

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

“FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE LLANTAS”

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

REALIZADO POR: DANIELA LUCÍA VEGA LEGARDA

DIRECTOR: Ing. Javier Pozo

CODIRECTOR: Ing. José Pérez

Sangolquí, 2013-04-25

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

A U T O R I Z A C I Ó N

Yo, Daniela Lucía Vega Legarda.

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado “FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE LLANTAS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 25 de Abril 2013

DANIELA VEGA

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE LLANTAS” fue realizado en su totalidad por Daniela Lucía Vega Legarda, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Javier Pozo

DIRECTOR

Ing. José Pérez

CODIRECTOR

Sangolquí, 2013-04-25

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

**“FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE LLANTAS”**

ELABORADO POR:

Daniela Lucía Vega Legarda

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

EL DECANO

Sangolquí, 2013-04-25

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, a todas las personas que fomentan y están en continua búsqueda de cómo poder ayudar a proteger el medio ambiente y a aquellos que dieron su vida por la conservación, mi respeto y admiración, aspiro llegar a ser una profesional que fomente la tecnología no dañina con el entorno, fiel a mis principios y convicciones , también dedico esta tesis a las personas que luchan por sus sueños que a pesar de que el camino sea duro y te cierren las puertas, continúan tomando cualquier experiencia para aprender, quiero llegar a ser una persona tanto en el campo laboral como también en el aspecto humano enriqueciendo mi mente y mi espíritu .

Daniela Vega L.

AGRADECIMIENTOS

Tengo tanto por que agradecer que no sabría por donde o quien empezar, principalmente a Dios que ilumina mi amanecer cada día y que cualquier cosa sin él no es posible. A mis padres y hermanas por ser mis tutores y mis primeros amigos los cuales siempre serán parte de mi vida, a mi madre una de las personas más fuertes que conozco y a mi padre por ser mi primer maestro, el cual ha sido el suministrador para mis estudios y supervivencia, agradecimiento a las personas que fueron parte de mi pilar y que ya no están con nosotros, por enseñarnos que sin importar nuestra procedencia uno es dueño de su destino y que el camino se hace al andar.

Daniela Vega L.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	iii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDOS	vii
RESUMEN	x
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE ANEXOS	xv

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I	1
1. Generalidades	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del Problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación.....	5
1.5. Alcance.....	5
CAPITULO II	7
2. Marco Teórico.....	7

2.1.	Generalidades del Reciclaje de Llantas.....	7
2.1.1.	Tipos de reciclajes de llantas.....	14
2.1.2.	Tipos de materiales y productos obtenidos del reciclaje de llantas.....	27
2.2.	Fabricación en planta.....	37
2.2.1.	Materia prima.....	38
2.2.2.	Proceso de reciclaje de llantas seleccionado.....	40
CAPITULO III.....		43
3.	Estudio de mercado.....	43
3.1.	Requerimientos del mercado.....	43
3.1.1.	Provisión actual y estimada de la materia prima.....	44
3.1.2.	Demanda estimada de los productos obtenidos del proceso escogido.....	50
3.2.	Competencia.....	51
3.2.1.	Características de productos ofertados.....	58
3.2.2.	Precios para los productos ofertados.....	63
CAPITULO IV.....		66
4.	Estudio técnico.....	66
4.1.	Definición de la capacidad de la planta.....	66
4.2.	Análisis de la localización.....	68
4.2.1.	Área disponible de terreno.....	69
4.2.2.	Vías de acceso.....	69
4.3.	Otras consideraciones.....	70
4.3.1.	Evaluación de calidad.....	70
4.3.2.	Aspectos legales.....	72
4.3.3.	Aspectos ambientales.....	73
CAPITULO V.....		77
5.	Diseño y selección de la planta.....	77
5.1.	Parametros de funcionalidad.....	77
5.1.1.	Requerimientos técnicos.....	77
5.1.2.	Requerimientos de personal y mantenimiento.....	77

5.1.3.	Producción	78
5.2.	Toma de decisiones.....	78
5.3.	Diseño del flujo del proceso.....	81
5.4.	Distribución planta	88
5.5.	Sistema de abastecimiento de llantas.....	88
5.6.	Instalación de maquinarias	91
5.6.1.	Selección de maquinarias a usarse	91
5.6.2.	Proveedores de maquinarias	96
5.7.	Almacenamiento.....	96
5.8.	Transporte	98
5.9.	Requerimientos de equipos de servicio	99
5.9.1.	Hidráulica, neumática, eléctrica.	99
5.10.	Diseño de instalaciones de servicio.....	100
5.10.1.	Agua,luz,electricidad.....	100
5.10.2.	Sistemas de tuberías.....	109
5.11.	Requerimientos de materiales	109
5.12.	Requerimientos y disponibilidad de mano de obra.....	110
CAPITULO VI.....		112
6.	Análisis económico y financiero	112
6.1.	Análisis económico y financiero	112
6.1.1.	Costos de inversión	113
6.1.2.	Análisis de TIR y VAN	122
CAPITULO VII.....		127
7.	Conclusiones y recomendaciones	127
7.1.	Conclusiones.....	127
7.2.	Recomendaciones.....	129
Referencias / bibliografía.....		131

RESUMEN

La principal idea es impulsar un proyecto viable que permita una ocupación más eficiente del reducido espacio de los botaderos de nuestro país así como eliminar los perjuicios que conllevan la contaminación creada por las llantas usadas y mediante esto presentar una potencial industria, enfocada en la solución de problemas que acontecen en la actualidad y establecer así una posible fuente de ingresos, mediante este análisis.

Este proyecto abarca el estudio técnico, económico y financiero para la transformación de llantas en desuso provenientes de usuarios particulares como de diferentes empresas, las cuales mediante procesos industriales podrán ser reutilizadas, y así satisfacer las necesidades crecientes de materia prima sin recurrir a la disminución de recursos naturales con lo cual se podrá analizar la factibilidad para dar apertura a un posible mercado.

El caucho que es el principal compuesto de la llanta, puede ser usado en numerosas aplicaciones, ya sea de manera individual o combinado con otros compuestos. Como material de ingeniería, el hule vulcanizado es notable entre los elastómeros por su alta resistencia a la tensión, resistencia al desgarramiento, resiliencia (capacidad de recobrar su forma después de una deformación), resistencia al desgaste y a la fatiga. Sus puntos débiles son: que se degrada cuando es expuesto al calor, a la luz del sol, al oxígeno, al ozono y al aceite. Algunas de estas limitaciones pueden reducirse mediante el uso de aditivos.

De los posibles sistemas de procesamiento de llantas el más adecuado para el estudio resultó el tratamiento mecánico en donde sus resultantes garantizan alta calidad, lo cual hace fácil su reutilización, es un conjunto de procesos mediante los cuales las llantas son comprimidas, cortadas o fragmentadas en gránulos de hasta menores de 4mm. Estos procesos se realizan comúnmente a través de máquinas trituradoras formadas por dos o más ejes paralelos de cuchillas que giran a diferentes velocidades, la separación de sus ejes depende del tamaño de granulado que se quiera conseguir, y la separación de sus componentes (acero y fibras), eliminando la

parte textil por medio de filtros y la metálica por medio de imanes y bandejas vibratorias.

El sector al que se enfoca este proyecto es el parque automotor de Quito más específicamente en el área del Valle de los Chillos y la demanda directa seria empresas que requieran el caucho, debido a su menor precio que la materia prima para diferentes productos así como entidades encargadas del asfalto, cementeras, el gobierno, entre otros.

La planta procesaría cerca de 2 Ton / h con lo cual se diseño el área de la planta con sus instalaciones requeridas y servicios básicos, se efectúa un análisis de los costos versus beneficios en los que incurrirán para la puesta en marcha de la mano de un análisis a 5 años según datos los cuales, deben ser actualizados ya que depende de las diferentes políticas ambientales, legales y económicas que estén rigiéndose en el año a efectuarse el proyecto, como conclusión general cuando se trata de manejo de residuos los proyectos mayormente suelen ser rentables debido a la depreciación de su materia prima y su bajo costo de adquisición, lo que define la factibilidad del proyecto, en realidad es el mercado , sus posibles compradores, competencia y su facilidad para la adquisición de la maquinaria pertinente.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación vehículos	8
Tabla 2.3 Poder calorífico de algunos combustibles.....	34
Tabla 3.1 Tipo de Negocio	45
Tabla 3.2 Tipos de Neumáticos.....	45
Tabla 3.3 Valor de venta por neumático.....	46
Tabla 3.4 Estadística solo de importaciones de neumáticos nuevos	47
Tabla 3.5 Neumáticos generados anual.....	48
Tabla 3.6 Promedio del total llantas por año en Quito 2012 por peso.....	49
Tabla 3.7 Proyección desde 2007 de llantas desechadas en Quito.....	49
Tabla 3.8 Calor de combustión de algunos combustibles.....	52
Tabla 4.1 Matriz de impactos y de efectos medioambientales.....	73
Tabla 5.1 Requerimientos técnicos de la planta	76
Tabla 5.2 Tonelaje por tipo de llanta	77
Tabla.5.3 Plan de control.....	84
Tabla.5.4 Diagrama de flujo avalado	86
Tabla 5.5 Constantes empíricas para transporte.....	89
Tabla 5.6 Dimensiones de vehículos usados para recolección.....	90
Tabla 5.7 Características eléctricas maquinaria	105
Tabla 6.1 Instalaciones	114
Tabla 6.2 Llantas cantidad aproximad a por año.....	114
Tabla 6.3 Llantas costos aproximad a por año.....	114
Tabla 6.4 Implementos para oficina y otros	115
Tabla 6.5 Equipos y maquinaria	116
Tabla 6.6 Mano de Obra directa	116
Tabla 6.7 Mano de obra indirecta y administrativo.....	117
Tabla 6.8 Gastos Mano de Obra y Personal.....	118

Tabla 6.9 Generación de Empleo	118
Tabla 6.10 Gastos Legales.....	119
Tabla 6.11 Suministros y otros gastos.....	119
Tabla 6.12 Costos Unitarios Servicios	120
Tabla 6.13 Ingresos primer Año.	123
Tabla 6.14 Ingresos Anuales (5 años).....	124
Tabla 6.15 Resultados Análisis	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Constitución esquemática de una llanta	9
Fig. 2.2 Corte lateral partes de una llanta.....	10
Fig. 2.3 Llanta Diagonal vs Radial	12
Fig. 2.4 Simbología de la llanta	13
Fig. 2.5 Preparación de carcasa Reencauchado	16
Fig. 2.6 Preparación y reparación.....	17
Fig. 2.7 y 2.8 Preparación	18
Fig. 2.9 Vulcanizado.....	18
Fig. 2.10 y 2.11 Entrada y troceado de llanta	24
Fig. 2.12 Esquema molienda criogénica.....	25
Fig. 2.13 Diagrama Termólisis.....	26
Fig. 2.14 Protectores viales	28
Fig. 2.15 Geomalla	28
Fig. 2.16 y 2.17 Panel aislante y cubierta de techo	32
Fig. 2.18 Baldosas de caucho	33
Fig. 2.19 Plato de ducha reciclado	35
Fig. 2.20 y 2.21 Colectores solares	36
Fig. 2.22 Otros usos	37
Fig. 3.1 Porcentaje de llantas proveniente de los tipos de negocios.....	45
Fig. 3.2 Posibles proveedores, competidores y clientes	52
Fig. 3.3 Placa de escayola con caucho	56
Fig. 3.4 Proceso del asfalto integrado con caucho reciclado	61
Fig. 3.5 Baldosas	62
Fig. 5.2 Criba.....	80
Fig. 5.3 Diagrama de flujo	83
Fig. 5.4 Sistema de intercambio de contenedor.....	89

Fig. 5.5 Tipos comunes de cintas magnéticas	92
Fig. 5.6 Cinta magnética en la planta	92
Fig. 5.7 Plano de iluminación	102
Fig. 5.8 Red distribución agua potable.	108
Fig. 5.9 Tipo contenedor	109

NOMENCLATURA / SUBÍNDICES

Simbología	significado
Ton	Tonelada
Km	Kilometro
h	Hora
Fe	Hierro
Co	Cobalto
°C	Centígrados
Su	Resistencia a la tensión
Sy	Resistencia a la fluencia.
pulg	Pulgadas
lb	Libras
psi	Libras por pulgadas cuadradas.
l	Litros
Kcal	Kilocalorías
mm	Milímetros
m	Metros
cm	Centímetros
\$	Dólares
Kj	Kilojulios
Kw	Kilovatios
Cd	Cadmio
Tl	Talio
Hg	Mercurio
HP	Horse power
V	Voltios
Hz	Hertz
Q	Caudal
Atub	Área tubería
v	Velocidad promedio
D	Diámetro
w	Watts
φt	Flujo luminoso

Nlamp	Numero lámparas
Dplg	Diámetro en pulgadas
h	Altura iluminación
Ni	Coefficiente de iluminación
Efi1	Eficiencia luminaria
Areap	Área a iluminar
a	Ancho
b	Largo
Ncolum	Numero de columnas
Nfilas	Numero de filas
fr	Factor de mantenimiento
η	Factor de rendimiento
%	Porcentaje
KVA	Potencia de transformadores
E	Amperaje
Fp	Factor de potencia
A	Amperios
AWG	American wire gauge (Norma Americana de cables)
min	Minutos
s	Segundos
TIR	Tasa interna de retorno
VAN	Valor actual neto
q	Costal (50kg)
B/C	Beneficio sobre costo
KN	Kilo Newton

ANEXOS

ANEXO 1	Tecnologías relevantes para el tratamiento de llantas usadas.
ANEXO 2	Conversión unidad Mesh en mm/in/microns
ANEXO 3	Tipos de hule y sus características
ANEXO 4	Cifra de vehículos Parque Automovilístico Quito.
ANEXO 5	Descripción de Industrias (Precio, competencia y consumo).
ANEXO 6	Cotización Proveedores de maquinaria.
ANEXO 7	Ordenanza Ambiental Rumiñahui
ANEXO 8	Cotización y Especificación Montacargas 4 Ton.
ANEXO 9	Luminotecnia.
ANEXO 10	Plano 1 Distribución maquinaria planta. Plano 2 Eléctrico luminarias. Plano 3 Eléctrico tableros. Plano 4 Abastecimiento de agua/tuberías.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

La presente investigación se realiza con la finalidad de realizar el diseño y la promoción de un proyecto de reciclaje de llantas, y que con su futura puesta en marcha se pueden obtener cuantiosos beneficios, además de dar a conocer la importancia que tiene el reciclaje a nivel mundial, al obtener en forma inteligente de un desecho un nuevo producto en pro de las necesidades actuales.

1.1. ANTECEDENTES

Los residuos sólidos siempre han sido un problema desde cuando el hombre dejó de ser un nómada, y al asentarse comenzó a desarrollar no solo desechos orgánicos si no principalmente inorgánicos los cuales no son fáciles de degradar¹ (Tchobanoglous, George,1999).

Siendo el consumo de productos una actividad natural se conformo la gestión de residuos sólidos que está asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia, procesamientos y evacuación de residuos sólidos de una forma que armonice con la salud pública.

Una de las principales causas de contaminación es el aumento en la tasa de vehículos nuevos en el Ecuador siendo la compra de vehículos un buen indicador de la capacidad y disposición al consumo de los hogares del Ecuador, más aún si se tiene en cuenta que es un bien, cuya compra requiere financiamiento externo Según la Asociación Latinoamericana de Distribuidores de Automotores (ALADDA), en el Ecuador el 70% de vehículos nuevos se venden con financiamiento de bancos, financieras o crédito de los concesionarios y el 30% son ventas al contado por lo tanto es una industria fomentada por todas distintas entidades que obtienen rubros de los clientes que obtienen adquieren un auto.

En el 2006 se vendieron en Ecuador 86 mil autos y 73 mil motos sumando más de 1,800 millones de dólares, 6.6 veces la inversión extranjera,

siendo un record nacional² (Corpaire, 2011), utilizando como referencia el reporte de venta de vehículos por país dado por (Global Insight) (Mirada Global) desde el 2006, la relación número de automotores nuevos (sin motos) para 1000 habitantes, para los países de la Región Andina, fue la siguiente: Ecuador 6.4; Perú 1.2; Bolivia 0.3; Colombia 3.0; Venezuela 10.9; y, Chile 12.8.

Según el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) en el 2010, en Ecuador se fabricaron 5'402.000 llantas y anualmente se desechan al ambiente 630.000³ (Diario EL HOY, 2011). Actualmente en Quito circulan más de 250.000 autos (uno por cada cinco personas)⁴(Diario LA HORA ,2010), los cuales intercambian sus neumáticos cada 60.000 Km dependiendo del uso.

Como futuros ingenieros y emprendedores se buscan ideas innovadoras, que den solución a problemas de la actualidad y que a la vez se pueden constituir en una fuente importante de empleo e ingresos.

En la actualidad, nuestro país se encuentra en una etapa de cambio tanto en el área de energías renovables como en la ampliación de proyectos que están relacionados a la vialidad y a disminuir la contaminación, es por esto que el gobierno ha destinado recursos económicos a fin de resolver problemas relacionados a las áreas mencionadas. Creando así el 18 de Marzo del 2011 el Econofondo un aporte de más 16'000.000 de dólares que serán invertidos en proyectos de conservación junto con la FAN (fondo ambiental nacional)⁵ (Ecuador inmediato noticias, 2011) y la Corporación Andina de Fomento (CAF) aprobó recientemente un crédito por US\$ 209 millones para proyectos viales designados para este año.

Actualmente en el Ecuador esta área de producción del reciclaje de llantas, está siendo estudiada por varias entidades y por organizaciones, así como empresas que están dispuestas a aportar para su desarrollo, tales como fundación natura con su proyecto con el fin de elaborar diesel sintético así como el Proyecto Reúsa, que está a cargo del MIPRO (Ministerios de Industrias y Productividad) y que fue anunciado el 22 de marzo del 2011 basado en el reencauche de neumáticos

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La problemática de los residuos ocupa un lugar prioritario debido al reducido espacio y a las necesidades de nuevos productos, por lo cual los sectores públicos y privados demandan actividades tendentes a minimizar los prejuicios medioambientales de los procesos industriales.

En base a datos tan sólo el 30% de los municipios tienen rellenos sanitarios, de los cuales la mayoría no tienen un lugar adecuado para la disposición de las llantas usadas y se recurre a depositar en tiraderos a cielo abierto o se las acumula en las esquinas de las mecánicas y en los botaderos, esto no solo representa un grave problema de salud por las emisiones de sustancias tóxicas si no también es una amenaza para el medio ambiente, y beneficia al tan grave calentamiento global.

Aún peor se recurre a la quema de llantas, empeorando la contaminación ya que se ha demostrado que estas producen mayores emisiones de dioxinas, mercurio, hidrocarburos poli aromáticos y metales pesados como plomo, zinc, níquel y vanadio, al cual se encuentran expuestas aquellas que habitan alrededor, estas personas pueden sufrir graves consecuencias para su salud y bienestar.

Este problema, con el crecimiento poblacional y el avance de la tecnología ha ido complicándose exponencialmente, haciendo que los tiraderos sean el último lugar de evacuación para los residuos que no pueden ser recuperados, este fracaso o incapacidad para salvar y reciclar materiales económicamente da lugar al desperdicio innecesario y al agotamiento de los recursos naturales. El reto es cambiar los hábitos de consumo que se han establecido a lo largo de muchos años como resultado de la presión publicitaria que idealiza el alto consumo.

En síntesis: para otros países las llantas en desuso han dejado de ser una amenaza ambiental y se han convertido en un negocio, en una fuente de ingresos que genera empleos para muchas personas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar una potencial industria, enfocada en la solución de problemas que acontecen en la actualidad y establecer así una posible fuente de ingresos en base a este análisis.

Desarrollar la ingeniería básica de una planta a fin de que las llantas usadas puedan ser transformadas en productos útiles mediante la aplicación de los conocimientos técnicos y científicos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar para conocer los diferentes procesos de reciclado, y realizar una evaluación para establecer el posible mercado.
- Estudio de las diferentes tecnologías y equipos utilizados para los procesos de reciclado de llantas y selección de las mismas.
- Investigar, evaluar y comparar los parámetros y consideraciones pertinentes para la selección de una planta de reciclaje de llantas.
- Diseñar el flujo del proceso, especificando las estrategias de operación basándose en normativas nacionales e internacionales.
- Determinar los recursos energéticos, económicos, logísticos, ambientales, etc. Necesario para la correcta instalación y operación de la planta seleccionada.
- Diseñar el esquema de la planta que incluye la obra civil, sistema de abastecimiento de materia prima (llantas), sistema de suministro eléctrico, requerimientos de materiales y materia prima, distribución área de trabajo, requerimientos de maquinaria y equipos.
- Evaluar la factibilidad económica de la instalación y puesta en marcha de la planta considerando las variables económicas necesarias.
- Elaborar la memoria técnica de los sistemas y procesos de la planta de reciclaje de llantas para que sea una propuesta factible.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Debido a que el consumo es una acción natural de la sociedad así como la producción de residuos sólidos que crea una urgente necesidad de materia prima, es de vital importancia para la sobrevivencia humana que se fomenten procesos de reciclado.

Por lo detallado anteriormente se quiere dar una propuesta en la cual, por medio de una serie de sistemas de separación y recuperación del hule, de las cuerdas de acero y de las cuerdas de nylon, mediante diferentes procesos, se pueda reutilizar estos materiales creando nuevos productos.

Las llantas desechadas tienen un enorme potencial y su mercado es amplio por ejemplo por medio de la trituración del neumático o por un método criogénico (frío), mediante el cual se reducen las llantas a partículas muy pequeñas que se usan como combustible alternativo, en rellenos sanitarios y fosas sépticas. También así con las partículas un poco más grandes se pueden usar en construcción de pisos para áreas de juegos, establos, ruedas, canchas deportivas y carpetas asfálticas y por su composición con alto porcentaje de hidrocarburos que pueden ser utilizadas también como combustible mediante un sistema llamado Pirolisis en el cual no hay combustión pero sí hay descomposición de sus materiales. Así se lograra evitar que se vuelvan un problema que amenace al medio ambiente.

Con este proyecto, se espera que las futuras operaciones de reutilización, y reciclado de neumáticos usados sean una potencial oportunidad para la creación de industria y tecnología, así como un importante yacimiento de nuevos empleos.

1.5. ALCANCE

La principal idea es impulsar un proyecto viable que permita una ocupación más eficiente del reducido espacio de los botaderos de nuestro país así como eliminar los perjuicios que conllevan la contaminación creada por las llantas usadas, este proyecto abarca el estudio técnico, económico y financiero para la transformación de neumáticos en desuso provenientes de usuarios

particulares como de diferentes empresas, los cuales mediante procesos industriales podrán ser reutilizados, que ayudaran a satisfacer las necesidades crecientes de materia prima en las industrias sin recurrir a la disminución de recursos naturales con lo cual se podrá analizar la factibilidad para dar apertura a un posible mercado del cual se pueda obtener beneficios económicos que al mismo tiempo establezca nuevas fuentes de trabajo mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL RECICLAJE DE LLANTAS

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años siendo que las llantas (neumáticos) representan el 5 % de todos los residuos sólidos que se generan en el mundo anualmente.⁶ (Club naturista ALECOS, 2010).

Según como se menciona en el capítulo anterior con frecuencia se usa la quema directa y esto provoca graves problemas medioambientales y así también el almacenamiento, ya que este también afecta a la estabilidad del entorno por su degradación química parcial.

Los componentes de la goma sintética en un neumático nuevo de turismo se obtienen a partir de entre 26 y 30 litros de petróleo (medio barril)⁷ (Neumáticos fuera de uso, artículo, 2011) y producir un kilo de goma virgen necesita de tres veces más energía de la que se requiere para hacer un kilo de goma reciclada.

La Enciclopedia Temática Guinness

"Químicamente el caucho es un polímero: un compuesto constituido por macromoléculas formadas por la unión de varias moléculas más pequeñas y sencillas que se repiten una y otra vez. Este mismo principio de unión - denominando polimerización- sirve de base para la fabricación de una enorme gama de plásticos por parte de la industria química".

Así fue como Charles Goodyear (1800-1860), fue quien descubrió que al mezclar con azufre y calentarlo, este proceso conocido como vulcanización fue la puerta para la creación del caucho y así su utilización para diferentes productos como: cables eléctricos, mangueras, y el principal foco de estudio de este proyecto las llantas de automóviles, camiones, etc.

Por lo tanto la iniciativa de este proyecto se basa en conservar los limitados recursos del planeta, el reciclaje de llantas no es preventivo de la explotación de materias primas si no que es curativo, ya que esta es una herramienta que necesita de tecnología, procesos, instalaciones, y de otras herramientas también para que pueda ayudar a mantener y contribuir al desarrollo sostenible.

Las llantas están compuestas de diferentes productos, consisten en una cubierta principalmente echa de caucho ya sea natural o sintético que contiene aire confinado por un filamento de acero y fibra textil

En esta tabla podemos mencionar los elementos principales que conforman las llantas en función del tipo de vehículo:

Tabla 2.1 Clasificación por tipo de vehículos

MATERIALES	Tipos de vehículos	
	MEDIANOS	PESADOS
caucho y elastómeros	48%	43%
negro de carbono	22%	28%
Acero	15%	21%
Textil	5%	0%
Oxido de Zinc	1%	2%
Azufre	1%	1%
Aditivos	8%	6%

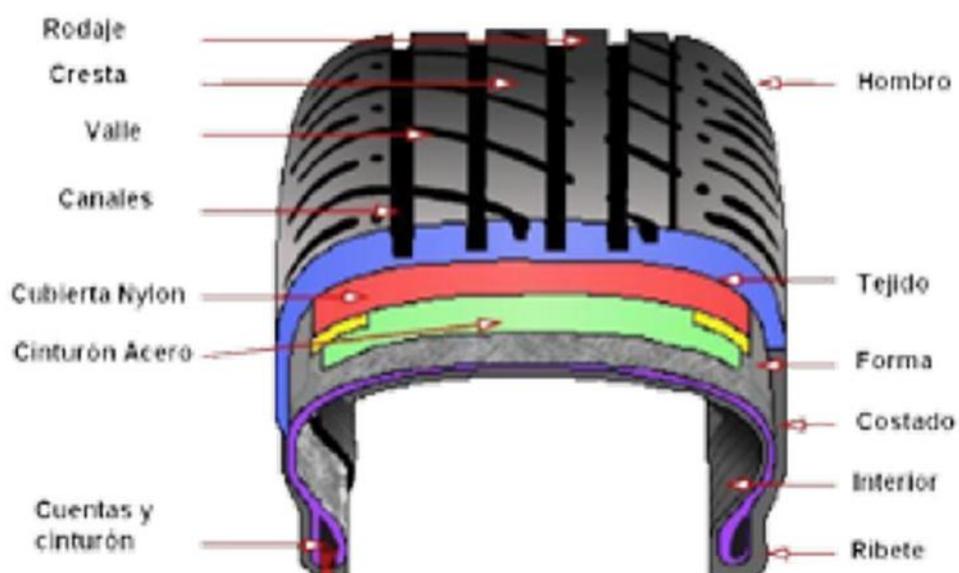
FUENTE: Ricardo Ríos, Reciclado de materiales- reciclaje de neumáticos fuera de uso, agosto 2011, pág. 3

Así pues, la mayor parte de un neumático después del caucho es carbono lo que explica su alto poder calorífico (8.300 Kcal/kg).

Tipo y componentes del Caucho:

La matriz de caucho más utilizada es el copolímero estireno-butadieno (SBR)*, en el que la proporción es de aproximadamente un 25 % en peso de estireno*, o una mezcla de caucho natural y SBR.

