

ZAMORANO  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

# **Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta trituradora de llantas para producir granos de hule en Bogotá, Colombia**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Mauricio Sierra Mejía**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre 2009

## RESUMEN

Sierra, M. 2009. Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta trituradora de llantas para producir granos de hule en Bogotá, Colombia. Proyecto Especial de Graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

La elaboración de pistas atléticas, baldosas, parques infantiles, mangueras, aislamiento acústico antivibratorio y tapetes, son algunos de los productos fabricados con base en granos de hule. Los cuatro tipos comercializados como materia prima en la actualidad, son el Buffing and Mulch, el GN Grass, la Malla 20 -30 y la Malla 30 - 60; del proceso de trituración de llanta se obtienen los subproductos de Fibra procesada no comercializable y Acero en polvo y en aros, el cual es vendido a las compañías metalúrgicas como materia prima. La rentabilidad de cada uno de los productos es: 13.18%, 10.43%, 9.05%, 8.36% y 4.92%, respectivamente. El proyecto presentó un VAN sin deuda positivo de COP (pesos colombianos) 1,694,796,896, la TIR sin deuda presentó un valor positivo del 47%, mayor en un 21.25% y la relación costo beneficio sin deuda equivale a 1.47. El flujo de caja con deuda presentó un VAN positivo de COP 2,396,766,643, con una tasa de descuento de 25.75%, superando en un 41% al VAN sin financiamiento, una TIR de 93%, que es mayor que la TIR del flujo sin financiamiento en un 46%, la relación costo beneficio tiene un valor de 2.65, el PRI con financiamiento es de 1.08 años (1 año y 29 días) y con el método del PRI descontado es de 1.43 años (1 año y 5 meses y 7 días). Con los resultados generados, se recomienda llevar a cabo dicho proyecto.

**Palabras Clave:** Planta Trituradora, granos de hule, rentabilidad, VAN, TIR.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	3
1.4 LÍMITES Y ALCANCES DEL ESTUDIO.....	3
1.4.1 Límites.....	3
1.4.2 Alcances.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 LLANTAS.....	5
2.1.1 Componentes de las llantas y sus funciones.....	5
2.1.1.1 Lonas de cima.....	5
2.1.1.2 Banda de rodamiento.....	5
2.1.1.3 Lona de carcasa.....	6
2.1.1.4 Flancos.....	6
2.1.1.5 Goma interior o capa de caucho sintético estanca aire.....	6
2.1.1.6 Relleno de zona baja.....	6
2.1.1.7 Aros.....	6
2.1.2 Tipos de llantas.....	7
2.1.3 Materia prima de las llantas.....	8
2.1.4 Elementos químicos de las llantas.....	9
2.1.5 Tratamiento y reciclaje de llantas de desecho.....	9
2.1.6 Manejo actual de las llantas.....	10
2.1.6.1 Apilamiento.....	11
2.1.6.2 Entierro.....	11
2.1.6.3 Reutilización.....	11
2.1.6.4 Uso en la ingeniería civil.....	11
2.1.6.5 Generación de energía.....	11
2.2 PROCESO DE TRITURACIÓN DE LLANTAS.....	12

2.3	GRANOS DE HULE O POLVO DE CAUCHO.....	12
2.3.1	Clasificación de los Granos de Hule.....	12
2.3.1.1	Buffing and Mulch.....	12
2.3.1.2	GN – Grass.....	13
2.3.1.3	Malla 20 y 30.....	13
2.3.1.4	Malla 30 y 60.....	13
2.4	SUBPRODUCTOS DEL PROCESO DE TRITURACIÓN.....	13
2.4.1	Acero.....	13
2.4.2	Fibra.....	14
2.5	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LLANTAS DESECHADAS EN BOGOTÁ, COLOMBIA.....	14
2.6	COSTOS.....	16
2.6.1	Costos fijos.....	16
2.6.2	Costos variables.....	16
3.	MÉTODOS.....	17
3.1	DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	17
3.1.1	Estudio Técnico.....	17
3.1.2	Estudio Financiero.....	17
3.1.3	Estudio Legal.....	18
3.1.4	Estudio Ambiental.....	18
3.2	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.2.1	Estudio técnico para el establecimiento de la planta.....	18
3.2.2	Diagrama de procesos de producción de granos de hule.....	18
3.2.3	Estimación de la disponibilidad de materia prima en Bogotá, Colombia.....	18
3.2.4	Identificación de la competencia de compra de materia prima.....	19
3.2.5	Identificación de los mayores consumidores de granos de hule y estimación de la cantidad demandada anualmente.....	19
3.2.6	Análisis financiero.....	19
3.2.7	Evaluación de la rentabilidad y sensibilidad, mediante el uso de las variables de costo de producción y procesamiento vs. ingresos.....	19
3.2.8	Determinación de los requerimientos legales de la operación del proyecto..	20
3.2.9	Detección de impactos ambientales que producirá la planta.....	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1	ESTUDIO TÉCNICO.....	21
4.1.1	Determinación de la ubicación óptima del proyecto.....	21
4.1.2	Diseño de Planta.....	22
4.1.3	Distribución de uso de la capacidad de planta.....	23
4.1.4	Maquinaria y Equipos.....	24
4.1.5	Diagrama de procesos en la producción de granos de hule.....	25
4.1.6	Estimación de la disponibilidad de materia prima.....	28
4.1.7	Servicios asociados al producto.....	29
4.1.7.1	Servicios de pre-venta.....	29
4.1.7.2	Servicios durante la venta.....	29
4.1.7.3	Servicios post venta.....	29
4.1.8	Identificación de la competencia en compra de llantas y proveedores.....	29

4.1.9	Identificación de los mayores consumidores de granos de hule y estimación de la cantidad demandada anualmente.....	30
4.2	ESTUDIO FINANCIERO.....	33
4.2.1	Inversiones del proyecto.....	33
4.2.2	Costos de operación fijos y variables.....	34
4.2.3	Periodo de desfase y capital de trabajo.....	35
4.2.4	Punto de equilibrio.....	36
4.2.5	Impuesto sobre la renta y costo de capital.....	36
4.2.6	Flujo de caja sin deuda en COP.....	37
4.2.7	Flujo de caja con deuda en COP.....	38
4.2.8	Indicadores VAN, TIR, RCB y PRI, en el flujo de caja sin deuda.....	39
4.2.8.1	Valor actual neto.....	39
4.2.8.2	Tasa interna de retorno.....	39
4.2.8.3	Relación costo beneficio.....	39
4.2.8.4	Periodo de recuperación de la inversión.....	39
4.2.9	Indicadores VAN, TIR, RCB y PRI, en el flujo de caja con deuda.....	39
4.2.9.1	Valor actual neto.....	39
4.2.9.2	Tasa interna de retorno.....	40
4.2.9.3	Relación costo beneficio.....	40
4.2.9.4	Periodo de recuperación de la inversión.....	40
4.2.10	Análisis de Rentabilidad.....	40
4.2.11	Análisis de sensibilidad.....	41
4.3	ESTUDIO LEGAL.....	42
4.3.1	Verificar el nombre o razón social.....	42
4.3.2	Elaborar la minuta de solicitud para establecer una empresa.....	42
4.3.3	Modelo de minuta para la Planta Ambiental Mundo Limpio Bogotá.....	43
4.3.4	Tramites en la notaria de la Alcaldía de la Ciudad de Santa Fe de Bogotá...	45
4.3.5	Pago del impuesto de registro sobre la escritura.....	45
4.3.6	Adquisición del formulario de matrícula mercantil.....	45
4.3.7	Registro de libros de comercio en la Cámara de Comercio.....	46
4.3.8	Tramites en la representación de la DIAN en la ciudad de Bogotá.....	47
4.3.9	Afiliación a la aseguradora de riesgos profesionales (ARP).....	47
4.3.10	Afiliación al Régimen de seguridad social.....	48
4.3.11	Fondo de pensiones y cesantías.....	48
4.3.12	Aportes parafiscales.....	48
4.3.12.1	Afiliación de la empresa.....	49
4.3.12.2	Afiliación del trabajador.....	49
4.4	ESTUDIO AMBIENTAL.....	49
4.3.1	Documentos que debe anexar a la solicitud.....	49
5.	CONCLUSIONES.....	53
6.	RECOMENDACIONES.....	54
7.	LITERAURA CITADA.....	55
8.	ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

### Cuadro

1.	Características de las llantas de acuerdo al uso de las llantas.....	8
2.	Principales insumos en la fabricación de llantas para automóviles livianos.....	8
3.	Principales insumos en la fabricación de llantas para automóviles de carga pesada.....	8
4.	Análisis químico de una llanta.....	9
5.	Crecimiento de automotores en Bogotá.....	15
6.	Llantas que entran en desuso por año en Colombia.....	16
7.	Ubicación de la planta según el Método cualitativo por puntos.....	21
8.	Producción e ingreso total anual en Pesos Colombianos al 70% de la Capacidad de Planta.....	23
9.	Producción e ingreso total anual en Pesos Colombianos al 28.37% de la Capacidad de Planta.....	23
10.	Listado de maquinaria y equipos.....	24
11.	Porcentaje de subproductos y productos terminados por 1 t de llantas.....	27
12.	Estimación de la disponibilidad de materia prima en Bogotá, Colombia.....	28
13.	Estimación de la cantidad total en kg y Toneladas de llantas desechadas en Bogotá, Colombia.....	28
14.	Principales Cementeras de Bogotá, Colombia.....	30
15.1	Clientes potenciales de granos de hule en Bogotá, Colombia.....	31
15.2	Clientes potenciales de granos de hule en Bogotá, Colombia.....	32
16.	Estimación de la demanda anual.....	32
17.	Inversiones en maquinaria y equipos.....	33
18.	Costos de operación Fijos.....	34
19.	Costos de operación variables.....	34
20.	Distribución por producto de los costos de operación fijos y variables.....	35
21.	Periodo de desfase.....	35
22.	Capital de Trabajo.....	35
23.	Punto de equilibrio mensual.....	36
24.	Flujo de caja sin deuda en COP.....	37
25.	Flujo de caja con deuda en COP.....	38
26.	Cálculo de la amortización e intereses del préstamo.....	39
27.	Análisis de rentabilidad por línea de producto.....	40
28.	Matriz de Análisis de Impacto Ambiental.....	41

**Figura**

1.	Gráfico sobre las principales partes que conforman una llanta.....	6
2.	Imagen sobre las principales partes que conforman una llanta.....	7
3.	Imagen sobre los tipos de llantas.....	7
4.	Jerarquía de alternativas de tratamiento de residuos.....	10
5.	Gráfica sobre el incremento de automóviles en Bogotá, Colombia.....	15
6.	Diseño de planta trituradora de llantas.....	22
7.	Diagrama de Procesos para la Preparación de Materia Prima.....	25
8.	Diagrama de Procesos Trituración de Materia Prima.....	26

**Anexo**

1.	Listado de proveedores de llantas en desuso en la ciudad de Bogotá, Colombia.....	56
2.	Descripción de la maquinaria de planta.....	57
2.1	Roedora.....	57
2.2	Desgarradora.....	57
2.3	Banda Transportadora.....	58
2.4	Trituradoras Alfa (15 cm) y Beta (5 cm).....	58
2.5	Trituradora Gamma (1cm).....	59
2.6	Electroimanes.....	59
2.7	Extractores de fibra.....	60
2.8	Granuladora.....	60
2.9	Pulverizadoras.....	61
2.10	Clasificadora granulométrica.....	61
3.	Depreciación lineal de activos.....	63
4.	Especificaciones sobre la nomina laboral.....	64
4.1	Nomina detallada.....	64
4.2	Cálculo de prestaciones anuales.....	64
5.	Pago de servicios públicos.....	65
6.	Análisis de Rentabilidad por producto.....	65
6.1	Análisis de Rentabilidad para Buffing and Mulch (7% de la producción)...	65
6.2	Análisis de Rentabilidad para GN Grass (16% de la producción).....	65
6.3	Análisis de Rentabilidad para Malla 20 - 30 (31% de la producción).....	66
6.4	Análisis de Rentabilidad para Malla 30 - 60 (21% de la producción).....	66
6.5	Análisis de Rentabilidad para Acero (20% de la producción).....	66

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más grandes hoy en día, es la contaminación del ambiente, provocada por los desperdicios producidos por los seres humanos. Es por esto, que ha surgido la creación de las organizaciones gubernamentales ambientales que ayudan a mitigar y controlar dicho problema. Estas organizaciones cada día invierten gran parte de sus recursos tratando de disminuir la contaminación la cual se torna en un problema cada vez más grande. También es parte del trabajo de organizaciones hacer conciencia de la importancia que tiene, para el mundo entero, el problema de la contaminación. Uno de los factores que está contribuyendo en gran manera a la contaminación, es el crecimiento poblacional, no controlado en ciertos países. A medida que aumenta la población, se incrementan las necesidades de las personas; siendo una de ellas el uso de transporte, el cual trae como consecuencia, una mayor utilización de llantas, las que al final de su vida útil son eliminadas y desechadas de forma incorrecta, afectando el ambiente.

La disposición final de las llantas usadas ha llegado a representar un problema técnico, económico, ambiental y de salud pública. En efecto, las llantas son difíciles de compactar en un relleno sanitario, haciendo este proceso costoso y presentando además el inconveniente de que ocupan mucho espacio. Su almacenamiento en grandes cantidades provoca problemas estéticos y riesgo de incendios difíciles de controlar. Su uso como combustible en hornos que no cuentan con la tecnología de control adecuada genera graves problemas de emisiones contaminantes a la atmósfera. Por otro lado, las llantas usadas almacenadas se convierten en un lugar favorable para la reproducción de diferentes vectores que ponen en riesgo la salud de la población.

