezpamba, Checa, Guayllabamba, Gualea, Guangopolo, El Quinche, La Merced, Llano Chico, Llano Grande, Lloa, Nanegal, Nanegalito, Nayón, Nono, Pacto, Perucho, Pomasqui, Píntag, Puéllaro, Puembo, San José de Minas, Tumbaco, Tababela, Yaruquí y Zámiza.

Fuente: Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2013.

### 3.1.2 Población

La población del DMQ en conformidad con el Censo de Población y Vivienda del año 2010 es de 1'619.146 habitantes; 1'607.734 habitantes se concentra en las áreas urbanas y cerca de 11.412 habitantes en las áreas rurales.

El número de habitantes por sexo en el DMQ tiene una mayor representación de las mujeres con 835.530 correspondiente al 51,60% del total y de hombres con 783.616 correspondiente al 48,40% del total.

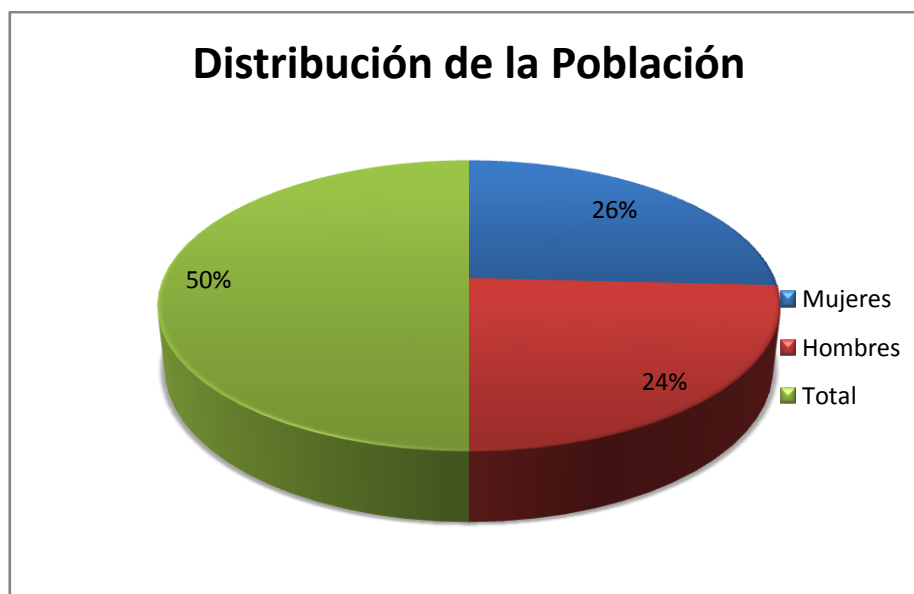
**Tabla No. 11 Población del DMQ**

Población		Porcentaje
Mujeres	835.530	51,60%
Hombres	783.616	48,40%
Total	1'619.146	100%

Fuente: INEC, 2010



**Ilustración No. 8 Distribución de la Población del DMQ**



Fuente: INEC, 2010

En base a la información censal del año 2010, realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la población del DMQ representa el 72, 31% del total del Cantón Quito, con una tasa de crecimiento anual del 1,51%.

### 3.1.3 Administración Zonal

El DMQ creado el 27 de octubre de 1993. (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2013). El DMQ se divide en ocho administraciones zonales, las cuales contienen 32 parroquias urbanas y 33 parroquias rurales y suburbanas. Las funciones de las Administraciones Zonales son el descentralizar los organismos institucionales, así como también mejorar el sistema de gestión participativa (MDMQ, 2013).

**Tabla No. 12 Administración Zonal General**

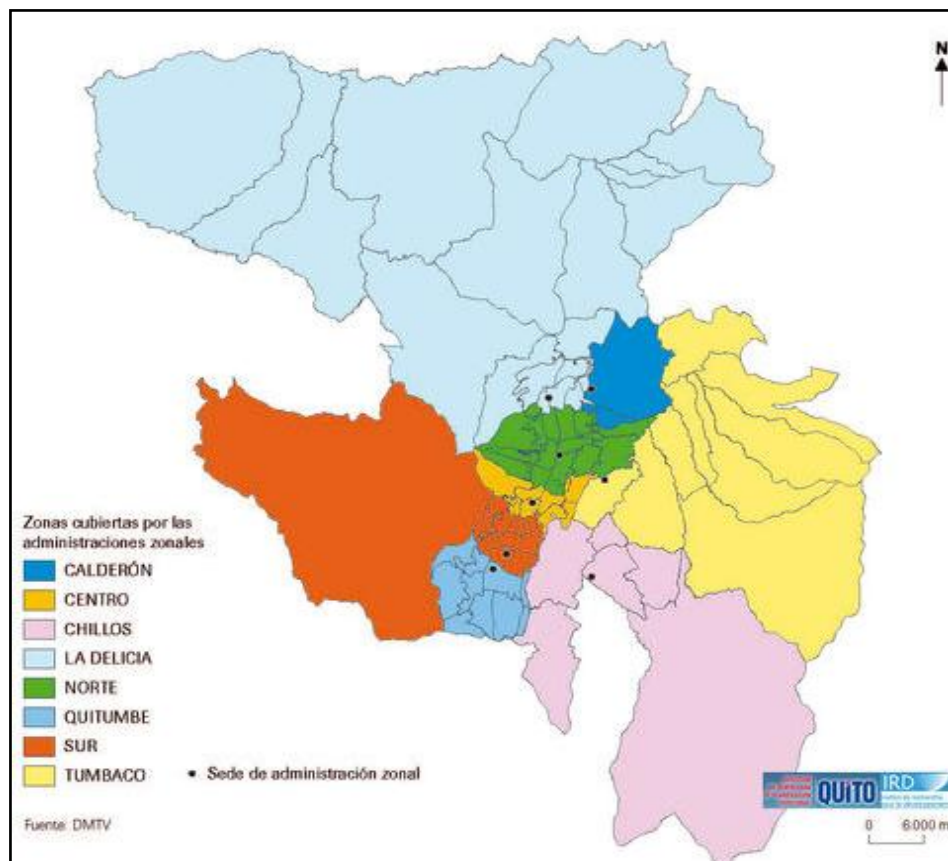
Número	Administración
1	Calderón
2	Eloy Alfaro
3	Eugenio Espejo



Número	Administración
4	La Delicia
5	Los Chillos
6	Manuela Sáenz
7	Quitumbe
8	Tumbaco

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Ilustración No. 9 Mapa Administraciones Zonales



Fuente: Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2013.

### 3.1.4 División Parroquial

Tabla No. 13 Territorio del Distrito Metropolitano de Quito

No.	Parroquias	Zonas	No.	Parroquias	Zonas
1	Nanegal	Noroccidental	34	Itchimbia	Manuela Saenz
2	Pacto	Noroccidental	35	San Juan	Manuela Saenz



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

No.	Parroquias	Zonas	No.	Parroquias	Zonas
3	Nanegalito	Noroccidental	36	La Libertad	Manuela Saenz
4	Gualea	Noroccidental	37	Tumbaco	Tumbaco
5	Puellaro	Norcentral	38	Cumbaya	Tumbaco
6	Chavezpamba	Norcentral	39	Pifo	Aeropuerto
7	Atahualpa	Norcentral	40	Guayllabamba	Aeropuerto
8	S. Jose de Minas	Norcentral	41	Yaruqui	Aeropuerto
9	Perucho	Norcentral	42	El Quinche	Aeropuerto
10	El Condado	La Delicia	43	Puembo	Aeropuerto
11	Ponceano	La Delicia	44	Checa	Aeropuerto
12	San Antonio	La Delicia	45	Tababela	Aeropuerto
13	Nono	La Delicia	46	Chilibulo	Eloy Alfaro
14	Cotocollao	La Delicia	47	San Bartolo	Eloy Alfaro
15	Pomasqui	La Delicia	48	Chimbacalle	Eloy Alfaro
16	Calacali	La Delicia	49	La Argelia	Eloy Alfaro
17	Comité del Pueblo	La Delicia	50	Solanda	Eloy Alfaro
18	Carcelén	La Delicia	51	Lloa	Eloy Alfaro
19	Calderón	Calderón	52	La Ferroviaria	Eloy Alfaro
20	Llano Chico	Calderón	53	La Mena	Eloy Alfaro
21	Concepción	Eugenio Espejo	54	La Magdalena	Eloy Alfaro
22	Mariscal Sucre	Eugenio Espejo	55	Chillo Gallo	Quitumbe
23	Belisario	Eugenio Espejo	56	Guamani	Quitumbe
24	S. Isidro del Inca	Eugenio Espejo	57	Quitumbe	Quitumbe
25	Rumipamba	Eugenio Espejo	58	Turubamba	Quitumbe
26	Kennedy	Eugenio Espejo	59	La Ecuatoriana	Quitumbe
27	Nayon	Eugenio Espejo	60	Conocoto	Los Chillos
28	Iñaquito	Eugenio Espejo	61	Pintag	Los Chillos
29	Cochapamba	Eugenio Espejo	62	Amaguaña	Los Chillos
30	Jipijapa	Eugenio Espejo	63	Alangasi	Los Chillos
31	Zambiza	Eugenio Espejo	64	Guangopolo	Los Chillos



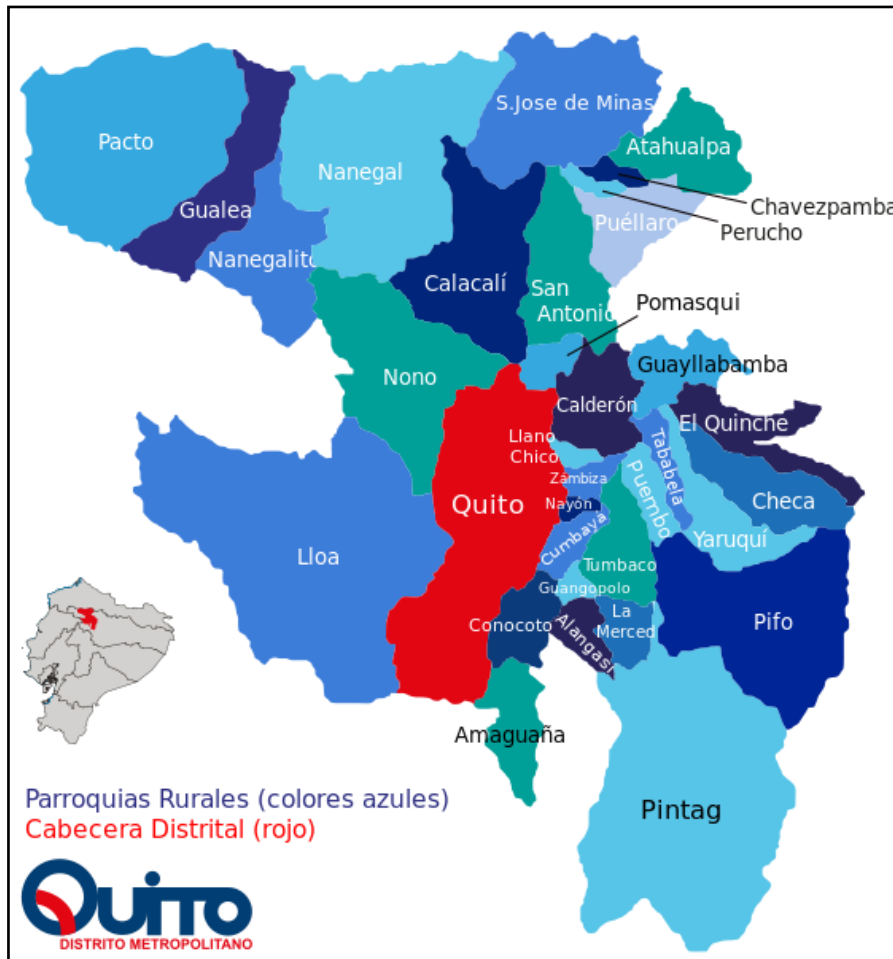


VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

No.	Parroquias	Zonas	No.	Parroquias	Zonas
32	Puengasi	Manuela Sáenz	65	La Merced	Los Chillos
33	Centro Histórico	Manuela Sáenz			

Fuente: [www.quito.gob.ec](http://www.quito.gob.ec)

**Ilustración No. 10 División Parroquial del DMQ**



Fuente: Municipio de Quito, 2013



## CAPÍTULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS

### 4.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS

#### 4.1.1 Estimación del Parque Automotor y la Producción de Neumáticos Fuera de Uso que se generan en el Distrito Metropolitano de Quito

La estimación del parque automotor se realiza en base a la información proporcionada por la Secretaria de Movilidad correspondiente a las estadísticas de la revisión vehicular por tipología de automotor (Ver Anexo No.2 Información Secretaría de Movilidad). La misma con la que se determinará el número de vehículos en el DMQ hasta el año 2012 y el parque automotor de los años 2010, 2011 y 2012 respectivamente, se clasificó la información según el tipo y servicio que presta el vehículo conforme a lo establecido en la norma INEN 2096, como se detalla a continuación:

**Tabla No. 14 Clasificación de Información**

<b>Tipo</b>	<b>Servicio</b>
I	Motocicletas
II	Vehículos de pasajeros. Vehículos excepto de pasajeros: <ul style="list-style-type: none"><li>• Automóviles de turismo</li><li>• Camioneta</li><li>• Camperos</li><li>• Camiones livianos (Light Truck, LT)</li></ul>
III	Vehículos de actividades comerciales (CVT), de transporte y carga.