- El negro de humo, formado de partículas muy pequeñas de carbono, que aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste.(Colorante)
- Fibras re forzantes: textiles y de acero, usualmente en forma de hilos, que aportan resistencia a los neumáticos: algodón, nylon y poliéster. La cantidad de acero y fibras sintéticas re forzantes en los neumáticos varía según el fabricante.
- Plastificantes: se adicionan para facilitar la preparación y elaboración de las mezclas, utilizándose para el control de la viscosidad. Reducen la fricción interna durante el procesado y mejoran la flexibilidad a bajas temperaturas del producto. aceites minerales (aromáticos, nafténicos y parafínicos) y de de tipo éster.
- Agentes vulcanizantes: el azufre se usa para entrecruzar las cadenas de polímero en el caucho.



* Polímero añade resistencia térmica, química y tenacidad al caucho

Fig. 2.1 Constitución esquemática de una llanta



Fig. 2.2 Corte lateral partes de una llanta.

FUENTE: Rocío Sánchez Juan, *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos*, Diciembre 2007, pág. 12.

Clasificación de las llantas:

Las llantas se clasifican según el tipo de transporte que las utiliza:

- Automóvil
- Autobuses.
- Camionetas
- Agrícolas
- Industrial (camiones, montacargas, grúas, etc.)
- Otros (bicicletas, motocicletas, aviones, carretillas.)

Los neumáticos de camiones están contruidos para soportar más carga que la de los automóviles, por lo que pueden poseer mayor tela de soporte, un cinturón más fuerte, por lo tanto su peso aumenta en comparación con las llantas de automóviles.

Tipos de llantas:

Por su construcción existen dos tipos de neumáticos:

- Diagonales: en su construcción las distintas capas de material se colocan de forma diagonal, unas sobre otras.
- Radiales: en esta construcción las capas de material se colocan unas sobre otras en línea recta, sin sesgo. Este sistema permite dotar de mayor estabilidad y resistencia a la cubierta.

Según su uso de cámara tenemos:

- Neumáticos tube type: aquellos que usan cámara y una llanta específica para ello. No pueden montarse sin cámara. Se usan en algunos 4x4, y vehículos agrícolas.
- Neumáticos tube less o sin cámara: estos neumáticos no emplean cámara. Para evitar la pérdida de aire tienen una parte en el interior del neumático llamada talón que, cómo tiene unos aros de acero en su interior, evitan que se salga de la llanta. La llanta debe ser específica para estos neumáticos. Se emplea prácticamente en todos los vehículos.
- La "R" indica que la construcción de la carcasa del neumático es de tipo "Radial". Si por el contrario, la construcción fuese de tipo "Diagonal" (habitual en algunos neumáticos agrícolas e industriales), se utilizaría el símbolo "D" Aunque esta última casi ya no se usa debido a que la Radial tiene múltiples ventajas frente a las diagonales, la llanta de tipo Radial tiene en su construcción características diferenciadas, como por ejemplo, una mayor área de contacto con el suelo (+ 23%). El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina y Michelin realizaron pruebas con un tractor equipado con neumáticos radiales Michelin vs. Neumáticos diagonales, con los siguientes resultados.

Los resultados fueron:

- Fuerza de tracción y potencia en la barra 8% mayor;
- Índice de patinaje 10% menor;
- Consumo de combustible 5% menor;
- Menor desgaste del neumático;

- Menos esfuerzo en el conjunto de transmisión;
- Velocidad de desplazamiento 7% mayor;
- Menor costo por hora trabajada.

Gracias a la flexibilidad vertical, proporciona mayor confort al operador y minimiza fatiga de las partes mecánicas:

- Menor presión de trabajo, lo que aumenta el área de contacto con el suelo, reduciendo en un 25% la presión del neumático con el suelo, por lo tanto hay menor compactación.
- Por ser de uso sin tubo de aire facilitan el montaje / desmontaje del conjunto y reducción de costos.
- La construcción radial evita daños en el talón y en el flanco.

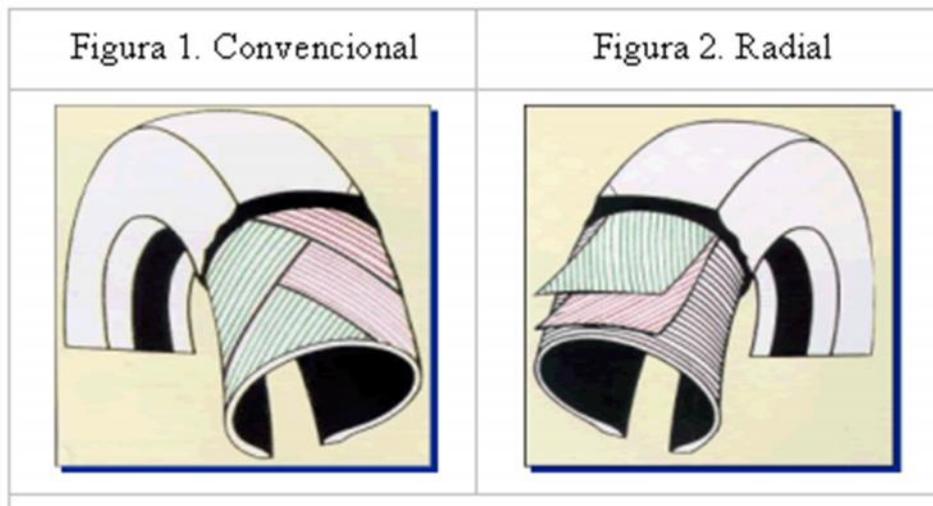


Fig. 2.3 Llanta Diagonal vs Radial

FUENTE: <http://www.bmwfaq.com/f147/todo-lo-que-debes-saber-de-un-neumatico-nueva-comparativa-revista-cnv-vs-rft-585941/>.

Las dimensiones de los neumáticos se representan de la siguiente forma:



Fig. 2.4 Simbología de la llanta

FUENTE: <http://www.oponeo.es/articulo/fecha-de-fabricacion-del-neumatico-diferentes-tipos-de-codigos-en-neumaticos>

La simbología de la llanta: 195/65R15 91H.

El primer número identifica el ancho de sección (de pared a pared) de la cubierta, expresado en milímetros.

El segundo número es el perfil, o altura del lado interior de la cubierta y se expresa en el porcentaje del ancho de cubierta que corresponde al flanco o pared de la cubierta.

Ejemplo:

195/65 R 15 91H:

195 milímetros de ancho; 65% de perfil; neumático radial; 15 pulgadas; 650 kg de carga máxima dado por una tabla de códigos establecida; El código de velocidad siempre se presenta en forma de un símbolo de letra, de Q a Y, y está localizado siempre tras el dato referente al tamaño del neumático, por ejemplo: 91H. Los códigos de velocidad más habituales son: T – hasta 190 km/h

H – hasta 210 km/h

V – hasta 240 km/h

W – hasta 270 km/h.

Existen métodos para conseguir un reciclado coherente de estos productos pero faltan políticas que favorezcan la recogida y la implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de las gomas de los vehículos y maquinarias.

De acuerdo al Ministerio de industrias y productividad en el 2011, el país importa cerca de 450. 000 Llantas anuales, pero tan solo 150.000 se reencauchan, lo que da como resultado 30.000 llantas que van a parar en los basureros ⁸ debido también a que las empresas que fabrican llantas no les interesa la recuperación ya que es más barato recurrir a la materia prima virgen que a la reciclada debido a que su reciclaje conlleva procesos que muchas veces producen materiales para diferentes productos, que no se relacionan para su reutilización como llantas.

El reciclaje de llantas actualmente en varios países tanto Europeos y en América del norte como latina esta extendiéndose, con esto se busca la logística para la recolección de neumáticos en desuso que sean provenientes tanto como de usuarios particulares como de empresas de transporte, talleres de construcción, etc. Continuamente se están desarrollando programas de reciclado y reutilización de los neumáticos para evitar que se acumulen y que aun peor sean quemados.

2.1.1. TIPOS DE RECICLAJES DE LLANTAS

En el Ecuador lo que comúnmente se realiza con las llantas en desuso es conocido como un procedimiento de derroche en el cual estas se almacenan en lugares como mecánicas, botaderos etc. Otro método que también es perjudicial es enterrarlas o aun peor quemarlas debido a los perjuicios que ocasiona a los seres vivos y al ambiente.

Este subcapítulo busca exponer los métodos de reciclaje de llantas usadas que existen, para así poder elegir el más adecuado con esto se va a desarrollar los capítulos que continúan, en base a ese método.

Existen actualmente varios métodos mediante los cuales las llantas en desuso pueden ser transformadas por medios físicos, químicos y biológicos

para que dejen de ser un desperdicio, es importante conocer todos los procesos de transformación que sean posibles y sus productos resultantes ya que esto afectara directamente al desarrollo humano y más específicamente a la disminución de residuos que en la actualidad son un problema.

Adentrándonos al reciclaje existen dos tipos de reciclaje en general para cualquier desecho solido el de ciclo cerrado o abierto.

El ciclo cerrado se basa en reciclar un producto para producir nuevos productos del mismo tipo por ejemplo el papel periódico que se recicla para producir el mismo papel periódico y no genera nuevos productos que se añaden a los ya existentes. En este caso tenemos el reciclaje de llantas por medio del reencauchado es una posibilidad técnica en algunos casos, se requiere una separación de las llantas fuera de uso ya que solo pueden llegar hasta cierto grado de desgaste para que puedan ser reencauchadas caso contrario estas se desechan.

El reencauche se basa en la selección e inspección de una llanta usada, a la que se le coloca una nueva banda de rodamiento mediante técnicas de calor y presión. Pero esta renovación se debe realizar sobre carcacas que tengan un desgaste uniforme o por lo menos un remanente mínimo de dos milímetros en el labrado, que en los costados no exista abolladuras y que el aro interno no presente desgarre.

Existen varios tipos de variación que se puede utilizar en el reencauchado:

- **Recauchutaje:** Consiste en colocar sobre un neumático gastado una capa de caucho sin vulcanizar, que cubrirá la banda de rodamiento y los hombros del mismo. Luego el proceso se completa colocando el neumático dentro de un molde para que por medio de presión y temperatura quede inserto en el mismo el nuevo dibujo.
- **Precurado:** Se coloca sobre un neumático gastado una banda de caucho vulcanizada de antemano, que cubrirá la zona de rodamiento. Luego el

proceso se completa colocando el neumático dentro de un autoclave* para que por medio de presión y temperatura la nueva banda de rodamiento quede unida al mismo.

- **Rebarrado:** Consiste en la extrusión de nuevos tacos para neumáticos de tractor, los que se unirán al mismo mediante un proceso de vulcanización a temperatura y presión predeterminadas dentro de un autoclave*.
- **Retallado:** Consiste en revestir la cubierta con una o varias capas de caucho maciza, esculpir luego su dibujo, para finalizar el proceso mediante la vulcanización dentro de un autoclave a presiones y temperaturas predeterminadas.

No varía mucho en su procedimiento siendo el Reencauchado el más común posee cinco etapas las cuales son:

Raspado y preparación de la carcasa: se retira el remanente de banda de rodamiento gastada, utilizando patrones metálicos que se aseguran que sea el contorno correcto. La carcasa pulida que debe tener una textura uniforme y suave es medida y se chequea que cumpla las especificaciones técnicas mediante un balanceo para que así la nueva banda tenga una buena adhesión.



Fig. 2.5 Preparación de carcasa Reencauchado

FUENTE:

www.simart.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=10.

* recipiente de presión metálico permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua, se usa en este caso para vulcanizar

Preparación y reparación: Debido a que las llantas en su primera vida sufren distintos daños como los pinchazos que pueden sobrepasar la banda de rodamiento y llegar a las lonas o tela de cuerpo por lo tanto se realiza las debidas reparaciones para que cumpla con las especificaciones y normas de calidad y seguridad. El relleno de agujeros y cráteres se realiza con una mini extrusora de caucho, capaz de calentar e inyectar el mismo, eliminando los riesgos de atrapamiento de aire.⁹ (Castro Guillermo, 2007)



Fig. 2.6 Preparación y reparación

FUENTE:www.simart.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=10

ADAPTADO POR: AUTORA.

En este punto se puede realizar dos procedimientos uno en frío o en caliente la segunda tiene la desventaja de que, cuando la temperatura de la llanta se acerca a los 120 grados centígrados, la banda se despegas del casco y se daña totalmente. En frío en cambio se utiliza bandas precuradas*, que son vulcanizadas* previamente a presión La banda precurada provee sus calibres de ancho de corona, base y profundidad de diseño correctamente uniformes, evitando así cualquier posible variación y asegurando un correcto balanceo. Esta banda es aplicada en máquinas especiales, que proveen un centrado correcto, evitando así cualquier distorsión.

* aplicación de una banda de goma para recauchutaje

* calentar el caucho crudo en presencia de azufre, con el fin de volverlo más duro y resistente al frío.



Fig. 2.7 y 2.8 Preparación

FUENTE: Castro Guillermo, Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos, Diciembre 2007, pág. 30.

Vulcanizado: La vulcanización de la banda precurada es efectuada en un Auto-Clave, mediante aire caliente y presión en un tiempo determinado.

Cualquier variación a estos factores (presión, temperatura y tiempo) es detectado en forma automática por los sensores del Auto-Clave.



Fig. 2.9 Vulcanizado

FUENTE: www.simart.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=10

ADAPTADO POR: AUTORA

Inspección final: La llanta ya reencauchada es revisada interna y externamente y debe cumplir con las estrictas normas técnicas y de calidad, antes de salir al mercado.

La duración debe ser igual al de una llanta nueva, si el producto ha sido elaborado con compuestos de primera calidad y con procesos ajustados a las normas técnicas.

Como se menciona antes este procedimiento de reciclaje posee un cierto porcentaje de llantas que no van a poder ser procesadas, y se tiene por promedio que un mismo neumático puede llegar a ser reencauchado dos veces, lo que hace que pueda tener tres ciclos de vida, después del cual será desechado y a pesar de que disminuye la contaminación estos restos tienen el mismo final que las demás llantas usadas.

En el caso de vehículos industriales o camiones grandes se puede también realizar el re canalado y re-esculturado el cual consiste en remarcar el dibujo primitivo del neumático, siempre y cuando éste no haya perdido más de un 75 % de su profundidad original, para recuperar su uso original. Las exigencias de seguridad de los vehículos desaconsejan esta solución encaminada a reducir la producción de neumáticos.¹⁰ (Alternativas a la incineración de autos, artículo, 2011)

Regresando a la clasificación de reciclajes también se tiene el de **ciclo abierto** es cuando los materiales de desecho (las llantas desechadas) se transforman en nuevos productos con características diferentes o similares a las que tenía al inicio, este reciclaje puede ser de manera mecánica, química o biológica según el uso que se le vaya a dar, se utilizará una o varias tecnologías. Entre los cuales se destacan los siguientes:

Tecnologías de Regeneración: Este proceso se basa en romper las cadenas que forman el material para obtener una materia prima que, aunque dista mucho de la original, podría volver a vulcanizarse y fabricar de nuevo el caucho. El caucho regenerado en teoría podría ser utilizado en la fabricación de neumáticos, pero cada día las mezclas utilizadas en la fabricación de los neumáticos, a los que se exigen altísimas prestaciones, tienen que cumplir con unas especificaciones tan estrictas que hacen difícil, por el momento, la utilización generalizada de caucho regenerado.

Dentro de la regeneración tenemos:

Des vulcanización: Mediante el cual se trata de separar el enlace del azufre con el caucho crudo para poder obtener la materia prima, es un proceso costoso y aun así solo se puede reutilizar una parte del caucho recuperado aunque se continúan realizando estudios para obtener mejores resultados, entre los cuales los más destacados se mencionan a continuación pero para poder definirlos de mejor manera se los divide en procesos físicos que suceden con la ayuda de una fuente de energía externa y los procesos químicos que son los que más se usan entre los cuales tenemos:

Desvulcanización Química: Se emplean agentes químicos que rompen los enlaces este método está en continuo estudio.

Desvulcanización Térmica: Se procede a calentar el polvo del caucho a una elevada temperatura sin químicos, el problema es que se considera que solo es viable para el caucho natural. También en esta sub clasificación de regeneración se considera la *desvulcanización por microondas:* el cual gracias al efecto de energía que obtienen las moléculas al pasar por microondas, elevan su temperatura provocando que su enlace se rompa.

Y Según los procesos físicos de regeneración tenemos:

Desvulcanización mecánica: Proceso patentado escrito por Nashville, en el cual mediante aleaciones de hierro (Fe) y cobalto (Co), para obtener materias primas que pueden ser reutilizados pero los componentes obtenidos no presentan las propiedades y la calidad de los originales.

Desvulcanización Químico - mecánica: En el polvo de caucho se aplica una fuerza mecánica que puede ser la molienda, esta forma radicales libres, a esto se le añade agentes químicos.

Desvulcanización termo- mecánica: Mediante extrusoras que calientan el polvo de caucho durante un periodo corto en la cual se produce una masa viscosa la cual se mezcla con la materia prima virgen, así no se dispondrá

totalmente de la materia virgen si no que se podrá utilizar una parte del polvo de llanta reciclado.

Desvulcanizacion termo- química: Es un proceso de recuperación, se lleva a cabo en un autoclave en seco o con vapor, (temperaturas de entre 180-190°C), al cual se expone el caucho durante un periodo de tiempo, después del cual se extrae una masa ablandada y se lamina en un molino.

Desvulcanizacion ultrasónica: Este proceso permite reciclar el caucho, sin necesidad de agentes Químicos, usando ciertas condiciones de presión y temperatura, mediante ondas ultrasónicas se rompe el enlace entre el azufre y el caucho causando la des vulcanización. Este método está siendo objeto de estudio en la universidad de Akron (Ohio), donde se realiza la desvulcanización ultrasónica del caucho butílico en una extrusora de 120°C, mediante estos estudios se obtuvo que las propiedades mecánicas del caucho re vulcanizado dependían de las condiciones del procedimiento de des vulcanización, comparando con el caucho virgen se obtuvo 86% en resistencia a la tensión (Su) y 71% en deformación a la rotura (Sy).

Teniendo también como otro tipo de regeneración a la:

Recuperación (reclaiming): Es el procedimiento mediante el cual se trata de romper los entre cruzamientos o enlaces para poder obtener y reutilizar los componentes del caucho. Esta ruptura de enlaces se da mediante la des vulcanización*, o mediante la despolimerización* que es el fraccionamiento de las cadenas de los polímeros. La recuperación funciona de mejor manera para el caucho natural siendo de diferente manera para el caucho sintético.

La recuperación se realiza mediante el uso de:

* Proceso Químico – Mecánico se rompen enlaces mediante aditivos, se recupera parte pero no el total del caucho para reutilización.

* Es la degradación más importante de un plástico, el cual ante exposición al sol termina por destruirse.

La trituración mecánica: mediante la cual se trocea el caucho para convertirlo en polvo y este es sometido a agentes químicos (des vulcanización Químico- mecánica), seguido de una molienda por fricción.

Estos son aparte de los tres procesos típicos que conforman la recuperación los cuales son:

- Proceso Pan que es bajo presión de vapor
- Proceso térmico (calentamiento)
- Proceso digestivo: en una disolución acuosa.

Estos no son los únicos procesos de recuperación actualmente existen muchos más que están en continuo estudio, para poder obtener un material de mejor calidad

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

Neumáticos convertidos en energía eléctrica: Los residuos de neumáticos una vez preparados, puede convertirse también en energía eléctrica utilizable en la propia planta de reciclaje o conducirse a otras instalaciones distribuidoras. Los residuos se introducen en una caldera donde se realiza su combustión. El calor liberado provoca que el agua existente en la caldera se convierta en vapor de alta temperatura y alta presión que se conduce hasta una turbina. Al expandirse mueve la turbina y el generador acoplado a ella produce la electricidad, que tendrá que ser transformada posteriormente para su uso directo.

Tratamientos mecánicos: Como su nombre lo dice es mecánico, sus resultantes son de alta calidad limpios de todo tipo de impurezas, lo cual hace

fácil su reutilización, es un proceso mediante el cual los neumáticos son comprimidos, cortados o fragmentados en piezas mediante maquinaria.

La trituración es casi siempre un paso previo a la molienda así como a diferentes métodos de recuperación que se menciono anteriormente, se realiza comúnmente a través de maquinas trituradoras formadas por dos o más ejes paralelos de cuchillas que giran a diferentes velocidades, la separación de sus ejes depende del tamaño de trozos que se quiera conseguir, incluye la fragmentación del neumático en gránulos y la separación de sus componentes (acero y fibras) se puede o no realizar la des vulcanización.

El polvo de neumáticos se obtiene después de granular los neumáticos de forma más fina, en base a la molienda esta se puede dividir en:

Molienda mecánica: Es realizada a temperatura ambiente se la lleva a cabo en un molino conocido como “cracker”(granuladora) en el cual los rollos contienen ranuras con cuchillas que trituran el caucho, estos molinos constituidos por un rotor y un estator. Antes de realizar la molienda es necesario separar la parte metálica (filamento de acero) para que el molino no sufra ningún daño, se la puede realizar con separadores magnéticos que se las disponen sobre las cintas, se pueden usar imanes permanentes o electroimanes, de las cuales se debe realizar un previo estudio para escoger la mejor instalación ya que existen varios tipos.

Para eliminar la parte textil se suele emplear cintas o bandejas vibratorias que originan el apelmazamiento* de las fibras, que después se separan por tamizado u otros dispositivos.

* compresión, unión.



Fig. 2.10 y 2.11 Entrada y troceado de llanta.

FUENTE:http://www.anunciosclasificados.pe/anuncio/trituradoras-de-papel-carton,-pet,-metal,-neumaticos,-etc_Lima-Metropolitana.

ADAPTADO POR: AUTORA

El proceso a temperatura ambiente normalmente envuelve las siguientes actividades; Separación del metal, separación de la fibra, reducción a polvo grueso, reducción a polvo ultra fino, empaquetado y pesado. El equipamiento empleado se puede dividir en 8 grupos; cuchillas gruesas/afiladas, granuladores primarios y secundarios, raspadores, molinos primarios y secundarios, rodillos de acabado.

La distribución y tamaño de la partícula del polvo depende del número de veces que se pasa el polvo por el Rodillo y del tipo de rodillo empleado. Para poder establecer una medida se tiene los mesh conocida como medida de granulometría, mientras mayor es el mesh mas fino es el grano (**Anexo 2**).

En general, el rodillo primario podrá reducir a tamaños entre 10-40 mesh (2- 0.4 mm).

Molienda criogénica: En este procedimiento, se conseguirá granos muy finos casi polvo, las temperaturas que utiliza este procedimiento no son tan elevadas por lo que no será un cambio drástico que puede dañar al producto, diferentes estudios realizados con un material como el caucho el cual es sensible al incremento de temperatura, se hace muy útil, el empleo de técnicas de molienda que no sometan al caucho en este caso a cambios de temperatura brusco. Cuando un material se somete a un esfuerzo o tensión, se produce una deformación del mismo; si se aumenta progresivamente el esfuerzo, llega

un momento en que el material se fractura (tensión de rotura). Sin embargo, aunque todos los materiales se comportan de este modo, es evidente que el caucho se rompe después de deformarse apreciablemente. Existe una temperatura por debajo de la cual se vuelve rígido y frágil. A esta temperatura se la denomina temperatura de fragilización, para llegar a este punto se utiliza el método conocido como molienda criogénica.

El primer paso es el de enfriamiento a una temperaturas de -200°C (temperatura de fragilización del caucho)

El siguiente paso consiste, en que las piezas congeladas pasan por un molino de impacto (similar a un percutor o martillo) donde son molidos en elementos más finos que 10 mesh ($<6\text{ mm}$). El polvo obtenido se seca, se separan la fibra y el metal y se clasifica según los tamaños obtenidos.

La molienda de materiales termoplásticos de gran dureza a temperaturas criogénicas significa que los materiales se fragilizan de tal forma que pueden molerse con mucha facilidad y obtenerse productos con una granulometría muy fina.

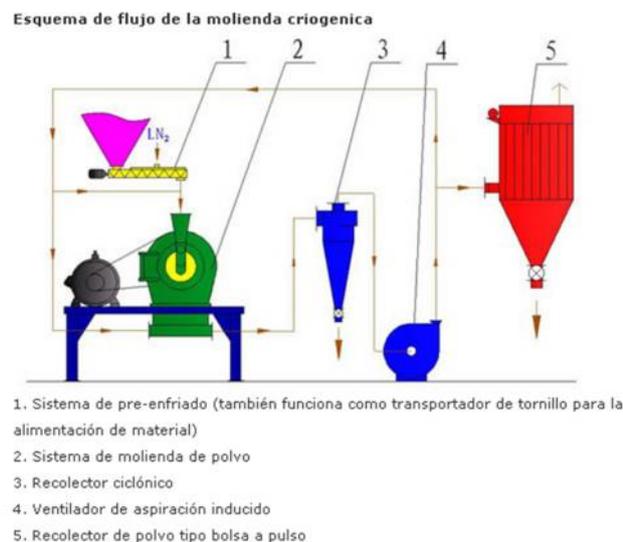


Fig. 2.12 Esquema molienda criogénica

FUENTE: <http://www.chinamill.es/3d-plastic-pulverizer.html>

Molienda húmeda: No se ha escrito demasiado acerca de este tipo de molienda. El procedimiento seguido normalmente consiste en una serie de ruedas de molienda con agua pulverizada inyectada continuamente para asegurar el enfriamiento del polvo. Después de este proceso se separa el agua del polvo y se seca.

En la actualidad se investigan otras opciones de tratamiento como la pirolisis, la termólisis la gasificación, o la crio separación del neumático:

Termólisis y Pirolisis:

La Pirolisis es un caso especial de la termólisis.

Mientras la pirolisis quema el residuo para obtener el producto final, la termólisis consiste en la degradación-disociación térmica de materiales a temperaturas bajas con una total ausencia de oxígeno de tal forma que el contacto entre la fuente de calor y el producto a termolizar es indirecto. Para entender la diferencia en el lenguaje común, mientras la pirolisis quema (aporte energético interno Temperatura del orden de 400°C), la termólisis puede ser algo similar al calentamiento al baño maría (aporte energético interno Temperaturas del orden de 800 – 1100°C).¹¹(Nuevo sistema de reciclaje de neumáticos, artículo web, 2008),

Se obtiene negro de carbono, aceites bituminosos, coque y gases, los cuales pueden ser empleados como materia prima o también combustibles.

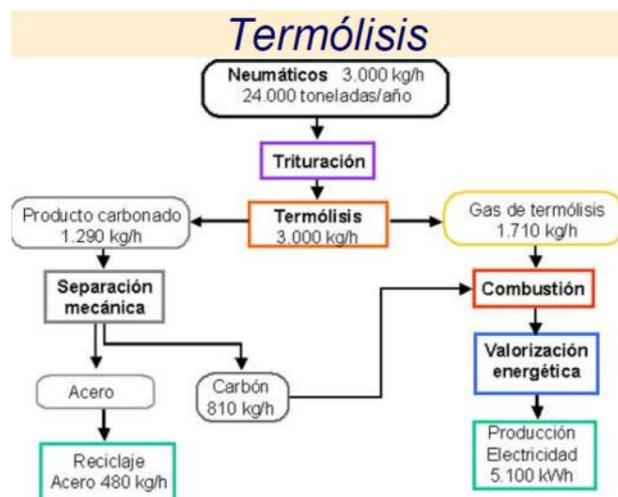


Fig. 2.13 Diagrama Termólisis

FUENTE: Layda Juan Jose, "aprovechamiento energético de residuos", Seminario sobre tecnologías energéticas para biomasa y residuos, 28 junio 2006.

Fundación Natura y Fundación Hermano Miguel implementarán un proyecto de reciclaje de plásticos y llantas para generar diesel sintético de segunda generación, por medio de la pirolisis, para este efecto Fundación Natura instalará una planta en Cayambe en los próximos tres meses y su proceso de instalación duraría seis meses más.

La gasificación: el neumático es sometido a tratamiento térmico en las condiciones de oxidación necesarias para recuperar el metal fundido a la vez que la fracción orgánica se transforma en gas de síntesis (H₂, CO y CO₂), susceptible de ser empleado como materia prima o como combustible para producción eléctrica. El azufre es recuperado.