Para Colombia esta problemática es de suma importancia por lo que es necesario implementar un programa para el manejo de llantas usadas lo más rápido posible. Al combatir directamente este problema se protege la salud de la población ante el riesgo del continuo rebrote de enfermedades como el dengue, la fiebre amarilla o la encefalitis. El gran problema de estas llantas desperdiciadas sin uso alguno es que son uno de los sitios preferidos para que los zancudos depositen sus larvas, convirtiéndose en una importante vía para su proliferación, lo cual da como resultado el rebrote de la epidemia del dengue.

Entre las diferentes formas de manejo de las llantas usadas se encuentran el apilamiento, el entierro, la reutilización (reencauche) y el reciclaje (en ingeniería civil, regeneración del caucho, generación de energía, producción de asfalto o fabricación de nuevos materiales). La producción de este caucho en polvo tiene diferentes usos como materia prima para asfalto, pista atlética, parques infantiles, tapetes para el ratón de la computadora, mangueras, aislamiento acústico antivibratorio y tapetes, entre otros.

El proceso consiste en recolectar la mayor cantidad posible de llantas en desuso, convirtiéndolas en granos o polvo, por medio de un proceso de trituración; siendo este caucho útil como materia prima para diferentes industrias.

## 1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en Colombia, la mayor cantidad de llantas en desuso se están quemando incontroladamente. Este proceso no presenta las condiciones adecuadas para el tratamiento de llantas desperdiciadas. Crean diversos problemas estéticos, económicos, ambientales y de salud pública. Anualmente, Colombia produce alrededor de 12 millones de llantas en desuso, siendo Cundinamarca el departamento con la mayor producción: un 28%.

## 1.2 ANTECEDENTES

La magnitud del problema se ve reflejada en que, sólo Estados Unidos genera más de 240 millones de llantas usadas, por año; y la Unión Europea, otros 120 millones. En ambas zonas, el volumen de este descarte es elevado, en tanto que la demanda de llantas reencauchadas es muy baja, lo cual provoca un incremento de las dificultades en el desecho. Por ello, se presume que en el corto plazo se incrementará la presión para favorecer la exportación de las llantas semidesgastadas.

La masiva fabricación de llantas y las dificultades para hacerlas desaparecer, una vez usadas, constituye uno de los más graves problemas medioambientales y de salud de los últimos años.

La aplicación denominada “asfalto modificado con goma” ha recibido un gran apoyo por parte del gobierno norteamericano, que pretende incrementar el reciclaje de llantas usadas, incentivando su incorporación al asfalto empleado en la pavimentación de carreteras. Por esta razón el gobierno norteamericano exige que el 5% del material usado para pavimentar las carreteras federales, sea de caucho molido. Tal es el caso del Estado de California, donde se pavimentaron 25 carreteras con 1,7 millones de llantas.

En Colombia, las llantas en desuso son reutilizadas por las Areperas y Paneleras, para la producción de energía, dado que tienen un alto potencial de generación de calor. Cada año se desechan 12 millones de llantas viejas en el país, de las cuales la mayoría terminan abandonadas en basureros a cielo abierto o en depósitos clandestinos, según información publicada por la Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas.

Colombia tiene alrededor de 45 millones de habitantes, de los cuales 8 millones aproximadamente están radicados en Bogotá. Se constituye entonces en el tercer país más habitado de Latinoamérica, después de Brasil y México.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En los últimos años algunas compañías, como las Areperas y Paneleras, utilizan las llantas como fuente de energía alterna. Sin embargo, existe una demanda insatisfecha para aprovechar este residuo, lo que motiva la pretensión de evaluar su rentabilidad, para ser utilizadas como materia prima en asfaltos, pistas atléticas, jardines, mangueras, camas para ganadería, sustituto de la viruta en los establos, entre otros.

- i. Cada año, en Colombia, entran en desuso más de 158 mil toneladas de llantas, que en la mayoría de los casos son arrojadas a los ríos y quebradas, abandonadas a cielo abierto o quemadas de manera ilegal y clandestina.
- ii. Las llantas tienen un periodo de biodegradación de 500 a 800 años aproximadamente. Son además ecotóxicas, inflamables, y facilitan la propagación de diversas plagas como el dengue y otras enfermedades, transmitidas por los mosquitos que incuban sus huevos en los depósitos de aguas lluvias existentes dentro de las llantas.
- iii. Actualmente, en Colombia, cerca del 71.9% de las llantas son incineradas o quemadas; en la mayoría de los casos sin cumplir con los estándares medioambientales. Al ser quemadas, se convierten en elementos altamente nocivos para el medio ambiente y para la salud humana, pues desprenden componentes cancerígenos y mutagénicos; además de contaminar el agua y el suelo con cenizas, impactan negativamente plantas y animales, en deterioro del entorno.
- iv. La quema no controlada de llantas, usualmente hecha en lotes baldíos, calderas y algunas productoras de alimentos, esparce en el ambiente elementos peligrosos como dioxinas, furanos, bifenoles, policlorhidratos, plomo, zinc, cromo, arsénico, entre muchos otros, que atacan agresivamente la salud humana y generan consecuencias congénitas irreversibles.
- v. En Colombia existen 115,564 km de carretera, de los cuales sólo 13,868 km son pavimentados y 101,696 km se quedan sin pavimentar. En los últimos seis años, el Gobierno Nacional ha pavimentado un total de 5,927 kilómetros de vías, en distintas regiones del país.

### 1.4 LÍMITES Y ALCANCES DEL ESTUDIO

#### 1.4.1. Límites:

1. El estudio sólo considera el reciclaje de llantas que se desechan en Bogotá.
2. De acuerdo con datos preliminares, relacionados al estudio financiero, se prevé que la inversión será elevada.

### **1.4.2. Alcances:**

1. Disminuir la contaminación ambiental, por medio del reciclaje de caucho proveniente de las llantas.
2. Proveer el insumo de granos de hule, para la construcción de caminos, que al sustituir un porcentaje de la brea, produce una mayor durabilidad del asfalto en las carreteras.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Elaborar un estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una planta trituradora de llantas para la producción de granos de hule en Bogotá, Colombia.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

1. Estimar la disponibilidad de materia prima en Bogotá e identificar los principales competidores, existentes en el mercado de compra de llantas desechadas.
2. Identificar los mayores compradores de grano de hule en Colombia y la demanda potencial generada.
3. Definir el proceso de producción para la elaboración de granos de hule a partir de llantas desechadas.
4. Elaborar el análisis técnico sobre: localización, tamaño de planta, equipo y proceso necesario para su funcionamiento.
5. Desarrollar un análisis financiero y evaluar la rentabilidad y sensibilidad del proyecto, mediante el uso de las variables de costo de producción y procesamiento frente a los ingresos.
6. Determinar los requerimientos legales de la operación del proyecto.
7. Analizar los impactos ambientales que produciría la planta.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 LLANTAS

Las llantas, también denominadas neumáticos o gomas, en algunas regiones, son piezas de caucho; cuya función principal es permitir un contacto adecuado del vehículo, por adherencia y fricción con el pavimento, que posibilite el arranque, el frenado y la guía del automotor.

Las llantas son estructuras muy complejas, elaboradas con más de 200 componentes; esencialmente, están fabricadas por caucho natural y/o sintético, negro de carbono, sílices, antioxidantes, materiales metálicos, textiles y otros ingredientes, necesarios para el proceso de vulcanización del caucho.

#### 2.1.1 Componentes de las llantas y sus funciones

De acuerdo con Goodyear Company (2003), los componentes principales de una llanta, expuestos de forma gráfica en la Figura 1 y la Figura 2, son los siguientes:

**2.1.1.1 Lonas de cima.** Armadas con cables de acero, muy finos y resistentes, cruzadas oblicuamente y pegadas unas a otras. El cruce de sus hilos con los de la carcasa, crea triángulos indeformables. Esta disposición, llamada triangulación, garantiza la rigidez de la cima. Esas capas, que rodean toda la cima del neumático, desempeñan un papel muy complejo:

1. Tienen que ser lo bastante rígidas en el sentido circunferencial del neumático, para no extenderse bajo el efecto del centrifugado y para controlar perfectamente el diámetro del neumático, independientemente de las condiciones de uso.
2. Son rígidas en sentido transversal, para resistir a los esfuerzos de deriva. Pero también, tienen que ser muy flexibles en sentido vertical. Para obtener dichas lonas hay que pegar el acero a la goma. Es muy difícil, pero a la vez imprescindible, lograr la cohesión perfecta entre estos diferentes materiales.

**2.1.1.2 Banda de rodamiento.** Se coloca sobre las lonas de cima. Esta parte del neumático, que contendrá el dibujo, debe asegurar el contacto con la carretera.

En la zona de contacto con el suelo, la banda de rodamiento tiene que poder resistir a esfuerzos muy importantes. La mezcla de goma que la constituye tiene que ser adherente a todo tipo de superficie, resistir al desgaste y a la abrasión, y tiene que calentarse poco.

**2.1.1.3 Lona de carcasa.** Compuesta por cables delgados de fibras textiles en arcos dispuestos en ángulos rectos y pegados al caucho, gracias a ellos podrá resistir la presión. En una lona de neumático de coche, existen unos 1400 cables, con capacidad de resistir una fuerza de 15 kg.

**2.1.1.4 Flancos.** De goma flexible protegen el neumático de los choques que podrían dañar la carcasa, como por ejemplo, los choques contra los bordillos de las aceras. Una goma dura, garantiza la unión entre el neumático y la llanta.

**2.1.1.5 Goma interior o capa de caucho sintético estanca aire.** Esta capa se encuentra en el interior del neumático y sirve de cámara de aire.

**2.1.1.6 Relleno de zona baja.** Tiene el papel de transmitir los pares de motor o de frenado de la llanta, hacia la zona de contacto con el suelo.

**2.1.1.7 Aros.** Sirven para que el neumático se ajuste a la llanta. Pueden soportar hasta 1800 kg., sin riesgo de ruptura.

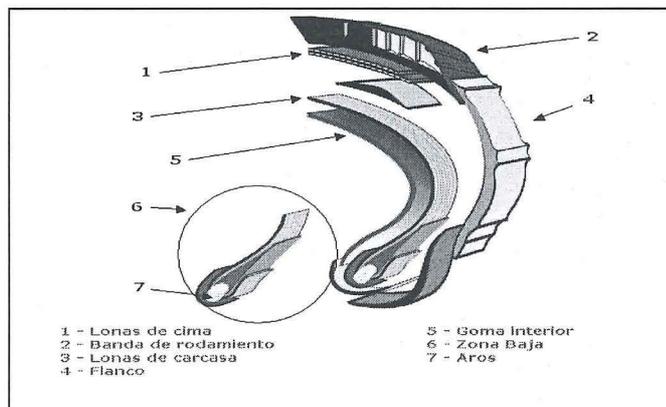


Figura 1. Gráfico sobre las principales partes que conforman una llanta.  
Fuente: Michelin Transport (2006).

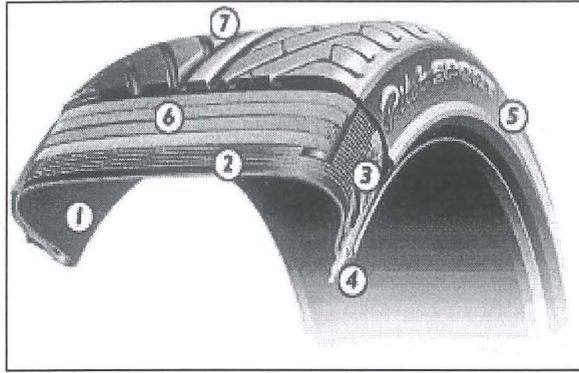


Figura 2. Imagen sobre las principales partes que conforman a una llanta.  
Fuente: Michelin Transport (2006).

### 2.1.2 Tipos de llantas

Las llantas se clasifican de acuerdo con la orientación de los hilos que las refuerzan, éstas pueden ser convencionales (diagonales) o radiales. Las llantas de tipo radial tienen cuerdas de refuerzo de acero, mientras que las convencionales tienen refuerzo textil (nylon y poliéster).

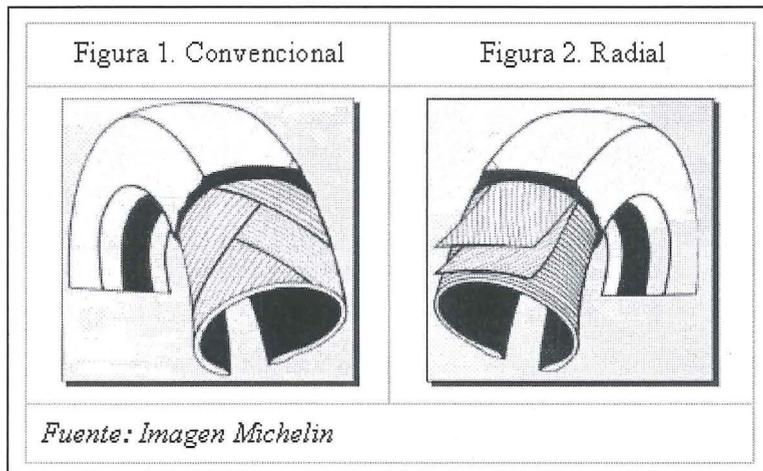


Figura 3. Imagen sobre los tipos de llantas.  
Fuente: Michelin Transport (2006).