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

A continuación se presenta la información otorgada por la Secretaria de movilidad que fue la base para la determinación del Parque Automotor en el DMQ. De esta manera se presentan las siguientes tablas: la primera cuenta con la información del Parque Automotor hasta el año



2012 y las tablas siguientes con la información del parque automotor para los años 2010, 2011 y 2012 respectivamente.

**Tabla No. 15 Parque Automotor hasta el Año 2012**

<b>Tipo</b>	<b>Número de Vehículos</b>
Livianos Regulares	325821
Motos	21582
Taxis	15524
Bus Público	3948
Bus Particular	950
Turismo	147
Carga	19971
Escolares	2685
Furgonetas	8103
<b>TOTAL</b>	<b>398.731</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 16 Parque Automotor Año 2010**

<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Número de Vehículos</b>
2010	Livianos Regulares	28293
	Motos	3765
	Taxis	510
	Bus Público	150
	Bus Particular	100
	Turismo	6
	Carga	2683
	Escolares	29
	Furgonetas	356
	<b>TOTAL</b>	<b>35.892</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 17 Parque Automotor Año 2011**

<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Número de Vehículos</b>
2011	Livianos Regulares	33659
	Motos	7851



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Año	Tipo	Número de Vehículos
	Taxis	183
	Bus Público	123
	Bus Particular	124
	Turismo	99
	Carga	2512
	Escolares	34
	Furgonetas	1587
	<b>TOTAL</b>	<b>46.172</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 18 Parque Automotor Año 2012**

Año	Tipo	Número de Vehículos
2012	Livianos Regulares	10695
	Motos	1794
	Taxis	3602
	Bus Público	164
	Bus Particular	184
	Turismo	12
	Carga	1831
	Escolares	8
	Furgonetas	2265
	<b>TOTAL</b>	<b>20.555</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



## 4.2 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.2.1 Estimación del parque automotor en el DMQ

Se debe diferenciar los vehículos de tipo I como livianos, tipo II como medianos y a los de tipo III como pesados según lo indicado en la Tabla No. 14. A continuación se presentan los datos:

**Tabla No. 19 Número de vehículos hasta el año 2012**

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos
<b>Livianos</b>	
Motocicleta	21582
<b>Medianos</b>	
Livianos Regulares	325821
Taxis	15524
Escolares	2685
Furgonetas	8103
Subtotal	373.715
<b>Pesados</b>	
Bus Público	3948
Bus Particular	950
Turismo	147
Carga	19971
Subtotal	25.016
<b>TOTAL</b>	<b>398.731</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

**Tabla No. 20 Número de vehículos año 2010**

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos
<b>Livianos</b>	
Motocicleta	3765
<b>Medianos</b>	
Livianos Regulares	28293
Taxis	510
Escolares	29



Tipo de Vehículo	Número de Vehículos
Furgonetas	356
Subtotal	32953
<b>Pesados</b>	
Bus Público	150
Bus Particular	100
Turismo	6
Carga	2683
Subtotal	2939
<b>TOTAL</b>	<b>35.892</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

**Tabla No. 21 Número de vehículos año 2011**

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos
<b>Livianos</b>	
Motocicleta	7851
<b>Medianos</b>	
Livianos Regulares	33659
Taxis	183
Escolares	34
Furgonetas	1587
Subtotal	43314
<b>Pesados</b>	
Bus Público	123
Bus Particular	124
Turismo	99
Carga	2512
Subtotal	2873
<b>TOTAL</b>	<b>46.172</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

**Tabla No. 22 Número de vehículos año 2012**

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos
<b>Livianos</b>	
Motocicleta	1794



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos
<b>Medianos</b>	
Livianos Regulares	10695
Taxis	3602
Escolares	8
Furgonetas	2265
Subtotal	18364
<b>Pesados</b>	
Bus Público	164
Bus Particular	184
Turismo	12
Carga	1831
Subtotal	2191
<b>TOTAL</b>	<b>20.555</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

Para los años 2010, 2011 y 2012 se obtuvo un resultado final del parque automotor de:

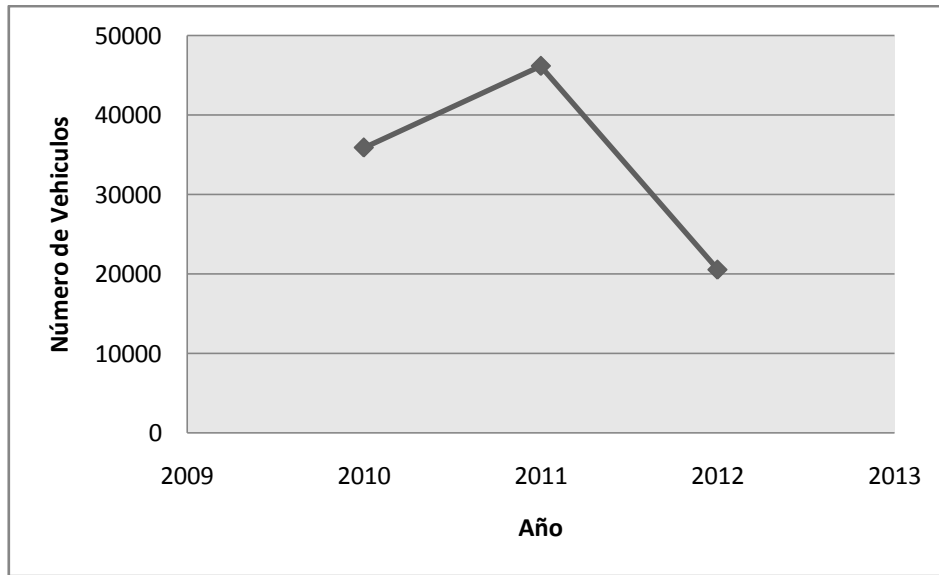
**Tabla No. 23 Resultado Parque Automotor**

Año	Número de Vehículos
2010	35892
2011	46172
2012	20555
<b>Total</b>	<b>102.619</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



**Diagrama No. 4 Tasa de Crecimiento Parque Automotor**



**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**





#### 4.2.2 Estimación del número de neumáticos generados

Para la realización de la estimación del número de neumáticos generados en el DMQ se determina la frecuencia de cambio de neumáticos para motocicletas, vehículos livianos, taxis, escolares, furgonetas, buses públicos, buses privados, vehículos de turismo y carga; en base a entrevistas realizadas a los propietarios de los vehículos y distribuidores de neumáticos (Ver Anexo No. 3. Entrevistas).

##### 4.2.2.1 Cálculo Frecuencia de cambio

- Realizar diez entrevistas por cada tipo de vehículo.
- Calcular el promedio de frecuencia de cambio de neumáticos en base a la siguiente ecuación.

$$\text{Frecuencia de Cambio Promedio} = \frac{e1 + e2 + \dots + e10}{n}$$

Donde:

e = Valor de la entrevista (meses)

n = Número total de entrevistas

- Esta fórmula se aplica para determinar la frecuencia promedio de cambio de los vehículos livianos, taxis, motos, escolares-furgonetas, buses, turismo y carga respectivamente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 24 Frecuencia**

Tipo de Vehículo	Frecuencia de cambio Promedio (meses)
<b>Livianos</b>	
Motocicleta	28,2
<b>Medianos</b>	
Livianos Regulares	21,6
Taxis	15



Tipo de Vehículo	Frecuencia de cambio Promedio (meses)
Escolares y furgonetas	10,4
<b>Pesados</b>	
Bus Público y Particular	7,2
Turismo	10,4
Carga	7,2

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

#### 4.2.2.2 Cálculo Tasa de cambio

- Una vez obtenida la frecuencia de cambio promedio de cada tipo de vehículo, se calcula la tasa de cambio anual de los neumáticos en base a la siguiente ecuación:

$$Tasa\ de\ cambio\ por\ año = \frac{Frecuencia\ de\ cambio\ promedio}{12}$$

La tasa de cambio se la calcula para vehículos livianos, taxis, motos, escolares-furgonetas, buses, turismo y carga respectivamente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 25 Tasa de Cambio**

Tipo de Vehículo	Tasa de cambio
<b>Livianos</b>	
Motocicleta	0,43
<b>Medianos</b>	
Livianos Regulares	0,56
Taxis	0,80
Escolares y furgonetas	1,15
<b>Pesados</b>	
Bus Público y Particular	1,67
Turismo	1,15
Carga	1,67

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013



#### 4.2.2.3 Cálculo número de NFU

- El cálculo del numero de NFU por tipo de vehículo, se lo realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$NFU = No. vehiculos * No. neumaticos * tasa de cambio$$

El cálculo del No. de NFU se lo realiza para vehículos livianos, taxis, motos, escolares-furgonetas, buses, turismo y carga respectivamente.

Con los valores obtenidos en la Tabla No. 25 Tasa de Cambio de neumáticos y las Tabla No. 19. Se calculo el número de NFU que se generaron hasta el año 2012. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 26 Total neumáticos hasta el año 2012**

Tipo de Vehículo	No. de Vehículos	No. de neumáticos	Total de neumáticos en uso	Tasa de cambio	NFU
<b>Livianos</b>					
Motocicleta	21582	2	43164	0,43	18561
<b>Medianos</b>					
Livianos Regulares	325821	4	1303284	0,56	729839
Taxis	15524	4	62096	0,8	49677
Escolares y furgonetas	10788	4	43152	1,15	49625
Subtotal					847.701
<b>Pesados</b>					
Bus Público y Particular	4898	6	29388	1,67	2505
Turismo	147	4	588	1,15	28
Carga	19971	6	119826	1,67	26884
Subtotal					29.417
Total					877.118

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



Con los valores obtenidos en la Tabla No. 25 Tasa de Cambio de neumáticos y las Tablas No. 20, 21 y 22. Se calculo el número de NFU que se generaron en los años 2010, 2011 y 2012 respectivamente. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 27 Total neumáticos año 2010**

Tipo de Vehículo	No. de Vehículos	No. de neumáticos	Total de neumáticos en uso	Tasa de cambio	NFU/año
<b>Livianos</b>					
Motocicleta	3765	2	7530	0,43	3238
<b>Medianos</b>					
Livianos Regulares	28293	4	113172	0,56	63376
Taxis	510	4	2040	0,8	1632
Escolares y furgonetas	385	4	1540	1,15	1771
Subtotal	70.017				
<b>Pesados</b>					
Bus Público y Particular	250	6	1500	1,67	2505
Turismo	6	4	24	1,15	28
Carga	2683	6	16098	1,67	26884
Subtotal	29.416				
Total	99.433				

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 28 Total neumáticos año 2011**

Tipo de Vehículo	No. de Vehículos	No. de neumáticos	Total de neumáticos en uso	Tasa de cambio	NFU/año
<b>Livianos</b>					
Motocicleta	7851	2	15702	0,43	6752
<b>Medianos</b>					
Livianos Regulares	33659	4	134636	0,56	75396



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Tipo de Vehículo	No. de Vehículos	No. de neumáticos	Total de neumáticos en uso	Tasa de cambio	NFU/año
Taxis	183	4	732	0,8	586
Escolares furgonetas y	1621	4	6484	1,15	7457
Subtotal	90.190				
<b>Pesados</b>					
Bus Público y Particular	247	6	1482	1,67	2475
Turismo	99	4	396	1,15	455
Carga	2512	6	15072	1,67	25170
Subtotal	28.101				
Total	118.291				

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 29 Total neumáticos año 2012