La crio separación: Bajo temperaturas inferiores a la del nitrógeno líquido, el neumático alcanza tal fragilidad que una molienda efectiva podría separar sus componentes en modo de polvo. Actualmente es una técnica en investigación, y si bien es costosa por el coste del enfriamiento, supone una seria alternativa a las moliendas en cadena a temperatura ambiente, que conllevan un gran deterioro de los elementos trituradores.

2.1.2. TIPOS DE MATERIALES Y PRODUCTOS OBTENIDOS DEL RECICLAJE DE LLANTAS

Los neumáticos dependiendo del tipo de reciclaje que se haya utilizado o si es que su reciclaje es entero disponen de diferentes usos. Para más fácil comprensión dividiremos en dos partes este capítulo.

2.1.2.1. Productos de llantas en desuso sin procesar (enteras):

Arrecifes artificiales: Debido a que los neumáticos están sumergidos en agua de mar están protegidos de la radiación y están en un medio estable químicamente, lo que hace que limiten sus emisiones contaminantes esta cantidad no es contaminante para el ecosistema marino.

Recubrimientos de barreras metálicas: La utilización futura de protectores es viable ya que se han realizado estudios sobre el comportamiento como recubrimientos para las barreras metálicas de contención de carreteras y los postes que la sujetan. Estos funcionarían como protección para los motociclistas, los resultados informaron que el impacto contra estas barreras recubiertas con caucho reciclado disminuye la severidad de los daños.

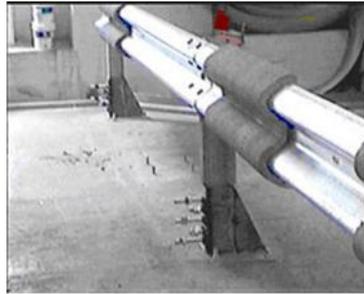


Fig. 2.14 Protectores viales

FUENTE: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642004000100006&script=sci_arttext.

Suelo Reforzado: Es un tipo de geomalla formados de llantas desechadas, esto consiste en una interposición de capas superpuestas de llantas enteras rellenas de material granular compactado, y funcionan como muros de sostenimiento de tierras, muros anti erosión en márgenes de cauces fluviales, etc. Entre la pared de neumáticos reciclados y el talud se coloca un geosintético* de limpieza y retención a los fines que luego el agua infiltrada en el terreno no se escape por entre las llantas.

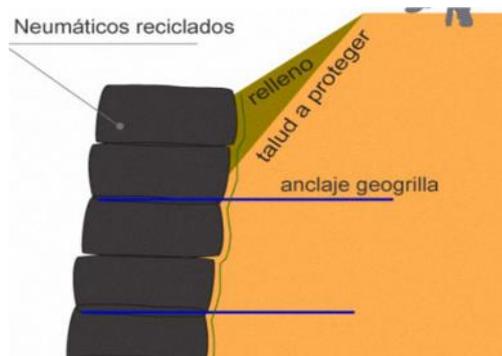


Fig. 2.15 Geomalla

* materiales que se fabrican a partir de varios tipos de polímeros y que se utilizan para mejorar y hacer posible la ejecución de ciertos proyectos de construcción de ingeniería civil.

FUENTE:<http://www.solucionesespeciales.net/Index/Noticias/374826-Geomuros-en-espiga-con-neumaticos-reciclados-y-geosinteticos.aspx>.

Pistas: Para la circulación o delimitación de carreteras ya sea para vehículos, motocicletas, o ciclo vías, y también en terrenos poco estables en terrenos forestales, acceso a canteras, etc.

Barreras acústicas: Se las puede construir de dos maneras usando llantas enteras o con la granulometría, cuando es con neumáticos enteros estos constituyen la base de la estructura y son recubiertos con tierra para que no les afecte la luz, y además el desgaste del material es mínimo.

2.1.2.2. Materiales y productos de llantas en desuso procesadas (no enteras):

Dependiendo del proceso realizado se obtienen:

Termólisis: Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos u a otras actividades.

Pirolisis: Los productos obtenidos después del proceso de pirolisis son principalmente: gas similar al propano que se puede emplear para uso industrial; aceite industrial líquido que se puede refinar en Diesel; coque; acero. Este proceso requiere complejas instalaciones.

Incineración: Con este método, los productos contaminantes que se producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el Monóxido de carbono - Xileno - Hollín - Óxidos de nitrógeno - Dióxido de carbono - Óxidos de zinc - Benceno - Fenoles, Dióxido de azufre - Óxidos de plomo - Tolueno. Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos poli cíclicos, altamente cancerígenos.

Neumáticos convertidos en energía eléctrica:

Los residuos de neumáticos una vez preparados, puede convertirse también en energía eléctrica utilizable en la propia planta de reciclaje o conducirse a otras instalaciones distribuidoras. Los residuos se introducen en

una caldera donde se realiza su combustión. El calor liberado provoca que el agua existente en la caldera se convierta en vapor de alta temperatura y alta presión que se conduce hasta una turbina. Al expandirse mueve la turbina y el generador acoplado a ella produce la electricidad, que tendrá que ser transformada

Trituración criogénica: La baja calidad de los productos obtenidos y la dificultad material y económica para purificar y separar el caucho y el metal entre sí y de los materiales textiles que forman el neumático, provoca que este sistema sea poco recomendable.

Trituración mecánica: La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de llantas. Del cual se obtienen las materias primas de más uso:

- Caucho (granulado o en polvo)
- Material Férrico (acero)
- Material no Férrico (filamentos textiles).

El caucho que es el principal compuesto de la llanta, puede ser usado en numerosas aplicaciones, ya sea de manera individual o combinado con otros compuestos. Como material de ingeniería, el hule vulcanizado es notable entre los elastómeros por su alta resistencia a la tensión, resistencia al desgarramiento, resiliencia (capacidad de recobrar su forma después de una deformación), y resistencia al desgaste y a la fatiga. Sus puntos débiles son: que se degrada cuando es expuesto al calor, a la luz del sol, al oxígeno, al ozono y al aceite. Algunas de estas limitaciones pueden reducirse mediante el uso de aditivos.

El polvo de caucho, se puede obtener como se expuso en el subcapítulo anterior por medio de la molienda mecánica o criogénica y sus usos son muy extensos siendo las principales en mezclas asfálticas para las carreteras, en pavimentos deportivos y de seguridad en hierba artificial.

Tabla 2.2 Propiedades del hule vulcanizado

Características y propiedades típicas del hule vulcanizado.

Polímero	Polisopreno
Símbolo	NR
Modulo de Elasticidad	2500 lb./pulg ²
Resistencia a la Tensión	3500 lb./pulg ²
Elongación	700% a la ruptura
Gravedad Especifica	0.93
Limite de alta temperatura	180 F (80 °C)
Limite de baja temperatura	- 60 F (-50 °C)

	Kpa (KN/m²)
Resistencia a la Fluencia (Sy)	17.237
Resistencia a la Tensión(Su)	24.131,5

FUENTE: <http://materialesitcj.blogspot.com/>

ADAPTADO POR: AUTORA

Mezclas asfálticas: Simultáneamente varios centros de investigación iniciaron estudios y registraron patentes sobre el tema, además se concluyó que introduciendo polvo de caucho en el asfalto se presentaban varias ventajas como mayor resistencia a los esfuerzos transmitidos por los vehículos de carga y menor mantenimiento debido a menor formación de rodaduras, tiene mayor resistencia a romperse en temperaturas bajas, además de la disminución del ruido.

Concreto hidráulico: Llamado concreto hidráulico ahulado, la investigación inició en 1996 cuando N. I. Fattuhi y L. A. Clark usaron tiras de llantas de camión en concreto, morteros y mezclas asfálticas.

En conclusión basándose en estos estudios presentan que al incluir caucho reciclado, este puede ser empleado como material de revestimiento, de nivelación, albañilería o prefabricación de placas y losas, así como techos

falsos. Demostrando su compatibilidad con los conglomerantes* lo cual asegura su durabilidad.

Filtros de agua: Según Yuefeng Xie, científico estadounidense, demostró que es mucho más eficaz los filtros hechos con polvo de caucho, este científico a logrado patentar un filtro de polvos de caucho que es cuatro veces más eficiente debido a su elasticidad lo que ayuda a que no se obture* con facilidad. En ambos estudios de campo y de laboratorio, se verifico, que los gránulos de caucho reciclado y el filtro de arena actuaban de manera similar en función de filtros. Sin embargo, el filtro de caucho tiene un tiempo de funcionamiento más largo, ya que no se obstruye con tanta facilidad, esto reduce el tamaño del filtro y aumenta la producción de agua. Aun se necesita mayor investigación, para conocer el rendimiento en aguas residuales que contienen altos niveles de sólidos en suspensión.

Panel aislante acústico de caucho reciclado:

Estas alfombras están diseñadas para ser utilizados como pisos flotantes gracias a la rigidez dinámica y es ideal como amortiguadores de vibraciones, la característica más importante de este material es la alta resistencia mecánica a la compresión, la tensión y el desgaste (**TABLA 2.2**).

Solo para techos, se usan entre 600 y 1000 neumáticos viejos, que se calientan para darles forma, y se recubren con polvo de pizarra para darles un aspecto más real.



Fig. 2.16 y 2.17 Panel aislante y cubierta de techo

* material capaz de unir fragmentos de uno o varios materiales y dar cohesión al conjunto mediante transformaciones químicas a un nuevo compuesto.

* Viene de Obturar tapar o cerrar una abertura o conducto introduciendo o aplicando un cuerpo.

FUENTE: <http://ofertas.habitissimo.es/oferta/ofertas-losetas-caucho-4mm-a-13-e-unidad>

Baldosas: Echas de un recubrimiento de llantas poseen un mayor drenaje gracias a su diseño - no necesita mantenimiento, instalación rápida y sencilla es anti fatiga y antideslizante puede usarse para industria, zonas infantiles, piscinas, ganadería, guarderías, terrazas, gimnasios, rocódromos, camping, geriátricos, vías públicas, etc.



Fig. 2.18 Baldosas de caucho

FUENTE:<http://ofertas.habitissimo.es/oferta/ofertas-losetas-caucho-4mm-a-13-e-unidad>.

ADAPTADO POR: AUTORA

Fabricación de Diesel sintético: Existen dos métodos conocidos para realizar este proceso el primero patentado por la empresa estadounidense Global Resource Corporation (GRC) permite convertir los neumáticos usados en gasóleo utilizando un horno microondas gigantesco.

El método es sencillo los neumáticos ya triturados se introducen en un horno microondas especial. Después de un tiempo se obtiene combustible para motores diesel, un ligero gas de uso en hornos y pequeñas cantidades de acero y grafito. Mientras que el acero se depositará como chatarra, el grafito que da color negro a los neumáticos se podrá reutilizar en la producción de neumáticos, siendo materia prima de alta calidad.

La diferencia es que el microondas común emite ondas de radio capaces de poner en movimiento las moléculas de agua, lo cual calienta toda la comida. A través de la emisión de las ondas de radio, el dispositivo de la GRC pone en

vibración a largas cadenas de hidrocarburos Después de un tiempo los enlaces en la cadena de hidrocarburos se rompen. El compuesto químico se desintegra en partículas más pequeñas que se convierten en gas o en líquido. El combustible utilizado para el proceso de reciclaje aporta mayor cantidad de energía que la que ha sido utilizada por el horno microondas para su producción. La empresa indica que de cada 9 kg de neumáticos usados pueden obtenerse 4,5 litros de combustible diesel, alrededor de 1,4 metros cúbicos de gas y 3,4 kg de grafito.

El segundo presentado por Fundación Natura el proyecto de reciclaje de llantas, con el fin de elaborar diesel sintético con ellas. El director del proyecto explica que el proceso de fabricación de diesel sintético se realiza mediante el sistema llamado pirolisis (tratamiento térmico en ausencia de oxígeno), con el cual no hay combustión, pero sí descomposición del material en sus elementos químicos; es decir del caucho se obtiene el combustible.”¹² (Diario EL TELEGRAFO, 07/02/2010)

En Cayambe se pondrá en práctica el proyecto piloto, que arrancará en julio.

En la pirolisis, dependiendo del método adoptado también se pueden obtenerse aceites de uso en la producción de barnices, gasolinas y gasóleos (pirolisis a baja temperatura) y gas (pirolisis a alta temperatura).

Energía Térmica: La llanta siendo un hidrocarburo es un buen portador de energía siendo comparable con el valor calórico del carbón de alta calidad.

Tabla 2.3 Poder calorífico de algunos combustibles.

Combustible	Poder calorífico (Kcal/Kg)
Estiércol de vacuno	4.054
Paja de trigo	4.657
Madera seca	4.793

Tabla 2.3 Poder calorífico de algunos combustibles. (continuación)	
Corteza de pino	5.204
Carbón	7.400
Llantas (promedio)	8.300
Petróleo	10.409

FUENTE: Ricardo Ríos, “Reciclado de neumáticos fuera de uso”, Pág. 13, publicado 6/10/2011, consulta 24/09/2011

ADAPTADO POR: AUTORA

En general, el uso de neumáticos desechados como combustible en hornos cementeros reduce la producción de óxidos de nitrógeno y dióxidos de azufre, en relación a los carbones normalmente utilizados en la fabricación del cemento, ya que tienen un menor contenido de éstos elementos.

Plato de ducha y lavabo: La empresa española Anguiano Poliuretanos, S.L., ha inventado un plato de ducha SecuriBath que lleva incorporado en su fabricación material flexible al incorporar que caucho procedente del reciclaje de llantas.



Fig. 2.19 Plato de ducha reciclado

FUENTE: <http://blog.securibath.com/2010/09/13/un-lavabo-reciclado-de-neumaticos/>

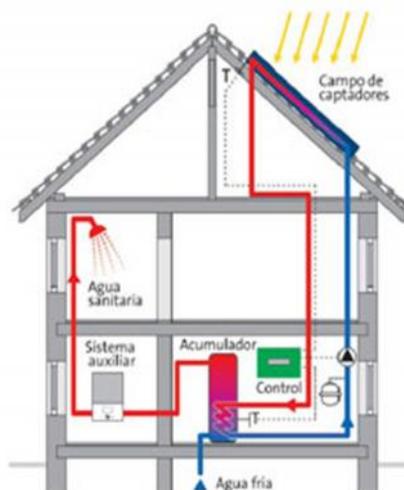
ADAPTADO POR: AUTORA

Colector solar: Se trata de un tejado hecho de neumáticos reciclados, creado por José Antonio Aguilera de 28 años, el cual calienta el agua utilizada sin necesidad de instalar placas solares es muy útil ya que al mismo tiempo que calienta en tiempo de invierno es un material que refrigera en verano. La cubierta consta además de una chapa transitable, capaz de soportar un mínimo de 120 kilogramos, tal como exige la ley, debajo de la cual hay una capa de lana de roca que funciona como aislamiento.

El caucho que calienta el agua almacenada en el interior del tejado y que sube a través de un termosifón*, el cual funciona de la siguiente manera un depósito debe colocarse en un nivel superior a los colectores para permitir la convección por diferencia de temperatura. Para facilitar el movimiento del agua tiene que haber una diferencia suficiente de temperatura entre el colector y el acumulador y una altura entre el acumulador y los colectores mayor de 30 centímetros.¹³ (Agencia EFE, revista virtual, 13/10/2008).



Fig. 2.20 Colector solar



* aparato cuyo funcionamiento se produce por la variación de densidad que sufre el agua con el aumento de la temperatura haciendo que esta ascienda.

Fig. 2.21 Colectores solares agua caliente

FUENTE:

www.hoymujer.com/reportajes/inventan,tejado,calienta,agua,64283,10,2008.html

Otros empleos

Como se puede ver los neumáticos desgastados después de ser procesados tienen varios y diferentes usos aquí se mencionaron algunos pero existe cada día creaciones de diferentes materiales incorporando la llanta en desuso procesada.

Es un material que brinda más ventajas que desventajas reduciendo la enorme demanda de caucho virgen.

Entre otros usos tendríamos para la creación de superficies para campos de juego y atletismo, Césped artificial: Para campos de fútbol, golf, tenis, pádel, etc.

Rellenos ligeros para obra civil: El neumático, una vez triturado, se usa como sistema de retención y anti-inundaciones, bandas de retención de tráfico, compuestos para navegación o modificaciones del betún. .

Se los puede convertir en bolsos, carteras, estuches, sandalias, cinturones, etc.



Fig. 2.22 Otros usos

FUENTE: <http://www.terra.org/articulos/art01822.html>,

2.2. FABRICACIÓN EN PLANTA

La selección del equipamiento real y de las instalaciones físicas que serán utilizadas en el diagrama de flujo del proceso es quizás el aspecto de ingeniería más desafiante en el diseño de una planta. Son recomendables las visitas a instalaciones reales en funcionamiento para obtener información de primera mano sobre su rendimiento y requisitos. Las principales cuestiones que se deben tomar en cuenta al momento de elegir un sistema de reciclaje es:

“Determinar las tecnologías e instalaciones adecuadas a nuestras necesidades, fijar las alternativas basadas en datos, Identificar mercados para la venta de los materiales recuperados”¹⁴ (Tchobanoglous, George, 1999).

Las cuestiones de gestión incluyen: la selección de un método para reutilizar los materiales recuperados, control de los residuos y recuperación de estos materiales finalizando con la medición del rendimiento de las instalaciones para la recuperación de estos materiales.

2.2.1. MATERIA PRIMA

Los comerciantes de llantas, deshuesadoras de automóviles así como también los operadores de los vertederos pagan a contratistas independientes para recoger los neumáticos usados, esto es debido a que es un residuo que ocupa gran volumen, su manejo es tedioso, por lo cual se deberá realizar una propuesta de gestión integral con el municipio así como empresas de transporte, deshuesadoras, gomeras, mecánicas, botaderos, etc. Para la recolección de llantas en forma separada del resto de residuos depende de la zona geográfica en donde se localizara la planta y teniendo en cuenta los datos existentes sobre los volúmenes de llantas de desecho se propondrá un sistema de recolección así como un centro de acopio donde las diferentes entidades puedan ir a dejar los residuos de llantas, Las principales actividades en la recolección de residuos se pueden concretar en cuatro operaciones:

Recogida: depende del tipo de sistema de recolección seleccionado

Existen varios tipos de recolección según las necesidades y la ubicación como se menciono antes entre los cuales se destacan dos

Sistemas de contenedor operados de forma convencional: En este tipo el camión sale del garaje recoge en el punto de recolección número uno el contenedor cargado de llantas, y lo transporta a la estación o centro de acopio de nuestra planta listos para ser procesados, retorna al punto de recolección uno para dejar el contenedor vacío. A continuación se dirige al punto número dos de recolección recoge el contenedor lleno y los transporta igualmente al centro de acopio y retorna con el contenedor vacío al punto de recolección dos y sigue con los siguientes puntos de recolección de la misma manera.

Sistemas de intercambio de contendor: en cambio en este tipo de recolección el camión sale del garaje con un contenedor vacío para el comienzo del itinerario va al punto de recolección uno y carga el contenedor lleno en el camión dejando al mismo tiempo el vacío, transporta al centro de acopio, sale nuevamente con el contenedor vacío al centro de recolección dos, deposita el contenedor vacío y toma el contenedor cargado y retorna nuevamente al centro de acopio así sucesivamente con los demás puntos de recolección.

En el capítulo V se hará un estudio más detallado para identificar el tipo más adecuado de recolección, debido a que los datos del diseño y ubicación de la planta son relevantes para su correcta selección.

Transporte: Esto también depende del sistema de recolección utilizado.

Así también se deberá trazar un itinerario de recolección conjuntamente con las empresas y entidades, los pasos habituales para establecer un itinerario son:

- 1) Preparar mapas de la zona que muestren información que conciernen a la recolección de llantas
- 2) Análisis de datos y, preparación de tablas sumarias de información.
- 3) Trazado preliminar de itinerarios.

4) Evaluación de itinerarios y pruebas preliminares.

Los pasos 2,3 y 4 son diferentes según el tipo de recolección que se escoja. Los itinerarios después se acomodan a los ajustes pertinentes basándose ya en la aplicación diaria.

2.2.2. PROCESO DE RECICLAJE DE LLANTAS SELECCIONADO

La selección de un tipo de reciclaje es un proceso desafiante y se debe tener varios factores en cuenta para su correcta selección:

Fiabilidad y flexibilidad comprobada del equipamiento y de las instalaciones disponibles, la disponibilidad de estas en el mercado, la eficacia comprobada del rendimiento del proceso, la facilidad y rentabilidad de la operación.

Es recomendable que el equipamiento elegido sea tal que se pueda encontrar repuesto fácilmente y que su mantenimiento no sea prolongado ni costoso.

Para que los proyectistas y los responsables de la toma de decisiones puedan responder a estas situaciones y asegurarse que se aprovechan el tiempo y los fondos, se recomienda el siguiente procedimiento:

- Definición y especificación del problema.
- Inventario y acumulación de datos.
- Evaluación y desarrollo de las alternativas
- Selección de plan y programas
- Identificar mercados para la venta de los materiales recuperados.

Entre los diferentes procesos para las llantas desechadas, se selecciono el tratamiento mecánico ya que es el que más se ajusta a nuestras necesidades tanto como para diseño, aplicabilidad, estudio e infraestructura. Esto es debido a que las instalaciones necesarias para su puesta en marcha

están relacionadas al objetivo no solo de este proyecto si no también a los de la carrera de ingeniería mecánica industrial.

Igualmente ofrece un amplio espectro de productos resultantes mencionados (2.1.2 tipos de materiales y productos obtenidos del reciclaje de llantas), que pueden ser fácilmente comerciables; el Ecuador, al ser un país en vías de desarrollo, las oportunidades que se tienen de establecer mercado y consumir un proyecto están limitadas por la industria, tecnología y política de nuestro país.

La selección del proceso a escoger se basa en el entendimiento de las necesidades del mercado con respecto a la limpieza (porcentaje de fibra y/o acero contaminante permitido), la morfología de la partícula y el tamaño (la forma).

El proceso mecánico, está compuesto por cuatro etapas principales:

- Troceado.
- Granulado.
- Molienda.
- Limpieza y separación.

Generalizando su ejecución:

Los polvos y granos se empacan en costales o en bolsas de plástico. Los trozos más utilizados van desde 16 mm, 10 mm, 3.5 mm, 2 mm y entre los más finos, de 0.7 mm.

El número de etapas está en función del diámetro del caucho en polvo y del uso al que se le desea destinar. Dependiendo de las necesidades que se vayan dando en cada etapa se definirá el proceso en los posteriores capítulos,

Un ejemplo es el proceso ejecutado por la empresa (Recovery Technologies Group International) (Grupo Internacional de Tecnologías de Recuperación) (RTG). De EEUU.

- Las partículas de caucho alimentan los molinos a temperatura ambiente y son trituradas de manera continua.
- La mezcla de caucho es entonces clasificada según tamaño y todos los contaminantes son igualmente removidos por una variedad de métodos tales como separación, carga eléctrica o estática, aspiración, flotación y vibración.
- Limpiados y clasificados los materiales, éstos son secados para asegurar que la humedad contenida sea del 1% de la existente antes de almacenada en los silos. Los gránulos de caucho obtenidos son empacados dentro de bolsas para revenderlos o transferirlos a una etapa de moldeo para convertirlos en productos de valor agregado.
- Aplicaciones tales como el caucho modificado para construcción de carreteras representa una gran promesa para el uso de grandes volúmenes de caucho reciclado.
- El bajo costo del caucho reciclado contra otros agentes aglomerantes sintéticos modificados también hacen de estos materiales de precios extremadamente competitivos y proporciona fuertes incentivos para muchas aplicaciones diversas.

CAPITULO III

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. REQUERIMIENTOS DEL MERCADO

Los mercados para los materiales recuperados, la infraestructura de recogida y el coste global existen solamente cuando los fabricantes o procesadores necesitan estos materiales o pueden usarlos como sustitutos rentables de materias primas por lo tanto la calidad en los materiales obtenidos es de suma importancia.

Todo plan de gestión de residuos debe contemplar objetivos específicos, así como las medidas necesarias para alcanzarlos.

Tradicionalmente, la recuperación de materiales era tratada por la industria privada y no se encontraba una buena planificación y coordinación con las agencias públicas, para lo cual se debe tener en cuenta **las especificaciones sobre los materiales y el esfuerzo de la agencia de gestión para cumplir estas especificaciones.**

Se conocen dos categorías amplias de mercado:

- Materias primas para la industria.
- Materias primas para la producción de energía y combustible.

El reciclaje de llantas entra en estos dos mercados, según el tipo de tratamiento seleccionado.

Debe considerarse primordialmente:

- La valoración de la estabilidad del mercado: Se debe tratar de obtener contratos a largo plazo para el material recuperado, mediante un estudio de los posibles clientes, según lo cual se podrá obtener información sobre los principales productos ofertados y su precio, la cantidad a producirse, que tipo de instalaciones y capacidad de planta necesitamos según la demanda.

- Los aspectos legales y políticos.
- Recursos disponibles.

Tanto como los aspectos legales y políticos afectan en gran manera sobre los mercados y los precios de mercado, analizaremos esta parte en el **capítulo IV**, para desarrollar un plan de gestión de acuerdo con, las necesidades de los compradores y el cumplimiento con las normas políticas, ambientales y legales.

En el Ecuador existe mercado para este tipo de productos si bien se ha realizado estudios para aprovechar el caucho para fabricar productos de goma y se los está incorporando. Una adecuada gestión con los principales involucrados en un eventual reaprovechamiento energético de las llantas así como los productos fabricados de la granulación, daría la exclusividad a una empresa recolectora para hacerse cargo de las llantas desechadas.

3.1.1. PROVISIÓN ACTUAL Y ESTIMADA DE LA MATERIA PRIMA

Antes de realizar el análisis de costos y beneficios, se debe tener en cuenta primeramente el mercado, así como el satisfacer la demanda de este mercado, razón por la cual este subcapítulo es de suma importancia para saber nuestras proyecciones como empresa y su posible crecimiento.

“Las importaciones de este año han estado al alza. La Aduana reporta que hasta la primera quincena de este mes, el ingreso de vehículos se incrementó un 31,49% al pasar de 88.724 a 116.665 unidades”.¹⁵ (Diario EL UNIVERSO, 28/12/2010).

Una encuesta realizada a 20 compañías de la ciudad de Quito en el 2012, el tamaño de la muestra fue elegido aleatoriamente para establecer un promedio general, hacia donde están siendo encaminados las llantas desechadas y cuál es su mayor uso en la industria Ecuatoriana. Se presento los siguientes resultados:

Tabla 3.1 Tipo de Negocio

TIPO DE NEGOCIO	
REENCAUCHE	5
VULCANIZADORA	7
VENTA NEUMATICOS NUEVOS	8
OTROS	
TOTAL	20

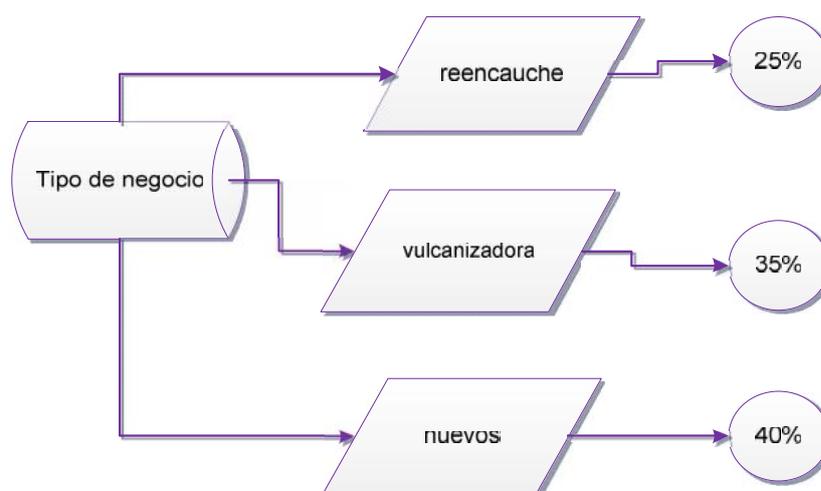


Fig. 3.1 Porcentaje de llantas proveniente de los tipos de negocios.