En el cuadro 1, se presenta el porcentaje de las llantas de acuerdo al tipo: radial o convencional; en relación al uso de la llanta, se puede observar que las empleadas en automóviles livianos, son de tipo radial en un 100%.

**Cuadro 1.** Características de las llantas de acuerdo con el uso.

Uso de la llanta	Tipo de la llanta
Automóvil	100% son radiales
Camioneta	85% son radiales
Camioneta	15% con convencionales
Camión	82% son radiales
Camión	18% son convencionales

Fuente: CNIH Cámara Nacional de la Industria Hulera de México (2008).

### 2.1.3 Materia prima de las llantas

Los insumos provienen de materiales de hule, textiles y alambres de acero. Las proporciones de las llantas pueden cambiar dependiendo del fabricante y del tipo del neumático al cual se desea, aunque en general se aproximan a las siguientes:

**Cuadro 2.** Principales insumos en la fabricación de llantas para automóviles livianos.

Componente	Porcentaje
Caucho natural	14%
Caucho sintético	27%
Negro de humo	28%
Acero	14 - 15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos y antioxidantes	16 - 17%
Peso promedio	8.6 kg
Volumen	0.06 m <sup>3</sup>

Fuente: CESCO Centro de Estudio y Control de Contaminantes, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de la República de Honduras (2007), adaptado por el autor.

**Cuadro 3.** Principales insumos en la fabricación de llantas para automóviles de carga pesada.

Componente	Porcentaje
Caucho natural	27%
Caucho sintético	14%
Negro de humo	28%
Acero	14 - 15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos y antioxidantes	16 - 17%
Peso promedio	45.4 kg
Volumen	0.36 m <sup>3</sup>

Fuente: CESCO Centro de Estudio y Control de Contaminantes, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de la República de Honduras (2007), adaptado por el autor.

### 2.1.4 Elementos químicos de las llantas

Aunque suelen variar, según el tipo de llanta y el país de fabricación, los diferentes elementos químicos que componen una llanta se muestran en el Cuadro 4, junto a los respectivos porcentajes de los elementos:

**Cuadro 4.** Análisis químico de una llanta.

Elemento	Porcentaje
Carbono (C)	70%
Hidrogeno (H)	7%
Azufre (S)	1 a 3%
Cloro (Cl)	0.2 a 0.6%
Fierro (Fe)	15%
Oxido de Zinc (ZnO)	2 %
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5%
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60 - 760 ppm
Cadmio (Cd)	5 - 10 ppm
Talio (Tl)	0.2 - 0.3 ppm

Fuente: CESCO Centro de Estudio y Control de Contaminantes, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de la República de Honduras (2007), adaptado por el autor.

### 2.1.5 Tratamiento y reciclaje de llantas de desecho

En la actualidad existe una jerarquía para el tratamiento y reciclaje de llantas en desuso, mostrada en la Figura 4, que tiene como propósito ordenar, de forma sistemática, el tipo de manejo que se debe implementar de acuerdo con la disponibilidad de proyectos de tratamiento de desechos, provenientes de las llantas.

La fase inicial es la reducción, que consiste en hacer conciencia social sobre el uso correcto de las llantas, para evitar su desgaste, por medio de un manejo adecuado del automóvil; asegurándose de mantenerlo alineado y balanceado. La segunda fase es la reutilización y/o reciclaje; el cual se puede dar mediante el reencauche de llantas o la obtención de agregados provenientes de la trituración, que sirvan como materia prima para la industria.

El coprocesamiento, es una tecnología aplicada en las paneleras, con el propósito de sustituir los combustibles fósiles, por llantas. La incineración, es el proceso de quema de las llantas, que únicamente busca reducir el volumen de los desechos, pero aumenta la contaminación ambiental, por el humo que se genera. El tratamiento físico-químico busca la transformación de los desechos en productos impermeabilizantes, por medio de su fundición.

El confinamiento, consiste en colocar los desechos en rellenos sanitarios, no es una práctica muy amigable con el ambiente, pero es la más utilizada en la mayoría de países del mundo.



Figura 4. Jerarquía de alternativas de tratamiento de residuos.  
Fuente: Cámara Nacional de Cemento de México (2006).

### 2.1.6 Manejo actual de las llantas

La separación de los materiales que componen una llanta, es un proceso difícil, por lo que su reciclaje se orienta al aprovechamiento de los agregados. En la actualidad, existen diferentes empresas en el mundo que ofrecen el servicio de manejo de llantas usadas, procesándolas, para convertirlas en materia prima para asfalto, pistas atléticas, tapetes, entre otros.

De acuerdo con el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, Colombia (2007), se ha determinado que las llantas en desuso pueden utilizarse en cinco líneas de trabajo, que son:

1. Aprovechamiento Energético: Participa con un 71.9 % de la cantidad total de residuos aprovechados.
2. Aprovechamiento Artesanal: Ocupa el 6.2% del uso de los residuos
3. Reencauche: Ocupa el 17.2 % de uso de los residuos.
4. Regrabado: Participa con el 2.3% de uso de los residuos.
5. Otros: Participa con el 2.3% de uso de los residuos.

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, en su “Diagnostico Ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá”, también ha determinado que, actualmente, las llantas son manejadas de acuerdo con cinco procedimientos básicos, que son:

**2.1.6.1 Apilamiento.** Es el método usado históricamente en numerosos países. Sin embargo, este procedimiento resulta peligroso en lugares de clima cálido, debido a la acumulación de agua entre los desechos, lo cual puede crear condiciones favorables para la proliferación de vectores perjudiciales a la salud humana y para los riesgos de incendios, puesto que las llantas se queman con facilidad, generan humo denso y residuos aceitosos, ambos contaminantes de la atmósfera y del suelo.

**2.1.6.2 Entierro.** Consiste en cubrir los desechos con tierra, en rellenos sanitarios; pero no es un método apropiado, porque son difíciles de compactar, tienden a subir a la superficie y ocupan demasiado volumen.

**2.1.6.3 Reutilización.** Mediante el reencauche. Es un proceso que consiste en aprovechar la llanta, cambiando la banda de rodamiento vieja y desgastada, por medio de la colocación de una nueva sobre el armazón, vulcanizando el neumático; asumiendo que deberá tener la misma duración que una llanta nueva. Se estima que un 60% del parque vehicular de carros pesados, utilizan llantas reencauchadas. El costo monetario, oscila entre un 50% y 70%, más baratos que una llanta nueva; la cual resiste un máximo de 3 reencauches.

**2.1.6.4 Uso en la ingeniería civil.** Las llantas usadas enteras, son utilizadas desde hace décadas en numerosas aplicaciones de la ingeniería civil, tales como: señalamiento de las carreteras, en parques y terrenos de juego, rompeolas, obstáculos para el tránsito, entre otros.

**2.1.6.5 Generación de energía.** En muchos países de América Latina y el Caribe, las llantas usadas se utilizan, como fuente de energía, en fábricas de ladrillo y paneleras; en hornos que, generalmente, no cuentan con la tecnología adecuada; razón por la cual, se generan problemas de contaminación ambiental, debido a las emisiones tóxicas, producto de una combustión incompleta y de la ausencia de los sistemas de lavado de gases y retención de material. El caucho tiene un poder calórico alto: de 7.500 Kcal/kg., que es superior al del carbón.

Actualmente, en algunas entidades las llantas de desecho son utilizadas como combustible alternativo. Debido a los altos contenidos de carbón e hidrógeno, los neumáticos tienen un poder calorífico de 28,000 a 31,000 kJ/kg, parecido al del carbón. Por lo que pueden ser una gran alternativa de generación de energía, siempre y cuando se utilicen en instalaciones adecuadas, con sistemas eficientes de control de la contaminación atmosférica.

## 2.2 PROCESO DE TRITURACIÓN DE LLANTAS

El proceso consiste en introducir, directamente, las llantas a una trituradora electromecánica que separa sus componentes. El acero se va retirando con imanes y las fibras textiles se separan mediante sistemas de aspiración. Por último, se producen selecciones densimétricas y granulométricas, que permiten obtener el material adecuado. El proceso es mecánico y por tanto, respetuoso con el medio ambiente.

## 2.3 GRANOS DE HULE O POLVO DE CAUCHO

Se obtienen por trituración de llantas fuera de uso, las cuales son molidas enteras, hasta lograr el tamaño deseado; separando los metales y tejidos, incorporados en su fabricación.

### 2.3.1 Clasificación de los Granos de Hule

- i. Según su naturaleza, son “Productos Secundarios” porque se han transformado de un insumo automotriz (llanta) a un producto industrial de alto valor agregado.
- ii. Por su destino, son “Materias Primas” (acero en aros, acero en polvo, fibra, GN Grass, Malla 20-30 y Malla 30-60) porque serán utilizados en la industria; y “Bienes Finales” (Buffing and Mulch y GN Grass), porque no experimentan ningún proceso posterior, llenando los requerimientos deseados por el consumidor.
- iii. Por su duración, es “No Perecedera”, porque son productos con vida comercial prolongada.

#### 2.3.1.1 Buffing and Mulch. Esta es la presentación más grande, se utiliza en:

- i. Construcción de parques infantiles: Dado que el caucho no es tóxico, se considera un material seguro para los niños; gracias a sus características físicas, hace que el juego de los niños sea más seguro, puesto que absorbe impactos, lo cual disminuye la posibilidad de lesiones comunes, en las áreas de juego.
- ii. Aplicaciones de jardinería: Reduce el uso de agua y por ende los costos de mantenimiento, debido a que retiene la humedad y a su vez, evita la proliferación de malezas e insectos, porque el caucho bloquea los rayos del sol sobre el suelo.
- iii. Pistas ecuestres y pesebreras: Permite un fácil aseo, evitando la formación de bacterias por ser un material inorgánico que no se pudre ante la humedad. Reduce los costos de mantenimiento de pesebreras ya que, únicamente, se debe lavar o reponer la cantidad de granos sucios y no la totalidad del relleno, como en el caso de los materiales orgánicos que se pudren y acumulan líquidos. Sus características físicas de elasticidad le dan una mayor amortiguación al paso de los equinos, haciéndolos sentir más cómodos, disminuyendo el stress generado en músculos y articulaciones, y minimizando las lesiones.

**2.3.1.2 GN – Grass.** Esta presentación se usa en la fabricación de las baldosas flexibles, compuestas por gránulos de caucho natural y sintético; son especiales para la amortiguación de caídas, ya que absorben gran parte del impacto; son antideslizantes, limitando así los riesgos de accidentes. Otros usos se dan en rellenos para césped artificial, bordes de piscinas, salas de rehabilitación, gimnasios, clínicas y hospitales, áreas de ancianos y zonas deportivas.

**2.3.1.3 Malla 20 y 30.** Usado como aditivo en el asfalto, modificado con caucho para la construcción de carreteras ecológicas, que permiten mayor agarre y menos desgaste de las llantas, menor tiempo de frenado y, sobre todo, menor contaminación auditiva.

Según Rodríguez, Castaño, Martínez y Hernández (2001), investigadores del Depto. de Física Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto de Física de la U.N.A.M. en su estudio “Desarrollo de aditivos para asfaltos modificados con bajos contenidos de hule”, las carreteras de asfalto modificado pueden durar hasta tres veces más que las convencionales, debido a que las propiedades elásticas del caucho le permiten adaptarse fácilmente a los cambios de temperatura, mejorando su vida útil, en óptimas condiciones. Por esta razón, el costo de mantenimiento de estas carreteras ecológicas se estima en una tercera parte del costo que se debe invertir en una carretera convencional. El proceso supone la incorporación del caucho en polvo al betún asfáltico, por medio de la mezcla, en vía húmeda y en vía seca.

En la vía húmeda, el polvo se incorpora al betún asfáltico, antes de ser introducido en la amasadora de la central de fabricación de la mezcla bituminosa en caliente, obteniéndose así, un betún modificado o mejorado por el caucho.

La vía seca consiste en introducir el polvo directamente en la amasadora de fabricación de la mezcla bituminosa. En este caso el producto resultante se denomina: “mezcla bituminosa en caliente, con adición de caucho”.

**2.3.1.4 Malla 30 y 60** Es utilizada en el sector de calzado y la fabricación de partes automotrices, por ejemplo: bandas de freno, guardafangos y empaques. También se usa en la regeneración de caucho sintético (vulcanización), con el propósito de obtener un material similar al caucho natural, implementado en diversos procesos industriales.

## **2.4 SUBPRODUCTOS DEL PROCESO DE TRITURACIÓN**

### **2.4.1 Acero**

El acero proveniente de los aros se saca por presión y, el acero incorporado en el interior de la llanta, se extrae mediante un sistema de electroimanes; ambos tipos de acero son fundidos y comercializados como materia prima.

El metal obtenido se usa, principalmente, en la fabricación de herramientas, equipos mecánicos, electrodomésticos, maquinaria y construcción. La fibra, junto con el acero contenido en la carcasa, al pasar por el proceso de trituración mecánica, genera limalla y polvo de acero, productos que son utilizados en la construcción; dado que, al mezclarse con el cemento, aumentan su resistencia porque poseen menos de un 4% de caucho adherido, el cual ayuda al proceso de fusión debido a que el caucho tiene un poder calórico superior a 8,500 Kcal/kg.

#### **2.4.2 Fibra**

Las fibras extraídas se someten a un proceso de desinfección, generando un producto que se usa como relleno de textiles para muebles y colchones. En la construcción de estructuras de aislamiento térmico y de ruido, también se utiliza como relleno.