Tipo de Vehículo	No. de Vehículos	No. de neumáticos	Total de neumáticos en uso	Tasa de cambio	NFU/año
<b>Livianos</b>					
Motocicleta	1794	2	3588	0,43	1543
<b>Medianos</b>					
Livianos Regulares	10695	4	42780	0,56	23957
Taxis	3602	4	14408	0,8	11526
Escolares furgonetas y	2273	4	9092	1,15	10456
Subtotal	47.482				
<b>Pesados</b>					
Bus Público y Particular	348	6	2088	1,67	3487
Turismo	12	4	48	1,15	55
Carga	1831	6	10986	1,67	18347
Subtotal	21.889				
Total	69.371				

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

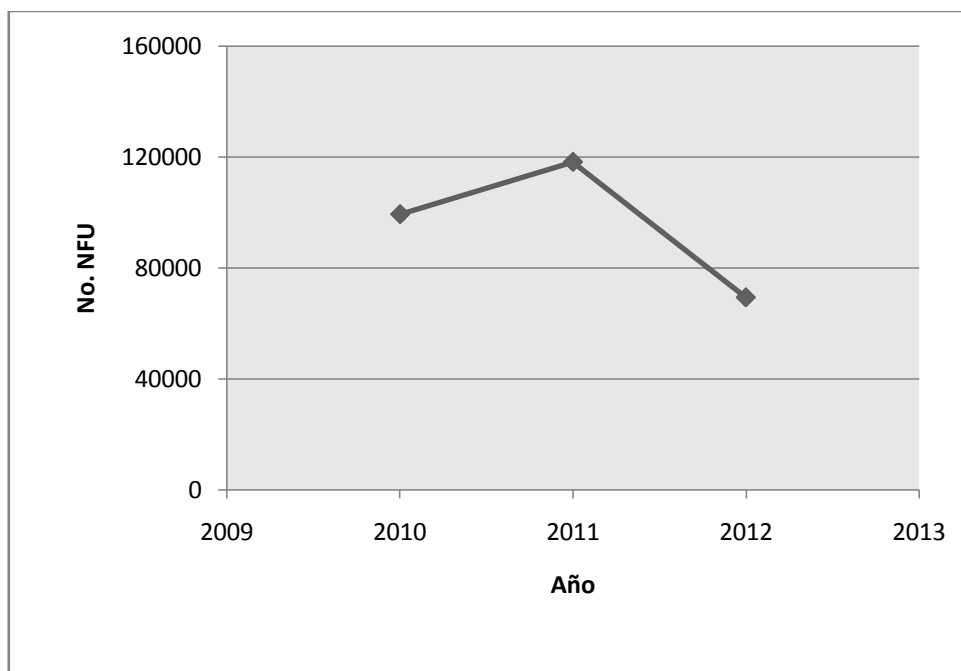


**Tabla No. 30 Total NFU**

<b>Año</b>	<b>Número de NFU</b>
2010	99.433
2011	118.291
2012	69.371
<b>Total</b>	<b>287.095</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Diagrama No. 5 Tasa de Crecimiento del Número de NFU**



**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



### 4.2.3 Determinación de la contaminación paisajística generada por el desecho de los neumáticos fuera de uso.

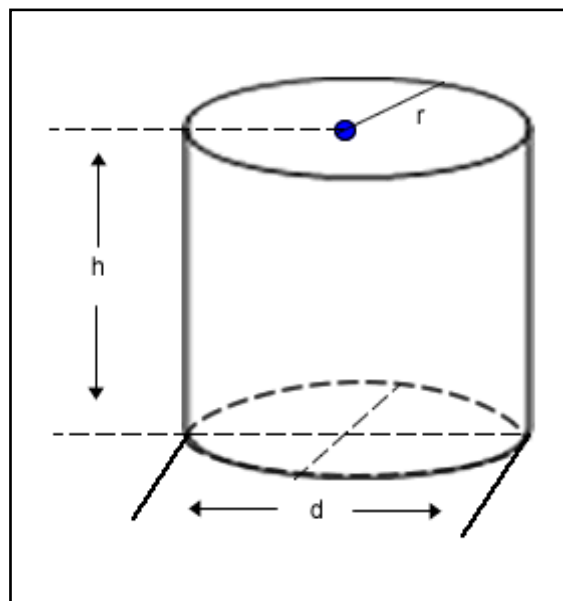
Para la determinación de la contaminación paisajística se tomó en cuenta la información obtenida en las Tabla No. 27, 28 y 29 Total de NFU en los años 2010, 2011 y 2012, de esta manera se estimó el espacio en volumen que ocupan los NFU en las escombreras municipales autorizadas y el tiempo aproximado de saturación del mismo.

#### 4.2.3.1 Cálculo del volumen NFU

- Tomar las dimensiones de ancho y el diámetro de un neumático para vehículos livianos, medianos y pesados.
- Calcular el volumen un neumático aplicando la siguiente ecuación para determinar el volumen de un cilindro:

$$V = \pi * \frac{d^2}{4} * h ; |m^3|$$

**Ilustración No. 11 Representación cilindro**



Fuente: Solomatemáticas, 2013



Donde:

$\pi$  = Constante matemática cuyo valor es igual a 3,1415

d = Diámetro del neumático

h = Ancho del neumático

$m^3$  = Unidad de volumen

El cálculo del volumen se lo realiza para vehículos livianos, medianos y pesados respectivamente.

Se ha considerado la figura de un cilindro debido a que los neumáticos por su composición y forma son difíciles de comprimir, y el espacio existente en su interior no es representativo en el cálculo del volumen que estos ocupan. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 31 Dimensiones Neumático**

	Liviano	Mediano	Pesado
Ancho (m)	0,16	0,24	0,40
Diámetro (m)	0,52	0,60	1,00
Volumen ( $m^3$ )	<b>0,03</b>	<b>0,07</b>	<b>0,31</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

#### 4.2.3.2 Cálculo del espacio que ocupan los NFU

Para el cálculo del espacio (en volumen) que ocupan los NFU se utiliza los resultados obtenidos en las Tablas No. 26, 27 y 28.

- El cálculo del volumen de los NFU por tipo de vehículo, se lo realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$V_T = No. de NFU * V ; |m^3|$$

Donde:

$V_T$  = Volumen total de NFU





No. de NFU = Numero de NFU

V = Volumen de un neumático. Este valor es tomado de la Tabla No. 31 y se aplicó según corresponda el caso.

m<sup>3</sup> = Unidad de volumen

El cálculo del volumen se lo realiza para vehículos livianos, medianos y pesados respectivamente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 32 Volumen de NFU año 2010**

Tipo de Vehículo	NFU/año	Volumen (m <sup>3</sup> /u)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	3238	0,03	97,14
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	63376	0,07	4436,32
Taxis	1632	0,07	114,24
Escolares y furgonetas	1771	0,07	123,97
Subtotal	70.017		4771,67
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	2505	0,31	776,55
Turismo	28	0,31	8,68
Carga	26884	0,31	8334,04
Subtotal	29.417		9119,27
<b>Total</b>	<b>99.434</b>		<b>13.890,94</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

**Tabla No. 33 Volumen de NFU año 2011**

Tipo de Vehículo	NFU/año	Volumen (m <sup>3</sup> /u)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	6752	0,03	202,56
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	75396	0,07	5277,72



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Tipo de Vehículo	NFU/año	Volumen (m <sup>3</sup> /u)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Taxis	586	0,07	41,02
Escolares y furgonetas	7457	0,07	521,99
<b>Subtotal</b>	<b>90.191</b>		<b>6043,29</b>
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	2475	0,31	767,25
Turismo	455	0,31	141,05
Carga	25170	0,31	7802,7
<b>Subtotal</b>	<b>28.100</b>		<b>8711</b>
<b>Total</b>	<b>118.291</b>		<b>14.754,29</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 34 Volumen de NFU año 2012

Tipo de Vehículo	NFU/año	Volumen (m <sup>3</sup> /u)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	1543	0,03	46,29
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	23957	0,07	1676,99
Taxis	11526	0,07	806,82
Escolares y furgonetas	10456	0,07	731,92
<b>Subtotal</b>	<b>47.482</b>		<b>3262,02</b>
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	3487	0,31	1080,97
Turismo	55	0,31	17,05
Carga	18347	0,31	5687,57
<b>Subtotal</b>	<b>21.889</b>		<b>6785,59</b>
<b>Total</b>	<b>69.371</b>		<b>10.047,61</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 35 Volumen de NFU

Año	Volumen de NFU (m <sup>3</sup> )
2010	13.890,94



Año	Volumen de NFU (m <sup>3</sup> )
2011	14.754,29
2012	10.047,61
<b>Total</b>	<b>38.692,84</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

#### 4.2.3.3 Cálculo tiempo de saturación

Para estimar el tiempo de saturación de las escombreras se realiza una relación con los resultados obtenidos en la Tabla No. 35 Volumen de NFU generados en tres años en el DMQ y se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de Saturación} = \frac{38.692,84m^3}{3 \text{ años}} * 100.000m^3$$

Donde:

100.000 m<sup>3</sup> es la capacidad de la escombrera.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 36 Tiempo de saturación**

Sector	Ubicación	Capacidad	Tiempo de Saturación (años)
Sur	San Martín	100.000 m <sup>3</sup>	7,75
Tumbaco	Sector Alcantarilla, ubicado en la Vía Interoceánica	100.000 m <sup>3</sup>	7,75

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



#### **4.2.4 Análisis de la viabilidad técnica-económica de un planta recicladora de neumáticos**

La Propuesta No. 1 es la más viable para la implementación de una planta recicladora de neumáticos en el DMQ, debido a su bajo costo y la capacidad de producción de una tonelada por hora. La capacidad de la máquina elegida es importante, ya que se debe considerar que la cantidad de productos finales obtenidos en el proceso de reciclaje, puedan ser comercializados en el mercado nacional.

**Empresa:** Eco Green Equipment

**Origen:** Estados Unidos

**Capacidad del Sistema:** 1000 kg/h

**Sistema:** Eléctrico

**Costo:** US\$ 830.000,00

##### **4.2.4.1 Viabilidad Técnica (DMQ)**

###### **4.2.4.1.1 Cálculo del peso de los NFU**

- Realizar el cálculo del peso en kilogramos (kg) de los NFU en el DMQ hasta el año 2012, para lo cual se utiliza los resultados de la Tabla No. 26.
- Realizar el cálculo del peso en kilogramos (kg) de los NFU en el DMQ para los años 2010, 2011 y 2012 respectivamente, para lo cual se utiliza los resultados de las Tablas No. 27, 28 y 29.
- Para el cálculo del peso de los NFU se utiliza la siguiente ecuación.

$$P_T = \text{No. de NFU} * P ; |kg|$$

Donde:

$P_T =$       Peso Total de los NFU



No. de NFU = Numero de NFU

P = Peso de un neumático. Este valor es tomado de la Tabla No. 2 y se aplicará según corresponda el caso.

Kg = Unidad de masa

El cálculo del peso se lo realiza para vehículos livianos, medianos y pesados respectivamente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 37 Cantidad de NFU hasta el año 2012**

Tipo de Vehículo	NFU	Peso (unid.)	Peso Total (kg)
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	18561	10	185605,2
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	729839	10	7298390,4
Taxis	49677	10	496768
Escolares y furgonetas	1771	20	35420
Subtotal	847.701		8016183,6
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	2505	30	75150
Turismo	28	30	840
Carga	26884	30	806520
Subtotal	29.417		882510
<b>Total</b>	<b>877.118</b>		<b>8'898.693,6</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

**Tabla No. 38 Cantidad de NFU 2010**

Tipo de Vehículo	NFU/año	Peso (unid.)	Peso Total (kg)
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	3238	10	32380



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Tipo de Vehículo	NFU/año	Peso (unid.)	Peso Total (kg)
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	63376	10	633760
Taxis	1632	10	16320
Escolares y furgonetas	1771	20	35420
Subtotal	70.017		717.880
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	2505	30	75150
Turismo	28	30	840
Carga	26884	30	806520
Subtotal	29.417		882510
Total	99.434		1'600.390

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 39 Cantidad de NFU 2011

Tipo de Vehículo	NFU/año	Peso (unid.)	Peso Total (kg)
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	6752	10	67520
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	75396	10	753960
Taxis	586	10	5860
Escolares y furgonetas	7457	20	149140
Subtotal	90.191		976480
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	2475	30	74250
Turismo	455	30	13650
Carga	25170	30	755100
Subtotal	28.100		843000
Total	118.291		1819480

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013



**Tabla No. 40 Cantidad de NFU 2012**

Tipo de Vehículo	NFU/año	Peso (unid.)	Peso Total (kg)
<b>Livianos</b>			
Motocicleta	1543	10	15430
<b>Medianos</b>			
Livianos Regulares	23957	10	239570
Taxis	11526	10	115260
Escolares y furgonetas	10456	20	209120
Subtotal	47.482		579380
<b>Pesados</b>			
Bus Público y Particular	3487	30	104610
Turismo	55	30	1650
Carga	18347	30	550410
Subtotal	21.889		656670
<b>Total</b>	<b>69.371</b>		<b>1236050</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

Una vez obtenidos los resultados del peso de NFU generados en los años 2010, 2011 y 2012; se le suma la cantidad de neumáticos que se generaron en el antiguo Aeropuerto de Quito hasta el año 2012. Dicha información fue otorgada por el Departamento de Gestión de Residuos del Aeropuerto, por la Ing. Gabriela Landázuri. Jefe del Departamento.