FUENTE: “Importación de maquinaria procesadora de neumáticos desechados desde China, y exportación del subproducto vía marítima hacia México”, encuesta realizada el 2011, Quito Ecuador.

ADAPTADO POR: AUTORA

Así también revelo que el tipo de neumáticos que más se manipula según el promedio son los de vehículos familiares, de turismo.

Tabla 3.2 Tipos de Neumáticos

TIPO DE NEUMATICOS QUE MANIPULA	
VEHICULOS FAMILIARES, TURISMO	20
AUTOBUSES Y CAMIONES	16
MOTOCICLETAS, BICICLETAS	0
MAQUINAS AGRICOLAS Y DE CONSTRUCCIÓN	2

El valor que paga por cada unidad de neumático que vende a los recolectores, se diferencia por cada tipo de ellos es así que para los vehículos de turismo los 20 negocios reciben menos de \$1,00 por cada unidad. Para los de tipo para autobuses y camiones, 14 negocios venden en de \$1,00 a \$5,00 y 6 negocios los venden a más de \$5,00.

Tabla 3.3 Valor de venta por neumático

CUANTO VENDE NEUMATICOS	
RADIALES, DIAGONALES, VEHICULOS FAMILIARES, TURISMO	
MENOS DE 1 DÓLAR	20
ENTRE 1 Y 5 DOLARES	
MAS DE 5 DOLARES	
R ADIALES PARA AUTOBUSES Y CAMIONES	
MENOS DE 1 DÓLAR	
ENTRE 1 Y 3 DOLARES	14
MAS DE 3 DOLARES	6
MOTOCICLETAS, BICICLETAS	
MENOS DE 1 DÓLAR	
ENTRE 1 Y 5 DOLARES	
MAS DE 5 DOLARES	
MAQUINAS AGRICOLAS Y DE CONSTRUCCION	
MENOS DE 1 DÓLAR	
ENTRE 1 Y 3 DOLARES	20
MAS DE 5 DOLARES	

ELABORADO POR AUTORA

Según el INEC (instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos), el cantón Rumiñahui tiene cerca de 85.852 habitantes, con una tasa de crecimiento del 2.54%, para estudio tomaremos el porcentaje de la ciudad de Quito ya que este es el parque automotor registrado por la Corpaire.

Tabla 3.4 Estadística solo de importaciones de neumáticos nuevos

TIPO	CLASE	DESCRIPCION ARANCELARIA	PARTIDA ARANCELARIAS	PROMEDIO año TONELADAS
	turistico	neumaticos radiales	40111010	9368,9
automoviles	familiar carreras	neumaticos radiales / otros tipos	40111090	674,4
autobuses	autobuses	neumaticos radiales / otros tipos	40112010	11399
camiones	camiones	neumaticos radiales / otros tipos	40112090	6129,4
aeronaves	aeronaves	especiales para aeronaves		
motocicletas	motocicletas	especiales para motocicletas	40114000	1003,8
bicicletas	bicicletas	especiales para bicicletas	40115000	939,4
maquinas agricolas	forma de taco, angulo	especiales para vehiculos y maquinas agricolas	40119200	695,6
maquinas construccion	diametro < a 61 cm	especiales para vehiculos y maquinas de construccion	40116200	350,9
maquinas construccion	diametro > 61 cm	especiales para vehiculos y maquinas de construccion	40116300	686,7
		demas maquinarias	40116900	181,7
maquinas agricolas			40119200	136,3
maquinas construccion	diametro < 61cm	demas maquinarias	40119300	193,8
maquinas construccion	diametro > 61 cm	demas maquinarias	40119400	18,9
		TOTAL		31778,8
		PROMEDIO		2444,52

FUENTE: Banco central del Ecuador, importaciones.

ADAPTADO POR: AUTORA

Es decir con respecto a los datos **solo de importaciones**, cada año se generan promediamente alrededor de 2.444 toneladas de neumáticos desechados en el país

Se elaboro un estudio basado en el año 2012, el cual expone el Ranking según la ASOCIACIÓN NACIONAL AUTOMOTRIZ DE CHILE.

Brasil con 19 autos **por cada mil habitantes**, Chile con 17, Argentina con 16, Ecuador con 8, Colombia con 6 y Perú con 4.

Ahora calculando en promedio la entrada total de neumáticos tanto importados como fabricados en el Ecuador, según el Ranking por número de habitantes.

“Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) los resultados del Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010 realizado en 24 provincias, 221 cantones y 800 parroquias rurales del país, el pasado miércoles 31 de agosto 2011, en la Capilla del Hombre.”

De acuerdo con los resultados Ecuador tiene 14'483.499 habitantes. Guayaquil es la ciudad más poblada con 2'350.915 habitantes, Quito con 2'239.191, Cuenca con 505,585 y Santo Domingo 305.632.¹⁶ (Diario, EL HOY, resultado de Censos 2010, 01/09/2011).

Tabla 3.5 Neumáticos generados anual.

Habitantes	estadística por cada mil habitantes	Total vehículos en Ecuador
14'483.499	8	115.867.992

Esto es en el 2010 para finales del 2011 se obtuvo una cifra de 1'500.000 vehículos en el Ecuador. (**ANEXO 4**).

De los cuales para cálculo referencial según promedio se aplican 3 llantas por unidad.

No. llantas	Total de Llantas anual
3	4'500.000

Así también según el ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador (Mipro), "El Ecuador importa cerca de 450.000 llantas anuales, pero tan solo 150 mil (30%) son restauradas y anualmente se desechan al ambiente 630.000"¹⁷ (Periódico virtual, ANDES.COM,25/08/2011).

Ahora siendo específicos en el sector al que se enfoca este proyecto el total estimado del parque automotor de Quito de 450 mil automotores para inicios del 2012 siendo el 28% del total nacional (uno por cada cinco personas), de los cuales el 83% son livianos, el 11% son pesados, motos y otros 6%.¹⁸ (Periódico virtual, ECUADOR INMEDIATO, 30/11/2011). Los cuales nos dan un total 1,350.000 de llantas anual realizando el mismo cálculo de la **tabla 3.5**. En el siguiente cuadro se establece el promedio total de llantas y

como se menciona anteriormente aproximadamente el 30% son reencauchadas por lo que el 70% aproximadamente son desechadas.

Tabla 3.6 Promedio del total llantas por año en Quito 2012 por peso

Tipo de llanta	Promedio año	Peso promedio x llanta (Kg.)	Total peso promedio llantas desech en Ton
Camiones y carros Livianos radiales y diagonales (83%)	1'120.500	12 a 20	13,446 a 22,410
Pesados y tráileres (11%)	148.500	55 a 92	8167.5 a 13,662
Motos y otros (6%)	81.000	10	810
Total llantas	1'350.000 – 30% = 945000	Total toneladas promedio	30000 (-30%) = 21000

Los pesos fueron obtenidos de la página de folleto de llantas de la distribuidora **Michelin**: <http://www.espanol.michelintruck.com/michelintruck/tires-retreads/new-tires.jsp>

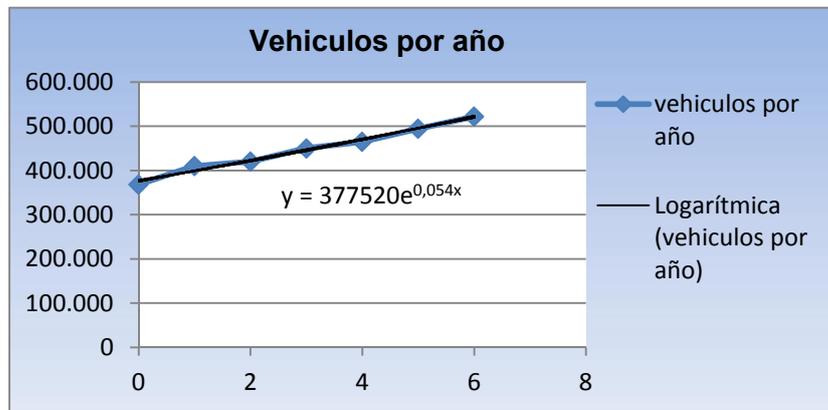
ELABORADO POR AUTORA.

No se puede establecer exactamente cada cuanto tiempo se realizara el cambio por llantas nuevas debido a que el uso que le de un automóvil familiar no será el mismo que le daría un transportista que recorre miles de kilómetros diariamente, la duración media de un neumático de calle con un uso correcto ronda entre los 40,000 y los 60,000 km, pero su uso se puede extender más allá de los 80,000 km. Por lo tanto para estudio se utilizara un promedio general para nuestros cálculos el periodo de vida será de un año.

Tabla 3.7 Proyección desde 2008 de llantas desechadas en Quito

Año	automóviles	llantas
0	410.000	1230000
1	420.000	882000
2	450.000	945000
3	465.000	976500
4	494.500	1.038.450

5	521.900	1.095.990
6	550.000	1.155.000
7	550.939	1.156.971
8	581.507	1.221.165



ELABORADO POR AUTORA.

La curva tiene una caída en el 2009 debido a la entrada de la industria reencauchadora en Ecuador.

3.1.2. DEMANDA ESTIMADA DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS DEL PROCESO ESCOGIDO.

El Ecuador produce menos del 30% del caucho que se demanda para diferentes productos, por lo cual debe importarse desde países asiáticos como Tailandia, Indonesia y Malasia, o desde Guatemala o Centro América.

Según las proyecciones, la demanda mundial de caucho natural llegará en el año 2013 a 8.6 millones de toneladas, lo que representa un crecimiento

anual del 1,3%. La demanda crecería más rápidamente en los países en desarrollo (alrededor de un 2,5 por ciento anual.¹⁹ (Rodríguez, Danny Harold, 2009).

El Primer Foro Internacional del Caucho realizado en junio del 2009 fue la tribuna para el análisis y el debate sobre las perspectivas que tiene la siembra del caucho en Ecuador y Latinoamérica, ésta última que registra una producción de 216.000 Ton frente a una demanda de 551.000 Ton. Los estudios realizados en nuestro país registran un área de siembra de 4.992 hectáreas, de las cuales 4.415 hectáreas se encuentran en producción, generando alrededor de 5.000 Ton, frente a las demandas del país que bordean las 15.000 Ton, por lo que existe un déficit aproximado del 70%, aquí es donde se refleja la necesidad no solo de incentivar el cultivo si no de recurrir al reciclaje para la abastecer el continuo requerimiento de caucho.

Como dato se tiene que el kilogramo de caucho seco cuesta alrededor de \$ 1,80. Una hectárea que produzca 2.000 kg al año genera unos \$ 3.600.

La demanda directa sería empresas que requieran el caucho, debido a su menor precio que la materia prima para diferentes productos así como entidades encargadas del asfalto, cementeras, el gobierno, entre otros.

Según el consumo se tendría un promedio de la demanda de cada producto que se ofrece (**ANEXO 5**). Debido a que el grano del caucho, después de ser procesado por las empresas demandantes de este producto, se destina al desarrollo de aplicaciones altamente exigentes, mangueras, piezas industriales, piezas para automoción (válvulas) etc.

3.2. COMPETENCIA

Serían todas las empresas que también realizan estas actividades en el Ecuador actualmente esta área no está explotada y se conoce que en Cuenca ya se está tratando de llevar a cabo una planta de reciclaje de llantas, en Guayaquil ALIBOC S.A, está procesando las llantas traídas desde Galápagos, pero esta empresa es un proyecto piloto, su producción es artesanal y limitada.

Según el mercado de clientes y los productos ofertados a continuación nombramos los posibles competidores ya que el granulado de caucho reciclado tiene una amplia gama de usos, ya sea mezclado o en su forma normal. En el cuadro a continuación analizamos algunos productos así como nuestra posible competencia.

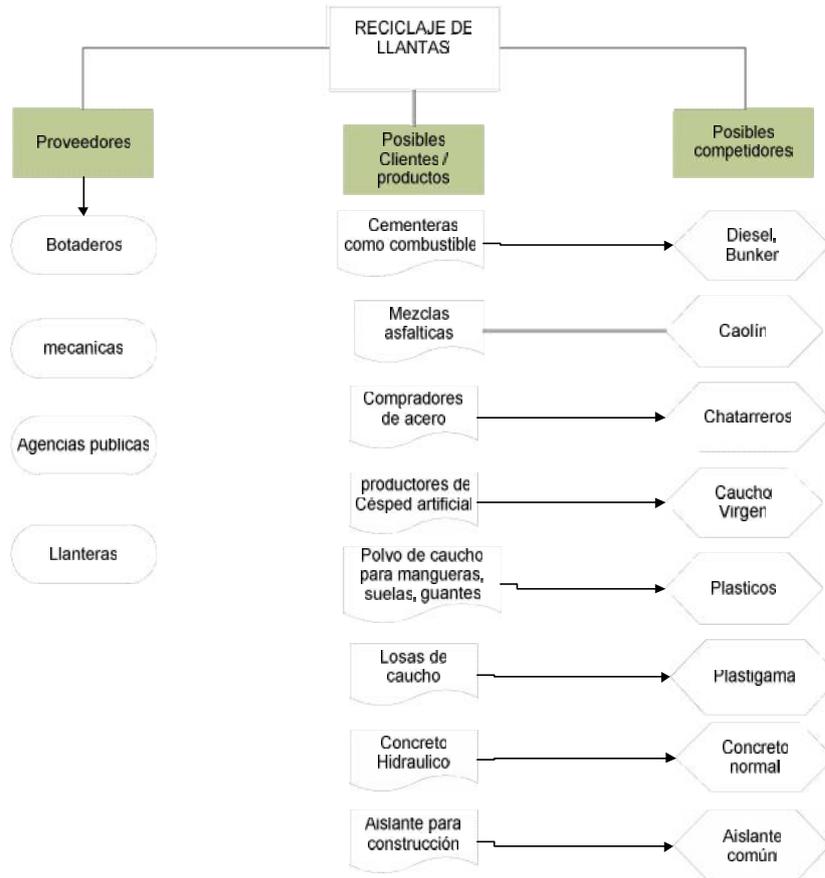


Fig. 3.2 Posibles proveedores, competidores y clientes

ELABORADO POR AUTORA.

Compararemos el caucho triturado versus los diferentes competidores según las características de sus productos.

Cementeras como combustible nuestros competidores directos serian: coque de petróleo, carbón, fuel-oil (derivado del petróleo) y gas natural.

Tabla 3.8 Calor de combustión de algunos combustibles

COMBUSTIBLE	CALOR DE COMBUSTIÓN INFERIOR
	Kj / Kg
Gasolinas	43 500 -47 700
Keroseno	43 100-43 200
Diesel	42 600-43 200
Búnker	41 282-41 900
Gas Licuado de Petróleo (LPG)	46 000- 50 000
madera	12.000
RSU *	15.000
Carbón	35.000
trozos neumático	43.000

FUENTE: www.recope.go.cr/nuestra_actividad/.../PODER_CALORICO.doc

ADAPTADO: POR AUTORA

Como combustible:

Como se puede ver su poder calorífico es alto, por lo tanto es recomendable su uso ya que tiene muchos beneficios sobre los combustibles que usualmente usan:

- Su precio es estable, es más económico.
- Su poder calorífico es mayor que el del carbón (una llanta equivale a 20 lb de carbón).
- En la incineración de residuos en el horno de cemento no se produce ningún nuevo residuo como cenizas o escorias que requieran ser depositados o vertidos, ya que estas son absorbidas en el proceso y capturadas por las materias primas.
- Costos menores de gestión (se usan instalaciones existentes, evitándose inversiones en nuevas; y los costos de operación son menores).
- Se reducen las emisiones de CO² disminuyendo las emisiones de efecto invernadero.

El costo de producción del factor energético en la industria cementera es de gran importancia y continuamente busca satisfacer esta necesidad de energía eficiente. El cemento se fabrica con el calentamiento de una mezcla de material calcáreo, material arcilloso, y arena, hasta alcanzar 1.500 a 1.600°C en un horno especial. Debido a su alta temperatura de operación pueden usar una amplia variedad de combustibles incluyendo llantas.

La fabricación de cemento requiere unos 160 Kw/h de energía por tonelada de escoria de cemento producida. El consumo anual de una planta tipo media de cemento varía entre los 2 y 3 millones de llantas, y la ceniza o escoria se añade al cemento como materia prima, de esta forma no hay desechos y sin efectos adversos a la calidad del cemento²⁰ (Secretaría del medio ambiente México D.F, 2002)

Entre los beneficios que se tiene esta ampliamente demostrado que en el uso de combustibles alternativos como los neumáticos, no se ven afectadas las emisiones cuando se limitan las entradas de los volátiles (el neumático tiene bajísimos contenidos de Cd y Tl, y no contiene Hg). Así también como la cantidad de emisiones de compuestos orgánicos no es un riesgo para la salud pública o el medio ambiente ya que el contenido en nitrógeno, azufre y ceniza es menor en los neumáticos que en el carbón típico; por lo tanto reduce el nivel de emisiones de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, y la totalidad de sus cenizas son absorbidas en la estructura del *clinker**.

El petróleo y sus derivados son la principal fuente de energía en la industria moderna, sin embargo numerosos estudios y las constantes alzas en su precio, confirman su inminente escasez en las próximas décadas. Cada día es menos frecuente el hallazgo de reservas fáciles de extraer.

La utilización de neumáticos, puede ser tanto enteros o trozados (de 20 mm a 150 mm), como combustibles alternativos en los hornos rotatorios de las plantas cementeras; la utilización de los neumáticos desechados no afecta negativamente al rendimiento ambiental o a la calidad del producto.

* se forma tras calcinar caliza y arcilla , es el producto principal para fabricar cemento.

En las mezclas asfálticas reemplaza al caolín: El tamaño usado está entre 0 – 0.4 mm el porcentaje óptimo está entre 13 y 16% de mezclas con respecto al ligante*.

Al mezclar el ligante con polvo de llantas se obtuvo mediante análisis en laboratorios las siguientes mejoras en las propiedades del asfalto:

- Mayor resistencia mecánica.
- Disminución del consumo de cargas minerales contaminantes a las instalaciones.
- Aportar con el medio Ambiente reutilizado materiales de desecho.
- Menor fragilidad al agrietamiento por diferencia de temperaturas.
- Mejora la impermeabilización de la superficie.
- El proceso de sustitución parcial del ligante asfalto-caucho es factible por cuanto eleva el Punto de reblandecimiento*.
- Se evidenció una buena conservación de energía en la mezcla ya no cae precipitosamente la temperatura en la carga como filler (sustancia insolubles en el asfalto usadas para endurecerlo).

También produce una mejora la estabilidad en la prueba de Marshall* sin producir cambios en la deformación. Se mejora el índice de resistencia conservada. El ensayo en pista demuestra una gran resistencia a las deformaciones plásticas. Se mejora la resistencia al envejecimiento.²¹ (Resultaos análisis laboratorio CHOVA S.A, 2011).

En la fabricación de Losas de caucho con los Plásticos.

Se suele usar Foamy, pinturas antideslizantes, plásticos, etc., A diferencia de estos, las losas realizadas con gránulos de caucho reciclado se pueden instalar fácilmente en toda la zona sin desprendimiento, esta 100% libre de sustancias perjudiciales, amortiguación a los impactos, además de que

* Partículas un compuesto adhesivo que ligan y mantienen unidos dos elementos

* Pérdida de la dureza de un material o disminución de la consistencia normal.

* Control de mezclas elaboradas, permite conocer la impermeabilidad y durabilidad.

es aislante acústico, antideslizantes, no tiene problema con la humedad por lo cual son también adecuadas para el uso al aire libre, es resistente al sol, agua, nieve y demás condiciones climatológicas adversas, además de eso posee una base estructurada que evacua el agua rápidamente sin dejar charcos razón por la cual también se usa como base para canchas de césped sintético.

Su instalación como se menciono sencilla y tanto así como económica hace que este producto sea de una elección adecuada no solo por ser practico si no que al mismo tiempo se está conservando el ambiente no solo por el uso de material reciclado si no que, la mayoría de los problemas mundiales de contaminación vienen por el difícil tratamiento para reciclar el plástico.

Concreto mezclado con polvo de llantas:

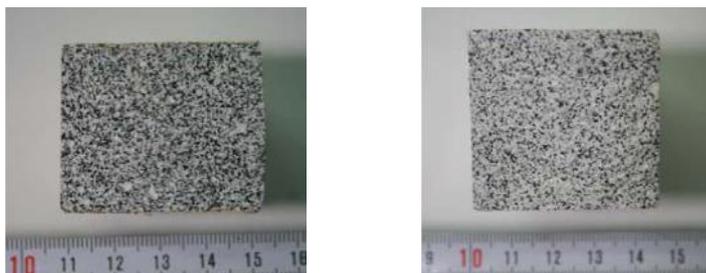
Se utiliza polvo de caucho 0-5 mm nominal

Mediante diferentes estudios se evaluó al utilizar polvo de llantas para reemplazar a los agregados gruesos y finos en bloque de hormigón, dio como resultado que el hormigón actúa como un aglutinante mezclado con el caucho granulado procedente de las llantas, se puede realizar bloques de cemento más flexible y por lo tanto, proporcionar suavidad a la superficie.

Como se conoce el Concreto es rígido y por lo tanto no soporta peso cíclico, sobre todo de camiones pero al adherir ciertos aditivos como el caucho granulado este mejora sus propiedades flexibles sin perder ninguna de sus propiedades de dureza y resistencia. Se aprovechan las características elásticas, baja densidad, compatibilidad con el cemento y estabilidad química del caucho, para explorar mejoras en morteros* de cemento respecto de su capacidad de aislamiento acústico y térmico, disminuyendo al mismo tiempo la densidad y reduciendo la necesidad de utilizar otros componentes. Además, el uso del polvo de caucho en estos materiales incrementa su valorización.

* material de construcción obtenido al mezclar arena y agua con cemento, que actúa como conglomerante

Fig. 3.3 Placa de escayola con caucho



FUENTE: Hernández Olivares F. "Propiedades Térmicas, acústicas y mecánicas de placas de morteros Yeso- caucho, http://oa.upm.es/4611/1/INVE_MEM_2008_61846.pdf, Pag.2, publicado 2008, consulta 27/11/2011.

La investigación se ha realizado en laboratorio, fabricando pequeñas placas de escayola* con caucho (varia de 20% a 50%) de 50 x 25 x 2 cm³ y probetas de 4x4x16 cm³ para obtener las principales propiedades físicas, mecánicas, térmicas y acústicas.²² (Hernández Olivares F, 2008). Estas placas son mezclas variando la escayola con el caucho. Mediante este estudio se pudo concluir que las placas de caucho aíslan térmicamente en una proporción de aproximadamente 4°C respecto a las placas que no tenían adición de caucho. En particular, a partir de placas con adición del 40% y 50% en peso de caucho mejora notablemente el aislamiento a impacto en relación a la placa sin adición de caucho.

Se informa que la capacidad de aislamiento térmico y su resistencia al impacto aumenta, lo que hace recomendable usar este material como revestimientos y pastas de agarre. Las placas son más resistente a la transmisión de ruido, y también muy resistente a la compresión.

Aislantes térmicos comunes:

Como se menciona anteriormente este material es un aislante tanto térmico como acústico por lo que mejora en gran proporción estas características al ser usados en hogares como en diferentes sitios, los aislantes comunes como la fibra de vidrio, el poliuretano son contaminantes, y son nocivos para la salud y su costo es mucho mayor. Sus principales ventajas son

* Yeso de alta calidad usado para acabado en edificaciones.

su alta resistencia a las condiciones de la intemperie. No es afectado por el ozono, es ligero y fácil de instalar, y es muy apropiado para colocarse sobre materiales sensibles al calor como el poliestireno* expandido o la espuma de poliuretano usados como aislantes.

Consideramos que en el territorio nacional actualmente no tenemos competencia directa, pero por avances tecnológicos en el exterior si hay competencia, lo que nos obliga a estar en constante investigación y capacitación.

3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTOS OFERTADOS

En este subcapítulo destacamos los principales productos que se pueden obtener del reciclaje de llantas mediante el método de granulación (método mecánico), basándonos en áreas donde se encuentre el mercado, y la demanda.

En el cuadro a continuación se resume cuatro propuestas basadas en los diferentes usos reconocidos con éxito a nivel internacional, cuyo fin es también aprovechar este residuo de la mejor manera y crear un nicho de mercado el cual sea factible en Ecuador.

Se debe tomar en cuenta también que en todos estos planteamientos se deberá realizar las pertinentes actividades de gestión tanto en el ámbito legal, político y ambiental para su correcto funcionamiento.

Tabla 3.9 Análisis de Productos ofertados

Item		Alternativa 1 Aprovechamiento como combustible	Alternativa2 Aprovechamiento para electricidad	Alternativa 3 Mezclas asfálticas	Alternativa 4 Materias primas para productos de caucho
	ventajas	agrega valor al residuo	agrega valor al residuo	*Menor costo a la pavimentación. *Valor al residuo	*Generación de ingresos, al agregar valor al residuo
Económico	desventajas	costos iniciales de inversión	costos iniciales de inversión	costos al estudio piloto	costos al estudio piloto

* polímeros termoplásticos.

Tabla 3.9 Análisis de Productos ofertados (continuación)

Social	ventajas	Generación directa de empleo	Generación directa de empleo	*Generación de empleo. *Mejora en el pavimento actual.	* Generación de empleo. * Expansión de productos a costo mas accesible
	desventajas	perdida de la ocupación de los trabajadores informales de la cadena de manejo de llanta	perdida de la ocupación de los trabajadores informales de la cadena de manejo de llanta	*Perdida de la ocupación de los trabajadores informales de la cadena de manejo de llanta	* Perdida de la ocupación de los trabajadores informales de la cadena de manejo de llanta
Ambiental	ventajas	* Se utiliza la llanta entera, y no hay residuos. Se garantiza niveles permisibles y menores emisiones de gases	La empresa debe garantizar los niveles de emisiones y manejo de los residuos (escoria y cenizas)	No hay riesgo de tener compuestos peligrosos	No hay riesgo de tener compuestos peligrosos
	desventajas	Se debe controlar el ingreso de las llantas, para evitar emisiones toxicas.	* Quedan residuos de la llanta. * Si el sistema de regulación de gases de combustión se pueden generar compuestos tóxicos.	Existen residuos a disponer (fibra) en la trituración	Existen residuos a disponer (fibra) en la trituración

FUENTE: Unión Temporal OCADE LTDA./SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

ADAPTADO POR: AUTORA

1. EN CEMENTERAS COMO COMBUSTIBLE: El factor principal a favor de la utilización de llantas usadas como combustible es el precio que se paga por tonelada. Los neumáticos compiten con los combustibles convencionales, carbón y coque de petróleo. Las empresas de cemento estarían dispuestas a comprar neumáticos solamente a un precio menor con respecto a lo que pagarían por el combustible tradicional de equivalente poder calorífico*; de esta forma, se generan ahorros en combustible que permiten recuperar los costos generados por las modificaciones a realizar en los hornos y en los sistemas de alimentación especiales para los neumáticos y los costos de las pruebas necesarias para conseguir los permisos en caso de ser requeridos. En los hornos con pre calcinadores es capaz de quemar llantas enteras sin problemas pero en Ecuador la mayoría no poseen por lo tanto su pre trituración es un requisito, los aspectos económicos al usar neumáticos como combustible son alentadores, tanto para el horno como para los suministradores. No se necesita que el producto sea granulado, para las cementeras basta con tener un tamaño de 150 mm es suficiente, por lo tanto ocupa menos maquinaria para reducir el tamaño, menor costo.

* Expresa la energía máxima que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente.