### **2.5 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LLANTAS DESECHADAS EN BOGOTÁ, COLOMBIA**

En la ciudad de Bogotá transitan aproximadamente 1.025.836 automotores por año. De los cuales, 205.959 están matriculados en el Departamento de Cundinamarca, lo que representa el 20,07% del total de los vehículos en circulación.

Estudios previos del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2008), sobre tránsito de automotores, estiman que el 13.63% (139,819) de los automóviles que transitan en la capital, están registrados en otros departamentos. Los restantes 680,058 están registrados en la Secretaría de Tránsito de Bogotá; de los cuales, 503,327 están matriculados en Cundinamarca; y 205,959 tienen domicilio en Bogotá; por lo tanto, el 40.9% utiliza permanentemente la red vial de la ciudad.

Según el Centro de Estudios y Control de Contaminantes de Honduras, las llantas usadas tienden a perder de 3 a 10 kg de su peso real. Por ejemplo: si una llanta de vehículo liviano, pesa al inicio 11 kg., después de usada pesará 8 kg., aproximadamente. En cuanto a las llantas de uso industrial y de camiones, se estima que su peso original puede ser de 55 kg y hasta de 60 kg; una vez finalizada su vida útil, alcanzan un peso de 50 kg.

**Cuadro 5.** Crecimiento de automotores en Bogotá.

Año	Vehículos	Porcentaje
1997	473,312	-
1998	499,344	5.5 %
1999	511,318	2.4 %
2000	523,589	2.4 %
2001	537,725	2.7 %
2002	561,384	4.4 %
2003	596,751	6.3 %
2004	632,556	6 %
2005	689,486	9 %
2006	776,361	12.6 %
2007	864,866	11.4 %
2008	934,055	8 %
2009	1,025,836	8.9 %

Fuente: DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística de la República de Colombia (2008), adaptado por el autor.

En la Figura 5 se presentan datos sobre el incremento de automotores en Bogotá en los últimos 12 años, con una tasa promedio anual del 6.6%.

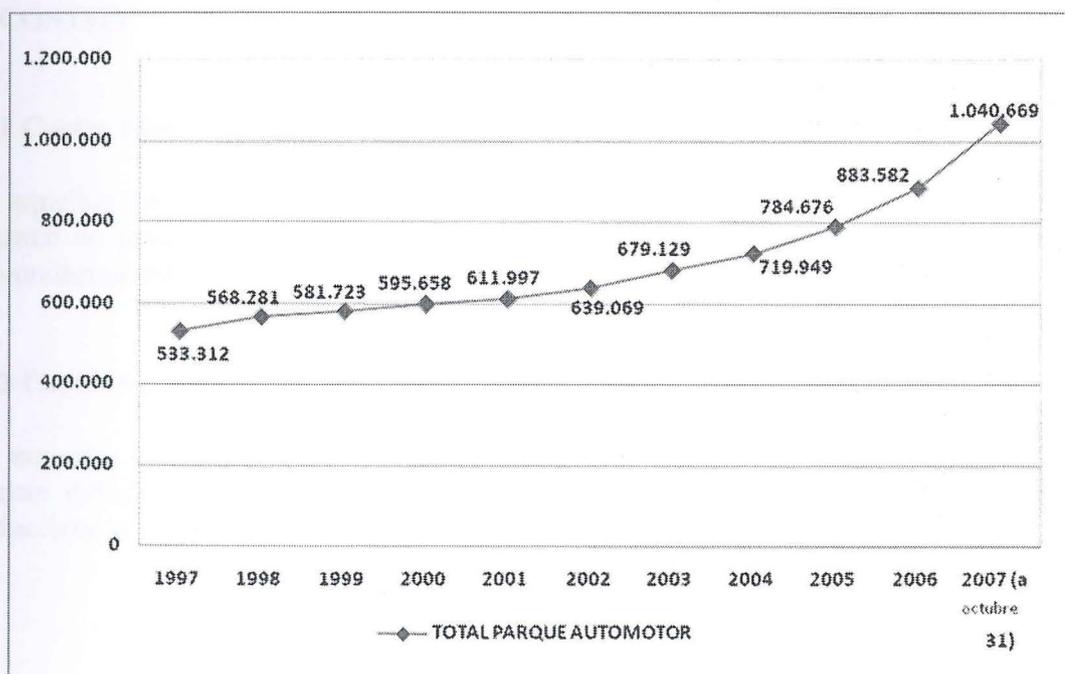


Figura 5. Gráfica sobre el incremento de automóviles en Bogotá, Colombia  
Fuente: DANE Depto. Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (2008).

**Cuadro 6.** Llantas que entran en desuso, anualmente, en Colombia.

TIPO DE VEHÍCULO	UNIDADES	%DEL TOTAL	%DE CARROS	No LL	fact.cam b		TOTAL	
					AÑO	PROMED.	LLANTAS	KILOS
AUTOMÓVILES	1 876,218	35.39%	69.85%	4	2.00	8	3,752,436	30,019,488
BUSES	79,167	1.49%	2.95%	6	6.00	50	475,002	23,750,100
BUSETAS	56,684	1.07%	2.11%	4	4.00	20	226,736	4,534,720
CAMIONES	151,760	2.86%	5.65%	6	6.00	50	910,560	45,528,000
CAMIONETAS	385,833	7.28%	14.36%	4	2.00	10	771,666	7,716,660
CAMPEROS	423,730	7.99%	15.77%	4	2.00	10	847,460	8,474,600
MAQ. AGRÍCOLA	5,097	0.10%	0.19%	6	4.00	60	20,388	1,223,280
MAQ. INDUSTRIAL	6,598	0.12%	0.25%	4	2.67	20	17,595	351,893
MICROBUSES	69,942	1.32%	2.60%	4	4.00	10	279,768	2,797,680
MOTOCARROS	5,389	0.10%	0.20%	3	2.00	4	10,738	42,952
TRACCIÓN	5,531	0.10%	0.21%	6	3.00	60	16,593	995,580
TRACTOMULAS	28,439	0.54%	1.06%	24	24.00	70	682,536	47,777,520
VOLQUETAS	24,245	0.46%	0.90%	8	5.33	50	129,307	6,465,333
SUBTOTAL	3 118,613	58.83%	116.10%		0.00		8,140,784	179,677,807
MOTOCICLETAS	2 160,505	40.75%		2	2.00	2.5	4,321,010	10,802,525
MOTOCICLOS	495	0.01%		3	2.00	3	990	2,970.0
BICICLETAS	21,751	0.54%		2	1.33	0.7	29,001	20,300.9
SUBTOTAL	2 182,751	41.30%					12,491,786	10,825,796
TOTAL	5 301,364	100%						190,503,603

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2008), adaptado por el autor.

## 2.6 COSTOS

### 2.6.1 Costos fijos

Son aquellos que permanecen constantes durante un periodo determinado, sin importar el volumen de producción. Los costos fijos, se consideran como tal. en su monto global; pero unitariamente, se consideran variables.

### 2.6.2 Costos variables

Son aquellos que tienden a fluctuar, acorde con el volumen total de la producción; se generan debido a la actividad de la empresa. En éstos, están incluidos los costos de producción, como materia prima y mano de obra.

### **3. MÉTODOLÓGÍA**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS**

##### **3.1.1 Estudio Técnico**

La información técnica sobre los pasos en la elaboración de granos de hule y los subproductos generados, se establecieron mediante dos diagramas de procesos, que facilitan la determinación de la tecnología y mano de obra necesaria, para la puesta en marcha de la línea de producción. La información se recolectó por medio de fuentes primarias en la Planta Trituradora Mundo Limpio S.A.; y fuentes secundarias, en publicaciones referentes al tema.

La ubicación se determinó mediante el análisis de en tres localidades: la ciudad de Medellín, Departamento de Antioquia, Colombia, para la toma de datos primarios sobre la operación de una planta trituradora de llantas; la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, Colombia, para la toma de datos secundarios sobre el desecho de llantas; y el Campus EAP Zamorano en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras, para el análisis y elaboración del estudio de prefactibilidad.

La estimación de la demanda de los productos elaborados en la planta trituradora de llantas, se desarrolló con base en la intención de compra anual de los 40 principales clientes de la Planta Mundo Limpio, localizados en Bogotá, Colombia.

##### **3.1.2 Estudio Financiero**

En este estudio se presentan las inversiones del proyecto, costos de operación y flujos de ingresos y egresos, con el propósito de calcular los indicadores VAN, TIR, RCB y PRI, incluyendo un análisis de sensibilidad del proyecto, mediante la variación porcentual en el precio de venta del producto y el costo de producción de los granos de hule.

### **3.1.3 Estudio Legal**

El estudio legal se abstraigo del documento Política Pública y Creación de Empresas en Colombia, escrito por Liyis Gómez, Doctor en Creación, Estrategia y Gestión de Empresas de la Universidad Autónoma de Barcelona (España), Joselín Martínez, Magister en Administración de Empresas, Universidad del Norte, Alta Gerencia de la Universidad de los Andes; María Arzuza B., Magister en Administración de Empresas, Universidad del Norte. Bacterióloga Clínica e Industrial, Universidad Metropolitana.

### **3.1.4 Estudio Ambiental**

La información expuesta sobre trámites y requisitos de solicitud de licencias ambientales, se extrajo del Departamento de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia.

## **3.2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1 Estudio técnico para el establecimiento de la planta**

La localización del proyecto se determinó mediante el uso del método cualitativo por puntos, que define los principales factores determinantes de la localización, asignándoles pesos relativos de acuerdo con la importancia atribuida. El diseño de planta se realizó, tomando como base la línea de producción desarrollada por los ingenieros de planta de Mundo Limpio S.A. La distribución de la producción en la planta, se hizo de acuerdo con la estimación de la demanda proyectada por los clientes de Mundo Limpio S.A., ubicados en Bogotá. El equipo requerido y el proceso necesario para el funcionamiento de la planta, se determinó mediante un análisis de la planta "Mundo Limpio" ubicada en la ciudad de Medellín, Colombia.

### **3.2.2 Diagrama de procesos de producción de granos de hule**

El proceso de producción se definió por medio de varias visitas a la planta Mundo Limpio, instalada en Medellín, Colombia.

### **3.2.3 Estimación de la disponibilidad de materia prima en Bogotá, Colombia**

La investigación se desarrolló mediante el uso de datos secundarios, previstos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE), que originaron información sobre la cantidad y tipos de automotores que transitan en Bogotá; y se cuantificó el número total de llantas que son desechadas anualmente, para estimar la cantidad de toneladas del producto, que serán procesadas.

### **3.2.4 Identificación de la competencia de compra de materia prima**

Ésta se desarrolló por medio de investigación en línea y consulta a la base de datos de la Cámara de Comercio de Bogotá, con el propósito de calcular la cantidad de llantas utilizadas en sus actividades.

### **3.2.5 Identificación de los mayores consumidores de granos de hule y estimación de la cantidad demandada anualmente.**

Los consumidores fueron escogidos de entre los listados de clientes de la Planta Mundo Limpio S.A., de acuerdo con su ubicación geográfica; seleccionando a quienes tienen operaciones en la ciudad de Bogotá, a quienes se les consultó sobre su intención de compra anual de granos de hule.

### **3.2.6 Análisis financiero**

El estudio financiero se realizó, con el fin de construir un flujo de caja, que permita analizar el margen de ganancia del producto: total y unitario; para ello, se utilizaron los siguientes datos:

1. Ingresos: Entrada de dinero, generada por la venta del producto; estimada a partir de la información prevista por Mundo Limpio S.A.
2. Indicadores para el análisis financiero: Se tomarán en cuenta los principales indicadores, VAN, TIR, RCB y PRI; que serán calculados a partir del flujo de caja.

### **3.2.7 Evaluación de la rentabilidad y sensibilidad, mediante el uso de las variables de costo de producción y procesamiento vs. Precio de venta**

Se desarrolló el análisis de rentabilidad, mediante el uso de ingresos por ventas de productos ofertados, en el caso de granos de hule; e ingresos por venta de subproductos o desechos, en el caso del acero y fibra de poliéster.

La sensibilidad del proyecto se estimó mediante un análisis bidimensional, el cual incluye varios escenarios sobre los costos de producción y procesamiento, comparados con diversos tipos de precios por venta.

### **3.2.8 Determinación de los requerimientos legales de la operación del proyecto**

El ordenamiento jurídico de la empresa se determinó, mediante una revisión de la constitución política de empresas en Colombia, para especificar las normas que se deben seguir en materia de procesamiento de caucho, revisándose el Código de Comercio y el Código de Trabajo de Colombia; las leyes regionales del Distrito Capital de Bogotá, y los beneficios legales, para compañías que cuidan el medio ambiente.

### **3.2.9 Detección de impactos ambientales que producirá la planta**

Mediante una matriz simple, se identificaron los impactos ambientales del proyecto, en sus etapas de construcción, operación y ampliación, así como los costos y las medidas de control ambiental; por ejemplo: mitigación, prevención y compensación.

La matriz simple tiene tres columnas: la primera, indica las etapas del proyecto (construcción, operación y ampliación), la segunda, detalla las actividades en cada una de las etapas y, la última, identifica los impactos ambientales al medio (físico, biológico o social), por cada una de sus actividades.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ESTUDIO TÉCNICO

#### 4.1.1 Determinación de la ubicación óptima del proyecto

El área donde se desarrollará el proyecto se localiza en la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, República de Colombia. El local tiene una extensión aproximada de 2,400 m<sup>2</sup>, con 18 m de alto, el cual se encuentra sobre una superficie plana.