**Tabla No. 41 Cantidad Total**

Año	Peso Total NFU
2010	1.600.390,00
2011	1.819.480,00
2012	1.236.050,00
2012 (Aeropuerto UIO.)	268,00
<b>Total (kg)</b>	<b>4.656.188,00</b>
<b>Total (T)</b>	<b>4.656,19</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



#### 4.2.4.1.2 Capacidad de la Planta Recicladora

Para calcular la capacidad operativa de la planta recicladora en jornadas laborales de 8, 16 y 24 horas se realizó la siguiente matriz:

**Matriz No. 1 Capacidad de la Planta**

CAPACIDAD DE PLANTA									
TIPO	Capacidad	Jornada Laboral	Año	Capacidad Operativa	Mercado	Utilización	ACERO	FIBRA	CAUCHO
	kg/h	h	días	anual/T	Quito/T	%	T/año	T/año	T/año
RECICLADORA							25%	5%	70%

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

En la matriz se realiza el cálculo de los siguientes parámetros:

- Capacidad Operativa anual en toneladas de la Planta Recicladora.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$C_o = \frac{C_M * J * D}{1000} ; |T|$$

Donde:

$C_o$  = Capacidad operativa

$C_M$  = Capacidad de la maquinaria

$J$  = Jornada Laboral

$D$  = días laborables del año

1000 = equivalencia de kg a 1 T

- Porcentaje de material reciclado.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\% = \frac{C_o}{M} * 100$$

Donde:

$C_o$  = Capacidad operativa





$M =$  Cantidad de NFU en toneladas disponibles en el DMQ

- Porcentaje del caucho, fibra textil y acero presentes en los NFU procesado por la Planta recicladora. La información de la cantidad en porcentajes fueron otorgados por Eco Green Equipment.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\%A = C_o * 25\% \quad \%F = C_o * 5\% \quad \%C = C_o * 70\%$$

Donde:

$C_o =$  Capacidad operativa

$\%A =$  Porcentaje de acero

$\%F =$  Porcentaje de fibra

$\%C =$  Porcentaje de caucho

Unidades = T/año

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las jornadas laborales de 8h, 16h y 24 h:



**Tabla No. 42 Capacidad Jornada 8h**

CAPACIDAD DE PLANTA									
TIPO	Capacidad	Jornada Laboral	Año	Capacidad Operativa	Mercado	Utilización	ACERO	FIBRA	CAUCHO
	kg/h	h	días	anual/T	Quito/T	%	T/año	T/año	T/año
RECICLADORA	1.000,00	8,00	243,33	1.946,67	8.898,69	22%	486,67	97,33	1.362,67

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 43 Capacidad Jornada 16h**

CAPACIDAD DE PLANTA									
TIPO	Capacidad	Jornada Laboral	Año	Capacidad Operativa	Mercado	Utilización	ACERO	FIBRA	CAUCHO
	kg/h	h	días	anual/T	Quito/T	%	T/año	T/año	T/año
RECICLADORA	1.000,00	16,00	243,33	3.893,33	8.898,69	44%	973,33	194,67	2.725,33

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 44 Capacidad Jornada 24h**

CAPACIDAD DE PLANTA									
TIPO	Capacidad	Jornada Laboral	Año	Capacidad Operativa	Mercado	Utilización	ACERO	FIBRA	CAUCHO
	kg/h	h	días	anual/T	Quito/T	%	T/año	T/año	T/año
RECICLADORA	1.000,00	24,00	243,33	5.840,00	8.898,69	66%	1.460,00	292,00	4.088,00

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



#### 4.2.4.2 Viabilidad Económica

##### 4.2.4.2.1 Datos de Mercado

Se estimó el precio de los componentes de los NFU reciclados, en el mercado a nivel internacional debido a que en el país no se han implementado tecnologías de reciclaje de neumáticos. Por lo tanto, no se tiene una referencia económica del precio del caucho, acero y fibra textil.

**Tabla No. 45 Precio Componentes NFU**

Componentes	Precio (US\$/T)
Acero	699.77
Caucho	900,00
Fibra Textil	50,00

Fuente: Grippo, 2013

A continuación se presenta la matriz de cálculo de los datos de mercado:

**Matriz No. 2 Datos de Mercado**

DATOS DE MERCADO								
Mercado	ACERO	FIBRA	CAUCHO	ACERO	FIBRA	CAUCHO	PVP TOTAL	PVP/T
	T/año	T/año	T/año	\$ pvp	\$ pvp	\$ pvp		
Quito/T	25%	5%	70%	\$ 699,77	\$ 50,00	\$ 900,00		

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

En la matriz se realiza el cálculo de los siguientes parámetros:

- Proporción económica del caucho, fibra textil y acero presentes en los NFU generados en el DMQ.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$A = \%A * pvp \text{ acero} \quad F = \%F * pvp \text{ fibra} \quad C = \%C * pvp \text{ caucho}$$

Donde:

A = Proporción económica de acero



F = Proporción económica de fibra textil

C = Proporción económica de caucho

%A = Porcentaje de acero

%F = Porcentaje de fibra

%C = Porcentaje de caucho

PVP = Precio de venta al público de acero, fibra textil y caucho respectivamente.

Unidades = PVP T/año

- Precio de venta al público total.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$PVP\ Total = A + F + C$$

Donde:

A = Proporción económica de acero

F = Proporción económica de fibra textil

C = Proporción económica de caucho

Unidad = US\$

- Precio de venta al público por Tonelada.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{PVP}{T} = \frac{PVP\ Total}{M}$$

Donde:

M = Mercado. Cantidad de NFU en toneladas disponibles en el DMQ

Unidad = US\$/T

A continuación se presentan los resultados obtenidos:



**Tabla No. 46 Datos de Mercado**

DATOS DE MERCADO								
Mercado	ACERO	FIBRA	CAUCHO	ACERO	FIBRA	CAUCHO	PVP TOTAL	PVP/T
	T/año	T/año	T/año	\$ pvp	\$ pvp	\$ pvp	US\$	US\$
Quito/T	25%	5%	70%	\$ 699,77	\$ 50,00	\$ 900,00		
8.898,69	2.224,67	444,93	6.229,09	1.556.759,71	22.246,73	5.606.176,97	7.185.183,41	807,44

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



#### 4.2.4.2.2 Cálculo de Ventas

Para el cálculo de Ventas se aplica la siguiente ecuación:

$$Ventas = P_m * PVP_T ; |US\$|$$

Donde:

$P_m$ = Producción mensual

$PVP_T$ = Precio de venta al público por tonelada. La información se encuentra en la Tabla No. 46

US\$ = Unidad monetaria

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 47 Ventas**

PVP/T	Jornada Laboral		
	8h	16h	24h
\$ 807,44	\$ 129.190,40	\$ 258.380,80	\$ 387.571,20

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

#### 4.2.4.2.3 Cálculo de Gastos Generales

Se realiza la estimación de los gastos generales de planta recicladora de neumáticos puesta en marcha. Dentro de los que se consideró:

- Cuentas de teléfono, agua, mantenimiento, guardianía y oficina.- Se aproximaron las cantidades basándose en información local. Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$G_G = C_T + C_A + mtto + G + S_0$$

Donde:

$G_G$  = Gastos Generales



$C_T$  = Consumo de teléfono

$C_A$  = Consumo de agua

mtto = Mantenimiento

G = Guardianía

$S_O$  = Suministros de oficina

Unidad = US\$

- Consumo de energía.- La información para determinar el precio de kw-h en el DMQ fue proporcionada por la Empresa Eléctrica Quito, vía telefónica con el servicio al cliente. Para el cálculo del consumo de energía se aplica la siguiente ecuación:

$$E = p * P * c ; \left| \frac{US\$}{mes} \right|$$

Donde:

E = Energía

p = Precio kw-h

P = Potencia maquinaria

c = Consumo de horas al mes

- Desgaste de la maquinaria.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$D_M = \frac{\$}{T} * \frac{T}{mes} ; \left| \frac{\$}{mes} \right|$$

Donde:

$D_M$  = Desgaste de la maquinaria

$\$/T$  = Valor estándar de US\$25

$T/mes$  = Número de toneladas al mes 162,22

A continuación se presentan los resultados obtenidos:



**Tabla No. 48 Generales**

<b>GENERALES (mensual)</b>					
Teléfono	Agua	Mantenimiento	Guardianía	Oficina	Total
\$	\$	\$	\$	\$	\$
\$ 150,00	\$ 50,00	\$ 250	\$ 1.500,00	\$ 500,00	<b>\$ 2.450,00</b>

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 49 Energía**

<b>ENERGÍA</b>			
Precio	Potencia	Consumo	Gasto
\$/kw-h	kw	h/mes	\$/mes
\$ 0,34	400	360	\$ 48.960,00

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 50 Desgaste de Maquinaria**

<b>DESGASTE</b>		
\$/T	T/mes	\$/T-mes
\$ 25,00	121,67	\$ 3.041,67

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

#### 4.2.4.2.4 Cálculo de Gastos de Personal

Se realiza la estimación de los gastos en el personal con el que contaría la planta recicladora de neumáticos, las variables consideradas para el cálculo son las siguientes:

- Cargo
- Cantidad de personal
- Salario
- Décimos
- Afiliación al IESS (12,15%)

A continuación se presentan los resultados obtenidos:





**Tabla No. 51 Gastos Personal**

Gastos de Personal									
Cargo	Cantidad	Salario	Décimo 3ro.	Décimo 4to	IESS	Total (persona/mes)	Total (mes)	Total (persona/año)	Total (año)
					9,35%				
Gerencia General	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 300,00	\$ 187,00	\$ 2.187,00	\$ 2.187,00	\$ 26.487,00	\$ 26.487,00
Gerencia Técnica	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 300,00	\$ 140,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 19.940,25	\$ 19.940,25
Secretaria	1	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 28,05	\$ 328,05	\$ 328,05	\$ 4.228,05	\$ 4.228,05
Estibador	10	\$ 350,00	\$ 350,00	\$ 300,00	\$ 32,73	\$ 382,73	\$ 3.827,25	\$ 4.882,73	\$ 48.827,25
Operador	14	\$ 350,00	\$ 350,00	\$ 300,00	\$ 32,73	\$ 382,73	\$ 5.358,15	\$ 4.882,73	\$ 68.358,15
Bodeguero	3	\$ 350,00	\$ 350,00	\$ 300,00	\$ 32,73	\$ 382,73	\$ 1.148,18	\$ 4.882,73	\$ 14.648,18
Técnico de MTTO	2	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 300,00	\$ 42,08	\$ 492,08	\$ 984,15	\$ 6.192,08	\$ 12.384,15
						<b>\$ 5.795,55</b>		<b>Anual</b>	\$ 194.873,03
								<b>Mensual</b>	\$ 16.239,42

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



#### 4.2.4.2.5 Cálculo de Gastos Transporte

Se realiza la estimación de los gastos por transporte de los NFU a la Planta Recicladora en base a las siguientes variables:

- Volumen de un NFU.- Datos obtenidos en la Tabla No.33. Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\bar{V} = \frac{V_l + V_m + V_p}{3} ; |m^3|$$

Donde:

$\bar{V}$  = Volumen de los neumáticos promedio

$V_l$  = Volumen neumáticos livianos

$V_m$  = Volumen neumáticos medianos

$V_p$  = Volumen neumáticos pesados

$m^3$  = Unidad de volumen

- Volumen del Camión.- Valor estándar  $12m^3$
- Peso de un NFU.- Datos obtenidos en la Tabla No.3. Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\bar{P} = \frac{P_l + P_m + P_p}{3} ; |kg|$$

Donde:

$\bar{P}$  = Peso de los neumáticos promedio

$P_l$  = Peso neumáticos livianos

$P_m$  = Peso neumáticos medianos

$P_p$  = Peso neumáticos pesados

$kg$  = Unidad de masa



- Capacidad de carga.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$K = \frac{\text{Volumen del camion}}{\bar{V}} * \bar{P} ; |kg|$$

Donde:

- K = Capacidad de carga  
 $\bar{P}$  = Peso de los neumáticos promedio  
 $\bar{V}$  = Volumen de los neumáticos promedio  
kg = Unidad de masa

- Costo de transporte por tonelada.- Valor estándar US\$25
- Costo promedio por viaje.- Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Costo por viaje} = \text{Costo por Tonelada} * \frac{K}{1000} ; |US\$|$$

Donde:

- K = Capacidad de carga  
1000 = Equivalencia de kg a tonelada  
US\$ = Unidad monetaria

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Tabla No. 52 Gastos Transporte**

Descripción	Valor	Unidades
Volumen de un neumático	0,14	m3
Volumen de un camión	12	m3
Peso de un neumático	20	kg
Capacidad de carga	1714	kg
Costo promedio por viaje	<b>43</b>	<b>\$</b>
Costo por tonelada	25	\$

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



#### 4.2.4.2.6 Cálculo del Flujo de Caja

En base a la información calculada con anterioridad se realizó el flujo de caja para las jornadas laborales de 8h, 16h y 24h. En el flujo de caja recopila los datos de los gastos, ventas y la utilidad de la planta recicladora de 18 meses. A continuación se describen las variables consideradas en este estudio:

- Producción de la Planta Recicladora.- El cálculo de la producción en toneladas para las jornadas laborales 8h, 16h y 24h se lo determina aplicando la siguiente ecuación:

$$P_m = P_d * \text{días laborales del mes} ; |T|$$

Donde:

$P_m$  = Producción mensual

$P_d$  = Producción diaria

Días laborales del mes = 22 días

$T$  = Toneladas mensuales, unidades de masa

La producción diaria varía en función de la jornada laboral y por lo tanto el resultado de la producción mensual se verá modificada.