El Aprovechamiento energético y materia prima para hornos en la industria cementera, con fundamento en el uso de la llanta usada como combustible alternativo al carbón en función de su potencial calorífico. Tiene además la posibilidad de sustituir un porcentaje del hierro utilizado en el proceso, por el contenido de acero en la llanta.

Las ventajas de alimentar un horno de cemento con residuos de neumáticos incluyen la posibilidad de usar el neumático entero, inclusive la tela de acero, que le añade hierro al cemento.

En fábricas de celulosa y papel también pueden usarse neumáticos como combustible, pero el acero debe ser removido.

2. ENERGIA TERMICA: Se los utiliza como combustible en hornos industriales, y a diferencia de este la combustión del caucho no genera cenizas, reducida emisión de bióxidos de carbono y azufre, mayor eficiencia del proceso, siendo también usados por centrales termoeléctricas, el problema es que la quema de llantas siempre es un proceso que genera grandes cantidades de contaminación ambiental aun siendo tratadas, además se requiere la llanta pulverizada sin textil ni metal, se requiere tamaños de malla 200 para asegurar la combustión total, sobre esta condición especial no existen experiencias documentadas a nivel internacional, lo cual confiere incertidumbre a la alternativa desde el punto de vista técnico para su aplicación.

En el documento presentado en la secretaria distrital del ambiente de Bogotá titulado " Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá ", se realiza un breve estudio de la utilización de la llanta para energía térmica.

3. PAVIMENTO ASFALTICO: La utilización de la llanta usada como Materia prima para producción de pavimento asfáltico fundamentada en el reconocido éxito de su aplicación en países como Canadá, Estados Unidos y España, entre otros. El caucho de llanta pulverizado le proporciona al pavimento características de flexibilidad y elasticidad que aumentan su vida útil

por lo menos en un 50% a un costo efectivo menor que el pavimento convencional.

El grano de caucho deberá ser uniforme, libre de metal, fibras textiles u otros contaminantes, y deberá estar seco. Se utiliza granulometrías (de 0.3mm a 2 mm), reemplazando el caolín*, por lo tanto su producción requiere un procesamiento de 7 maquinas mínimo para obtener un producto fino

Generaría ahorros importantes en el desarrollo de éstos programas. Como es una tecnología nueva sin desarrollo en país, se requiere de la implantación de estudios piloto y su validación para las condiciones locales.



Fig. 3.4 Proceso del asfalto integrado con caucho reciclado

FUENTE: Ricardo Ríos, "Reciclado de neumáticos fuera de uso", Pág. 11, publicado 6/10/2011, consulta 24/09/2011.

Una llanta produce polvo para producir hasta 15 metros cuadrados de asfalto.

4. SUMINISTRO DE MATERIAS PRIMAS PARA USUARIOS DEL CAUCHO: Entre los cuales está la fabricación del asfalto especificada anteriormente; el mercado internacional y el mercado potencial nacional del caucho pulverizado como materia prima en diferentes procesos los más destacados se mencionan a continuación:

* Arcilla blanca, usada como relleno para la elaboración de cemento refractario.

Panel aislante acústico: Son alfombras echas de los gránulos de caucho compuesto con las carpetas de poliuretano y después aplicados en capas mediante rodillos o paneles Colocado sobre la impermeabilización (cubierta invertida) además de aislar protege la lámina impermeable, mejora su durabilidad el aislamiento térmico reduce la oscilación térmica del día y la noche, lo que conlleva la reducción de fatiga a la que los materiales están sometidos debido a las dilataciones y contracciones, especialmente la impermeabilización.

Concreto hidráulico: El bloque de polvo de llantas también funcionó bastante bien, tanto en las pruebas de deslizamiento y resistencia a la abrasión. El proceso de producción económica, debido a la simplicidad del proceso de fabricación

Esta mezcla está compuesta de un 51% de caucho, 26% de carbón negro, 13% de aceite y 10% de otros compuestos químicos. Los compuestos de los que se encuentra hecho el caucho que es un polímero termoplástico, hacen que sea adecuado para mezclarse con el asfalto por lo que la mayor cantidad de caucho reciclado de llantas se emplea en mezclas asfálticas mejorando sus propiedades visco elásticas*. El caucho al ser mezclado con el asfalto se hincha, esto hace que se rellene y se endurezca esto reduce la distancia de frenado por hasta una cuarta parte. “Las investigaciones realizadas por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos han demostrado que en caminos construidos con empleo de las mezclas de cauchos el índice de accidentalidad en días de lluvia llega a reducirse más de diez veces.”²³ (Oponeo.pl S.A, artículo, 25/08/2009).

Baldosas o losas de caucho:



* Materiales que exhiben propiedades tanto viscosas como elásticas cuando se deforman.

Fig. 3.5 Baldosas

FUENTE:<http://www.texturadecoracion.com/es/gama-de-productos/pavimentos/pavimentos-parques-infantiles/item/27-baldosas-de-100-x-50-x-2-cm-espesor.html>.

Las baldosas de caucho reciclado, son una muy buena opción de mercado ya que el 90% de sus componentes son caucho y 70% es reciclado de llanta, como se menciona es muy útil no solo para parques infantiles, pavimentos anti caídas, recubrimientos de exteriores, ya que resiste a la humedad. Este producto está siendo ya, comercializado en otros países, por lo tanto se conoce que cumple con la normativa de parques infantiles EN-1177, basado en los estudios en la Universidad de Valencia donde se verificó que esté exento de elementos nocivos para la salud.

Entre otros usos de estas losas tenemos :

- Drenaje en campos de deporte y pistas deportivas
- Planchas para revestimientos y baldosas
- Productos moldeados y bandejas
- Guardabarros de vehículos
- Aislantes para cables
- Cintas transportadoras y componentes reparadores
- Juntas de expansión.
- Tuberías porosas de irrigación
- Superficies no deslizantes, y cubiertas de barcos
- Cintas de carga y descarga
- Revestimientos para suelos de hospitales y pisos industriales.

3.2.2. PRECIOS PARA LOS PRODUCTOS OFERTADOS

Es difícil definir precisamente el precio debido a que se debe previamente realizar un análisis financiero para obtener un promedio del costo

por Yuma o costal (50kg) de triturado de llanta así como el tipo de granulado que necesite la empresa, como se conoce que mientras más fino el polvo de caucho que necesite el producto a producir, mas tratamientos, mas maquinarias por lo tanto el costo es mayor, pero según el análisis de nuestros principales clientes, así como un redondeo del costo total de la maquinaria se podrá obtener una idea previa para después detallarlo en los posteriores capítulos.

Como las especificaciones para los materiales recuperados se hacen cada vez mas restringidas, los gestores de programas de recuperación debemos tener en cuenta las demandas de los compradores y sus especificaciones para poder obtener un precio rentable con el proceso mediante el análisis costo/ venta.

Los productos más utilizados son el polvo de 0.7 mm y grano de 2 mm, 3.5 mm, 10 mm y 16 mm. Los polvos usualmente se empacan en bolsas de 50 kg.

Según la encuesta realizada por Stefany Cisneros (**Tabla 3.3**), se obtienen los siguientes datos que nos pueden ayudar de guía para obtener un previo para el precio sugerido.

De 20 empresas encuestadas las cuales manejan llantas, al ser desechadas venden un mínimo y lo demás son arrojadas o almacenadas, su valor de venta promedio:

El costo estaría entre \$0.40 a \$1.00, Para llantas de automóviles familiares, turismo, y el de llantas de autobuses, camiones estaría entre \$1.00 a \$ 3.50. Algunos de los cuales serian donados, sin costo alguno.

Estos costos se pueden obtener un promedio, pero en el capítulo VI se obtendrá un monto mas específico al realizar el análisis económico y financiero.

A pesar de sus limitaciones físicas y de desempeño, el bajo costo del caucho granulado (usualmente menor que la mitad del precio del caucho

virgen) proporciona un incentivo significativo para el uso de este material, y puede permitir el uso de productos con base de caucho donde el precio es un obstáculo de entrada para compuestos de base de caucho virgen.

CAPITULO IV

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1. DEFINICIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

Basados en los previos estudios del capítulo III para la zona de Quito la provisión estimada de llantas estaría en el rango de 30.000 Ton/ año, de las cuales el 70% aproximadamente son desechadas 21.000 Ton / año “o” 945.000 llantas, si se reciclara todo se obtendría:

La cantidad de días laborables en el año en promedio llegaría a los 288, de los cuales se trabaja una jornada mínima de 8 horas.

$$288 \times 8 = 2.304 \text{ horas laborable por año.}$$

$$21.000 \frac{\text{Ton}}{\text{año}} \frac{1 \text{ año}}{288 \text{ dias lab}} = 72.92 \frac{\text{Ton}}{\text{dia}} \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ horas lab}} = 9.11 \frac{\text{Ton}}{\text{hora}}$$

Se realizo una encuesta para dar una idea de que porcentaje de llantas estarían dispuestas algunas distribuidoras a entregar.

Tabla 4.1 Encuesta a compañías distribuidoras de llantas

Se realizo la encuesta a 10 compañías expendedoras de llantas

MODELO ENCUESTA

El motivo de esta entrevista es para conocer el nivel de neumáticos desechados que se generan en su negocio y el destino que se les está dando una vez desechados.

1 ¿Cuánto tiempo lleva dedicado a este negocio?

Menos de 1 año	1
1 a 5 años	4
Más de 5 años	5

2 ¿Qué tipo de neumáticos manipula en su negocio?

RADIALES, DIAGONALES, VEHICULOS FAMILIARES, TURISMO.	83%
RADIALES PARA AUTOBUSES Y CAMIONES	11%
MOTOCICLETAS, BICICLETAS	6%

3¿Cuántos cambios de neumáticos realiza diariamente?

10 a 20	4
Más de 20	6

4¿Qué es lo que hace con los neumáticos que son cambiados, es decir los que son desecho y no sirven?

VENDE	30%
VOTA COMO DESPERDICIO	70%
OTROS	0

5¿A la persona a la cual Ud. vende los neumáticos, conoce el destino que se les está dando?

El 30% vendido son destinados al reencauche y a la artesanía

6¿Estaría dispuesto a vender o donar los neumáticos fuera de uso?

SI	6
NO	4

CONCLUSIONES:

El 60% está dispuesto a donar o vender las llantas lo que resultaría.

945.000 llantas al año x 0.60% = 567.000 llantas al año si colectáramos todas las llantas.

$$21000 \frac{\text{Ton}}{\text{año}} \frac{1 \text{ año}}{288 \text{ días lab}} = 72.92 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas lab}} = 9.115 \frac{\text{Ton}}{\text{hora}} \times 0.60\% = 5.45 \frac{\text{Ton}}{\text{h}}$$

Como estudio se tomara como 6 Ton / h y se realizara con la planta de menor capacidad ya que sería un alto porcentaje tener el 60% es decir que todas las llantas aparte del 30% reencauchado fueran recicladas y el 10% que poseen diferentes destinos, ahora si solo se obtuviera un 15% al 20 % con la proyección de ampliarse. Sería un rango de 1 a 2 Ton / h y un total de:

945.000 llantas X 0.15 al 0.20 % = 170.000 llantas al año en promedio entrarían en total.

Distribuidas de la siguiente manera:

- Vehículos y camiones (83%) = 141.100 al año
- Grandes, tráileres, etc. (11%) = 18.700 al año
- Otros (6%) = 10.200 al año.

Se realizo una investigación a diferentes empresas expeditarías de la maquinaria de reciclaje de llantas, la mayoría viene fabricada de China con excepciones.

La empresa Estadounidense Global Recycling Equipment (**VER ANEXO 6**), realizó una cotización para una planta de 2 Ton /h a 3 Ton / h obteniendo un producto menor a 10 mesh (2mm) (**TABLA ANEXO 2**).

Consta de 7 maquinas, si se necesitara de un tamaño menor entre 0.5 a 0.1 mm se incorporaría una maquina granuladora mas.

4.2. ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN.

Al realizar un sondeo por fabricas de reciclaje de cartón y papel, se mostro que estas se establecen en las afueras de la ciudad de Quito, ya que

por tratar residuos sólidos no son muy acogidas cerca de zonas urbanas o residenciales, nos beneficia que sea un lugar de poca población, obteniendo así datos referenciales para su estudio más fácilmente, que al ser en ciudades grandes, como también las zonas industriales de Quito están en constante subida de su plusvalía por su alta demanda, es preferente realizar este tipo de plantas en las afueras como los valles, etc. Por lo tanto así como por comodidad y múltiples beneficios se escogió el Valle de los Chillos, se verifico que la zona industrial del Valle se ubica en autopista Rumiñahui, zona de Amaguaña, donde se encuentra la base aérea de la Balbina del Ejército, allí también se encuentra las fábricas de ANDEC, Franz Viegner, Avon, planta de reciclaje para papel higiénico y recientemente se ubicó la planta de reciclaje de cartón, papel y PET, INTERCIA S.A.

4.2.1. ÁREA DISPONIBLE DE TERRENO

Según las empresas a las que solicitamos propuestas se necesitaría una área mínima de 38 m de largo, 23 m de ancho y 600 m para almacenar las llantas, para una planta de uno a tres ton / h. La altura debe ser de ocho metros. (ANEXO 6).

4.2.2. VÍAS DE ACCESO

El área donde se planifica tiene que poseer rutas de fácil acceso para camiones, camionetas, etc. Aconsejamos que mínimo posea dos rutas de acceso por prevención, se debe verificar que las vías no sean en sitios cerca de zonas residenciales ya que, debido a los procesos que conlleva el reciclaje de llantas, dentro de los cuales se produce ruido, continuo embarque y desembarque de camiones, y flujo de personal, los permisos requeridos para su funcionamiento pueden verse complicados por estas situaciones.

Como se menciona anteriormente el estudio se realizara en una zona pequeña de Ecuador donde se pueda obtener los datos más fácilmente para su estudio, en el valle de los chillos por accesibilidad de información, corresponderá en la zona establecida como industrial por el municipio de Rumiñahui, la zona llamada Amaguaña posee dos entradas principales a la

autopista la una por la Fabrica de ANDEC y la segunda por el paradero la Victoria.

4.3. OTRAS CONSIDERACIONES

Para poder poner en funcionamiento una planta de reciclaje de llantas se debe tener muy en cuenta las consideraciones tanto políticas, legales y ambientales, no solo debido a que es una empresa, si no a que actualmente en Ecuador el área de reciclaje está proyectándose recientemente por lo tanto sus normas y parámetros de funcionamiento son continuamente renovadas, y como el reciclaje envuelve cualquier tipo de residuos ya sean tóxicos o no, se debe llevar la precaución debida para su correcto tratamiento y funcionamiento.

En lo referente a las empresas son en beneficio tanto de la clase trabajadora como de la empleadora, además de los impuestos respectivos, las leyes y reglamentos; pues como empresa estamos dispuestos a cumplir con todos los parámetros que establece el gobierno para poder así evitar inconvenientes. Seria eficaz que el estado establezca un decreto, en el que se obligue a la recolección de llantas para poderlas dar tratamiento.

En Ecuador al no tener plantas de reciclaje de llantas en funcionamiento se investigó en plantas de tratamiento de residuos de diferentes categorías para obtener información sobre las consideraciones que tuvieron que realizar para su implementación.

Así mismo se consultó en el municipio de Rumiñahui sobre los documentos que se debe realizar para obtener el permiso de funcionamiento y de construcción.

Empresa entrevistada INTERCIA S.A reciclaje de papel, cartón y PET ubicada en Amaguaña, al gerente de planta Ingeniero Oscar Aguilar.

4.3.1. EVALUACIÓN DE CALIDAD

Cada empresa de reciclaje dependiendo de lo que demande su consumidor y que parámetros establezca se regirán por diferentes normas,

como referencia las más comunes son las ISO (Organización Internacional para la Estandarización), y las Ohsas (Occupational Health and Safety Assesmenmt Series) (Normativa para la seguridad y salud ocupacional). Este subcapítulo se dividirá en dos ya que se evaluará la calidad tanto para el proceso como para el producto.

Para el proceso: como estudio se obtuvo que las principales que debe cumplir en Ecuador son la ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18000.

Las ISO proporcionan casi todos los requisitos para un sistema de gestión ambiental y en general directrices.

Las normas pues sirven para comprender cuáles son los procesos que se deberían seguir para que el producto sea considerado un producto de calidad. En este sentido la ley es utilizada para conocer cuáles son las implicaciones de su aplicación, y para implementar la organización del trabajo y de la producción.

En 1999 fue publicada la normativa OHSAS 18.000 serie de normas internacionales relacionadas con el tema de “salud y seguridad en el trabajo”, estas complementan a las normas ISO 9001 de calidad e ISO 14000 (medio ambiente), son normas que concierne todo el proceso de producción de manera relevante en la calidad del producto, siendo estándares mínimos en los cuales una empresa se compromete a respetar las relaciones tanto laborales, comunitarias y del ambiente.

Para el producto: Las ASTM está comprometida a respaldar la elección del sector del mercado y a ser todo lo flexible que haga falta para ser sensitivo a las industrias que dependen de las normas internacionales. La ASTM International abraza y adopta los principios para el desarrollo de normas internacionales acordados por la Organización Mundial del Comercio (OMC)

Los miembros de ASTM son personas individuales, compañías y representantes del gobierno que contribuyen con su experiencia a influir en las normas que se establecen para sus industrias en particular. La labor de los

miembros de ASTM da como resultado productos mejores, más seguros y más rentables. En pocas palabras, las normas de ASTM contribuyen a la calidad de los productos, mejoramiento de las comunicaciones y satisfacción general por parte de los consumidores.

4.3.2. ASPECTOS LEGALES

En el municipio de Rumiñahui se realizó una investigación sobre los procedimientos para la puesta en marcha de una empresa de reciclaje son varios los requisitos que la empresa debe cumplir para su funcionamiento normal, aunque dependiendo del lugar donde se establezca ciertas normas cambiaran estas son las principales que deben obtenerse:

- Categorización adjuntando certificado de intersección en el ministerio de ambiente
- Términos de referencia: marco legal, objetivos, procesos, metodología, diagnóstico o línea base, impactos significativos, medidas para el plan de manejo ambiental.
- Uso del suelo (dirección de planificación de proyectos)
- Certificado de bomberos
- Pago de patente
- Consultor ambiental
- Aprobación de los términos de referencia sobre el impacto en la ciudadanía según decreto 10.40.
- Línea de fabrica
- Certificado de normas particulares, informe de regulación metropolitana.

Previo al estudio de fundamentación legal, es necesario considerar que la industria procesadora de neumáticos se constituirá como una Sociedad Anónima la persona a cargo debe estar inscrita obligatoriamente en el SRI, para poder así emitir y entregar comprobantes de venta autorizados para todas sus transacciones y presentar declaraciones de impuestos de acuerdo a esta actividad económica.

El RUC corresponde a un número de identificación para todas las personas naturales y sociedades que realicen alguna actividad económica en el Ecuador, en forma permanente u ocasional o que sean titulares de bienes o derechos por los cuales deban pagar impuestos. (SERVICIO DE RENTAS INTERNAS, RUC, 2010).

4.3.3. ASPECTOS AMBIENTALES

ISO tiene muchas otras normas que se ocupan de cuestiones ambientales específicas. La intención de la norma es proporcionar un marco para un enfoque estratégico global para la política ambiental de la organización, planes y acciones.” SEGÚN ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACION. La cual define los requisitos del Sistema de Gestión Ambiental con directrices claras para su puesta en práctica y evaluación. Diagnostica su situación a fin de establecer objetivos ambientales medibles. Define procedimientos de seguimiento y mejora inherentes al Sistema como son las auditorias y revisiones periódicas. En las auditorias se evalúa la adecuación y eficacia del Sistema de Gestión Ambiental implementado y el grado de consecución de los objetivos ambientales. En las revisiones se estudia la continuidad de la validez de la estrategia ambiental y se evalúa el desarrollo del Sistema. La organización establece una política ambiental que engloba a personal propio, proveedores y otras partes interesadas en pro de la protección del ambiente, el cumplimiento de la legislación vigente, el desarrollo sostenible y la optimización de los recursos no renovables. De esta forma se compromete a conseguir y demostrar un buen comportamiento ambiental.

Tabla 4.1 Matriz de impactos y de efectos ambientales

				AFECTACION A LOS FACTORES AMBIENTALES			
	ACTIVIDAD	INGRESO	SALIDA	SUELO	AGUA	AIRE	BIODIVERSIDAD
1	CONSTITUCION DE LA EMPRESA						
2	LEGALIZACION DE LOS TRAMITES						
3	CONSTRUCCION DE AREA DE ALMACENAMIENTO	MATERIALES CONSTRUCCION	POLVO, AGUA RESIDUAL,ESCOMBROS,ETC	X	X	X	X
4	CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO	MATERIALES CONSTRUCCION	POLVO, AGUA RESIDUAL,ESCOMBROS,ETC	X	X	X	X
5	CONSTRUCCION DE PLANTA	MATERIALES CONSTRUCCION	POLVO, AGUA RESIDUAL,ESCOMBROS,ETC	X	X	X	X
6	IMPORTACION DE MAQUINARIA						
7	DESADUANIZACION						
8	PRUEBAS INICIALES	COMBUSTIBLE, ENERGIA ELECTRICA	CO2, CALOR, AGUA RESIDUAL		X	X	X
9	AUTORIZACION DE FUNCIONAMIENTO						
10	PROCESO DE REUTILIZACION DEL CAUCHO						

Tabla 4.1 Matriz de impactos y de efectos ambientales (continuación)

				POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO
11	RECOLECCION DE NEUMATICOS						
12	TRANSPORTE DE NEUMATICOS A BODEGA	COMBUSTIBLE	CO, CO2		X	X	X
13	MONTACARGAS	ENERGIA ELECTRICA, CAUCHO	POLVO, RUIDO, AGUA RESIDUAL.			X	X
14	TROCEADORA	ENERGIA ELECTRICA, CAUCHO	POLVO, RUIDO, AGUA RESIDUAL.		X	X	X
15	SEPARACION DE METALES	ENERGIA ELECTRICA, CAUCHO	POLVO, LIMALLAS		X	X	X
	GRANULADORA	ENERGIA ELECTRICA CAUCHO					
16	MOLINO CONVERTIDOR EN POLVO	ENERGIA ELECTRICA, CAUCHO	POLVO, AGUA RESIDUAL		X	X	X
17	EMBALAJE	ENERGIA ELECTRICA, SACOS DE YUTE	POLVO			X	
18	ALMACENAMIENTO	ENERGIA ELECTRICA, SACOS DE YUTE	MAL OLOR, POLVO, ALTA TEMPERATURA		X	X	X

ELABORADO POR AUTORA.

Además para la protección del medio ambiente, los granuladores y los molinos de corte están dotados de sistemas de extracción con una capacidad de aspirado de 5.000 m³/h. Con ello se garantiza un entorno casi exento de polvo y, al mismo tiempo, se refrigeran los componentes de la instalación. El sistema de filtrado se suministra en forma de cápsula a presión. Con este sistema de aspiración de polvo, se obtiene aire puro acorde con las prescripciones.

El Sistema de Información Ambiental de Rumiñahui (**ANEXO 7**), o SIAR, es una aplicación diseñada para manejar y almacenar toda la información relacionada con los procesos ambientales que la Dirección de Protección Ambiental lleva a cabo con el fin de mantener y mejorar la calidad del medio ambiente del Cantón Rumiñahui. Se exponen los aspectos de gestión ambiental que se llevan a cabo en el cantón, entre otras:

- El registro de establecimientos sujetos a control ambiental y la información relacionada con los procesos de control y verificación de impacto ambiental con el fin de obtener permisos ambientales de funcionamiento
- La gestión de residuos sólidos, incluyendo la ubicación de los contenedores ecológicos
- El control de entidades ambientales que realizan tareas relacionadas con o para el municipio
- Control de datos de contaminación incluyendo descargas líquidas, emisiones al aire y otros, por empresa.

CAPITULO V

5. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA PLANTA

5.1. PARAMETROS DE FUNCIONALIDAD

5.1.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Tabla 5.1 Requerimientos técnicos de la planta

PLANTA DE NEUMATICOS				
Medida	Cantidad	Unidad	Sistema S.I	
Capacidad	1.8 a 2,8	Ton / h	1800 a 2500	Kg
Granulometría	menor a 10	Mesh	2	mm
Potencia	Min 80 a 110	Kw	181.04	HP
Voltaje	400	V		
Electricidad	Trifásica			
Overhaul	10 años aprox.			
demanda de Aceite	25 a 30	Gal	0,114	m ³

ELABORADO POR: AUTORA

5.1.2. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y MANTENIMIENTO

La maquinaria puede ser operada por una persona o dos encargada del manejo de la máquina cargadora para el abastecimiento de llantas a la planta, dos operarios o técnicos encargados de vigilar el funcionamiento general de la planta los cuales deben tener el conocimiento suficiente y la continua capacitación, otra persona encargada del manejo de la máquina para la retirada del material triturado listo para empacar en costales o yumas (Bolsas grandes), una persona encargada de los sistemas de almacenamiento de material en la zona de salida, y por ultimo una persona encargada del mantenimiento diario de la planta. Operarios externos (proveedores), una persona para el área administrativa. Se necesitarían cerca de ocho personas en total para la planta.

5.1.3. PRODUCCIÓN

Con la aproximación de obtener el 20 % del total de llantas desechadas en Quito fuera del 30% que se reencauchan y con una producción promedio de 2,5 Ton/h, y 8 horas laborables por día.

945.000 llantas en total en Quito solo el 15% al 20% = 170.000 llantas al año

$$21.000 \times 20\% = 4.200 \frac{\text{Ton}}{\text{año}}$$

Tabla 5.2 Tonelaje por tipo de llanta

Llantas tipo	Cantidad (Ton / año)
Camiones / carros livianos diagonal y radial (83%)	3.486
Tráiler y pesados (11%)	462
Motos y otros (6%)	252
Total	4.200

ELABORADO POR AUTORA

$$2 \frac{\text{Ton}}{\text{H}} \times 8 \text{ horas lab} = 16 \frac{\text{Ton}}{\text{dia}} \times 288 \text{ dias laborab} = 4.608 \frac{\text{Ton}}{\text{año}}$$

En resumen se podría obtener 5.000 Ton anualmente de llantas procesadas de las cuales se obtiene tres derivados:

- 75% caucho triturado = 3.750 Ton
- 20% acero = 1.000 Ton
- 5% Textil o Nylon. = 250 Ton.

5.2. TOMA DE DECISIONES

La planificación en el campo de la gestión de residuos sólidos como son las llantas, es una propuesta dada para resolver uno de los mayores problemas del Ecuador y el mundo para la selección de algunos parámetros se obtuvo un breve conocimiento de los factores tecnológicos, ambientales, económicos,

sociales y políticos. Se realizó una evaluación previa mediante no solo el método Feedback* (retroalimentación), el cual es esencial para el desarrollo de planes de gestión de residuos.



Fig. 5.1 Método Feedback

ELABORADO POR AUTORA.

Se debe tomar en cuenta que toda toma de decisiones se basa en las predicciones de las condiciones futuras, con el objetivo de seleccionar la opción que responda de mejor manera a las restricciones de tiempo, dinero y a las necesidades sociales y políticas, se realizó mediante el siguiente procedimiento:

- Definición y especificación del problema.
- Acumulación de información y datos.
- Análisis de alternativas.
- Selección de opción más viable
- Desarrollo del método para su implementación, control y evaluación.

En el CAPITULO II y III se realizó un previo análisis tanto para el método de reciclaje así como de los productos ofertados con sus respectivas ventajas y desventajas.

*Tiene su base en el proceso administrativo donde, el control es una etapa cualitativa y cuantitativa, que sirve de base para la fase de planeación.

Por lo tanto con la información recolectada se selecciono, el método de reciclaje mediante **la trituración mecánica**, con el objetivo de obtener polvo de caucho con lo cual se abastecería para uso como combustible, para la fabricación de concreto hidráulico, en las mezclas asfálticas, aprovechamiento eléctrico, y como materia prima para diferentes productos derivados del caucho (mangueras, losas, cables, etc.).