Según el “Método Cualitativo por Puntos”, en una escala del 1 a 100, se determinó que la mejor ubicación para la planta, es la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, en el Parque Industrial Mosquera. La nota se asignó tomando en cuenta cinco factores determinantes, que se enumeraron del uno al cinco, siendo uno, el más importante y cinco el menos importante; a estos valores se les dio un peso específico de 35%, 25%, 20%, 15% y 5% respectivamente, para ponderar la nota y determinar la calificación de cada una de las localidades (Cuadro 7). Se estableció que la “Disponibilidad de Materia Prima”, que a su vez engloba la accesibilidad a la zona de mayor producción industrial del país y los bajos costos de los “Servicios Públicos e Impuestos”, son los factores más determinantes en el establecimiento de la planta.

Cuadro 7. Ubicación de la planta según el Método cualitativo por puntos.

Factores Determinantes	Peso relativo	El Pinar		PI <sup>1</sup> Mosquera		ZI <sup>2</sup> Bogotá	
		Nota	Pon. <sup>3</sup>	Nota	Pon.	Nota	Pon.
Disponibilidad de MP <sup>4</sup> .	35%	40	14	75	26.25	50	17.5
Bajo costo en impuestos/SP <sup>5</sup> .	25%	50	12.5	80	20	70	17.5
Manejo de DS <sup>6</sup>	20%	25	5	70	14	45	9
MO <sup>7</sup> disponible	15%	30	4.5	50	7.5	30	4.5
Acceso de los consumidores.	5%	60	3	80	4	30	1.5
<b>Total</b>	<b>100%</b>		<b>39</b>		<b>71.75</b>		<b>50</b>

<sup>1</sup>PI = Parque Industrial, <sup>2</sup>ZI = Zona Industrial, <sup>3</sup>Nota Ponderada, <sup>4</sup>MP = Materia Prima, <sup>5</sup>SP = Servicios Públicos, <sup>6</sup>DS = Desechos Sólidos; <sup>7</sup>MO = Mano de Obra.

### 4.1.2 Diseño de Planta

A continuación, en la Figura 6, se presenta el diseño de planta, modelado en el programa Microsoft Office Vision Language Pack 2007, donde se expone, de forma gráfica, el diagrama de procesos de la trituración de caucho.

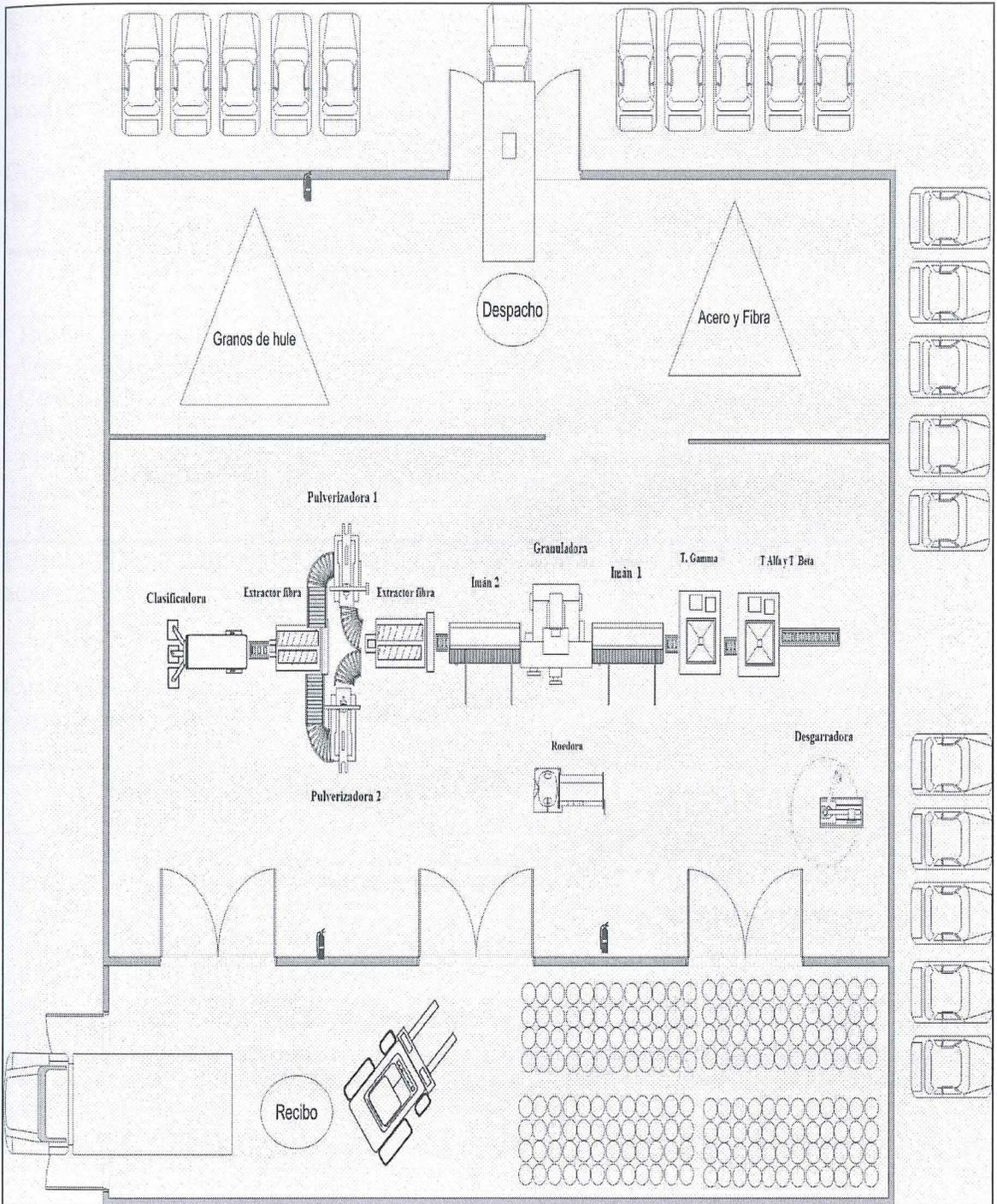


Figura 6. Diseño de planta tritadora de llantas

#### 4.1.3 Distribución de uso de la capacidad de planta

De acuerdo con los ingenieros de planta, de Mundo Limpio S.A., se debe operar a un 70% de la capacidad de planta por factores de mantenimiento de la maquinaria, estimando una producción anual ideal de 14,280 t, que representan dicho porcentaje, proyectado en el Cuadro 8, donde se refleja la producción anual, en toneladas, de los diferentes tipos de granos de hule. El porcentaje de capacidad de planta a cubrir, será del 28.37% (5,786.67 t), estimado de acuerdo con la demanda de los clientes de la planta, localizados en la ciudad de Bogotá, Colombia; con el propósito de asegurar la comercialización de la producción anual; datos mostrados en el Cuadro 9.

Cuadro 8. Producción e ingreso total anual en Pesos Colombianos al 70% de la Capacidad de Planta.

Producto	Porcentaje	Producción anual (t)	Precio por (t)	Ingresos anuales
Buffing and Mulch	7%	999.60	1,200,000	1,199,520,000
Polvo 0.01 - 0.4 mm	16%	2,284.80	1,000,000	2,284,800,000
Caucho 0.4 - 0.8 mm	31%	4,426.80	900,000	3,984,120,000
Caucho 0.8 - 2.5 mm	21%	2,998.80	850,000	2,548,980,000
Fibra	5%	714	0.00	0.00
Acero	20%	2,856	200,000	571,200,000
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>14,280</b>	<b>---</b>	<b>10,588,620,000</b>

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

Cuadro 9. Producción e ingreso total anual en Pesos Colombianos al 28.37% de la Capacidad de Planta.

Producto	Porcentaje	Producción anual (t)	Precio por (t)	Ingresos anuales
Buffing and Mulch	7%	405	1,200,000	486,000,000
Polvo 0.01 - 0.4 mm	16%	926	1,000,000	926,000,000
Caucho 0.4 - 0.8 mm	31%	1794	900,000	1,614,600,000
Caucho 0.8 - 2.5 mm	21%	1215	850,000	1,032,750,000
Fibra	5%	289.33	0.00	0.00
Acero	20%	1,157.34	600,000	694,404,000
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>5,786.67</b>	<b>---</b>	<b>4,059,350,000</b>

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

#### 4.1.4 Maquinaria y Equipos

El proyecto requerirá, en su etapa inicial, de los activos presentados en el Cuadro 10; la descripción de la maquinaria de planta se presenta en el Anexo 2.

Cuadro 10. Listado de maquinaria y equipos

Activos	Total (COP)
<b>Maquinaria de Planta</b>	
Roedora	266,976,900
Desgarradora	40,000,000
Banda Transportadora	284,376,900
Trituradora Alfa (15 cm)	851,976,900
Trituradora Beta (5 cm)	107,376,900
Trituradora Gamma (1cm)	92,676,900
Electroimanes	269,976,900
Extractores de fibra	206,976,900
Granuladora	242,976,900
Pulverizadoras	178,416,900
Clasificadora granulométrica	307,017,900
Equipo de pesado y empaque	18,000,000
Montacargas	40,629,046
Planta Eléc. 440 V 750 Kw/h	180,000,000
<b>Transporte</b>	
Camión de entregas	38,000,000
<b>Mobiliario</b>	
Comedor para empleados	230,000
Escritorios	907,650
Microondas	242,040
Sillas	453,825
<b>Equipo de Oficina</b>	
Computadoras	4,229,649
Fotocopiadora/Impresora	427,604
Teléfonos	181,530
Varios	87,999
<b>Total de Activos</b>	<b>3,132,139,343</b>

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

#### 4.1.5 Diagrama de procesos en la producción de granos de hule

El diagrama de procesos, para la elaboración de granos de hule, se divide en dos etapas: la primera, corresponde a la preparación de la materia prima, como se observa en la Figura 7; y la segunda, corresponde a la trituración de materia prima, y los productos y subproductos que se generan, mostrados en la Figura 8.

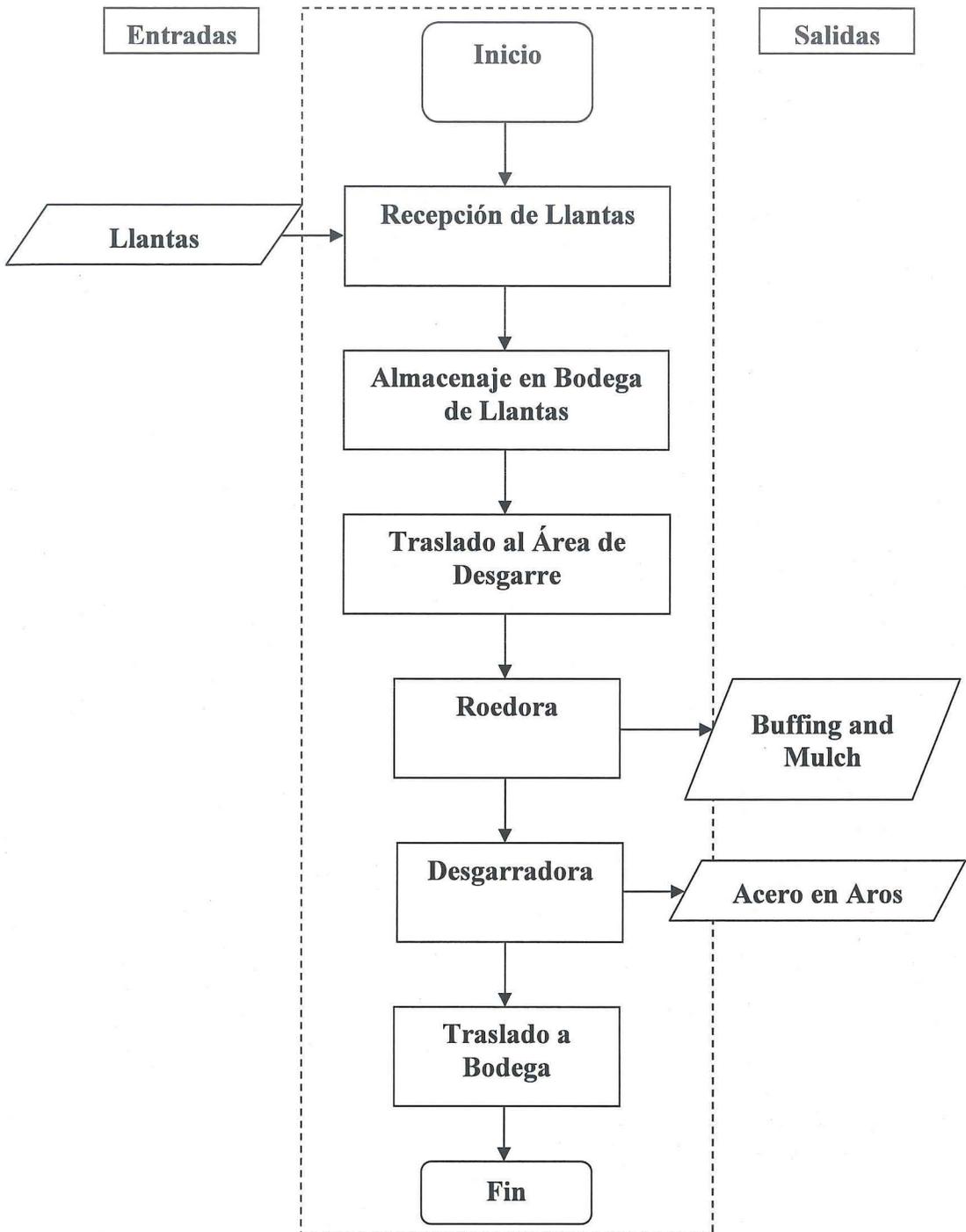


Figura 7. Diagrama de Procesos para la Preparación de Materia Prima  
Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia

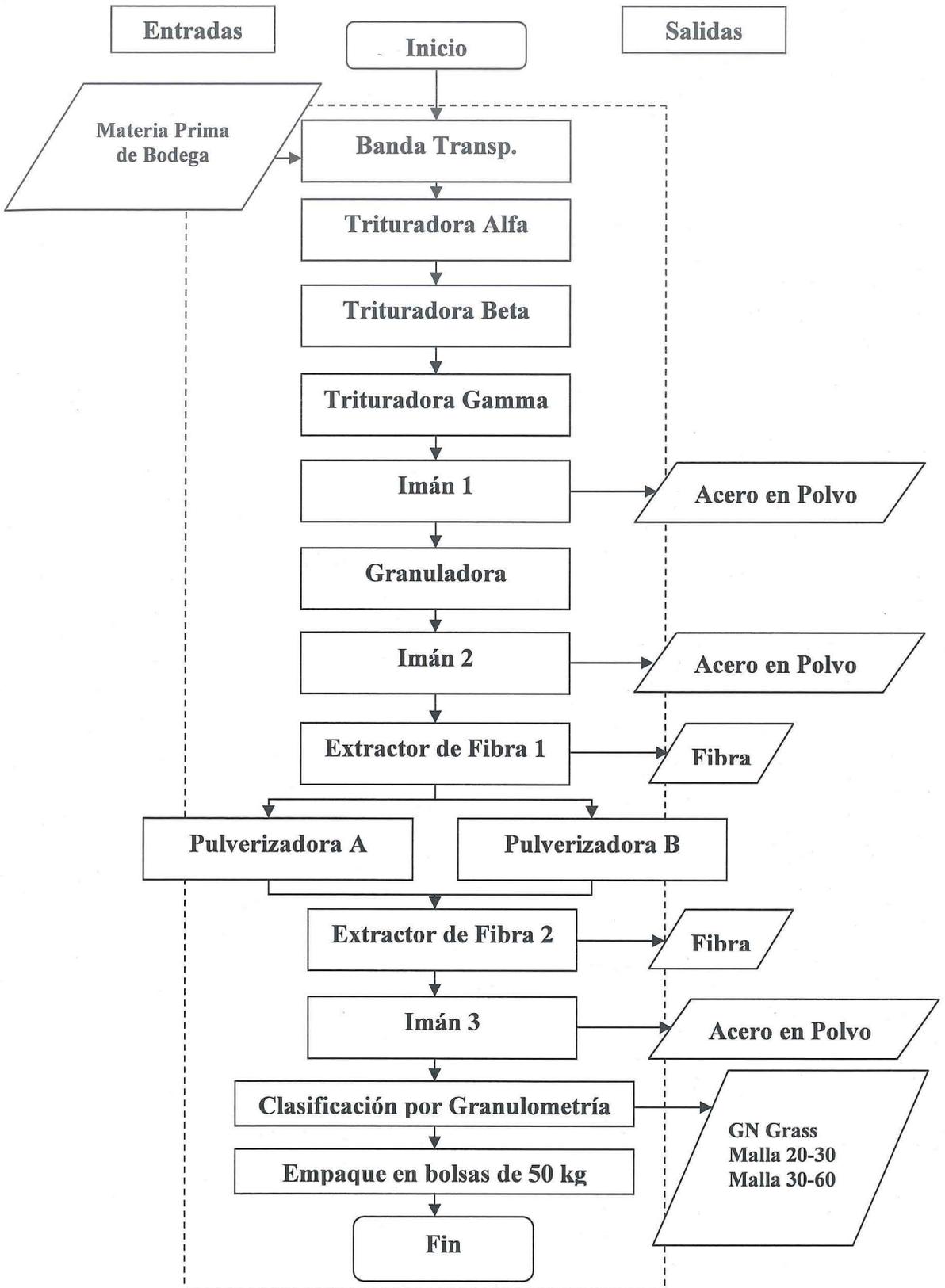


Figura 8. Diagrama de Procesos Trituración de Materia Prima

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009).

Se concluyeron dos diagramas de procesos en la planta: el primero, inicia con el recibo de las llantas en el área de recepción, donde se procede a almacenarlas en la Bodega de Llantas, para incorporarlas posteriormente a la línea de producción. El primer paso es el traslado al área de desgarre, donde la roedora se encarga de raspar la llanta, generando el primer producto: Buffing and Mulch, que es utilizado en jardinería y decoración; luego, la desgarradora, por medio de dos ganchos con presión, extrae el acero en aros; que se venderá como insumo a compañías fundidoras de metales. El proceso termina, con el traslado de la materia prima a la bodega de insumos.

El segundo diagrama de procesos inicia con el transporte de materia prima hacia la Trituradora Alfa, donde una banda transportadora se encarga de subirla a la tolva de trituración, que dispone de 22 cuchillas de acero, las cuales hacen cortes de 15 cm; el producto es transportado posteriormente a la Trituradora Beta, que hace cortes de 5 cm., y después a la Trituradora Gamma, que hace cortes de 1 cm.

El siguiente paso en el proceso, es la primera extracción del acero en polvo, por medio de electroimanes, que atraen el acero mezclado con el caucho, que ha sido triturado. La granuladora se encarga de pulir el caucho triturado saliente, el cual pasa nuevamente por un proceso de separación del acero en el Imán 2, después el producto pasa al extractor de fibra que, por medio de ciclones, la extrae, para luego ser vendida como relleno, a compañías fabricantes de muebles.

La pulverización se da, a continuación de la extracción de fibra; con el propósito de obtener diferentes tamaños de granos, para lo cual, es necesario el uso de dos pulverizadoras (A y B), con el fin de evitar un estancamiento en el proceso. Una segunda extracción de fibra y una tercera separación de acero por medio de imán, preceden la clasificación por granulometría (Ver Cuadro 11), que separa los granos en tres tamaños diferentes, de acuerdo con el diámetro (GN Grass, Malla 20 y 30, Malla 30 y 60), para ser empacados en bolsas de 50 kg.

Existe un diagrama de procesos para todos los productos elaborados en la planta, porque siguen la misma línea general de producción; donde, dependiendo de la función de la maquinaria, se obtienen productos y subproductos específicos, a lo largo de todo el proceso; el cual termina con la obtención de los granos de caucho, más refinados.

Cuadro 11. Porcentaje de subproductos y productos terminados por 1 t de llantas.

Producto	Porcentaje
Buffing and Mulch	0.07
Polvo de Caucho 0.01 – 0.4 mm	0.16
Granos de Caucho 0.4 – 0.8 mm	0.31
Granos de Caucho 0.8 -2.5 mm	0.21
Fibra	0.05
Acero	0.20

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

#### 4.1.6 Estimación de la disponibilidad de materia prima

La estimación de la cantidad total aproximada de llantas desechadas que se utilizará como materia prima (Cuadro 12), se desarrolló mediante el uso de datos secundarios, previstos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE).

Cuadro 12. Estimación de la disponibilidad de materia prima en Bogotá, Colombia.\*

<b>Tipos de Vehículos</b>	<b>Cantidad automotores</b>	<b>Total %</b>	<b>Vehículos %</b>	<b>Número de llantas</b>	<b>Cambio por año</b>	<b>Peso Promedio kg</b>
Automóvil	775,136	75.56	78.41	4	2	8
Buses	12,002	1.17	1.21	6	6	50
Busetas	10,155	0.99	1.03	4	4	20
Camión	18,670	1.82	1.89	6	6	50
Camioneta	89,554	8.73	9.06	4	2	10
Campero	78,373	7.64	7.93	4	2	10
Microbuses	4,616	0.45	0.47	4	4	10
Sub Total	988,506	96.36%	100%	---	---	---
Motocicletas	37,330	3.64	---	2	2	2.5
<b>Total Vehículos</b>	<b>1,025,836</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

\*Fuente: DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística de la República de Colombia (2008), adaptado por el autor.

La cuantificación de la cantidad total aproximada en toneladas (Cuadro 13), se desarrolló mediante el uso de datos secundarios, previstos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE).

Cuadro 13. Estimación de la cantidad total en kg y Toneladas de llantas desechadas en Bogotá, Colombia.\*

<b>Tipos de Vehículos</b>	<b>Total de llantas</b>	<b>Total kg</b>	<b>Total Toneladas</b>
Automóvil	1,550,272	12,402,176	12,402.2
Buses	72,012	3,600,600	3,600.6
Busetas	40,620	812,400	812.4
Camión	112,020	5,601,000	5,601
Camioneta	179,108	1,791,080	1,791.08
Campero	156,746	1,567,460	1,567.46
Microbuses	18,464	184,640	184.64
Sub Total	2,129,242	25,959,356	25,959.4
Motocicletas	74,660	186,650	186.65
<b>Total Vehículos</b>	<b>2,203,902</b>	<b>26,146,006</b>	<b>26,146</b>

\*Fuente: DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística de la República de Colombia (2008), adaptado por el autor.

#### **4.1.7 Servicios asociados al producto**

##### **4.1.7.1 Servicios de pre-venta**

Se ofrecerá, a todos los clientes actuales y potenciales, muestras del producto y, todas las facilidades para que puedan realizar pruebas y análisis.

##### **4.1.7.2 Servicios durante la venta**

La Planta Trituradora, manejará facilidades de pago para los clientes; otorgándoles créditos con plazos no mayores a un mes, de acuerdo con la cantidad promedio, mensual, de unidades compradas; considerándose descuentos por pronto pago y por compras al contado.

##### **4.1.7.3 Servicios post venta**

La empresa se hace responsable por producto dañado o defectuoso, haciendo el respectivo cambio de las unidades deterioradas por las de buen estado o, en última instancia, se efectúa el reembolso por el valor de la mercadería dañada.

#### **4.1.8 Identificación de la competencia en compra de llantas y proveedores**

Las llantas desechadas constituyen materia prima para el aprovechamiento energético, por medio de hornos, en la industria panelera; puesto que se usan como combustible alternativo al carbón, en función de su potencial calorífico.

De acuerdo con el estudio del diagnóstico ambiental, sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados, generados en el área de Santa Fe de Bogotá, desarrollado por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Colombia, el 71.9% de las llantas usadas, tienen destino energético; esto es, 1,584,605 llantas por año, que representan 18,799 toneladas anuales; lo que constituye a las paneleras, como la principal competencia, en cuanto a la adquisición de llantas usadas, en el mercado.

El uso de llantas desechadas, en hornos cementeros, aún no está funcionando en Colombia; puesto que las cementeras no han adecuado sus hornos con las normas legales establecidas, con respecto a las trampas de metales pesados y producción de CO<sub>2</sub>. En el Cuadro 14, se presenta un listado con las principales cementeras establecidas en la ciudad de Bogotá y su participación en el mercado.

Las llanteras y reencauchadoras son los principales abastecedores de llantas en desuso en la ciudad de Bogotá. El listado de proveedores se encuentra disponible en el Anexo 1.

Cuadro 14. Principales Cementeras de Bogotá, Colombia.

Compañía	Participación de mercado (%)
Industria Cementera Argos	51.0
Cemex de Colombia	30.0
Holcim de Colombia	13.0
Otras cementeras	6.0

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente, Departamento Técnico Administrativo del Medio de Ambiente de Bogotá DAMA (2009), adaptado por el autor.

#### 4.1.9 Identificación de los mayores consumidores de granos de hule y estimación de la cantidad demandada anualmente

En la actualidad, los mayores consumidores de grano de hule en Colombia son las canchas de grama sintética, seguidas por empresas regeneradoras de caucho. También hay gran demanda para las pesebreras, en las cuales los granos de hule son mezclados con arena, sustituyendo la viruta de aserrín; además, se pueden utilizar en jardines, ayudando a mantener la humedad del suelo y mejorando su estética.

Se espera que, dentro de uno o dos años, de acuerdo al Ministerio de Transporte, el mercado potencial de los granos de hule sea la producción asfáltica, ya que éstos pueden ser un sustituto de la breca en un 10% ó 15% de la mezcla, dependiendo de las exigencias de la carretera; recibiendo, como beneficio, prolongar su vida útil.

El Análisis de la Demanda se hizo por medio de datos secundarios, previstos por la planta Mundo Limpio S.A., sobre 40 potenciales clientes; a través de los cuales, se determinó una demanda de Buffing and Mulch, equivalente a 405 t por año, Grass 926 t, Malla 20 - 30 1,794 t y Malla 30 -60 1,215 t, para un total de: 4,340 t., que representa el 30.39% del 70% de la capacidad de producción, equivalente a 14,280 t; la maquinaria cuenta con una tecnología de punta, ya que tiene integrado el proceso de extracción de acero por medio de electroimanes; siendo esta tecnología, la primera en su categoría, instalada en la región; logrando que la empresa sea una de las pocas que la posee, a nivel mundial.

La cantidad máxima de producción, proyectada a futuro, es del 70% (14,280 toneladas), con una capacidad ociosa del 30% (20,400 t), recomendada por especialistas; dado que la maquinaria de planta debe operar acorde con un límite aceptable, para asegurar la comercialización de todo el producto fabricado, con el mínimo de excedentes.