Durante los doce primeros meses no se registra un valor debido a que la planta de neumáticos no ha comenzado la producción

Los parámetros considerados en el análisis de gastos son:

- Transporte.- Este valor se da en función de la producción mensual de la planta recicladora. Para el cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Transporte} = P_m * \text{costo de transporte por tonelada} ; |US\$|$$

Donde:



$P_m$  = Producción mensual

US\$ = Unidad monetaria

Durante los doce primeros meses no se registra un valor debido a que la planta de neumáticos no ha comenzado la producción.

- Personal

- Los seis primeros meses se tiene el gasto de personal en gerencia técnica (1 persona).
- Del séptimo al doceavo mes el gasto de personal será de una persona en cada cargo en gerencia general, gerencia técnica, secretaría, estibador, operador, bodeguero y técnico de mantenimiento, debido a que en ese tiempo solo se realizarán pruebas de producción y no se requiere de más personal.
- A partir, del treceavo mes el gasto en personal será el calculado en la Tabla No. 51.

- Energía

- Los cuatro primeros meses no existe gastos en energía debido a que la planta aun no se encuentra en operación.
- En el quinto y sexto mes existe el gasto de energía por mantenimiento, el valor se lo puede observar en la Tabla No. 48.
- Del séptimo al doceavo mes el gasto de energía es mínimo debido a que la planta realizará pruebas de producción.
- A partir, del treceavo mes el gasto en energía será el calculado en la Tabla No. 49.



- **Generales**
  - Durante los seis primeros meses se consideró un gasto mínimo de US\$100 debido a que la planta aun no se encuentra en operación.
  - Del séptimo al doceavo mes el gasto es considerado con un valor de mantenimiento.
  - A partir, del treceavo mes el valor de los gastos generales serán los calculados en la Tabla No. 48.
- **Mantenimiento**
  - Durante los ocho primeros meses no se considera gasto alguno debido a que la planta es nueva y no requiere de mantenimientos.
  - Del noveno al doceavo mes el gasto por mantenimiento es de US\$1.500,00.
  - A partir, del treceavo mes el gasto por mantenimiento será el valor calculado en la Tabla No. 50.
- **Desgaste de maquinaria**
  - Durante el primer año no se registrará ningún valor debido a que las máquinas son nuevas y se encuentra en buenas condiciones. y durante ese tiempo aun no se ha iniciado la producción.
  - A partir, del treceavo mes el gasto por mantenimiento será el valor calculado en la Tabla No. 48.
- **Máquina (Inversión)**
  - Se considera un gasto equivalente al cincuenta por ciento del costo de la máquina durante el primer mes y el restante en el séptimo mes.



#### 4.2.4.2.6.1 Cálculo del gasto total

Para el cálculo del gasto total se aplica la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Gasto} = & \textit{Transporte} + \textit{Personal} + \textit{Energía} + \textit{Generales} + \textit{Mantenimiento} \\ & + \textit{Desgaste} + \textit{Máquina} \end{aligned}$$

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las jornadas laborales de 8h, 16h y 24 h:



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

**Tabla No. 53 Flujo de Caja Jornada 8h**

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Producción (T)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Transporte</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Personal</b>	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55
<b>Energía</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
<b>Generales</b>	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00
<b>Mantenimiento</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.500,00
<b>Desgaste</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Máquina</b>	\$ 415.000,00						\$ 415.000,00		
<b>Gasto</b>	\$ 416.740,25	\$ 1.740,25	\$ 1.740,25	\$ 1.740,25	\$ 1.990,25	\$ 1.990,25	\$ 422.545,55	\$ 7.545,55	\$ 9.045,55
<b>Ventas</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Utilidad</b>	\$ (416.740,25)	\$ (1.740,25)	\$ (1.740,25)	\$ (1.740,25)	\$ (1.990,25)	\$ (1.990,25)	\$ (422.545,55)	\$ (7.545,55)	\$ (9.045,55)

Mes	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Producción (T)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>
<b>Transporte</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
<b>Personal</b>	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42
<b>Energía</b>	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00
<b>Generales</b>	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00
<b>Mantenimiento</b>	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67





VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Mes	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Desgaste	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00
Máquina									
<b>Gasto</b>	<b>\$ 9.045,55</b>	<b>\$ 9.045,55</b>	<b>\$ 9.045,55</b>	<b>\$ 74.941,09</b>	<b>\$ 74.941,09</b>	<b>\$ 74.941,09</b>	<b>\$ 74.941,09</b>	<b>\$ 74.941,09</b>	<b>\$ 74.941,09</b>
Ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$129.190,40	\$129.190,40	\$129.190,40	\$129.190,40	\$129.190,40	\$ 129.190,40
<b>Utilidad</b>	<b>\$(9.045,55)</b>	<b>\$(9.045,55)</b>	<b>\$(9.045,55)</b>	<b>\$ 54.249,31</b>	<b>\$ 54.249,31</b>	<b>\$ 54.249,31</b>	<b>\$ 54.249,31</b>	<b>\$ 54.249,31</b>	<b>\$ 54.249,31</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 54 Flujo de Caja Jornada 16h

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Producción (T)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Personal	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55
Energía	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Generales	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00
Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.500,00
Desgaste	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Máquina	\$ 415.000,00						\$ 415.000,00		
<b>Gasto</b>	<b>\$ 416.740,25</b>	<b>\$ 1.740,25</b>	<b>\$ 1.740,25</b>	<b>\$ 1.740,25</b>	<b>\$ 1.990,25</b>	<b>\$ 1.990,25</b>	<b>\$ 422.545,55</b>	<b>\$ 7.545,55</b>	<b>\$ 9.045,55</b>
Ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Utilidad</b>	<b>\$(416.740,25)</b>	<b>\$(1.740,25)</b>	<b>\$(1.740,25)</b>	<b>\$(1.740,25)</b>	<b>\$(1.990,25)</b>	<b>\$(1.990,25)</b>	<b>\$(422.545,55)</b>	<b>\$(7.545,55)</b>	<b>\$ (9.045,55)</b>



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Mes	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Producción (T)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>320</b>	<b>320</b>	<b>320</b>	<b>320</b>	<b>320</b>	<b>320</b>
<b>Transporte</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
<b>Personal</b>	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42
<b>Energía</b>	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00
<b>Generales</b>	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00
<b>Mantenimiento</b>	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67
<b>Desgaste</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00
<b>Máquina</b>									
<b>Gasto</b>	\$ 9.045,55	\$ 9.045,55	\$ 9.045,55	\$ 78.941,09	\$ 78.941,09	\$ 78.941,09	\$ 78.941,09	\$ 78.941,09	\$ 78.941,09
<b>Ventas</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 258.380,80	\$ 258.380,80	\$ 258.380,80	\$ 258.380,80	\$ 258.380,80	\$ 258.380,80
<b>Utilidad</b>	\$ (9.045,55)	\$ (9.045,55)	\$ (9.045,55)	\$ 179.439,71	\$ 179.439,71	\$ 179.439,71	\$ 179.439,71	\$ 179.439,71	\$ 179.439,71

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 55 Flujo de Caja Jornada 24h

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Producción (T)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Transporte</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Personal</b>	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 1.640,25	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55
<b>Energía</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
<b>Generales</b>	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mantenimiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.500,00
Desgaste	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Máquina	\$ 415.000,00						\$ 415.000,00		
<b>Gasto</b>	<b>\$ 416.740,25</b>	<b>\$ 1.740,25</b>	<b>\$ 1.740,25</b>	<b>\$ 1.740,25</b>	<b>\$ 1.990,25</b>	<b>\$ 1.990,25</b>	<b>\$ 422.545,55</b>	<b>\$ 7.545,55</b>	<b>\$ 9.045,55</b>
Ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Utilidad</b>	<b>\$ (416.740,25)</b>	<b>\$ (1.740,25)</b>	<b>\$ (1.740,25)</b>	<b>\$ (1.740,25)</b>	<b>\$ (1.990,25)</b>	<b>\$ (1.990,25)</b>	<b>\$ (422.545,55)</b>	<b>\$ (7.545,55)</b>	<b>\$ (9.045,55)</b>

Mes	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Producción (T)	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>
Transporte	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
Personal	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 5.795,55	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42	\$ 16.239,42
Energía	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00	\$ 48.960,00
Generales	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00
Mantenimiento	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67	\$ 3.041,67
Desgaste	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00
Máquina									
<b>Gasto</b>	<b>\$ 9.045,55</b>	<b>\$ 9.045,55</b>	<b>\$ 9.045,55</b>	<b>\$ 82.941,09</b>	<b>\$ 82.941,09</b>	<b>\$ 82.941,09</b>	<b>\$ 82.941,09</b>	<b>\$ 82.941,09</b>	<b>\$ 82.941,09</b>
Ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 387.571,20	\$ 387.571,20	\$ 387.571,20	\$ 387.571,20	\$ 387.571,20	\$ 387.571,20
<b>Utilidad</b>	<b>\$ (9.045,55)</b>	<b>\$ (9.045,55)</b>	<b>\$ (9.045,55)</b>	<b>\$ 304.630,11</b>	<b>\$ 304.630,11</b>	<b>\$ 304.630,11</b>	<b>\$ 304.630,11</b>	<b>\$ 304.630,11</b>	<b>\$ 304.630,11</b>

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013



#### 4.2.4.2.7 Cálculo TIR y VAN

El flujo de fondos se lo realiza con un promedio de tiempo de funcionamiento de la planta recicladora de 1 año o 12 meses, para las jornadas laborales de 8h, 16h y 24h respectivamente.

El Flujo de fondos está compuesto de los siguientes valores:

- Utilidad mensual. Resultados obtenidos Tablas No. 54, 55 y 56.
- Inversión realizada durante el primer año de instalación. Para el cálculo de la inversión se aplica la siguiente ecuación:

$$I = \sum_1^{12} G$$

Donde:

I = Inversión

$\Sigma$  = Sumatoria de gastos del mes número 1 al 12

Periodo cero representa a la inversión realizada.

##### 4.2.4.2.7.1 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Indica la viabilidad del proyecto en porcentajes. El cálculo del valor se lo realiza mediante el programa informático EXCEL.