El equipo seleccionado a usarse consta de 7 máquinas, a las cuales se distribuirá según las necesidades y mayores beneficios mediante un plano de diseño de la infraestructura.

Los métodos de financiamiento pueden ser varios, se debe saber que las agencias estatales y federales están interesándose cada vez más en las reducciones de recursos y materias primas así como la búsqueda de nuevas fuentes de obtención de materias primas y reciclaje de residuos.

Se expuso también las gestiones políticas, ambientales y legales que se deben realizar.

Para la obtención de la materia que en este caso son las llantas se realizo una encuesta sobre la cantidad de llantas que algunas empresas están dispuestas vender y otras a donar. El 60% recolectadas del total de las cuales aproximando el 15% pueden recaudarse con lo cual la planta abastecería a 2 Ton/ h con proyección a ampliarse.

La planta debe contar con personal para facilitar las necesidades, de materia, mantenimiento, y control. También así los requerimientos de equipos y herramientas de servicio para la continuación de ciertas etapas (transporte, almacenamiento, abastecimiento, alimentación de la planta). El personal de planta deberá tener una previa capacitación.

A continuación en el **subcapítulo 5.6** se especificara la selección del personal, equipo de servicio y maquinaria en total a usarse.

5.3. DISEÑO DEL FLUJO DEL PROCESO

Para el diseño del flujo del proceso se investigó la cantidad de producción así como los requerimientos técnicos y en general parámetros de funcionalidad para el tipo de planta que buscamos, como se menciono anteriormente cuenta de 7 máquinas las cuales se han distribuido en las siguientes etapas:

Selección de las llantas para reciclado.

- Troceado.
- Granulación.
- Molienda.
- Cribado* y limpieza.
- Distribución por tamaño de gránulo.

Estas serían solo las etapas del procesamiento en si del producto.

La sección de troceado comprende una cortadora rotativa* que opera eficientemente y una criba* con retorno del grano grueso. La cortadora rotativa, es muy potente y está específicamente diseñada para el troceado de neumáticos usados. Los trozos superiores a 150x150mm son retenidos y retornados de nuevo a la cortadora rotativa; los trozos más pequeños son conducidos a un vaciadero por otra cinta transportadora. Donde serán transportados a la sección de granulado.

Los trozos de neumáticos ya cortados son llevados a través de una abertura a la sección de granulación y molienda. Esta sección consta principalmente, de una eficiente granuladora. El granulador tiene una criba con un tamaño de perforación de 15mm.

* Separar las partes finas de las gruesas de una materia.

* Maquinaria trituradora mediante cuchillas rotativas.

* Lamina agujereada, utilizada para separar granos de diferente tamaño.

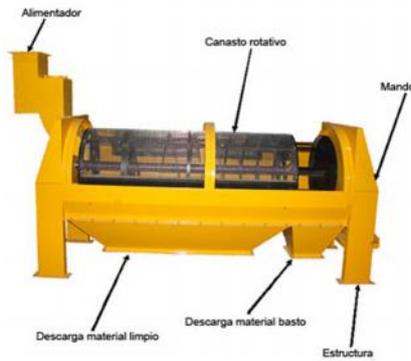


Fig. 5.2 Criba

FUENTE: Empresa de Cribas Rotativas Fabrimac,

<http://www.fabrimac.com.ar/cribas.html>.

Los granuladores también están específicamente diseñados para la trituración de llantas. La pieza central del granulador, es el eje del rotor, conformado por diferentes piezas individuales. El resultado es un esbelto rotor, cuya energía de rotación puede frenarse en caso de averías.

El material es transportado a una cribadora, donde los materiales que tienen un tamaño inferior a los 4 mm son retenidas para su descarga en el tambor magnético. El resto es transportado a un molino cortador dotado de una criba con agujeros de 4 mm para su molienda.

El material es aspirado del molino y aportado a otro silo, donde es transportado dosificadamente por un canal de evacuación y depositado en un tambor magnético, para separar las partes de material. La cribadora instalada sobre amortiguadores de caucho anti-vibraciones separa el flujo de material en 3 fracciones: textil, granulado 0,25-4mm, > 0,25). Al mismo tiempo Mediante un sistema de filtración se aspira las impurezas de las llantas que consta de un filtro de manga, un ventilador radial de con un caudal: 20.000 m³/h a diferentes silos transporta los diferentes granulados y textil hacia el área de almacenamiento para ser embolsados en Yumas o costales de 50kg.

El sistema de control del panel de encendido está monitorizado mediante un sistema SIEMENS que garantiza la seguridad de la instalación.

En resumen, podemos concluir que esta instalación opera respetando el medio ambiente; durante el proceso del molido no se utilizan sustancias químicas, y la planta no provoca la polución del aire, agua o suelo.

El flujo del proceso incluye el abastecimiento como la salida del producto.

- Entrada y selección de llantas para reciclaje.
- Abastecimiento de llantas a la maquinaria.
- Entrada Troceado.
- Retención de trozos mayores a 150X150 mm
- Etapa de separación de metales
- Cinta transportadora a granulación
- Granuladora convierte pedazos a 15 mm.
- Transporte a Cribadora
- Retención de trozos menores a 4 mm para su descarga en el molino.
- Cinta transportadora a Molienda.
- Molienda con Criba de 4mm.
- Sistema de filtrado (aspiración de polvo).
- Transporte a Silo.
- Canal de evacuación al tambor magnético(limpieza de trozos metálicos.-
Cribadora anti vibración que separa el material en tres fracciones: textil ,
granulado (0,25 – 4mm)
- Embolsado
- Transporte y almacenamiento.
- Salida del producto.

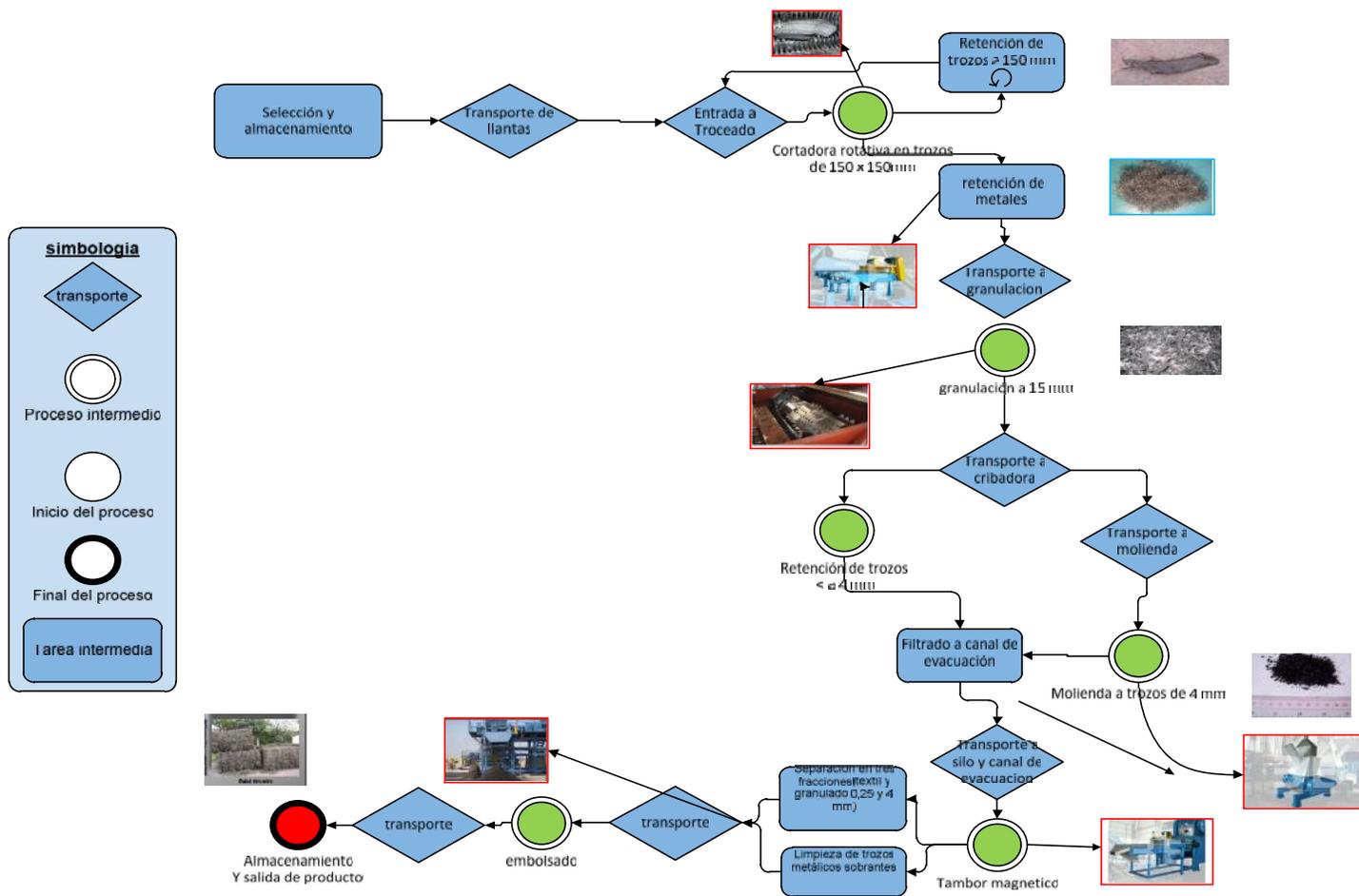


Fig. 5.3 Diagrama de flujo.

ELABORADO POR AUTORA.

Tabla. 5.3 Plan de control

PROTOTIPO		características				Tolerancia/ especificacion	tecnica de medicion	metodo de control	plan de contingencia
parte/ proceso num	descripcion de la operaci3n	maquina	No	Producto	Proceso				
0/ ingreso	ingreso llantas		A0	llanta	ingreso	tama1o (XG, G, M, P)	visual	visual	
1/ abastecimiento	abastecimiento de llantas	cinta transportadora de alimentacion R 2 x 7 m	B1	llanta	cinta de transporte	2 a 3 ton/ h potenxcia 2,5 kw velocidad: 16m / min	visual	visual	
2/ Troceado	triturado a trozos de 15 x 15 cm	troceadora boomatic B1350s. Potencia 75 kw	A1/B3	caucho troceado	criba de 15 cm	para llantas de 0.6 a 1.2 m motor electrico SIEMENS APERTURA EN FRESAS:1.82 m x 1.82m cuchillas echas de aleacion de acero 27.000 KG DE PESO	malla 15 cm	malla retencion de trozos mayores a 15 cm, a cinta transportadora longitud : 10,5 m potencia : 3 kw ancho : 1m	Criba de discos para retorno a la cortadora rotativa de los trozos mayores a 15cm
3/ transporte a granulacion / separacion de metales	cinta transportadora para la limpieza y obtencion de restos metalicos y transporte a la granulacion	cinta magnetica transportadora	A2	metal ferreo acero	electro magneto estacionario dentro de la polea	Potencia motriz: 3 + 5kW Longitud del imán: 1.000 mm Ancho del imán: 450 mm longitud : 10 m	electro magneto	criba de retencion de trozos > 1,5 cm area : 3,5 x 1,7 m potencia:5kw	Retencion de trozpos para regresar al granulador por medio de una criba de 5kw
4/ granulacion	granuladora convierte trozos a tama1o de 15 mm	Granulador, tipo U 1200, 90KW	B5	caucho triturado	criba 1.5 cm	Apertura mecanismo de corte: 1.186 x 800 mm rendimiento 2 ton/h potencia:90kw/	malla 1,5 cm	criba de retenci3n	Paro de seguridad en todo el trayecto en caso de emergencia
5/ transporte	transporte a cribadora	cinta transportadora	A4	transporte	cinta de caucho lisa transportada sobre rodillos echos de hierro perfilado	Longitud total de eje a eje: 5 m Ancho de la cinta: 1 m Accionamiento: 1,5 kW Velocidad de la cinta: 16 m/min.			Paro de seguridad en todo el trayecto en caso de emergencia
6/ cribadora	material es separado en tama1os trozos menores de 4 mm son descargados directamente al molino	Cribadora plana	B6	caucho triturado (4mm, <4mm)	Criba menor que 4mm	Superficie de cribado: 3,1 m ² Accionamiento: 7,5 kW	malla 0 a 3 mm	malla retencion de trozos menores a 4 mm dsirexctor al tambor magnetico por mesdio de una cinta de transporte : longitud: m accionamiento: 3 kw velocidad: 16m/min	
7/ transporte	cinta transportadora a molienda	cinta transportadora	A5	transporte	cinta de caucho lisa transportada sobre rodillos echos de hierro perfilado	Longitud total de eje a eje: 5 m Ancho de la cinta: 1 m Accionamiento: 1,5 kW Velocidad de la cinta: 16 m/min.			
8/ molienda	molino cortador para obtener trozos de 4mm y menos	molino cortador Alpine Rotoplex 80/125 Ro.	B7	caucho molido	8 hileras de cuchillas de rotor 5 hileras de cuchillas de estator	Motor trifásico de 80 kW, modelo B3, tendion 400 v/ 50HZ 1.500 r.p.m., soportes reforzados. Apertura hidraulica en la carcasa	malla de 4 mm	La rotaci3n puede frenarse en caso de averias.Las cuchillas est3n atornilladas a los soportes del rotor. Si se produce una averia, los soportes del rotor pueden reemplazarse sin tener que desmontar todo el eje	

Tabla. 5.3 Plan de control (continuación)

9/ filtrado	aspiracion del caucho molido	sistema de extraccion de polvo con filtro	B8	caucho molido, suciedad	consta de un filtro de manga, y un ventilador radial	entrads de: 635 x 356 mm Número de revoluciones: 35 r.p.m. Accionamiento: 3 kw + 30 kw	malla	dotados de sistemas de extracción consta sde un mansdo electrico y un filtro con una capacidad de aspirado de 20.000 m3/h	
10/ Silo	transporte a silo por medio de un canal de evacuacion	sistema de canal de evacuacion	A6	caucho molido	canal de evacuacion de acero	Volumen: 9.800 Ltr. Longitud: 2.000 mm Ancho: 2.000 mm Altura: 3.200 mm	visual	Tanto la granuladora como también la sección de limpieza están equipadas con un eficiente sistema de extracción de polvo, cuya función es aspirar las secciones en las cuales se produce polvo y filtrar el aire.	
11/ tambor magnetico	tambor magnetico/ cribadora anti vibracion para la separacion del material en tres fracciones	tambor magnético, para separar de los tipos de granulado	B9	textil, granulado (0,25 y 4 mm)	robusta construcción soldada de acero perfilado. Incluyendo un revestimiento de chapa de acero fino	Potencia motriz: 1,5 kW Largo del tambor: 250 mm Ancho del imán: 250 mm Radio de acción: 210°	monitoreo por panel de control SIEMENS	en caso de inconvenientes el proveedor dara el manual de emergencia sin necesidad de paro de la maquinaria	
12/ criba vibrante	limpieza del granulado y textiles por medio de una criba y separacion de textiles por medio de aspiracion	criba vibrante	B11	caucho molido y textil	cribadora vibrante	Superficie de cribado: 2,1 m² Accionamiento: 7,5 kW / 400 V / 50 Hz sistema de aspiracion: 8,0 kW / 400 V / 50 Hz Salida / textil: Por codo de 250 mm de diámetro nominal Salida / granulado: Por codo de 250 mm de diámetro nominal	criba/ malla. Modelo a prueba de polvo con manguitos de entrada y de salida	pieza distribuidora ajustable para la dosificación exacta, xcosnta de una mesa de separaxcion dse textil, sistema sde aspiraxcion: 4000 m3 / h	
13 silos/ contenedores	caida del producto separado por tipo y granulometria en contenedores	silos, contenedor	C0	caucho molido y textil	canal de evacuacion de acero	Silos: Longitud: 2.000 mm Ancho: 2.000 mm Altura: 3.200 mm Contenedores: area min especificado en subcapitulo 5.8	visual		
14/ embolsado	zona de embolsado big bag en yumas (costales)	montacargas/ manual	B12	yumas de caucho molido, acero y textil	recogida del material mediante montacargas para embolsar manualmente	Toyota capacidad: 3 Ton elevacion: 4 m tamaño uñas hasta 1,5 m	visual	MONITOREO por sistema de contro SIEMENS	El sistema de control del panel de encendido está monitorizado mediante un sistema SIEMENS que garantiza la seguridad de la instalación.
15/ almacenamiento	transporte y almacenamiento en deiferentes fracciones	manual / montacargas	B13	almacenamiento del producto	almacenamiento del granulado, textil, metalmaterial embolsado depositado en el area de almacenamiento	Toyota capacidad: 4 Ton elevacion: 4 m tamaño uñas hasta 1,20	visual	inspeccion visual de que cada yuma se encuentra debidamente colocada	Retorno al ambolsamiento en caso de fuga del material

ELABORADO POR AUTORA.

Tabla. 5.4 Diagrama de flujo avalado

*No	■	➔	⏸	●	DESCRIPCION DEL PROCESO	CODIGO	REFERENCIAS
A0					ingreso de las llantas y selección	C3,01	análisis visual, clasificación y peso montacargas 4 ton
B0					transporte de llantas	C3,02	cinta transportadora de alimentación R1,2 x 8 m
A1					troceadora	C1,01	cortadora rotativa modelo 7272 / 110 Kw trozos 1,5 cm
A2					detección de trozos > 15 cm	C2,01	criba con retorno a troceado trozos > 15 cm
B1					transporte a granulación/ separación de metales	C2,02	cinta magnética transportadora
A3					granulación	C1,02	Granulador, en trozos de 1,5 cm
B2					transporte a cribadora	C2,02	cinta transportadora
A4					detección de trozos < 0,4 cm	C2,03	criba para trozos < 0,4 cm en silo descarga directa a filtrado
B3					transporte a molienda	C2,04	cinta transportadora evaluación visual
A5					molienda	C1,03	molino cortador con paro de emergencia, malla 4 mm
A6					filtrado a canal de evacuación	C2,05	sistema de extracción de polvo, limpieza del producto
B4					transporte a silo por canal de evacuación	C2,06	canal de evacuación de acero control de limpieza con aspiración
A7					separación de los diferentes tamaños de granulado	C3,03	tambor magnético, para separar las partes pequeñas del flujo de material. >0,4 cm y < 0,4 cm
A8					criba vibrante para separación textil	C3,03	limpieza del textil y almacenamiento en contenedores
B5					recolección de los contenedores de los diferentes productos	C2,07	transporte y recolección de el textil, granulados con montacargas
B6					embolsado	C2,08	empaquetado de los productos mediante montacargas y personal
A9					almacenamiento	C2,09	inspección visual del embolsado en yumas

simb	Significado	Simb.	significado
■	Operación	C	Característica del producto
➔	Transporte	X	1 (proceso), 2 (producto), 3 (materia prima)
⏸	Demora	YY	Numero secuencial
●	Inspección		

5.4. DISTRIBUCIÓN PLANTA

Plano ANEXO 9.1 Plano Distribución de Planta

Adicionalmente se debe incluir armario de distribución .Necesita de un espacio adicional de 2.59 x 2.21 x 2.6 m, dos motores eléctricos de 110 kw / 400V / 50Hz, con protección tipo IP 54* (estándar internacional de protección) que incluye pulsadores, interruptores y señales luminosos para el manejo de la maquinaria y la vigilancia.

IP 54:

5: Protección contra polvo La entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe entrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del equipamiento.

4: Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual. No debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.

Tensión de mando: 220 V / 50 Hz

Tipo de protección: IP 54

Se realizó el diseño de la planta basándose en las libro “arte de proyectar arquitectura²⁴ (Neufert, Ernest, 1953), el cual se atiene la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

5.5. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LLANTAS

El sistema de abastecimiento de las llantas, se lo hará mediante contratos a largo plazo con empresas y distribuidoras, así como cooperativas de buses que almacenen sus llantas desechadas se las puede recoger o mediante un acuerdo

* Estándar internacional IEC 60529 (Degrees of Protection), clasifica el grado de protección de los equipos.

estas pueden ser trasladadas a las instalaciones de la planta donde el personal las seleccionara para su ingreso al reciclado.

Plan de recogida de llantas en un establecimiento:

Para establecer las necesidades de vehículo y mano de obra en la recolección, se debe determinar el tiempo unitario necesario para llevar a cabo la tarea. Las actividades implicadas en la recolección de residuos sólidos se pueden concretar en:

Recolección, transporte, lugar de descarga y tiempo muerto.

Entre los tipos de recolección se realizara mediante **sistemas de contenedor** * estos se usan para la recolección de residuos que ocupen gran volumen, así también solo necesita de un camión y un conductor ya que cada locación de recogida tendrá un contenedor de tamaño apto para la recolección entre semana (entre 2 o 3 veces), los tiempos de toma y de descarga son relativamente constantes, pero el tiempo de transporte depende de la velocidad y la distancia del lugar de abastecimiento.

Mediante la siguiente formula se puede aproximar el tiempo de transporte:

$$tr = a + bx \quad \text{Ec.5.1}$$

Donde:

tr = tiempo total de transporte, h/viaje.

a = constante empírica de tiempo de transporte, h/viaje.

b = Constante empírica de tiempo de transporte, h/km.

x = distancia media por viaje de transporte de ida y vuelta, km/viaje.

* Sistemas de recogida en los que los contenedores utilizados para el almacenamiento de residuos permanecen en el punto de generación de residuos.

A y B están en función del límite de velocidad.

Tabla 5.5 Constantes empíricas para transporte

Límite de velocidad	a = h/viaje	b = horas/km
90	0,016	0,011
72	0,022	0,014
56	0,034	0,018

FUENTE: Tchobanoglous, George, "Gestión de residuos sólidos", VOL II, primera edición, editorial McGraw-Hill, México 1999, pág. 245.

El tipo de secuencia operacional será el sistema de intercambio de contenedor debido a que las locaciones serán en zonas relativamente cercanas a la planta con una alta generación de residuos (llantas):

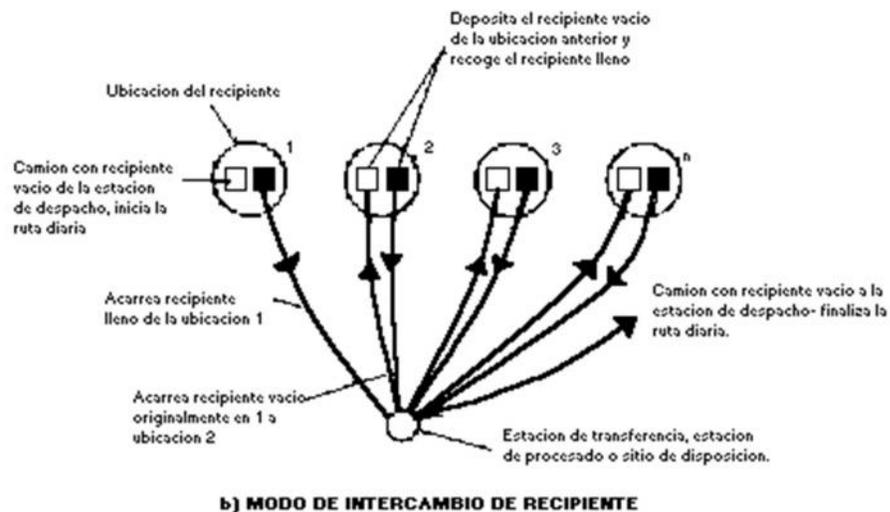


Fig. 5.4 Sistema de intercambio de contenedor

FUENTE: Tchobanoglous, George, "Gestión de residuos sólidos", VOL II, primera edición, editorial McGraw-Hill, México 1999, pág. 241.

El contenedor debe ser con techo abierto para obtener la mayor capacidad de carga en cada viaje.

Tabla 5.6 Dimensiones de vehículos usados para recolección.

Vehículos de Recolección	Dimensiones del Vehículo						Método de descarga
	Capacidades disponibles de recipientes o camiones yd ³	Número de ejes	Capacidad indicada del cuerpo del recipiente o camión ⁺ yd ³	Ancho pg	Alto pg	Longitud ^{**} pg	
Sistemas de acarreo del recipiente:							
Camión grúa	6 - 12	2	10	94	80-100	110-150	Gravedad, abertura en el fondo

$$\text{yd}^3 \times 0.7646 = \text{m}^3 \quad \text{Ec.5.2}$$

FUENTE: Tchobanoglous, George, "Gestión de residuos sólidos", VOL II, primera edición, editorial McGraw-Hill, México 1999, pág. 135.

Se debe seleccionar un itinerario piloto o de ensayo primeramente para evaluar la densidad de tráfico en las zonas de recolección. Preferentemente se lo puede realizar por la mañana muy temprano o por la noche.

5.6. INSTALACIÓN DE MAQUINARIAS

5.6.1. SELECCIÓN DE MAQUINARIAS A USARSE

Para los procesos de reciclaje mecánico de llantas que presentan diferentes etapas se hace necesario maquinaria, propuesta por el distribuidor, específica para la trituración de llantas (**ANEXO 6**), nos enfocaremos en seleccionar las partes complementarias del flujo de la planta que son los medios de transporte entre procesos así como su abastecimiento y almacenamiento.

- Para las cintas magnéticas transportadoras:

El método más común para recuperar la chatarra ferrosa implica el uso de sistemas magnéticos. En el caso de la planta de reciclaje de llantas, los residuos ferrosos, son recuperados después de la fragmentación y antes de la clasificación por medio del filtrado.

- Selección del Equipo de Separación Magnética:

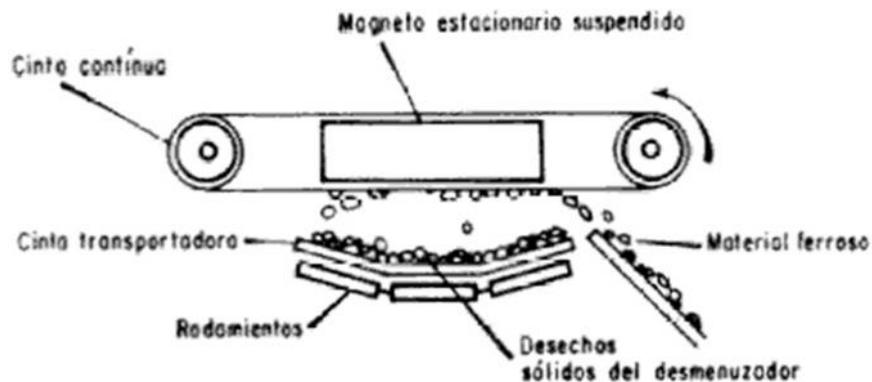
Los factores que se deben considerar en la selección del equipo de separación magnética incluyen:

Lugar(es) donde se van a recuperar los materiales ferrosos de los desechos sólidos. En este caso las llantas desechadas y previamente troceadas.

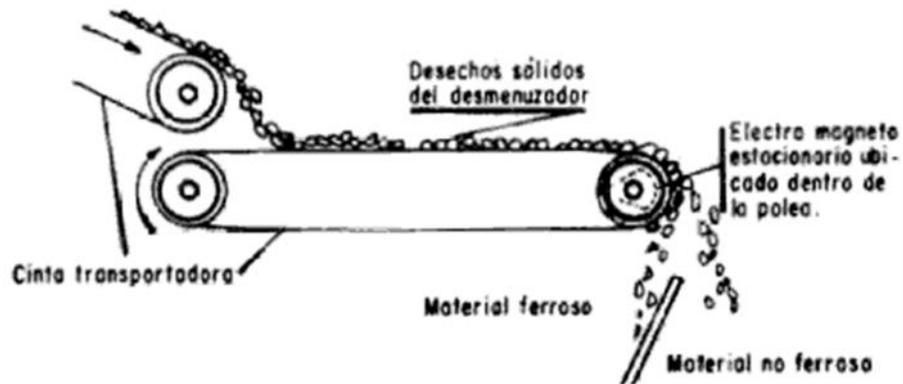
Características de los desechos de los cuales se van a separar los materiales ferrosos, en este caso el caucho troceado y el textil.