Los Cuadros 15.1 y 15.2 contienen, respectivamente, información sobre 20 clientes potenciales, dispuestos a comprar granos de hule; de acuerdo con su actividad comercial. Se presenta, entonces, una cantidad estimada de demanda anual en toneladas, según requerimientos, para cada uno de los cuatro productos que se elaborarán en la planta.

El Cuadro 16, presenta el total de la estimación de la demanda, equivalente a 4,340 t en total.

**Cuadro 15.1** Clientes potenciales de granos de hule en Bogotá, Colombia.

N°	Empresa	Sector	B <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	20-30 <sup>3</sup>	30-60 <sup>4</sup>
1	3M Colombia s.a.	Tapetes	73	0	277	0
2	ABC Portaplast	Pisos	95	0	294	0
3	Productos de Mangueras y Cauchos	Varios	0	0	264	174
4	American Rubber de Colombia Ltda.	Varios	31	0	85	0
5	Boggys y Cauchos Cóndor Ltda.	Varios	0	0	64	0
6	Cauchos Akron	Varios	0	0	0	0
7	Cauchos Madec	Varios	0	0	94	0
8	Duratex	Tapetes	51	0	0	0
9	Empaques y Cauchos	Varios	0	0	0	275
10	Encaucho	Calzado	0	0	45	0
11	Eterna s.a.	Varios	0	0	58	0
12	Fabrimangueras y Cauchos Ltda. (S.C. cauchos y mangueras)	Varios	0	0	0	86
13	Industrial de Cauchos Hernol Ltda.	Varios	0	0	190	0
14	Pisos Alfa	Tapetes	50	0	85	0
15	Producauchos de Colombia	Varios	0	0	60	83
16	Rubber hose de Colombia Ltda.	Varios	2	0	0	58
17	Rubbertec y Cía. Ltda.	Varios	0	0	0	174
18	S y G Suelas de Caucho Suca Ltda.	Varios	0	0	58	0
19	Soinca Ltda.	Pisos	0	0	0	0
20	Solimax soluciones de caucho	Varios	0	0	0	22
<b>Total de toneladas</b>			<b>302</b>	<b>0</b>	<b>1574</b>	<b>872</b>

<sup>1</sup>B = Buffing and Mulch, <sup>2</sup>G = Grass, <sup>3</sup>20 - 30 = Malla 20 - 30, <sup>4</sup>30 - 60 = Malla 30 - 60

**Cuadro 15.2** Clientes potenciales de granos de hule en Bogotá, Colombia.

Nº	Empresa	Sector	B <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	20-30 <sup>3</sup>	30-60 <sup>4</sup>
21	Suelas MS	Calzado y suelas	0	0	74	74
22	Tapetes Publicitarios Da Vinci	Tapetes	0	0	0	86
23	Tapisol s.a.	Tapetes	15	0	0	65
24	Tecnolatem	Guantes	0	0	105	0
25	Tikal Internacional S.A.	Varios	0	0	0	70
26	Twa ingeniería de Cauchos Ltda.	Varios	33	0	0	48
27	Art Ltda.	Gramas Sintética	0	138	41	0
28	Coltapetes Publicitarios	Gramas y Tapetes	0	68	0	0
29	Duratem	Gramas Sintética	12	36	0	0
30	Football 5 Colombia Ltda.	Gramas Sintética	0	75	0	0
31	Tapigrass	Gramas Sintética	0	50	0	0
32	Tapisol s.a.	Gramas Sintética	0	150	0	0
33	Campos de Fútbol la Conejera	Canchas	0	84	0	0
34	Campos de Fútbol Puente Grande	Canchas	0	77	0	0
35	Cancha el Monumental	Canchas	0	56	0	0
36	Canchas de Fútbol Estadio 80	Canchas	0	34	0	0
37	Fútbol - In	Canchas	0	120	0	0
38	Alforex Ltda.	Gramas Sintética	0	38	0	0
39	Tapisol	Tapetes	17	0	0	0
40	Pesebreras los Andes	Suelo	26	0	0	0
<b>Total de toneladas</b>			<b>103</b>	<b>926</b>	<b>220</b>	<b>343</b>

**Cuadro 16.** Estimación de la demanda anual

Totales	B <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	20-30 <sup>3</sup>	30-60 <sup>4</sup>
Total de toneladas cuadro # 1	302	0	1,574	872
Total de toneladas cuadro # 2	103	926	220	343
<b>Demanda total:</b>	<b>405</b>	<b>926</b>	<b>1,794</b>	<b>1,215</b>

<sup>1</sup>B = Buffing and Mulch, <sup>2</sup>G = Grass, <sup>3</sup>20 - 30 = Malla 20 - 30, <sup>4</sup>30 - 60 = Malla 30 - 60

## 4.2 ESTUDIO FINANCIERO

### 4.2.1 Inversiones del proyecto

Cuadro 17. Inversiones en maquinaria y equipos, expresado en pesos colombianos (COP) a una tasa de cambio de 2,330 COP/US\$.

Inversiones	Costo unitario (COP)	Cantidad de unidades	Total (COP)
<b>Maquinaria de Planta</b>			
Roedora	266,976,900	1	266,976,900
Desgarradora	40,000,000	1	40,000,000
Banda Transportadora	284,376,900	1	284,376,900
Trituradora Alfa (15 cm)	851,976,900	1	851,976,900
Trituradora Beta (5 cm)	107,376,900	1	107,376,900
Trituradora Gamma (1cm)	92,676,900	1	92,676,900
Electroimanes	89,992,300	3	269,976,900
Extractores de fibra	103,488,450	2	206,976,900
Granuladora	242,976,900	1	242,976,900
Pulverizadoras	89,208,450	2	178,416,900
Clasificadora granulométrica	307,017,900	1	307,017,900
Equipo de pesado y empaque	18,000,000	1	18,000,000
Montacargas	41,440,000	1	40,629,046
Planta Eléc. 440 V 750 Kw/h	180,000,000	1	180,000,000
<b>Varios</b>			
Gastos de Imp. de Equipo	196,612,500	---	196,612,500
Planta Generadora e			
Instalaciones Eléctricas	160,000,000	---	160,000,000
Adecuaciones de Oficina	15,000,000	---	15,000,000
<b>Transporte</b>			
Camión de entregas	38,000,000	1	38,000,000
<b>Mobiliario</b>			
Comedor para empleados	230,000	1	230,000
Escritorios	302,550	3	907,650
Microondas	242,040	1	242,040
Sillas	151,275	3	453,825
<b>Equipo de Oficina</b>			
Computadoras	1,409,883	3	4,229,649
Fotocopiadora/Impresora	427,604	1	427,604
Teléfonos	90,765	2	181,530
Equipos varios	87,988	---	87,999
<b>Total de Inversión</b>	---	---	<b>3,503,751,843</b>

La depreciación de la maquinaria de planta, vehículo de transporte, mobiliario y equipos de oficina están disponibles en el Anexo 3.

#### 4.2.2 Costos de operación fijos y variables

**Cuadro 18.** Costos Fijos de operación expresado en pesos colombianos (COP) a una tasa de cambio de 2,330 COP/US\$.

Costos	Costos Mensuales (COP)	Costos Anuales (COP)
Arriendo de bodega	21,000,000	252,000,000
Combustible	1,350,000	16,200,000
Depreciación de los activos	23,826,747.3	285,920,967.6
Costos legales e imprevistos <sup>2</sup>	2,681,758.33	32,181,100
Mantenimiento y cuchillas	6,791,666	81,500,000
Nómina laboral <sup>1</sup>	22,724,592	272,695,103
Papelería, aseo y gastos varios	1,000,000	12,000,000
Póliza de seguro sobre activos	2,090,690	25,088,279
Servicios públicos <sup>1</sup>	31,166,000	373,992,000
Vigilancia	1,350,000	16,200,000
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>113,981,453.6</b>	<b>1,367,777,450</b>

<sup>1</sup>Las especificaciones sobre la nómina laboral, el cálculo de prestaciones anuales y el pago de servicios públicos están detallados en el Anexo 4 y Anexo 5.

<sup>2</sup>La Planta Mundo Limpio S.A. tiene como procedimiento asignar un porcentaje de los ingresos mensuales a gastos por imprevistos que están relacionados con la operatividad de la compañía.

**Cuadro 19.** Costos de operación variables expresado en pesos colombianos (COP) a una tasa de cambio de 2,330 COP/US\$.

Costos	Total Mensual (COP)	Total Anual (COP)
Llantas de desecho	0.00	0.00
Material de Empaque <sup>1</sup>	2,800,000.00	33,600,000.00
<b>Total Costos Variables</b>	<b>2,800,000.00</b>	<b>33,600,000.00</b>

<sup>1</sup>El material de empaque está constituido por bolsas de 50 kg., en las cuales se traslada el producto terminado, del área de producción a bodegas, para su posterior comercialización. Se presentó un estimado mensual acorde con la cantidad producida.

El Cuadro 20, contiene la distribución de los costos totales mensuales, fijos y variables, para cada producto, de acuerdo con el porcentaje de productos terminados por llanta.

Cuadro 20. Distribución por producto de los costos de operación fijos y variables expresado en pesos colombianos (COP) a una tasa de cambio de 2,330 COP/US\$.

Producto	%	CFM (COP)	CVM (COP)
Buffing and Mulch	0.07	7,978,701.754	196,000.00
Polvo de Caucho 0.01 – 0.4 mm	0.16	18,237,032.58	448,000.00
Granos de Caucho 0.4 – 0.8 mm	0.31	35,334,250.63	868,000.00
Granos de Caucho 0.8 -2.5 mm	0.21	23,936,105.26	588,000.00
Fibra	0.05	5,699,072.68	140,000.00
Acero	0.2	22,796,290.73	560,000.00
<b>Total de Costos</b>		<b>113,981,453.6</b>	<b>2,800,000.00</b>

#### 4.2.3 Periodo de desfase y capital de trabajo

Mediante el método de desfase (Cuadro 21), se calculó el capital de trabajo, para un periodo de dos meses; obteniéndose una cobertura de los egresos, por pago de costos de operación. El cálculo del capital de trabajo (Cuadro 22), se realizó tomando en cuenta los primeros 35 días ejecución del proyecto, dado que la compañía otorga crédito a los clientes, en plazos de 30 días; por seguridad, se calculó dicho capital de trabajo, para un periodo de 35 días.

Cuadro 21. Periodo de desfase

Actividades	Día
Pedido de materia prima y material de empaque	0
Recibo de materia prima y material de empaque	3
Inicio de Producción	4
Inicio de Ventas	5
Crédito a los clientes	(30días)
<b>Total de días de desfase</b>	<b>35</b>

Cuadro 22. Capital de Trabajo expresado en pesos colombianos (COP) a una tasa de cambio de 2,330 COP/US\$.

Costos	Total Mensual (COP)	Desfase en Días	Total Anual (COP)	Capital de Trabajo (COP)
CFT <sup>1</sup>	113,981,453.63	35	1,367,777,444	(1,401,377,444*
CVT <sup>2</sup>	2,800,000.00	35	33,600,000.00	35d) / 365 d
<b>Costos Totales</b>	<b>116,781,453.63</b>	<b>35</b>	<b>1,401,377,444</b>	<b>134,378,659</b>

#### 4.2.4 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio de la producción es 40,997 unidades mensuales y 491,964 unidades anuales expresado en pesos colombianos (COP) a una tasa de cambio de 2,330 COP/US\$.

Cuadro 23. Punto de equilibrio mensual.

Productos	Participación. (%)	PV t (COP)	CV Unit. (COP)	MC Unit. (COP)	MC Pond. (COP)	PE Unit.	PE Rend.
Buffing and Mulch	7%	1,200,000.00	5,807.41	1194,192.59	83,593.48	9.7783	10
GN Grass	16%	1,000,000.00	5,805.36	994,194.64	159,071.14	22.3504	23
Malla 20 - 30	31%	900,000.00	5,806.02	894,193.98	277,200.13	43.3039	43
Malla 30 - 60	21%	850,000.00	5,807.41	844,192.59	177,280.44	29.3349	29
Fibra	5%	0	0	0.00	0.00	6.9845	7
Acero	20%	600,000.00	5,806.72	594,193.28	118,838.66	27.938	28
<b>Totales</b>	<b>100%</b>	-----	-----	-----	<b>815,983.86</b>	<b>139.69</b>	<b>140</b>

Costos fijos totales mensuales: COP 113,981,453.63  
Punto de equilibrio global mensual: 139.69 unidades  
Punto de equilibrio global anual: COP 1,676.28

#### 4.2.5 Impuesto sobre la renta y costo de capital

El impuesto sobre la renta incide, en forma específica, sobre el ingreso de las sociedades mercantiles. De acuerdo con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público de la República de Colombia, la tasa del impuesto sobre la renta es del 35%.

El costo de capital que se empleó en el estudio financiero, se desarrolló basado en los Bonos del Estado de Colombia; específicamente el bono Colom 1/13 (Cupón 10.75%), del mercado secundario de deuda pública, administrado por el Banco de Colombia del Grupo Bancolombia, más un premio por riesgo del 15% establecido por la Planta Mundo Limpio S.A., para sus inversiones; sumando un total de 25.75% anual.