##### 4.2.4.2.7.2 Valor Neto Actual (VAN)

Es un valor que indica la viabilidad del proyecto. Si el resultado es positivo es un proyecto viable y si el valor el negativo no es un proyecto viable. El cálculo del valor se lo realiza mediante el programa informático EXCEL.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las jornadas laborales de 8h, 16h y 24 h:



**Tabla No. 56 TIR y VAN Jornada 8h**

Tiempo	Periodo	Flujo de Fondos
1 año	0	\$ (892.214,80)
1 mes	1	\$ 54.249,31
1 mes	2	\$ 54.249,31
1 mes	3	\$ 54.249,31
1 mes	4	\$ 54.249,31
1 mes	5	\$ 54.249,31
1 mes	6	\$ 54.249,31
1 mes	7	\$ 54.249,31
1 mes	8	\$ 54.249,31
1 mes	9	\$ 54.249,31
1 mes	10	\$ 54.249,31
1 mes	11	\$ 54.249,31
1 mes	12	\$ 54.249,31
TIR		-5%
VAN	\$	111.195,26

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

**Tabla No. 57 TIR y VAN Jornada 16h**

Tiempo	Periodo	Flujo de Fondos
1 año	0	\$ (892.214,80)
1 mes	1	\$ 179.439,71
1 mes	2	\$ 179.439,71
1 mes	3	\$ 179.439,71
1 mes	4	\$ 179.439,71
1 mes	5	\$ 179.439,71
1 mes	6	\$ 179.439,71



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Tiempo	Periodo	Flujo de Fondos
1 mes	7	\$ 179.439,71
1 mes	8	\$ 179.439,71
1 mes	9	\$ 179.439,71
1 mes	10	\$ 179.439,71
1 mes	11	\$ 179.439,71
1 mes	12	\$ 179.439,71
TIR	17%	
VAN	\$ 964.204,06	

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013

Tabla No. 58 TIR y VAN Jornada 24h

Tiempo	Periodo	Flujo de Fondos
1 año	0	\$ (892.214,80)
1 mes	1	\$ 304.630,11
1 mes	2	\$ 304.630,11
1 mes	3	\$ 304.630,11
1 mes	4	\$ 304.630,11
1 mes	5	\$ 304.630,11
1 mes	6	\$ 304.630,11
1 mes	7	\$ 304.630,11
1 mes	8	\$ 304.630,11
1 mes	9	\$ 304.630,11
1 mes	10	\$ 304.630,11
1 mes	11	\$ 304.630,11
1 mes	12	\$ 304.630,11
TIR	33%	
VAN	\$ 1.817.212,87	

Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013



#### 4.2.5 Análisis de mercado

Se realizó la estimación del posible mercado para los subproductos (acero y caucho) obtenidos del proceso de reciclaje de NFU, en base a datos referenciales.

##### 4.2.5.1 Acero

Se destinará la producción total a las industrias ADELCA Acería del Ecuador y Acero de los Andes, quienes mediante procesos de fundición integrarán el acero en la elaboración de nuevos productos. A continuación se presenta la cantidad en toneladas que se produciría anualmente:

**Tabla No. 59 Producción de Acero anual**

ACERO
T/año
973,33

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**

##### 4.2.5.2 Caucho.

Se destinará la producción de caucho a la elaboración de carreteras ecológicas. En países como España, Estados Unidos, México y Alemania se emplean el polvo de caucho para la creación de asfaltos y los resultados han sido excelentes. Debido, a la respuesta positiva de estos proyectos se toma como la referencia la implementación de las carreteras ecológicas en el país y en el Distrito Metropolitano de Quito. A continuación se presenta la cantidad en toneladas que se produciría anualmente:

**Tabla No. 60 Producción de Caucho anual**

CAUCHO
T/año
2.725,33

**Elaborado por: Estefanía Garzón, 2013**



Las principales ventajas del uso de polvo de caucho en asfaltos son:

- Mayor resistencia mecánica del asfalto (70% mayor)
- Reducción del nivel de ruido del tráfico
- Disminución del desgaste de los neumáticos de los vehículos que ruedan por ellas
- Mejor adherencia
- Menor riesgo de agrietado porque se adaptan mejor a los cambios de temperatura
- Mejor impermeabilización de la superficie
- Mayor flexibilidad del pavimento

#### 4.2.5.2.1 Dosificación

El cálculo de la dosificación del caucho con el asfalto se lo realiza en base a la siguiente información:

**Tabla No. 61 Datos referenciales de dosificación caucho-asfalto**

Datos Referenciales dosificación
Se estima que se utiliza 1 NFU por cada siete metros de asfalto.
El polvo de caucho se mezcla con el asfalto y minerales en una proporción aproximada de 15% en peso.

Fuente: Fraile, 2006

Para el cálculo de la cantidad de polvo de caucho requerida en la elaboración de carreteras ecológicas se aplica la siguiente ecuación:

$$C_{pc} = D_R * p * \%C ; \left| \frac{kg}{m} \right|$$

Donde:

$C_{pc}$ = Cantidad de polvo de caucho

$D_R$ = dato de referencia

$p$ = Peso aproximado de un neumático





%C= Porcentaje de acero de un neumático

$$C_{pc} = \frac{1 \text{ NFU}}{7 \text{ m de asfalto}} * \frac{20 \text{ kg}}{1 \text{ NFU}} * \frac{70}{100}$$

$$C_{pc} = \frac{2 \text{ kg de polvo de caucho}}{\text{m de asfalto}}$$

Para el cálculo de la proporción de polvo de caucho requerida en la pavimentación se aplica la siguiente ecuación:

$$P_{pc} = C_{pc} * \text{No. de metros por pavimentar} ; |kg|$$

Donde:

$P_{pc}$ = Proporción del polvo de caucho

$C_{pc}$ = Cantidad de polvo de caucho

En la ciudad de Quito existen aproximadamente 4.000 km de vías, de estas 1.700 km son pavimentadas y el restante son adoquinadas y empedradas. Con este dato se puede calcular el porcentaje de polvo de caucho que se emplearía en la pavimentación.

$$C_{pc} = \frac{2 \text{ kg de polvo de caucho}}{\text{m de asfalto}} * 170.000 \text{ m de asfalto}$$

$$C_{pc} = 340.000,00 \text{ kg de polvo de caucho} = 340 \text{ T de polvo de caucho}$$

La red vial nacional del Ecuador tiene 43.197.37 km de carreteras. Con este dato se puede calcular el porcentaje de polvo de caucho que se empleará en la pavimentación.

$$C_{pc} = \frac{2 \text{ kg de polvo de caucho}}{\text{m de asfalto}} * 4' 319.700 \text{ m de asfalto}$$

$$C_{pc} = 8' 639.400 \text{ kg de polvo de caucho} = 8.639,00 \text{ T de polvo de caucho}$$



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- El DMQ tiene un parque automotor de 398.731 unidades de vehículos contabilizados hasta el año 2012 entre motocicletas, livianos particulares, taxis, escolares, furgonetas, buses, transporte de turismo y carga. En los años 2010, 2011 y 2012 se registra un total de 102.619 unidades de vehículos correspondientes al 25,73% del total.
- El parque automotor del DMQ hasta el año 2012 generó 877.118 NFU y en los años 2010, 2011 y 2012 se generó un total de 287.095 NFU. Con un valor mínimo de generación de NFU en los tres años de 69.371 unidades.
- El parque automotor en los años 2010, 2011 y 2012 generó 38.692,84 m<sup>3</sup> de NFU, de esta manera se pudo determinar la vida útil de las dos escombreras municipales autorizadas en los sectores del Sur y Tumbaco cada una con una capacidad de 100.000 m<sup>3</sup>, por lo que, se concluye que en 16 años aproximadamente se saturarán los espacios destinados para este desecho.
- La Planta Recicladora de neumáticos No. 4, no es viable ya que tiene la capacidad operativa más baja y necesita de un número de personal mayor, debido a que los procesos de separación se realizan de forma manual por estaciones, además, su sistema involucra más tiempo de procesamiento en cada neumático y la separación inicial de acero no garantiza una remoción del 100%, lo que implicaría incluir una fase de separación de material férreo después de la molienda.
- Las plantas de reciclaje de NFU 1, 2 y 3 tienen el mismo diseño y funcionamiento, por lo que la elección de la Planta recicladora se basa en el costo de la maquinaria y la capacidad de producción, de esta manera, se concluye que la planta recicladora Eco



Green Equipment, es la más viable para la implementación de una planta recicladora de neumáticos en el DMQ.

- La Planta Recicladora de neumáticos Eco Green Equipment tiene una capacidad de producción de 1000 kg/h y su costo es de US\$ 830.000,00; convirtiéndose en la alternativa más viable ya que se ajusta a la realidad del DMQ, su costo se lo realiza en dólares lo que le brinda una ventaja sobre las demás plantas recicladoras de origen europeo (actualmente la tasa de cambio a euros es superior al dólar) y la capacidad de la maquinaria nos permite procesar la cantidad de NFU necesarios para mantener una producción lo suficientemente factible tanto económica como ambiental.
- El parque automotor del DMQ generó 8.898,7 T de NFU hasta el año 2012.
- En los tres últimos años 2010, 2011 y 2012 generaron alrededor de 4.656,19 T de NFU, provenientes de los neumáticos de motocicletas, livianos particulares, taxis, escolares, furgonetas, buses, transporte de turismo y carga, con un valor mínimo de generación anual de NFU de 1.236,05 T.
- Un neumático fuera de uso está compuesto por 25% de acero, 5% de fibra textil y 70% de caucho que corresponden a 2.224,67 T, 444,93 T y 6.229,09 T del total de toneladas producidas en el DMQ hasta el año 2012. Estas proporciones al ser multiplicadas por el precio de mercado dan como resultado US\$1.556.759,71 de acero, US\$ 22.246,73 de fibra y US\$ 5.606.176,97 de caucho. El Costo total de los componentes es US\$ 7.185.183,41.
- En la jornada laboral de 8 horas la capacidad operativa de la planta recicladora de neumáticos es de 1.946,67 T anuales que representa un 22% del total de NFU disponibles. Del resultado obtenido 486,67 T corresponden al componente acero, 97,33 T al componente fibra textil y 1.362,67 T al componente caucho.



- En la jornada laboral de 16 horas la capacidad operativa de la planta recicladora de neumáticos es de 3.893,33 T anuales que representa un 44% del total de NFU disponibles. Del resultado obtenido 973,33 T corresponden al componente acero, 194,67 T al componente fibra textil y 2.725,33 T al componente caucho.
- En la jornada laboral de 24 horas la capacidad operativa de la planta recicladora de neumáticos es de 5.840,00 T anuales que representa un 66% del total de NFU disponibles. Del resultado obtenido 1.460,00 T corresponden al componente acero, 292,00 T al componente fibra textil y 4.088,00 T al componente caucho.
- Se concluye que la jornada laboral de 16h es la más viable en relación a las demás, debido a que se procesa el 44% de la producción total de NFU, de esta manera se obtiene 973,33 T corresponden al componente acero, 194,67 T al componente fibra textil y 2.725,33 T al componente caucho; estas cantidades son considerables para destinarlas a la elaboración de nuevos productos e introducirlas en el mercado nacional sin saturarlo. Además, se debe considerar que la producción anual de NFU se encuentra alrededor de 1.000,00 T, por lo que se debe controlar la producción de la planta para evitar la falta de NFU como materia prima.
- En el flujo de caja de la jornada laboral de 8h se obtiene una utilidad US\$ 54.249,31 mensuales, en la jornada laboral de 16h la utilidad es US\$ 179.439,71 mensuales y en la jornada laboral de 24h la utilidad es US\$ 304.630,11 mensuales. La utilidad incrementa conforme se aumentan las horas de trabajo. Se concluye que la jornada de trabajo más viable es de 16h debido a que no se debe saturar el mercado con los productos resultantes del proceso de reciclado.
- Conforme a los resultados obtenidos en el cálculo del TIR y VAN, la implementación de la planta recicladora de neumáticos es viable para las jornadas de trabajo 16h y 24h.



- Conforme a los resultados obtenidos en el cálculo del TIR y VAN para la jornada laboral 8h reflejan que el proyecto no es viable que se tiene un TIR de -5%.
- Se concluye que jornada de trabajo de 16h es la más viable, ya que la tasa de retorno anual es del 17% y el valor neto actual es de 964.204,06.
- Del análisis de mercado se concluye que la cantidad necesaria para la pavimentación de las vías de Quito es de 340 T que representa el 12% de la producción anual de Quito. Quedando un restante del 88% de polvo de caucho para la fabricación de productos como pavimentos de seguridad, pistas multiuso, pista de atletismo. Sin embargo, la cantidad de polvo de caucho necesaria para la pavimentación de la red vial a nivel nacional requiere de una demanda de 8.639,4 T de polvo de caucho, lo que se superaría 3 veces la producción anual.
- Se concluye que la implementación de una planta recicladora de neumáticos en el DMQ, es viable tanto en términos ambientales como económicos, ventajas ambientales debido a que se da una solución al problema de almacenamiento de neumáticos, se reduce su tamaño considerablemente facilitando su manejo y disposición final, además de reciclar los componentes y utilizarlos en la elaboración de nuevos productos alargando su tiempo de vida útil. Ventajas económicas porque se genera una ganancia a partir de los desechos, también existen una serie de productos que pueden ser elaborados con el caucho y generar una mayor ganancia a la empresa.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Aumentar a mínimo cinco años de datos del número de vehículos del parque automotor, para poder realizar la proyección del crecimiento del mismo.