Equipo a ser usado para alimentar los desechos al separador y para remover los flujos de materiales separados. En este caso sería la criba del tamaño especificado con retorno a la troceadora.

Características del diseño de ingeniería del sistema separador, la criba es de tamaño especificado por el proveedor de maquinaria para la planta de 2.5 Ton/h, de 3,1 m².



a) Magneto Suspendido



b) Polea Magnética.

Fig. 5.5 Tipos comunes de cintas magnéticas

FUENTE: Tchobanoglous, George, "Gestión de residuos sólidos", VOL II, primera edición, editorial McGraw-Hill, México 1999, pág. 130.

Mediante estas previas consideraciones para el tipo de material que se transportara las recomendaciones de los fabricantes de maquinaria para reciclaje de llantas fue el de tipo polea magnética por su facilidad de manipulación.



Fig. 5.6 Cinta magnética en la planta

FUENTE: proveedor maquinaria Global Recycling.

- Selección del montacargas para abastecimiento y almacenamiento:

En el análisis para el diseño de la planta se diseño montacargas para el medio de transporte de las llantas, abastecimiento, retirada del metal y textil, etc.

Se seleccionara conociendo teniendo como datos la capacidad de planta y el flujo de abastecimiento de llantas:

Como se calculo previamente diariamente se procesarían cerca de 20 Ton/ día que se dividen así:

- 15 Ton caucho
- 4 Ton acero
- 1 Ton textil

Para un montacargas, se consultaron varias alternativas y conjuntamente con análisis de producción se obtuvo:

Montacargas:

Especificaciones según Proveedor: **ANEXO 8**

Altura de elevación: 4 m.

Volm= 3,1 x1,4 X 2,3 = 9,98 m³.

Para llantas grandes: (11%).

Datos:

20 Ton x 0.11 = 2.2 Ton/día de llantas grandes.

- Peso: 0,075 Ton, entrada promedio: 30 llantas/ día, Øprom: 1,25 m,
- anch. prom: 0,45m.

2.2 / 0.075 ≈ 30 llantas por día.

- Vol: 0,55m³.

Llantas que caben= 9.9/ 0,55= 18 llantas x 0,075= 1,34 Ton por viaje x 2 = 2,68 Ton para abastecer una hora de producción.

En 2 viajes terminaría con el almacenaje o entrada de llantas grandes de un día.

Para llantas promedio: (83%)

Datos:

- Peso: 0,02 Ton, Øprom: 0,93m,
- anchprom: 0,24m.

20 Ton x 0,83 = 16,6 Ton/día de llantas grandes.

16.6 / 0.02 ≈ 830 llantas por día.

- Vol: 0,16 m³

Llantas que caben = 9.9/ 0,16 = 62 llantas x 0,020 = 1,23 Ton por viaje x 2 = 2,4 Ton.

Se requeriría 13 viajes para terminar con el almacenaje de un día.

Por lo tanto con un montacargas con capacidad de 3.5 a 4 Ton, puede abastecer las necesidades de la planta.

Para el resto de la planta, se usaría la maquinaria especificada por los proveedores, la cual se compones de 7 maquinas, que son:

1. Troceadora
2. Granuladora
3. Cinta transporte
4. Cribadora
5. Molino
6. Filtro
7. Tambor magnético.

5.6.2. PROVEEDORES DE MAQUINARIAS

En el (**ANEXO 6**) Se puede observar el proveedor de la principal maquinaria para el procesado que consta de 7 maquinas principales encargadas de la trituración, granulado, separación, las especificaciones de la misma fueron dadas en el plan de control.

El resto de maquinaria complementaria para transporte etc.:

Montacargas de capacidad de 4 Ton, especificaciones dadas, dependiendo del distribuidor escogido, las cintas magnéticas dadas las especificaciones para nuestra necesidad (**ANEXO 8**).

5.7. ALMACENAMIENTO

La capacidad de almacenamiento tanto de la materia prima (llantas) como del producto de salida se obtuvo mediante el siguiente análisis basándonos en la producción de la planta, y su abastecimiento de materia prima.

- Producción = 2.5 Ton /h
- Horas de trabajo = 8 h/ día

LLANTAS GRANDES: (11%).

- Ingreso aprox = 30 llantas / día
- Peso llanta aprox = 0,075 Ton

De los 2.5 Ton /h el 11% es llanta pesada = 0,275 Ton /h de llanta pesada.

$0,275 \times 8 = 2,2$ Ton / día llanta grande.

Nº llantas que se necesitarían por día para abastecer las 8 horas de trabajo: 30 llantas / día.

- Vol = 0,55 m³

Para tener una capacidad de almacenaje para 15 días aproximadamente se necesitaría un volumen de almacenaje igual a:

$$30 \frac{\text{llantas}}{\text{dia}} \times 15 = 450 \text{ llantas}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 450 \text{ llantas} \times 0,55 \text{ m}^3 = 247,5 \text{ m}^3$$

Área para almacenamiento aproximado con (5 m de altura)= 49,5 m².

PARA LLANTAS VEHICULOS, CAMIONES: (83%)

- Ingreso aprox = 830 llantas / día
- Peso llanta aprox = 0,020 Ton

De los 2.5 Ton /h el 83% es llanta liviana = 2.075 Ton /h llanta liv

$$2.075 \times 8 = 16.6 \text{ Ton / día llanta liviana.}$$

$$16.6 / 0.020 \text{ Ton} = 830 \text{ llantas.}$$

Nº llantas que se necesitarían por día para abastecer las 8 horas de trabajo: 830 llantas / día.

- Vol = 0,16 m³

Para tener una capacidad de almacenaje para 15 días aproximadamente se necesitaría un volumen de almacenaje igual a:

$$830 \frac{\text{llantas}}{\text{dia}} \times 15 = 12.450 \text{ llantas}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 12.450 \text{ llantas} \times 0,16 \text{ m}^3 = 1.992 \text{ m}^3$$

Área para almacenamiento aprox con (5 m de altura)= 398 m²

Con 600 m² de área se puede abastecer para tener almacenamiento para la planta.

- ALMACENAMIENTO PARA EL PRODUCTO TERMINADO:

Anteriormente se calculó que la producción de 20 Ton al día, siendo al año 5.760 Ton. Conociendo en qué proporción se reparten caucho, textil, metal.

Para almacenamiento de la producción de una semana seria:

100 Ton = 75 Ton (caucho molido) + 20 Ton (metal) + 5 Ton Nylon

Peso específico del caucho molido = 1,7 kg / m³

Peso específico del acero = 7,850 kg / m³

Peso nylon promedio = 0,95 kg/m³.

Volumen ocupado:

$$\text{Caucho: } 75 \text{ Ton} \times \frac{1\text{m}^3}{1,7} = \frac{44,11\text{m}^3}{4} = 11,029 \text{ m}^2$$

$$\text{Acero: } 20 \text{ Ton} \times \frac{1\text{m}^3}{7,85} = \frac{2,55\text{m}^3}{4} = 0,64 \text{ m}^2$$

$$\text{Nylon: } 5\text{Ton} \times \frac{1\text{m}^3}{0,95} = \frac{5,26\text{m}^3}{4} = 1,315\text{m}^2$$

**El área mínima aproximada que se necesitaría para almacenar sería
13 m².**

5.8. TRANSPORTE

Como se menciona en el análisis del **subcapítulo 5.6.1** se necesitará un montacargas, 5 cintas transportadoras, para el embalaje, abastecimiento y almacenamiento contrataremos personal:

- Para el ingreso de llantas, abastecimiento de la troceadora.
- Para el manejo del montacargas.
- Para la salida del material procesado, (textil, metal, nylon).

Sistemas de intercambio de contenedor: Es el tiempo requerido hasta llegar el centro de acopio con el contenedor lleno desde el punto de recolección uno, comienza cuando se vació el ultimo contenedor del itinerario, o más específicamente cuando el camión está lleno y continua con el tiempo transcurrido después de dejar en el centro de acopio el contenedor lleno, hasta que el camión llega al primer lugar de recolección del itinerario del siguiente día.

Lugar de descarga :(ld) Tiempo transcurrido donde se descarga el contenido (centro de acopio), incluye tanto el tiempo transcurrido esperando a descargar como el tiempo transcurrido cargando.

Tiempo muerto: (TM) Incluye todo el tiempo transcurrido en actividades que no son productivas desde el punto de vista de la recolección. Se las puede dividir en dos categorías: necesario e innecesario, ambos son considerados conjuntamente. Incluyen:

- Tiempo en el que se registra y sale por la mañana y al final del día.
- Tiempo perdido debido al tráfico vehicular.
- Tiempo de mantenimiento, equipamiento, etc.
- También incluyen el tiempo en exceso del periodo delimitado, para comer, hablando, baño, etc.

5.9. REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS DE SERVICIO

5.9.1. HIDRÁULICA, NEUMÁTICA, ELÉCTRICA.

Este subcapítulo se enfoca en las necesidades fuera de la maquinaria principal y del abastecimiento de servicios basicos dentro de la nave principal el cual sera analizado en el subcapitulo siguiente.

Un sistema de filtrado para la limpieza del granulado.

Ventilador radial

Compuesto de:

- Escotilla de limpieza.
- Amortiguador de vibraciones.
- Accionamiento:30 Kw
- Caudal:20.000 m³/h

Así también un sistema de aspiración por medio de aire para la separación del textil:

Sistema de aspiración: 8,0 Kw / 400 V / 50 Hz

Caudal: 4.000 m³ / h.

Requerimientos de equipos hidráulicos: Montacargas de 4 Ton de capacidad.

Eléctrica: la necesidad de un transformador trifásico, para abastecer la demanda de la planta, armario de distribución 110kw el cual requiere sistema de refrigeración por agua con ventilación de 5 Kw/h, en el subcapítulo a continuación especificaremos la demanda de electricidad y agua.

5.10. DISEÑO DE INSTALACIONES DE SERVICIO.

Los planos de sistemas de tuberías, eléctrico y de iluminación está basado según la simbología de: Lectura de planos y metrados, Velsa Group, basado en normas de Ingeniería Civil y Eléctrica, Manual.

5.10.1. AGUA, LUZ, ELECTRICIDAD.

Analizaremos primero para la demanda de agua mediante el flujo volumétrico solicitado:

El promedio aproximado de consumo de agua para una persona es de 150 litros diarios.

Los requerimientos para la planta son de 4 l/s según el fabricante. Por lo tanto la demanda de agua bordearía alrededor de:

ABASTECIMIENTO PARA PERSONAL:

$$Q := A \cdot V,$$

Ec.5.3 (Ecuación de la continuidad)

Datos:

$$Q = 250 \text{ l/ día} \times 0,60 = 150 \text{ l/ día}$$

$$N^{\circ} \text{ de personas} = 10.$$

$$\text{Consumo max de 5 h.} \times 3600 = 1800 \text{ s.}$$

$$Q = \text{caudal (m}^3/\text{s)} \quad A = \text{Área tubería (m}^2\text{)} \quad V = \text{velocidad promedio m/s.}$$

$$V_{\text{prom}} := 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{prom}} := A \cdot V_{\text{prom}}$$

$$Q_{\text{prom1}} := \frac{150}{1800 \cdot 1000} \cdot 10 = 8.333 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A_{\text{tub1}} := \frac{Q_{\text{prom1}}}{V_{\text{prom}}} = 2.778 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tub1}} := \frac{\pi \cdot D1^2}{4}$$

Ec. 5.4 (Cálculo Área de tubería).

$$D1 := \sqrt{\frac{A_{\text{tub1}} \cdot 4}{\pi}} = 0.019$$

Transformamos en pulgadas para seleccionar PVC

$$D_{\text{plg1}} := D1 \cdot 39.370 = 0.74$$

Tubería de D = 1 Pulg.

ABASTECIMIENTO PARA EL RESTO DE PLANTA :

$$Q := A \cdot V$$

DATOS:

Q = Caudal (m³) A = Área tubería (m) V = Velocidad promedio m/s

Q2 = 4l/s (dato proporcionado por fabricante) .

$$V_{prom} := 3 \quad Q_{prom2} := A \cdot V_{prom}$$

$$Q_{prom2} := \frac{4}{1000} = 4 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$A_{tub2} := \frac{Q_{prom2}}{V_{prom}} = 1.333 \times 10^{-3} m^2$$

$$D2 := \sqrt{\frac{A_{tub2} \cdot 4}{\pi}} = 0.041 \quad A_{tub2} := \frac{\pi \cdot D2^2}{4}$$

Transformamos en pulgadas para seleccionar PVC

$$D_{plg2} := D2 \cdot 39.370 = 1.622 \quad \text{Tubería de D = 2 Pulg.}$$

DEMANDA DE ELECTRICIDAD PLANTA:

El siguiente análisis está Basado en: Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores. Javier García Fernández, Oriol Boix Aragonès, 2012, Barcelona España, 2012.

Para el armario de distribución se incluye un depósito de acero afinado, con motor eléctrico de 110 kw .Tensión de red: 400 V / 50 Hz

ILUMINACIÓN:

El área cubierta por cada luminaria según la normativa de arquitectura²⁵ (Neufert, Ernest, pag.44, 1953) es de máx. 9 m² y para verificar la altura min de las luminarias:

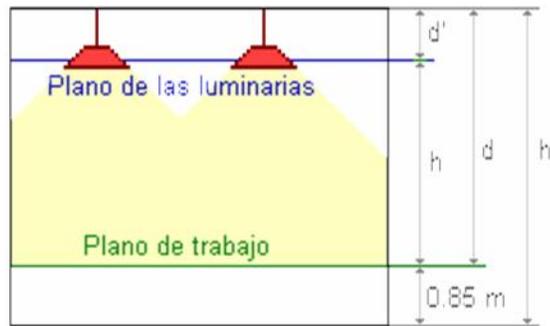


Fig. 5.7 plano de iluminación

FUENTE: "Cálculo de instalaciones de alumbrado de interiores"
<http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-interiores/calculo-alumbrado-interior.html>.

$$h = \frac{4}{5} \times (h' - 0,85) = \frac{4}{5} \times (8 - 0,85) = 5,72$$

Nosotros consideramos una altura desde el plano de trabajo de 5,15 m.

- **AREA PLANTA:**

Datos:

Tipo de luminaria industrial escogida: 250 w/ 220 v mercurio luz blanca para interiores industriales.

NI := 300 Luxes. **Coficiente nivel de iluminación para zonas industriales.**

fr := 0.75 **Factor de mantenimiento o conservación**

η := 0.45 **Factor de rendimiento o eficiencia.**

Efi1 := $250 \cdot 54 = 1.35 \times 10^4$ lumens (cálculo eficiencia luminaria dado por fabricante)

- **Área a ser iluminada:**

a1 := 24 Ancho b1 := 41 m largo.

Areap := $41 \cdot 24 = 984$ m².

Calculo de flujo luminoso en lumens.

$$\Phi_t := \frac{NI \cdot \text{Areap}}{\eta \cdot fr} = 8.747 \times 10^5 \quad \text{Ec.5.5 (Flujo luminoso)}$$

$$N_{\text{lamp}} := \frac{\Phi_t}{2 \cdot E_{fi1}} = 32.395 \quad \text{Ec. 5.6 (Número de lámparas).}$$

En total se requiere 33 lámparas pero, para su distribución uniforme serán 27 lámparas.

DISTRIBUCIÓN:

A lo ancho numero de filas

$$N_{\text{columnp}} := \sqrt{N_{\text{lamp}} \cdot \left(\frac{b1}{a1}\right)} = 7.439$$

$$N_{\text{column1}} := 7$$

largo número de columnas

$$N_{\text{filasp}} := \sqrt{N_{\text{lamp}} \cdot \left(\frac{a1}{b1}\right)} = 4.355$$

$$N_{\text{filas1}} := 4$$

Espacio entre filas en metros:

$$\text{Sepfila} := \frac{a1}{4} = 6$$

Separación entre columnas en metros:

$$\text{Sepcolumn} := \frac{b1}{7} = 5.857$$

Separación entre pared y luminaria: 2,92 m

Separación entre pared y luminaria es la mitad de la separación entre filas: 3 m.

- **AREA OFICINA:**

Tipo de luminaria escogida: 50 w/ 220 v luz blanca para interiores.

DATOS

$E_{fi2} := 50 \cdot 52 = 2.6 \times 10^3$ lumens. (50 w potencia, 52 es el flujo luminoso de la lámpara escogida valor dado por el fabricante).

NI: coeficiente de nivel de iluminación para oficinas

$NI2 := 50$

$a2 := 6.5$ m Ancho

$b2 := 7$ m Largo.

$Areao := a2 \cdot b2 = 45.5$ m².

$f_r := 0.75$. **Factor de mantenimiento o conservación.**

$\eta := 0.45$ **Factor de rendimiento o eficiencia de la lámpara dada por los fabricantes.**

Cálculo de flujo luminoso en lumens.

$$\Phi_{t2} := \frac{NI2 \cdot Areao}{\eta \cdot f_r} = 6.741 \times 10^4$$

Numero de lámparas en total:

$$N_{lamp2} := \frac{\Phi_{t2}}{2 \cdot E_{fi2}} = 12.963$$

En total se requiere casi 13 lámparas pero, para su distribución uniforme serán 12.

DISTRIBUCION:

A lo ancho numero de filas

largo número de columnas

$$N_{columno} := \sqrt{N_{lamp2} \cdot \left(\frac{b2}{a2}\right)} = 3.736$$

$$N_{filas} := \sqrt{N_{lamp2} \cdot \left(\frac{a2}{b2}\right)} = 3.469$$

Ncolumn2 := 4

Nfilas2 := 3

Separación entre filas en metros:

$$\text{Sepfila2} := \frac{a2}{Nfilas2} = 2.167$$

Separación entre pared y luminaria es la mitad de la separación entre filas: 1,08 m.

Separación entre columnas en metros:

$$\text{Sepcolumn2} := \frac{b2}{Ncolumn2} = 1.75$$

Separación entre pared y luminaria: 0,87 m

CALCULO ABASTECIMIENTO ELECTRICO:

Tabla 5.7 Características eléctricas maquinaria.

EQUIPO	POTENCIA Kw	VOLTAJE V	Denominación en planos (anexo 9)
Cintas transportadora	2,5	400	1 A
Troceadora	75	400	1 B
Cinta con para retorno a troceadora	3	400	2 A
Cinta magnética/ criba 1	8	400	3 A
Granuladora	90	400	2 B
Transporte a criba 2	1,5	400	4 A
Cribadora	7,5	400	3 B
Transporte trozos <4mm directo a tambor magnético	3	400	5 A
Transporte a molienda	1,5	400	6 A
Molino cortador	80	400	4 B
Limpieza por filtrado	33	400	5 B
Tambor magnético	1,5	400	6 B
Criba vibrante	7,5	400	7 B
Aspiración	8	400	8 B
Ventilador radial	5	400	9B
TOTAL	327		
Demanda armario distribución	110		

ELABORADO POR AUTORA.

La demanda del armario es el 34 % del total por lo que está dentro de los parámetros de electrificación.

La planta se abastece con una conexión trifásica debido a las altas potencias de algunas maquinarias.

**La siguiente información fue obtenida de: “Square D. company Andina S.A”,
Tablas Técnicas, catalogo Ecuador.**

Demanda de línea eléctrica análisis de potencia de transformador para alimentación eléctrica:

$$\text{KVA}; \frac{110}{0,9} = 122,22$$

Tablas de transformadores disponibles normalizados:

Transformador trifásico de 125 KVA* para alimentar a planta.

- Obtención calibre de conductores para alimentación eléctrica según demanda:

$$\text{Amperios} = \frac{\text{Kw} \times 1000}{1,73 \times \text{E} \times \text{fp}} \quad \text{Ec. 5.6 (Cálculo amperaje)}$$

Siendo:

Fp: factor de potencia 0,9

E: Voltaje.

Kw: potencia

1,73 es el factor para cableado de corriente trifásica.

Para conexión desde transformador a armario de distribución:

* Kilovoltiamperio, potencia aparente de un aparato eléctrico de características principalmente inductivas cuando funciona con corriente alterna.

$$\frac{110 \times 1000}{1,73 \times 400 \times 0,9} = 176,62 \text{ Amperios}$$

Catalogo de conductores:

Tipo TTU – Cobre – 2000v

Calibre AWG: 3/0 trifásico

Sección; 85 mm²

Capacidad: 200 Amperios.

- **Para maquinaria menor o igual a 8 kw.**

Conductores:

$$\frac{8 \times 1000}{1,73 \times 400 \times 0,9} = 12,84 \text{ Amperios}$$

Catalogo de conductores:

Tipo fuerza y control flexible- 600 v

Calibre AWG: 3 x 14 trifásico

Sección; 63 mm²

Capacidad: 15 Amperios.

- **Para maquinaria mayor a 7,5 kw**

Conductores:

$$\frac{90 \times 1000}{1,73 \times 400 \times 0,9} = 144,50 \text{ Amperios}$$

Catalogo de conductores:

Tipo TW – Cobre – 600 v

Calibre AWG: 3/0 trifásico

Sección; 85 mm²

Capacidad: 165 Amperios.

5.10.2. SISTEMAS DE TUBERÍAS.

El sistema de tuberías se presenta en el diseño de planos, para abastecer la planta. Basado en la demanda realizada previamente (**ANEXO 9**).

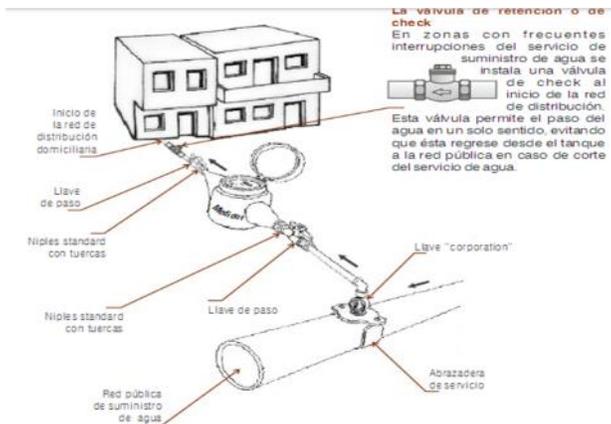


Fig. 5.8 Red distribución agua potable.

FUENTE: Mariani Christian, "Instalaciones sanitarias de la casa", 2da edición, editorial SINCO, Lima, 2008.

[http://es.scribd.com/doc/57590915/22/Simbologia-utilizada-en-los-planos-sanitarios.](http://es.scribd.com/doc/57590915/22/Simbologia-utilizada-en-los-planos-sanitarios)

5.11. REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

Este subcapítulo se centra ya en la complementación para el funcionamiento de las maquinarias y su adecuación. .

Previamente en el **subcapítulo 5.11** se analizó los requerimientos para las instalaciones eléctricas, hidráulicas e iluminación obteniendo:

- Para la iluminación planta 27 luminarias industriales de 250 w de mercurio, luz blanca, las cuales abarcarían un rango de 9m² según las normas de arquitectura y urbanismo.
- Para la oficina: 12 luminarias Tipo 50 w/ 220 v luz blanca para interiores

- Para el armario de distribución ventilación de 5 Kw /h y un depósito de acero afinado de 2.59 x 2.21 x 2.6 m, así también el armario de distribución de 110 kw requiere un transformador trifásico de: 125 KVA para alimentar a planta.

Para la parte hidráulica se necesitaría tuberías de 1" PVC, para las áreas de oficinas, personal y para las necesidades de la planta se utilizaría tubería de 2" PVC.

Contenedores de acero para almacenamiento de materiales (metal, granulado, textil, suciedad) las especificaciones de área se encuentran dadas en los planos (**ANEXO 9**) acorde con el análisis de las mismas en el **subcapítulo 5.7**.



a) El tipo guillotina de aluminio

b) Contenedor con compuerta de salida.

Fig. 5.9 Tipo contenedor

FUENTE: Contenedores para basura comercial e Industrial, "streator dependable"
http://www.streatordependable.com/slideshow%202/containers_gallery_no%20auto.html.

5.12. REQUERIMIENTOS Y DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.

En cualquier industria es necesario plantearse la demanda de mano de obra, en el capítulo III se hizo un breve análisis del capital humano necesario, ahora ya más detalladamente especificaremos la demanda:

- Ingeniero
- Técnico de mantenimiento y reparación.
- 2 personas para abastecimiento e inspección de las llantas ingresadas.
- Conductor del montacargas.
- 2 personas para el almacenamiento, inspección y despacho del producto final.
- 1 persona encargada de oficina.
- 1 persona de limpieza.
- 1 persona para guardianía.

En total la demanda sería de 10 personas.

CAPITULO VI

6. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

6.1. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

El análisis económico y financiero del proyecto, es la técnica, analítica, matemática y financiera, a través de la cual se puede considerar los beneficios versus las pérdidas, en los que se incurrirá al pretender realizar una inversión, el objetivo es llegar a un resultado que defina la toma de decisiones para la factibilidad del proyecto, se realizara un breve estudio de los principales y más importantes rubros que necesitara la planta, claro está que en la realidad tal vez aparecerán otras eventualidades, pero daremos una idea previa de los costos.

El objetivo de estos análisis es, entre otros:

- Establecer razones e índices financieros.
- Calcular las utilidades, o pérdidas que se estiman obtener en el futuro, a valores actualizados.
- Determinar la tasa de rentabilidad financiera que ha de generar el proyecto, a partir del cálculo e igualación de los ingresos con los egresos, a valores actualizados.
- Establecer una serie de igualdades numéricas que den resultados positivos o negativos respecto a la inversión de que se trate.
- Analizar los pros y contras a fin de obtener la rentabilidad del proyecto.

En la primera parte del informe, se presentan las bases para el análisis del caso seleccionado para el desarrollo del Proyecto de implementación de una Planta de Reciclaje de Llantas. En esta parte, se presentan las bases generales del proyecto (método, maquinaria, servicios, personal y necesidades del producto, características para la maquinaria seleccionada, capacidad de producción de la planta de capacidad 2.5 Ton/h), información sobre el análisis para la localización

del Proyecto así como información de precios de materia prima y costos de procesamiento de las llantas.

Previo a los análisis de factibilidad, se presenta la información relacionada con el caso seleccionado, el proceso así como varios factores que intervienen.

6.1.1. COSTOS DE INVERSIÓN

ESTIMADO DE COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Estos corresponden a costos recurrentes que ocasiona el proceso de reciclaje de llantas, incluyen: maquinaria, construcción de las instalaciones, costos de operación, entre lo más relevante, el detalle se presenta a continuación:

Para estudio la inversión puede ser financiada de 2 formas:

- Aportados por accionistas.
- Financiados por alguna Entidad gubernamental.

En forma general, los costos de inversión cubren:

- Maquinaria y equipo.
- Construcciones e Instalaciones.
- Diferidas y Amortizables :

Costos de Estudio

Gastos de constitución.

- Materiales.

Considerando los valores correspondientes a estos gastos, se obtiene un total de inversión inicial de \$ 278.200, el cual estableceremos para estudio en \$ 300.000 para gastos de instalación de la maquinaria etc.

También vienen los gastos para la puesta en marcha debe cubrir:

- Sueldos personal o Recursos Humanos:

Mano de obra directa.

Mano de obra indirecta.

Administrativo.

- Suministros, servicios , y otros gastos:

Agua, luz, electricidad, teléfono, electricidad.

Combustible.

Útiles de oficina.

Internet.

Capacitación.

- Costos de Producción.

Tabla 6.1 Instalaciones

2. CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES PARA:	CANTIDAD	V. UNITARIO	VALOR TOTAL	% DE LA INVERSION	Año Cero
Adecuación del terreno y Nivelación	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	4,08%	\$ 4.000,00
Terreno	1	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	61,22%	\$ 30.000,00
Oficina de 3m x 4m con servicios básicos	1	\$ 9.000,00	\$ 9.000,00	18,37%	\$ 9.000,00
Construcción de cerramiento	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	4,08%	\$ 2.000,00
Área de almacenamiento	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	6,12%	\$ 3.000,00
ADMINISTRACION: Adecuación oficina	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	6,12%	\$ 3.000,00
Total			\$ 51.000,00	18,10%	\$ 51.000,00

6.1.1.1. Materiales

Tabla 6.2 Llantas cantidad aproximada a por año.

MATERIAS PRIMAS /MATERIALES DIRECTOS	Unidad	valor unitario	Llantas Cant. \AÑO: uno	dos	tres	cuatro	cinco
llantas Camiones / carros livianos	Individual	\$ 0,50	141,100	148,155	155,563	163,341	171,508
llantas Trailers y pesados	Individual	\$ 2,00	18,700	19,635	20,617	21,648	22,730
llantas Motos y otros	Individual	\$ 0,25	10,200	10,710	11,246	11,808	12,398
Total			170.000				

Tabla 6.3 Llantas costos aproximados por año.

MATERIAS PRIMAS /MATERIALES DIRECTOS	Unidad	valor unitario	Costo. \AÑO: uno	dos	tres	cuatro	cinco
Llantas Camiones / carros livianos	individual	\$ 0,50	\$ 70.550,00	\$ 74.077,50	\$ 116.672,06	\$ 122.505,67	\$ 171.507,93

Tabla 6.3 Llantas costos aproximados por año. (continuación)

Llantas Trailers y pesados	individual	\$ 2,00	\$ 37.400,00	\$ 39.270,00	\$ 46.387,69	\$ 48.707,07	\$ 56.824,92
Llantas Motos y otros	individual	\$ 0,25	\$ 2.550,00	\$ 2.677,50	\$ 5.622,75	\$ 5.903,89	\$ 9.298,62
Total			\$ 110.500,00	\$ 116.025,00	\$ 168.682,50	\$ 177.116,63	\$ 237.631,47

El aumento del valor unitario de llanta en el año 3 es \$0,25

Tabla 6.4 Implementos para oficina y otros.

4. MUEBLES, ENSERES Y OTRAS INVERSIONES PARA:	CANTIDAD	V. UNITARIO	VALOR TOTAL	% DE LA INVERSION	Año Cero
Escritorios, sillas, estantes, etc.	1	\$ 500,00	\$ 500,00	12,35%	\$ 500,00
Implementos de oficina	1	\$ 450,00	\$ 450,00	11,11%	\$ 450,00
Palets	50	\$ 50,00	\$ 2.500,00	61,73%	\$ 2.500,00
Contenedores para almacenamiento	3	\$ 200,00	\$ 600,00	14,81%	\$ 600,00
Total			\$ 4.050,00	1,45%	\$ 4.050,00

COSTO COSTALES	valor unitario	Costo. \AÑO: uno	dos	tres	cuatro	cinco
	0,12	11400	11400	17100	22478	22478

Aumento del valor desde tercer año 50%

6.1.1.2. Equipos

Tabla 6.5 Equipos y maquinaria

1. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA:	CANTIDAD	V. UNITARIO	VALOR TOTAL	% DE LA INVERSION	Año Cero
Cinta transportadora de alimentación	5	\$ 4.000,00	\$ 20.000,00	9,20%	\$ 20.000,00
Montacargas de 4 Ton	1	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00	8,28%	\$ 18.000,00
Cortadora rotativa	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	27,61%	\$ 60.000,00
Granulador	1	\$ 58.000,00	\$ 58.000,00	26,69%	\$ 58.000,00
Molino cortador	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	9,20%	\$ 20.000,00
Cinta magnética transportadora	1	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	2,76%	\$ 6.000,00
Filtrado	1	\$ 14.000,00	\$ 14.000,00	6,44%	\$ 14.000,00
Tambor magnético/ criba vibrante/ separación textil	1	\$ 11.000,00	\$ 11.000,00	5,06%	\$ 11.000,00
Repuestos y accesorios	1	\$ 10.350,00	\$ 10.350,00	4,76%	\$ 10.350,00
Total			\$ 217.350,00	77,87%	\$ 217.350,00

6.1.1.3. Mano de obra

Tabla 6.6 Mano de Obra directa

RECURSOS HUMANOS	VALOR	El número de trabajadores por año, varía de acuerdo con la producción esperada:				
		AÑOS:	uno	dos	tres	cuatro
Mano de Obra Directa	Mensual					
Operadores	\$ 600,00		2	3	4	4
Conductor de montacargas	\$ 300,00		1	1	1	2

Tabla 6.6 Mano de Obra directa (continuación)

Técnico de mantenimiento y reparación	\$ 500,00	1	1	1	1	1
Total	\$ 1.400,00	4	5	6	7	7

Tabla 6.7 Mano de obra indirecta y administrativo.

Mano de Obra Indirecta	mensual	AÑOS:	uno	dos	tres	cuatro	cinco
Ingeniero y gerente	\$ 800,00		1	1	1	1	1
almacenamiento y despacho	\$ 600,00		2	2	2	2	2
Total	\$ 1.400,00		3	3	4	4	4

ADMINISTRATIVO	Mensual	AÑOS:	uno	dos	tres	cuatro	cinco
limpieza	\$ 200,00		1	1	1	1	1
secretaria	\$ 350,00		1	1	1	1	1
guardia	\$ 250,00		1	1	1	1	1
Total	\$ 800,00		3	3	3	3	3

NOTA: EN EL 5TO AÑO SE AUMENTA EL SUELDO EN UN 15%

Tabla 6.8 Gastos Mano de Obra y Personal

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
# Mano de obra directa	4	5	6	7	7
# Mano de obra indirecta	3	3	4	4	4
# Administrativo	3	3	3	3	3
Sueldo Mensual Mano de obra directa	\$1.400	\$1.700	\$2.000	\$2.300	\$2.645
Sueldo Mensual Mano de obra indirecta	\$1.400	\$1.400	\$1.700	\$1.700	\$1.955
Sueldo Mensual Administrativo	\$800	\$800	\$800	\$800	\$920

Tabla 6.9 Generación de Empleo

Generación de empleo directo: Puestos permanentes	PORCENTAJE	UNO	DOS	TRES	CUATRO	CINCO
MANO DE OBRA DIRECTA	40,0%	4	5	6	7	7
MANO DE OBRA INDIRECTA	30,0%	3	3	4	4	4
PERSONAL ADMINISTRATIVO	30,0%	3	3	3	3	3
TOTAL	100,0%	10	11	13	14	14

6.1.1.4. Varios

Para la evaluación de los costos totales de puesta en marcha del caso seleccionado, se utilizan los siguientes costos unitarios estimados como típicos:

Los costos de operación considerados cubren los correspondientes a:

- Costos anuales de Mantenimiento Considerado un 5% sobre el costo de cada maquinaria.
- Depreciación
- Costos anuales de Servicios Industriales, útiles de oficina y limpieza.
- Costos anuales de Capacitación, materia prima.

Considerando los valores correspondientes a estos rubros, se obtiene un total de costos en el primer año de: 121.900.

Tabla 6.10 Gastos Legales.

3. DIFERIDAS Y OTRAS AMORTIZABLES	CANTIDAD	V. UNITARIO	VALOR TOTAL	% DE LA INVERSION	Año Cero
Costo del estudio	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	62,50%	\$ 3.000,00
Gastos de constitución	1	\$ 500,00	\$ 500,00	10,42%	\$ 500,00
Gastos de capacitación	1	\$ 800,00	\$ 800,00	16,67%	\$ 800,00
Gastos extras	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	25,86%	\$ 1.500,00
Total			\$ 5.800,00	2,58%	\$ 5.800,00
			Total %	100%	

Tabla 6.11 Suministros y otros gastos

Suministros, Servicios y otros gastos	Unidad	Precio Unitario	Cantidad				
			\AÑO: uno	dos	tres	cuatro	cinco
Fijo: Consumo de agua	Mensual	\$ 300,00	\$ 3.600,00	\$ 3.780,00	\$ 3.969,00	\$ 3.969,00	\$ 4.167,45
Costos de transporte	Mensual	\$ 300,00	\$ 3.600,00	\$ 3.600,00	\$ 3.600,00	\$ 3.780,00	\$ 3.969,00
Fijo: Consumo de energía	Mensual	\$ 700,00	\$ 8.400,00	\$ 8.820,00	\$ 9.261,00	\$ 9.261,00	\$ 9.724,05
Fijo: Consumo telefónico e internet	Mensual	\$ 25,00	\$ 300,00	\$ 315,00	\$ 330,75	\$ 330,75	\$ 347,29
Fijo: Combustibles	Mensual	\$ 200,00	\$ 2.400,00	\$ 2.520,00	\$ 2.646,00	\$ 2.646,00	\$ 2.778,30
Fijo: Teléfono	Mensual	\$ 16,32	\$ 16,32	\$ 17,14	\$ 17,99	\$ 17,99	\$ 18,89
Fijo: Útiles de oficina y limpieza	Mensual	\$ 15,00	\$ 180,00	\$ 189,00	\$ 198,45	\$ 198,45	\$ 208,37
Total		\$ 1.556,32	\$ 18.496,32	\$ 19.241,14	\$ 20.023,19	\$ 20.203,19	\$ 21.213,35

NOTA: SE AUMENTA DESDE EL SEGUNDO AÑO UN 5%

Tabla 6.12 Costos Unitarios Servicios.

Costos de Servicios básicos y otros	Unidad	Precio Unitario	AÑO: uno	dos	tres	cuatro	cinco
Costo variable :Agua para producción	m ³	\$ 0,30	0,3	0,3	0,4	0,45	0,45
Energía (CON ADICIONALES)	Kw/h	\$ 0,15	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13
costo combustible	Gal	\$ 1,50	1,5	1,6	1,8	1,8	1,8
Útiles de seguridad industrial	Lote	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 80,00
Capacitación	Anual	\$ 600,00	\$ -	0	\$ 600,00	0	0
Teléfono	Min	0,024	0,024	0,024	0,025	0,025	0,026

FUENTE: 2012 precios establecidos por Empresas eléctricas, de agua potable y telefónica.

Todas las tablas fueron elaboradas por la Autora con datos obtenidos de las cotizaciones dadas y de los parámetros consultados.

El Costo total de la puesta en marcha bordea:

Costos de Inversión: \$300.000 Costos Varios: \$16.000

Costo puesta en marcha cerca de los 320.000 (incluyendo costos de inversión, de operación, de mantenimiento y de materia prima).

6.1.2. ANÁLISIS DE TIR Y VAN

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN

DESCRIPCIÓN GENERAL

La Metodología que se utilizará para la presente Evaluación Económica es la denominada Costo-Beneficio, que "evalúa la racionalidad económica de una posible decisión de inversión, proporcionando un fundamento conceptual preciso para la toma de decisiones de negocios en una economía de mercado", por lo cual contrasta los Costos que representará la implementación del Proyecto, en Inversiones, Operación y Mantenimiento, con los Beneficios que se obtendrán, principalmente de la venta del Caucho molido como materia prima , y, de otros que se puedan identificar.

Con esta información estructurada, se construirá un flujo de efectivo para 5 años vida útil del Proyecto, en base al cual (a valores presentes), se calcularán indicadores de rentabilidad como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), con una "tasa de descuento" (14%)²⁶ (Revista LIDERES, indicadores,12/11/2012), acorde con la inflación y la tasa de interés (12%) actualizado para Ecuador, que es donde se desarrollará el Proyecto.

A partir de estos resultados se podrá definir si es o no financieramente rentable emprender en el Proyecto.

DEFINICIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS - FINANCIEROS

Tasa Interna de Retorno: (TIR) es una medida de la Rentabilidad de una inversión, muestra cuál sería la tasa de Interés más alta a la que el proyecto no genera ni pérdidas ni Ganancias.

Tasa de Descuento: Denominada como tasa aceptable de rendimiento es aquella rentabilidad mínima que el proyecto debe obtener, es diferente para cada tipo de industria en este caso está cerca del 14%.

Al comparar la Tasa Interna de Retorno (TIR) con la tasa de interés de Mercado se puede disponer de una sencilla regla de decisión y consiste en que se deben realizar todos aquellos proyectos de Inversión que posean una tasa interna de retorno (TIR) superior a la tasa de interés (12%) .

Valor Actual Neto VAN: es una medida del Beneficio que rinde un proyecto de Inversión a través de toda su vida útil; se define como el Valor Presente de su Flujo de Ingresos Futuros menos el Valor Presente de su Flujo de Costos. Es un monto de dinero equivalente a la suma de los flujos de Ingresos netos que generará el proyecto durante su vida útil.

Se establecen los valores que la empresa producirá en cuanto a cada unidad de sacos de yute que contienen 50 kg de polvo de neumático determinadas en rangos anuales, demostrando que para el primer año será de 75.000 sacos de caucho reciclado, y dentro de 5 años 103.680 sacos si se produce 3 Ton / h al tercer año como referencia del porcentaje promedio de crecimiento de unidades de neumáticos es del 5% (análisis capítulo III) que después de determinado recorrido cumplen con su vida útil y se convierten en desechos.

La Planta de procesamiento que se quiere evaluar permitirá obtener 3 tipos de productos los cuales son obtenidos de los distintos tipos de llantas, se ha proyectado los siguientes ingresos:

- 75% caucho triturado

- 20% acero
- 5% Textil o Nylon.

Tabla 6.13 Ingresos primer Año.

productos a comercializar			
primer año	Producción anual (costal de 50Kg)	\$/costal	Dólares
granulado (2 tipos)	75.000	15	1.125.000
Metal	20.000	37,5	750.000
ingresos por ventas			1.875.000

ELABORADO POR AUTORA.

La planta puede iniciar procesando 2 Ton /h, produciendo 12 Ton de granulado de caucho por día, que pueden ser vendidos a razón de \$ 15, 00 /costal, cada costal contiene 50 kg. , con un precio estimado de venta de cada kilogramo de \$0,30, siendo que el caucho virgen tiene un costo alrededor de \$1.80²⁷ (Revista LIDERES, economía, 06/09/2011), por Kilogramo. Además, del proceso se obtiene cada día 3,2 Ton de filamento de acero que puede comercializarse a un precio de \$ 37,50 que implica un precio por kilogramo de \$ 0,75. Con estas estimaciones se esperaría unos ingresos anuales de 1`875.000 dólares.

El punto de equilibrio en el cual el beneficio/ costo están igualados por unidad de saco (50kg) de granulado de caucho será un mínimo de \$4 sin tomar en cuenta el metal recaudado y comercializado.

Tabla 6.14 Ingresos Anuales (5 años) por producto.

	PRODUCCION / INGRESOS TOTALES					
Cantidad de PRODUCTOS o SERVICIOS que comercializa cada año:						
PRODUCCION DE SACOS (50kg) CADA AÑO	Granulado 0,4mm y menos	Metal	Cantidad Total	Ingreso granulado	Ingreso Metal	Ingreso Total
AÑO	(q)	(q)	(q)	(\$)	(\$)	(\$)
UNO	75.000	20.000	95.000	\$ 1.125.000,00	\$ 750.000,00	\$ 1.875.000,00
DOS	75.000	20.000	95.000	\$ 1.125.000,00	\$ 750.000,00	\$ 1.875.000,00
TRES	75.000	20.000	95.000	\$ 1.125.000,00	\$ 750.000,00	\$ 1.875.000,00
CUATRO	79.488	21.197	10.0685	\$ 1.192.320,00	\$ 794.880,00	\$ 1.987.200,00
CINCO	79.488	21.197	10.0685	\$ 1.192.320,00	\$ 794.880,00	\$ 1.987.200,00
Unidades	50 kg	50 kg				
Desperdicios %	0,05	0,05				
Precio kg	\$ 0,30	\$ 0,75				
Precio unitario local	\$ 15,00	\$ 37,50				

ELABORADO POR AUTORA.

Tabla 6.15 Resultados Análisis

RATIOS E INDICADORES	
Crecimiento Ventas	5,8%
Crecimiento Costos y Gastos	16,9%
VAN	\$ 3.066.778,35
B/C promedio	4,6
TIR	176%
Empleos Creados (3er año)	13
B/C primer año	5.9

ELABORADO POR AUTORA.

Precio de venta caucho reciclado: Para la evaluación económica base, se utiliza un precio de 0.30 US\$/kg (15 US\$/Costal). Precio establecido para el estudio de factibilidad del proyecto.

Precio de Metal: 0.75 US\$/kg (37.5 US\$/Costal) precio variable dependiendo de la empresa fundidora.

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales, el presente informe cubre la descripción técnica y económica, así como los análisis del comportamiento económico del proyecto para la instalación de la planta de reciclaje de llantas, con el objetivo de servir de apoyo a la toma de decisiones sobre la implementación del mismo.

7.1. CONCLUSIONES

Como resultado de la evaluación económica base y el análisis del caso seleccionado con respecto a los parámetros financieros y económicos más importantes, además de la presentación de las características más relevantes del caso se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El tipo de reciclaje de llantas (seleccionado), representa la mejor opción ya que se ajusta a nuestras necesidades tanto como para diseño, aplicabilidad, estudio e infraestructura. Esto es debido a que las instalaciones para su puesta en marcha están disponibles con tecnología probada, utilizando recursos aprendidos a lo largo de la carrera de ingeniería mecánica para su diseño.
- El número de etapas del proceso estará en función del diámetro del granulado que se debe obtener y este a su vez dependerá del uso al que se destinará.
- La selección del proceso de limpieza del metal se basa en el entendimiento de las necesidades del mercado con respecto a la limpieza (porcentaje de fibra y/o acero contaminante permitido).
- Podemos concluir que la instalación operando de la manera planteada en este proyecto respeta el medio ambiente, sin utilización de sustancias químicas y no provoca polución del aire o suelo, obteniendo un producto limpio.
- Los proyectos que están enfocados al manejo de residuos, suelen obtener un TIR alto (176%) debido a que la materia prima (llantas usadas) que se

necesita para el proceso productivo, son materiales depreciados lo que incide directamente en su bajo costo de adquisición.

- Los ingresos disminuyen en el segundo año debido al inicio del pago del préstamo por la inversión de maquinarias y demás manteniendo una producción de 2.5 Ton /h en 8 horas diarias, 288 días laborables al año.
- Los resultados obtenidos muestran que bajo las bases y premisas que soportan el estudio (consideradas las más probables para el proyecto, con un precio de venta del granulado de caucho de 15 US \$/Quintal), el mismo se puede calificar como un proyecto favorable a los intereses de los inversionistas, con una tasa interna de retorno del 176% y una relación Costo/Beneficio de 4.6. El tiempo de pago del préstamo es sólo 2 años, con un VAN de cerca de 3 millones de dólares (con una tasa mínima de aceptación 14%).
- Los métodos de control de calidad pueden variar según el tipo de producto final que se esté buscando, si se requiere, un tamaño de granulado más pequeño se necesita cuchillas con un menor tamaño entre ellas, y en el caso de mayor producción incorporar una maquinaria más de granulado.
- En el primer caso de análisis de sensibilidad, el menor valor de venta de los 50Kg de granulado de caucho sería 6 dólares para obtener el porcentaje TIR (3%) mínimo recomendable para riesgo de factibilidad en un proyecto.
- En el segundo caso de análisis de sensibilidad se estableció el valor de venta que se debe realizar para obtener igualmente el mínimo de riesgo el cual dio como resultado en un 45% de ventas de la producción de granulado para obtener un TIR cerca del 3% mínimo recomendable para inversión en un proyecto.
- La tecnología disponible y probada para la producción del granulado de caucho, es por medio de la trituración. La definición del caso se basa en esta tecnología comprobada, con información provista directamente por diferentes proveedores.

7.2. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en la evaluación técnica y económica para la selección de la ubicación y tecnología del proceso de la planta de Reciclaje de llantas (Estudio de Configuración) del caso seleccionado (este documento), que forman parte del Proyecto “Factibilidad Técnica y Económica para la Implementación de una Planta de Reciclaje de Llantas”, permiten realizar las siguientes recomendaciones:

- Se deben analizar más a fondo los posibles costos e imprevistos que pueden surgir en la ejecución del proyecto, tomando en cuenta la importación de la maquinaria, así como la implementación del nuevo sistema ecuapass* por parte del estado en las aduanas, que podría generar nuevos gastos y retrasos en el tiempo de entrega.
- Se debe tratar de obtener contratos a largo plazo para el material recuperado, según lo cual se podrá obtener información sobre los principales productos ofertados y su precio, la cantidad a producirse, y así obtener la capacidad de la planta según la demanda.
- Los planos realizados de los servicios básicos solo constituyen en el área de producción, en forma real se debería analizar la demanda que hay fuera de las instalaciones como parqueaderos, guardianía, etc.
- Se recomienda adquirir un montacargas adicional o de mayor capacidad si la planta aumenta su producción de 2 Ton /h, debido al tamaño de la nave, a la continua demanda de llantas a ser ingresadas y al movimiento de almacenamiento del producto final.
- La calidad en los materiales obtenidos es de suma importancia ya que los mercados para los materiales recuperados existen solamente cuando los

* Nuevo sistema informático aduanero del Ecuador, titulado ECUAPASS, el cual establece los requerimientos aduaneros a todos los operadores de Comercio Exterior (exportadores y también importadores).

fabricantes o procesadores pueden usarlos como sustitutos rentables de las materias primas.

- Se debe tomar en cuenta que toda toma de decisiones se basa en las predicciones de las condiciones futuras, con el objetivo de seleccionar la opción que responda de mejor manera a las restricciones de tiempo, dinero y a las necesidades sociales y políticas.
- El sistema de recolección de llantas, se puede realizar de diferentes maneras y se debe analizar para seleccionar el sistema más eficaz y eficiente para la planta como para los proveedores de llantas.
- Se debe tener en cuenta todos los parámetros internos tanto de capacitación como de instalación de la maquinaria.
- Es importante antes de realizar el abastecimiento eléctrico, constar con conexión para red trifásica, (transformador) para el correcto funcionamiento de la maquinaria.
- Los fabricantes de maquinarias para este proceso, exponen diferentes cotizaciones, de mayor o menor costo a las expuestas las cuales afectarían al análisis económico realizado.
- El precio de granulado de caucho no se debería ubicar por debajo de 6,00 US\$/Costal, para garantizar la viabilidad del proyecto, la sostenibilidad de las operaciones y un equilibrio a nivel del mercado del producto.
- En Ecuador existe un déficit aproximado del 70%, por lo cual debe importarse de otros países, aquí es donde se refleja la necesidad no solo de incentivar el reciclaje para abastecer el continuo requerimiento de esta materia prima.

REFERENCIAS / BIBLIOGRAFÍA

⁸ Albarracín, F. (2011). Un éxito resultó la primera feria de reencauche. *Revista Acelerando* , www.acelerando.com.ec/transporte/mercado/item/374-un-%C3%A9xito-result%C3%B3-la-i-feria-del-reencauche-en-quito.

¹¹ Ambientum.com. (28 de Agosto de 2008). *Un nuevo sistema de reciclaje de neumáticos mediante termólisis evita las emisiones a la atmosfera*. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de <http://www.ambientum.com/boletino/noticias/Un-nuevo-sistema-de-reciclaje-de-neumaticos-mediante-termolisis-evita-las-emisiones-a-la-atmosfera.asp3>

⁷ Antelo, D. (5 de Enero de 2011). *El petróleo*. Recuperado el 10 de Junio de 2011, de http://www.tnu.es/recurso/pagina/archivo/tnu_memo11.pdf

¹⁶ Armendariz, F. (1 de Septiembre de 2011). Resultados del censo de población y vivienda 2010. *Periodico El Hoy.com* , págs. <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/santo-domingo-la-cuarta-ciudad-mas-poblada-del-pais-497666.html>.

⁹ Castro, G. (2007). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos en desuso*. España: McgrawHill.

⁴ Cepeda, F. (25 de Enero de 2010). Crecimiento parque automovilístico. *Diario La Hora* , pág. B16.

²¹ Chova S.A. (25 de Septiembre de 2011). Estudio de laboratorio de mezclas asfálticas usando polvo de llantas. Quito, Pichincha, Ecuador.

¹² Clara, M. (7 de Febrero de 2010). Diésel sintético con llantas usadas. *Diario El Telégrafo* , págs.

<http://www.sisepuedeecuador.com/noticias/negocios/5286-diesel-sintetico-con-llantas-usadas.html>.

⁶ Club Naturista ALECOS. (10 de Agosto de 2010). *Sabias Que?* Recuperado el 4 de Septiembre de 2011, de

www.clubnaturistaalecos.com/OSC/catalog/Inicio.php?ac=ed&id=20805² Corpaire. (20 de Febrero de 2011). *Corpaire Quito*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2011, de Corpaire: http://remmaq.corpaire.org/paginas/articulos/aire_puro_04.pdf.

⁵ Ecuador inmediato noticias. (25 de Enero de 2011). *Fondo Ambiental Nacional*. Recuperado el 4 de Mayo de 2011, de:

[:http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news_user_view/ecuadorinmediato_noticias--10873](http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news_user_view/ecuadorinmediato_noticias--10873)

²⁶ Indicadores Financieros. (2012). Indicadores Financieros. *Revista Lideres* , E10,12.

³ Manrique, J. (12 de Agosto de 2011). Promedio exportacion de llantas MIPRO. *Diario El Hoy* , pág. E4.

¹⁵ Mendez, E. (9 de Diciembre de 2010). Importación de autos se avalará previo a registro. *Diario El Universo* , pág. E2.

¹⁸ Molina, F. (30 de Noviembre de 2011). Sector Automotriz se disparo. *Periódico Ecuador Inmediato* , pág.de:

www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=138833&umt=la_hora_quito_sector_automotriz_se_disparo_en_2010.

¹³ Murillo, V. (2008). Inventan un tejado que calienta sin necesidad de placas solares. *Revista mujerHoy.com* ,de:

www.mujerhoy.com.

²⁴ Neufert, E. (1953). *Arte de proyectar en Arquitectura*. España: Gustavo Gili.

²⁵ Neufert, E. (1953). *Arte de proyectar en Arquitectura*. España: Gustavo Gili.

²² Olivares, F. (19 de Mayo de 2008). *Propiedades Térmicas, acústicas y mecánicas de placas de morteros yeso-caucho*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2011, de http://oa.upm.es/46111/1/INVE_MEM_2008_61846.pdf

²³ Oponeo.pl.S.A. (25 de Agosto de 2009). *Reciclaje de neumáticos*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2011, de <http://www.oponeo.es/articulo/reciclaje-de-neumaticos>

¹⁷ Paredes, R. (25 de Agosto de 2011). ASD 20 millones anuales quiere ahorrar Ecuador en la importación de llantas. *Periodico Andes* , págs. de:

<http://andes.info.ec/economia/ecuador-quiere-ahorrar-usd-20-millones-anuales-en-importacion-de-llantas-86215.html>.

¹⁰ Partido comunista de León. (6 de Febrero de 2011). *Alternativas a la incineradora de neumáticos*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2011, de

www.pce.es/leon/Ambiente/RMD/Alternativa.htm.

¹⁹ Rodríguez, D. (24 de Diciembre de 2009). *Demanda del caucho*. Recuperado el 27 de Agosto de 2011, de:

<http://www.monografias.com/trabajos35/demanda-caucho/demanda-caucho.shtml>

²⁷ Romero, D. (2011). El caucho local abastece a un tercio de la demanda, lo restante es importado. *Revista Lideres* , B5.

²⁰ Secretaria del medio ambiente México D.F. (15 de Noviembre de 2002). *Llantas usadas diagnostico de la situación actual en la ciudad federal*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2011, de:

http://187.141.34.11/work/sites/tdf_rs/resources/LocalContent/54/2/LLANTAS_USADAS_D IAG.pdf

¹⁴Tchobanoglous, G. (1999). Gestión de residuos sólidos. México: McGrawHill.

¹Tchobanoglous, G. (1999). Gestión de residuos sólidos. México: McGrawHill.