- Prohibir el desecho de neumáticos en las escombreras, una vez que se encuentre implementada la planta recicladora, de esta manera se alargará la vida útil de las mismas.
- Estimar el número de neumáticos generados por los aviones de cada aerolínea. El dato otorgado por el Departamento de Gestión de Residuos del Aeropuerto de Quito, no refleja la cantidad de neumáticos generados por este sector. Ya que el Aeropuerto no se encarga de la gestión de los neumáticos de los aviones. Quienes manejan la gestión de estos residuos son las propias aerolíneas.
- Realizar un estudio de mercado de los productos obtenidos como resultado del proceso de trituración de los NFU, para establecer con exactitud las cantidades requeridas en las industrias nacionales y determinar los productos que se pueden obtener a partir de estas materias primas y que al mismo tiempo se puedan comercializar dentro del país.
- Se recomienda a la empresa que implemente la planta recicladora de neumáticos elaborar sus propios productos hechos a base de caucho y comercializarlos. De esta manera se obtendrá una mayor utilidad.
- Vender las fibras textiles, a fábricas textileras que aprovechen el material para la elaboración de nuevos productos. En el caso, de no existir interés por parte de las fábricas se puede aprovechar el potencial energético del textil en calderas u hornos.
- Crear una Norma INEN de asfalto con polvo de caucho, para la aplicación de este subproducto en carreteras ecológicas.
- Realizar un acercamiento con la Secretaria de Obras Públicas del DMQ, para presentar el proyecto y determinar su interés en el mismo. De esta manera se podrá estimar la cantidad de material bituminoso requerido por la empresa municipal. Este



acercamiento se lo debe realizar antes de la implementación de la planta recicladora de neumáticos.

- Destinar la producción del polvo de caucho a la elaboración de carreteras ecológicas a nivel nacional ya que la demanda del material es aproximadamente de 3 veces superior a la de producción.
- Analizar el mercado internacional y la demanda de estos productos en otros países para la comercialización de los mismos.



## CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A. 2013. Ideas como reciclar llantas usadas. Disponible en página web:  
<http://dineroyyo.blogspot.com/2013/05/como-reciclar-llantas-usadas.html>
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE). (2012). *Anuario 2012*. Ecuador.
- Asociación Española de Materiales Compuestos. (2003). *Materiales Compuestos*. Editorial Reverté. Vol. II. España.
- Barra, M., Jordana, F., Robayo, V. & Vázquez, E. (2009). *Realización de ensayos de laboratorio de hormigón con caucho procedente de neumático fuera de uso*. Universidad Politécnica de Catalunya: España.
- Cabildo, M., Claramunt, M., Cornago, P., Escolástico, C., Esteban, S., Farrán, A., García, M., López, C., Pérez, J., Pérez, M., Santa María, M. & Sanz, D. (2010). *Reciclado y Tratamiento de Residuos*. UNED. Madrid.
- Cano, E., Cerezo, L. & Urbina, M. (2007). *Valorización Material y energética de neumáticos fuera de uso*. CEIM. España.
- Castells, X. (2012). *Reciclaje y Tratamiento de Residuos Diversos*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid.
- Castro, G. (2007). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos*. Departamento de Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A.
- Cisneros, S. (2011). *Importación de Maquinaria Procesadora de Neumático desechados desde China, y exportación del subproducto vía marítima hacia México*. Quito.





Diario El Hoy. El reciclaje de llantas es un negocio redondo para trabajadores del caucho.

Artículo Publicado el 13 de diciembre de 2012. Cuenca.

Diario El Mercurio. Programa de responsabilidad Social. Cuenca Artículo publicado en el año 2013.

Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP). Departamento de Escombros. Información Proporcionada vía telefónica 26 de agosto de 2013.

Erco Tires (Continental Tires). 2011. *Proceso de Reencauche de neumáticos*. Cuenca.

European Tire recycling Association (ETRA).

Fraile, C. (2006). *Carreteras de Goma*. España.

Fui Reciclado. (2013). Información disponible en página web: [fuireciclado.com](http://fuireciclado.com)

García, G. (s.f.). *Tendencias tecnológicas para la gestión de neumáticos usados y otros componentes*.

García, F. (2009). *Industrialización y Exportación de neumáticos reciclados al Mercado Centroamericano*. Guayaquil.

Gestión Medioambiental: Manipulación de residuos y productos químicos. (2007).

Publicaciones Vértice S.L. Málaga

Gobierno de la Provincia de Pichincha. Información disponible en página web:

<http://www.pichincha.gob.ec/pichincha/cantones/item/23-distrito-metropolitano-de-quito.html>  
[www.funcionjudicial-pichincha.gob.ec](http://www.funcionjudicial-pichincha.gob.ec)

Hervas, L. (s.f.). *Los Neumáticos fuera de uso*. Capítulo IX. España.

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Censo de Población y Vivienda año 2010.



Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. 2012. NTE INEN 2096: Neumaticos, Definiciones y Clasificación. Segunda revisión

Ley de Manejo de Neumáticos. 2009. Puerto Rico

López, F., López, A., Alguacil, F. & Manso, J. (s.f.). *Situación actual del tratamiento de neumáticos fuera de uso y posibilidades de obtención de negro de humo de alta pureza*. Madrid.

Manual para la Formación en Medio Ambiente. (2008). Editorial LEX NOVA. España.

Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013). Informe Técnico No. 002-2012-MAE.PNGIDS-DPE. Ecuador.

Ministerio de Industrias y Productividad.

Ministerio de Salud Pública. Informe año 2011.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Información disponible en página web:

<http://www.quito.gob.ec/>,

<http://www.in-quito.com/uio-kito-qito-kyto-qyto/spanish-uio/informacion.htm>,

<http://www.quito.gob.ec/quito-ciudad-region-distrito-autonomo.html>

[www.zonu.com](http://www.zonu.com)

Munuera, M. (2008). *Caracterización del comportamiento mecánico de neumáticos troceados*. Universidad Politécnica de Catalunya: España.

Navarrete, M. (2009). *Estudio de la Utilización como combustible alternativo y plan de disposición final de los neumáticos desechados en la Ciudad de Riobamba*. Riobamba.

Plantas Recicladoras de Neumáticos. Información disponible en página web:



[www.alianzachina.com](http://www.alianzachina.com)

[www.akahl.de](http://www.akahl.de)

[ecogreenequipment.com](http://ecogreenequipment.com)

[www.unoreciclaje.com](http://www.unoreciclaje.com)

Ramos, P., Troitiño, M., Del Amo, A., Rosa, J., Rodríguez, A., Izquierdo, J., Galán, M., Flores, J., Pinacho, J., Cabero, V., García, G., Fernández, J., Lang, J., Vázquez, A., González, N., Velásquez, F., Santos, F., Marón, C. & Ramos, P., (2002),. *Medio Ambiental: Calidad Ambiental*. Ed. Universidad de Salamanca: España.

Secretaria de Ambiente de Quito

Secretaria de Movilidad

Sánchez, M. & Granero, J. (2007). *Gestión y Minimización de Residuos*. FC Editorial. Madrid.

Waste Ideal (2007), *Plan español para el reciclado y reutilización de neumáticos fuera de uso*. Disponible en: <http://waste.ideal.es>.



## Glosario de Términos

**Asfalto.-** Es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes.

**Caucho.-** Es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.

**Caucho sintético.-** Caucho que se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados.

**Contaminación.-** Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, de elementos sustancias y/o energía en el ambiente, hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivientes, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

**Estibador.-** Persona que se dedica a la carga y descarga de una embarcación y a la adecuada distribución de los pesos.

**Fibras textiles.-** Así se denomina a los materiales compuestos de filamentos y susceptibles para formar hilos o telas, bien sea mediante tejido o mediante procesos físicos o químicos.

**Generador de neumáticos usados.-** Cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que genere neumáticos usados a través de sus actividades productivas. Si la persona es desconocida, será aquella persona que esté en posesión de los neumáticos usados y/o los controle.

**Gestor de neumáticos usados.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que presta servicios de almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final



de neumáticos usados, que haya recibido una autorización de la Autoridad Ambiental Competente.

**Granulometría.-** Se denomina a la medida del tamaño de las partículas.

**Impacto Ambiental.-** Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso resultante de manera total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.

**Mejora continua.-** Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos planteados obligatoriamente o de forma voluntaria.

**Neumático Usado.-** Es un neumático que ha perdido su valor o utilidad para lo cual fue creado, ya sea por uso, daño o defecto.

**Prevención de la contaminación.-** Uso de procesos, prácticas, materiales o productos que evitan, reducen o controlan la contaminación, los cuales pueden incluir reciclado, tratamiento, cambios en el proceso, mecanismos de control, uso eficiente de recursos y sustitución de materiales.

**Reciclaje.-** Consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto, útil a la comunidad.



## ANEXOS

### 7.1 Anexos Documentos

#### Anexo No. 1 Matriz de Categorización de Gestores

			Fecha: Revisión No.
PARÁMETROS		PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN
<b>Fase de Gestión</b>	FASE PRIMARIA: Recolección, Separación, Acopio y Clasificación.		
	FASE DE AGREGACIÓN DE VALOR O ACONDICIONAMIENTO: Lavado, Secado, Picado, Extrusión, elaboración manual de productos.		
	FASE DE COMERCIALIZACIÓN (cuenta con bodega): Embalaje, Venta, Entrega		
	FASE DE TRANSPORTE: Transporte		
	FASE INDUSTRIAL: Tratamiento, Reprocesamiento, Disposición Final		
<b>Tipo de Residuo</b>	Papel, cartón, plásticos, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, residuos orgánicos, textiles, cuero, madera, hojas y residuos producto del barrido de vías principales. Residuos con alto peso específico aparente, gran volumen producto especialmente de construcciones, demoliciones y obras civiles; o bien que por su naturaleza pueden ser tratados como escombros. Son entre otros: Materiales ferrosos y vidrio, chatarra de todo tipo (excepto chatarra que contenga plomo y otros metales pesados), acero, domésticos asimilables a escombros (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, madera etc.), materiales pétreos, calcáreos o cemento ceniza producto de erupciones volcánicas		
	Listado de residuos presentes en la Norma Técnica de Residuos Peligrosos; entre otros: Pilas ácidas y alcalinas de óxido de manganeso, Pilas de níquel-cadmio, Baterías de plomo ácido, Pilas de óxido de mercurio, equipos celulares, aceite, tubos fluorescentes, chatarra que contenga plomo y otros metales pesados, medicamentos caducados, envases que contengan restos de insecticidas, plaguicidas, pintura, etc. Residuos peligrosos de procesos industriales		
	Plástico de invernadero, neumáticos usados, Residuos con alto peso específico aparente, gran volumen producto especialmente de construcciones, demoliciones y obras civiles; o bien que por su naturaleza pueden ser tratados como escombros. Son entre otros: Materiales ferrosos y vidrio, chatarra de todo tipo (excepto chatarra que contenga plomo y otros metales pesados), acero, domésticos asimilables a escombros (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, madera etc.), materiales pétreos, calcáreos o cemento ceniza producto de erupciones volcánicas		
<b>Cantidades Manejadas</b>	500Ton/mes o 30m3/día		
	100Ton/mes o 10m3/día		
	20Ton/mes o 3m3/día		



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

<b>Im</b>	Impacto	Bajo I1 de a0 a 13		
		Medio I2 entre 14 a 21		
		Medio I2 entre 22 a 25		
	Riesgo	Trivial		
		Tolerable		
		Moderado		
		Importante		
		Intolerable		
	<b>CALIFICACIÓN</b>			
	<p>* En caso de que un postulante gestione residuos que estuvieran listados en los diferentes párrafos, se tomará la calificación más alta entre (2, 8 o 6)</p> <p>** Resultados de aplicación de la Matriz Evaluación Rápida de Impacto Ambiental CON-AN15F01, del Procedimiento CON-AN15,</p>			
<b>CRITERIO PARA LA CATEGORIZACIÓN</b>				
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>TIPO DE GESTOR</b>	<b>DOCUMENTO AMBIENTAL</b>		
Igual o mayor a 22	TECNIFICADO	AA o EsIA		
De 11 a 21	MEDIANO	GPA o DAM		
Igual o menor a 10	ARTESANAL	No es necesario		
<b>CALIFICACION DEFINITIVA</b>				
<b>Gestor Responsable de Toma de Datos</b>				



## Anexo No. 2 Información Secretaria de Movilidad



Oficio SMC-RM-2212/13  
Quito, 14 de agosto de 2013

Señorita  
Karina Garzón Rueda  
Presente

De mi consideración:

En respuesta a la carta S/N recibida el día 08 de agosto del presente, en la cual solicita la información estadística de vehículos matriculados en el Distrito Metropolitano de Quito, pongo en su conocimiento que no manejamos información sobre la cantidad de vehículos matriculados en el Distrito Metropolitano de Quito, sin embargo adjunto encontrará datos informativos sobre las estadísticas de la Revisión Técnica Vehicular por tipología automotor desde el año 2007 hasta el año 2012. Esperamos que la información proporcionada sea de su ayuda.

Sin otro particular me suscribo.

Atentamente  
  
Letty Andrade

Jefe de la Unidad de Registro y Administración Vehicular

FR





VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Año	Tipo Vehic	Tar. (revisados) (litros/condensado)	Visación aprobación	Exoneración	Aprob. 2da rev	Aprob. 2da rev	Aprob. 3ra rev	Aprob. 4ta rev	Condicionales	Visación total
2007	LIVANOS REGULARES	222,574	224,439	22,659	120,340	66,990	11,795	2,495	8,135	232,574
	MOTOS	10,488	6,904	1,300	4,950	2,677	616	411	686	10,488
	TAXIS	8,648	6,904	101	3,411	2,677	305	67	87	8,648
	BUS PUBLICOS	2,946	2,495	79	566	1,195	435	168	110	2,946
	BUS PARTICULARES	1,895	1,207	36	250	706	330	143	273	1,895
	TURISMO	26	23	0	9	2	0	0	3	26
	CARGA	13,079	11,489	999	4,637	4,927	1,290	603	1,613	13,079
2008	ESCOLARES	2,116	2,603	126	729	1,067	214	67	52	2,116
	FURGONETAS	3,473	3,222	196	1,624	1,302	292	70	190	3,473
	TOTAL	272,703	261,629	23,084	136,248	81,105	15,137	3,568	11,137	272,703
	LIVANOS REGULARES	249,222	238,935	23,283	128,512	82,027	10,120	2,603	10,287	249,222
	MOTOS	11,988	11,827	2,019	6,241	2,864	304	127	361	11,988
	TAXIS	8,147	7,963	428	3,267	3,572	505	103	194	8,147
	BUS PUBLICOS	2,780	2,484	248	243	1,315	460	238	323	2,780
2009	BUS PARTICULARES	1,562	1,239	53	248	662	203	83	232	1,562
	TURISMO	29	26	2	5	36	0	0	4	29
	CARGA	18,249	13,051	655	5,604	5,369	1,430	503	2,186	18,249
	ESCOLARES	2,392	2,326	48	624	1,271	263	60	86	2,392
	FURGONETAS	3,564	3,326	191	1,435	1,372	288	62	226	3,564
	TOTAL	294,907	280,987	26,792	153,899	83,368	13,817	3,331	13,915	294,907
	LIVANOS REGULARES	251,987	242,443	26,479	137,867	69,140	9,778	2,985	9,414	251,987
2010	MOTOS	11,760	11,296	2,271	5,690	2,767	383	173	439	11,760
	TAXIS	9,285	9,038	574	3,499	3,945	543	907	9,285	9,285
	BUS PUBLICOS	2,852	2,631	71	216	1,445	650	315	201	2,852
	BUS PARTICULARES	1,096	941	37	221	200	142	41	155	1,096
	TURISMO	30	28	1	9	13	7	1	2	30
	CARGA	12,930	11,688	572	4,432	5,158	1,149	377	1,242	12,930
	ESCOLARES	2,670	2,604	92	1,580	1,314	255	70	66	2,670
2011	FURGONETAS	3,617	3,421	123	1,850	1,645	212	50	196	3,617
	TOTAL	286,007	269,094	20,216	154,720	82,704	13,074	3,320	12,003	286,007
	LIVANOS REGULARES	240,225	227,127	21,914	160,159	73,313	10,879	2,609	8,543	240,225
	MOTOS	15,525	15,097	2,389	8,150	3,997	456	400	428	15,525
	TAXIS	9,943	9,592	1,193	4,011	3,739	514	405	353	9,943
	BUS PUBLICOS	2,777	2,505	142	300	1,290	435	173	278	2,777
	BUS PARTICULARES	1,196	1,050	422	239	359	132	19	132	1,196
2012	TURISMO	38	33	0	13	17	3	0	3	38
	CARGA	15,613	14,629	4,114	4,588	4,327	1,283	284	1,537	15,613
	ESCOLARES	2,699	2,638	363	951	1,120	136	30	62	2,699
	FURGONETAS	3,071	2,772	340	1,614	1,297	212	62	198	3,071
	TOTAL	311,909	320,472	31,094	183,110	89,506	13,503	3,242	11,532	311,909
	LIVANOS REGULARES	314,120	309,874	25,466	182,051	97,021	14,191	2,811	8,252	314,120
	MOTOS	23,376	22,870	4,783	14,403	7,923	834	136	498	23,376
2013	TAXIS	10,128	10,002	595	4,942	4,697	481	82	126	10,128
	BUS PUBLICOS	2,500	2,756	107	650	1,047	388	66	142	2,500
	BUS PARTICULARES	1,134	1,010	70	330	667	106	7	134	1,134
	TURISMO	136	136	2	7	7	0	0	7	136
	CARGA	58,140	16,837	816	7,627	7,610	1,301	289	1,303	58,140
	ESCOLARES	2,607	2,686	80	1,256	1,229	120	21	42	2,607
	FURGONETAS	5,560	5,342	267	2,688	2,227	361	75	5,660	5,560
2014	TOTAL	378,178	367,206	36,214	228,032	122,372	17,777	3,301	10,676	378,178
	LIVANOS REGULARES	328,821	315,294	31,023	185,892	108,262	14,875	2,462	10,527	328,821
	MOTOS	21,582	20,952	3,124	9,326	6,741	693	68	606	21,582
	TAXIS	16,524	13,204	298	4,248	2,96	742	276	7,320	16,524
	BUS PUBLICOS	3,948	3,526	169	342	2,075	105	29	138	3,948
	BUS PARTICULARES	950	832	47	395	456	105	29	138	950
	TURISMO	147	140	0	56	73	11	0	347	147
2015	CARGA	19,971	18,057	854	5,823	6,440	1,587	343	1,974	19,971
	ESCOLARES	2,695	2,636	340	754	1,573	177	48	49	2,695
	FURGONETAS	8,103	7,674	340	3,215	3,301	642	146	429	8,103
	TOTAL	386,731	382,317	36,931	179,671	149,090	20,601	3,564	16,414	386,731



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Anexo No. 3 Entrevistas

No.	Tipo de Vehículo	Frecuencia de cambio de neumáticos	Duración (km)
<b>Motocicletas</b>			
1	Motocicletas	c/ 2 años	
2	Motocicletas	c/ 2 años	
3	Motocicletas	c/ 2,5 años	
4	Motocicletas	c/ 2 años	
5	Motocicletas	c/ 2 años	
6	Motocicletas	c/ 2,5 años	
7	Motocicletas	c/ 3 años	
8	Motocicletas	c/ 2,5 años	
9	Motocicletas	c/ 2,5 años	
10	Motocicletas	c/ 2,5 años	
<b>Livianos</b>			
11	Livianos	c/ 1,5 - 2 años	50.000
12	Livianos	c/ 1,5 años	50.000 - 60.000
13	Livianos	c/ 2 años	50.000
14	Livianos	c/ 2 años	60.000
15	Livianos	c/ 2 años	50.000
16	Livianos	c/ 1,5 años	50.000
17	Livianos	c/ 1,5 años	50.000
18	Livianos	c/ 2 años	60.000
19	Livianos	c/ 2 años	55.000
20	Livianos	c/ 1,5 años	50.000
<b>Taxis</b>			
21	Taxis	c/ 1 año	50.000 - 60.000
22	Taxis	c/ 1 año	50.000 - 60.000
23	Taxis	c/ 1 año	50.000 - 60.000
24	Taxis	c/ 1,5 años	50.000 - 60.000
25	Taxis	c/ 1,5 años	50.000 - 60.000
26	Taxis	c/ 1 año	50.000 - 60.000
27	Taxis	c/ 1 año	50.000 - 60.000
28	Taxis	c/ 1,5 años	50.000 - 60.000
29	Taxis	c/ 1,5 años	50.000 - 60.000
30	Taxis	c/ 1,5 años	50.000 - 60.000
<b>Escolares y furgonetas</b>			
31	Escolares y furgonetas	c/ 8 meses	
32	Escolares y furgonetas	c/ 10 meses	
33	Escolares y furgonetas	c/ 10 meses	
34	Escolares y furgonetas	c/ 1 año	
35	Escolares y furgonetas	c/ 8 meses	
36	Escolares y furgonetas	c/ 10 meses	
37	Escolares y furgonetas	c/ 10 meses	
38	Escolares y furgonetas	c/ 1 año	
39	Escolares y furgonetas	c/ 1 año	




VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

40	Escolares y furgonetas	c/ año		
<b>Buses Públicos</b>				
41	Buses Públicos	c/ seis meses		
42	Buses Públicos	c/ seis meses		
43	Buses Públicos	c/ 8 meses		
44	Buses Públicos	c/ 8 meses		
45	Buses Públicos	c/ 10 meses		
46	Buses Públicos	c/ seis meses		
47	Buses Públicos	c/ seis meses		
48	Buses Públicos	c/ ocho meses		
49	Buses Públicos	c/ ocho meses		
50	Buses Públicos	c/ seis meses		
<b>Turismo</b>				
51	Turismo	c/ 8 meses		
52	Turismo	c/ 10 meses		
53	Turismo	c/ 1 año		
54	Turismo	c/ 1 año		
55	Turismo	c/ 1 año		
56	Turismo	c/ 8 meses		
57	Turismo	c/ 8 meses		
58	Turismo	c/ 10 meses		
59	Turismo	c/ 1 año		
60	Turismo	c/ 1 año		
<b>Carga</b>				
61	Carga	c/ 6 meses		
62	Carga	c/ 6 meses		
63	Carga	c/ 8 meses		
64	Carga	c/ 6 meses		
65	Carga	c/ 8 meses		
66	Carga	c/ 8 meses		
67	Carga	c/ 8 meses		
68	Carga	c/ 6 meses		
69	Carga	c/ 8 meses		
70	Carga	c/ 8 meses		



## 7.2 Anexos Fotográficos

### Anexo Fotográfico No. 1 Proceso de reencauche de neumáticos

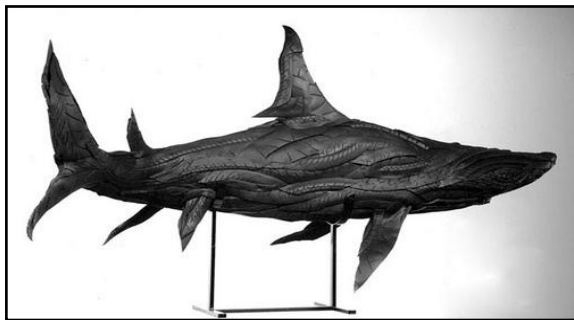
Inspección inicial de la carcasa	Raspado de la carcasa
	
Preparación de la carcasa y Relleno de la carcasa	Cementado de la carcasa
	
Embandado de la carcasa	Vulcanización de la carcasa
	

Fuente: [www.atpp.com.ec](http://www.atpp.com.ec)



**Anexo Fotográfico No. 2 Esculturas, artesanías y artículos de uso diario**

**Imagen No. 3 Esculturas**



Fuente: [www.veoverde.com](http://www.veoverde.com)

**Imagen No. 4 Sillones**



Fuente: [arquiculture.com](http://arquiculture.com)

Fuente: Alvarado, 2013



VIABILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UNA PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

**Imagen No. 5 Floreros**



Fuente: [macetasgenaro.wordpress.com](http://macetasgenaro.wordpress.com)



### Anexo Fotográfico No. 3 Productos Fui Reciclado

**Imagen No. 6 Billeteras**



**Imagen No. 7 Monederos**



**Imagen No. 8 Carteras**





**Imagen No. 9 Estuches**



**Imagen No. 10 Llaveros**



**Fuente: fuireciclado.com**