## 4.2.6 Flujo de caja sin deuda en COP

Cuadro 24. Flujo de caja sin deuda en COP

<b>Producción anual</b>	<b>5,786 t</b>					
<b>Ingreso anual</b>	<b>4,059,350,000</b>					
<b>Impuesto sobre la renta</b>	<b>35%</b>					
<b>Costo de capital</b>	<b>25.75%</b>					
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Inversión	-3,503,751,843					
Capital de trabajo	-134,378,659					
Ingresos		4,059,350,000	4,059,350,000	4,059,350,000	4,059,350,000	4,059,350,000
Costos variables totales		33,600,000	33,600,000	33,600,000	33,600,000	33,600,000
Utilidad bruta		4,025,750,000	4,025,750,000	4,025,750,000	4,025,750,000	4,025,750,000
Arriendo de bodega		252,000,000	252,000,000	252,000,000	252,000,000	252,000,000
Combustible		16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000
Depreciación de los activos		285,920,967.6	285,920,967.6	285,920,967.6	285,920,967.6	285,920,967.6
Costos legales e imprevistos		32,181,100	32,181,100	32,181,100	32,181,100	32,181,100
Mantenimiento y cuchillas		81,500,000	81,500,000	81,500,000	81,500,000	81,500,000
Nómina laboral		272,695,103	272,695,103	272,695,103	272,695,103	272,695,103
Papelería, aseo y gastos varios		12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
Póliza de seguro sobre activos		25,088,279	25,088,279	25,088,279	25,088,279	25,088,279
Servicios públicos		373,992,000	373,992,000	373,992,000	373,992,000	373,992,000
Vigilancia		16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000
UNAH		2,657,972,550.40	2,657,972,550.4	2,657,972,550.4	2,657,972,550.4	2,657,972,550.4
Impuesto sobre la renta		930,290,392.64	930,290,392.64	930,290,392.64	930,290,392.64	930,290,392.64
Utilidad neta		1,727,682,157.76	1,727,682,157.76	1,727,682,157.76	1,727,682,157.76	1,727,682,157.76
Depreciación de los activos (+)		285,920,967.60	285,920,967.60	285,920,967.60	285,920,967.60	285,920,967.60
Capital de trabajo						
Flujo neto de efectivo	-3,638,130,502.00	2,013,603,125.36	2,013,603,125.36	2,013,603,125.36	2,013,603,125.36	2,013,603,125.36
<b>VAN</b>	<b>1,694,796,895.95</b>	<b>R_B/C</b>	<b>1.47</b>	<b>PRI Descontado</b>	<b>2.75 año</b>	
<b>TIR</b>	<b>47%</b>	<b>PRI</b>	<b>1.8 año</b>			

## 4.2.7 Flujo de caja con deuda en COP

Cuadro 25. Flujo de caja con deuda en COP

Producción anual	5786	Detalle de inversión total y préstamo				
		Inversión:	3,503,751,843	Total Egresos	3,638,130,502	
Ingreso anual	4,059,350,000	Capital de trabajo:	134,378,659	Accionis. (40%)	1,455,252,201	
Impuesto sobre la renta	35%			Préstamo (60%)	2,182,878,301	
Costo de capital	25.75%					
Año	0	1	2	3	4	5
Inversión en maquinaria y equipos	-3,503,751,843					
Capital de trabajo	-134,378,659					
Préstamo	2,182,878,301					
Ingresos		4,059,350,000	4,059,350,000	4,059,350,000	405,935,000	4,059,350,000
Costos variables totales		33,600,000	33,600,000	33,600,000	33,600,000	33,600,000
Utilidad bruta		4,025,750,000	4,025,750,000	4,025,750,000	4,025,750,000	4,025,750,000
Arriendo de bodega		252,000,000	252,000,000	252,000,000	252,000,000	252,000,000
Combustible		16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000
Depreciación de los activos		285,920,968	285,920,968	285,920,968	285,920,968	285,920,968
Costos legales e imprevistos		32,181,100	32,181,100	32,181,100	32,181,100	32,181,100
Mantenimiento y cuchillas		81,500,000	81,500,000	81,500,000	81,500,000	81,500,000
Nómina laboral		272,695,103	272,695,103	272,695,103	272,695,103	272,695,103
Papelería, aseo y gastos varios		12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
Póliza de seguro sobre activos		25,088,279	25,088,279	25,088,279	25,088,279	25,088,279
Servicios públicos		373,992,000	373,992,000	373,992,000	373,992,000	373,992,000
Vigilancia		16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000	16,200,000
Gastos financieros		371,089,311	209,556,317	157,167,238	104,778,158	52,389,079
UNAI		2,286,883,239	2,448,416,233	2,500,805,313	2,553,194,392	2,605,583,471
Impuesto sobre la renta		800,409,134	856,945,682	875,281,859	893,618,037	911,954,215
Utilidad neta		1,486,474,105	1,591,470,552	1,625,523,453	1,659,576,355	1,693,629,256
Amortización del préstamo		436,575,660	436,575,660	436,575,660	436,575,660	436,575,660
Depreciación de activos (+)		285,920,968	285,920,968	285,920,968	285,920,968	285,920,968
Capital de trabajo						134,378,659
Flujo neto de efectivo	-1,455,252,200.80	1,335,819,413	1,440,815,859	1,474,868,761	1,508,921,662	1,677,353,223
<b>VAN</b>	<b>2,396,766,642.52</b>	<b>R-C/B</b>	<b>2.65</b>	<b>PRI Descotado</b>	<b>1.43 años</b>	
<b>TIR</b>	<b>93%</b>	<b>PRI</b>	<b>1.08 años</b>			

Cuadro 26. Cálculo de la amortización e intereses del préstamo

Valor del préstamo: COP 2,182,878,301.2 con una tasa de interés del 17%					
Años	1	2	3	4	5
Saldo	2182878,301.20	1746302,640.96	1309726,980.72	873151,320.48	436575,660.24
Interés	371089,311.20	209556,316.92	157167,237.69	104778,158.46	52389,079.23
Amortización	436575,660.24	436575,660.24	436575,660.24	436575,660.24	436575,660.24

#### 4.2.8 Indicadores VAN, TIR, RCB y PRI, en el flujo de caja sin deuda

**4.2.8.1 Valor actual neto.** El VAN, presentó un valor positivo de COP 1,694,796,895.95, con una tasa de descuento del costo del capital promedio ponderado, igual a 25.75%, lo que indica que el negocio es rentable.

**4.2.8.2 Tasa interna de retorno.** La TIR presentó un valor positivo del 47%, mayor en un 21.25% que la tasa del costo de capital, equivalente al 25.75%, que fue utilizada como costo de oportunidad para descontar el proyecto.

**4.2.8.3 Relación costo beneficio.** La relación costo beneficio, es una comparación entre los ingresos y los egresos del proyecto; en este caso, equivale a 1.47; indicando que, por cada COP 1000 invertidos, se recuperan 470 pesos colombianos.

**4.2.8.4 Periodo de recuperación de la inversión.** El PRI es de 1.8 años y, con el método del PRI descontado, es de 2.75 años.

#### 4.2.9 Indicadores VAN, TIR, RCB y PRI, en el flujo de caja con deuda

Se solicitó un préstamo comercial al Grupo Bancolombia, cuya tasa de interés, a un plazo de 5 años para un préstamo con valor de COP 2,182,878,301.2, es del 17% anual, pagado en cuotas iguales sobre el saldo del préstamo. El monto del crédito se estimó en un 60% del total de los egresos, que incluye las inversiones del proyecto y el capital de trabajo, necesarios para el inicio de las operaciones. La amortización anual calculada, equivale a COP 436,575,660.24, más intereses.

**4.2.9.1 Valor actual neto.** El VAN presentó un valor positivo de COP 2,396,766,642.52, con una tasa de descuento del costo del capital promedio ponderado, igual a 25.75%; superando en un 41% al VAN sin financiamiento, debido a que el préstamo prevé un escudo fiscal, por operar con deuda.

**4.2.9.2 Tasa interna de retorno.** La TIR del proyecto con deuda, tiene un valor de 93%, que es mayor que la TIR del flujo sin financiamiento en un 46%, debido a que la inversión total se reduce por el capital que se obtiene del préstamo.

**4.2.9.3 Relación costo beneficio.** La relación costo beneficio tiene un valor de 2.65, indicando que, por cada COP 1000 invertidos, se recuperan 1,650 pesos colombianos; cuando se solicita financiamiento, para cubrir parte de la inversión total.

**4.2.9.4 Periodo de recuperación de la inversión.** El PRI, con financiamiento, es de 1.08 años (1 año y 29 días), y con el método del PRI descontado, es de 1.43 años (1 año y 5 meses y 7 días).

#### 4.2.10 Análisis de Rentabilidad

Se evaluaron las cinco líneas que generan ingreso a la planta; las principales son las cuatro de granos de hule. En éstas se enfoca la captación de utilidades, y el acero como subproducto del proceso; el cual no genera una ganancia considerable, pero cubre los costos de operación e inversión que, porcentualmente, se le asignaron al momento de la distribución.

A través del cálculo de los ingresos brutos mensuales, costos fijos y variables mensuales e inversión, distribuida de acuerdo con el porcentaje de producción que ocupa cada producto en la planta, se desarrollaron los análisis de rentabilidad por producto; los cuales están detallados en el Anexo 6. El Cuadro 27, muestra un resumen de la rentabilidad por producto, expresada en porcentaje.

Cuadro 27 Análisis de rentabilidad por línea de producto.

Producto	Rentabilidad (%)
Buffing and Mulch	13.18
GN Grass	10.43
Malla 20 - 30	9.05
Malla 30 - 60	8.36
Acero	4.92

#### 4.2.11 Análisis de sensibilidad

		Ingresos								
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
<b>Costos Variables</b>	<b>20</b>	615,088,466	964,495,508	1,313,902,550	1,663,309,592	2,012,716,635	2,362,123,677	2,711,530,719	3,060,937,761	3,410,344,803
	<b>15</b>	711,100,968	1,060,508,010	1,409,915,052	1,759,322,094	2,108,729,137	2,458,136,179	2,807,543,221	3,156,950,263	3,506,357,305
	<b>10</b>	807,113,470	1,156,520,512	1,505,927,554	1,855,334,596	2,204,741,639	2,554,148,681	2,903,555,723	3,252,962,765	3,602,369,807
	<b>5</b>	903,125,972	1,252,533,014	1,601,940,056	1,951,347,098	2,300,754,141	2,650,161,183	2,999,568,225	3,348,975,267	3,698,382,309
	<b>0</b>	999,138,474	1,348,545,516	1,697,952,558	2,047,359,600	2,396,766,643	2,746,173,685	3,095,580,727	3,444,987,769	3,794,394,811
	<b>-5</b>	1,095,150,976	1,444,558,018	1,793,965,060	2,143,372,102	2,492,779,145	2,842,186,187	3,191,593,229	3,541,000,271	3,890,407,313
	<b>-10</b>	1,191,163,478	1,540,570,520	1,889,977,562	2,239,384,604	2,588,791,647	2,938,198,689	3,287,605,731	3,637,012,773	3,986,419,815
	<b>-15</b>	1,287,175,980	1,636,583,022	1,985,990,064	2,335,397,106	2,684,804,149	3,034,211,191	3,383,618,233	3,733,025,275	4,082,432,317
	<b>-20</b>	1,383,188,482	1,732,595,524	2,082,002,566	2,431,409,608	2,780,816,651	3,130,223,693	3,479,630,735	3,829,037,777	4,178,444,819

### 4.3 ESTUDIO LEGAL

La forma jurídica que se adoptará será: "Sociedad Anónima", con un capital fundacional dividido en acciones. La denominación será "Planta Ambiental Mundo Limpio Bogotá" seguida de las palabras "Sociedad Anónima" abreviadas, respectivamente, como "S. A."

#### 4.3.1 Verificar el nombre o razón social

- En el puesto de información de la Cámara de Comercio de Bogotá, se solicita un volante para la consulta de nombres.
- Se diligencia el formulario con los nombres a consultar y la actividad a la que se dedica.
- Se presenta el formulario diligenciado en las ventanillas de la Cámara de Comercio y, el empleado encargado, indicará cuándo reclamarlo, con el fin de saber si puede usar dicho nombre o no, debido a que ya existe alguno similar.

#### 4.3.2 Elaborar la minuta de solicitud para establecer una empresa

Una vez aprobado el nombre de la empresa, se elabora la minuta, con el siguiente contenido básico:

- Datos de los socios constituyentes: nombres completos, números de identificación (cédulas), nacionalidad, estado civil y domicilio.
- Clase o tipo de sociedad que se constituye y el nombre de la misma.
- Domicilio de la sociedad y de las sucursales que se establezcan.
- Negocio de la sociedad (objeto social), enunciando en forma clara y completa las actividades principales.
- Capital social pagado por cada socio. En caso de ser una sociedad por acciones se deberá expresar el capital suscrito y pagado; la forma como se cancelarán las cuotas y el valor nominal de las acciones representativas del capital.
- Se debe expresar cómo se administrará la sociedad, las facultades de los administradores, las asambleas y juntas de los socios, según lo establecido legalmente para cada tipo de sociedad; los días y la forma de convocar y constituir la asamblea o Junta de Socios, ya sea de manera ordinaria o extraordinaria, y la forma como se tomarán decisiones, en un determinado asunto.
- Establecer las fechas en que se deben hacer los balances generales y cómo se distribuirán las utilidades, así como también la reserva legal.
- Determinar la duración de la empresa y sus causales para disolverla y, la forma de liquidarla.
- Elegir el Representante Legal de la sociedad, con su domicilio, sus facultades y obligaciones.

### 4.3.3 Modelo de minuta para la Planta Ambiental Mundo Limpio Bogotá

En la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, República de Colombia, a primero de enero de dos mil diez, las personas naturales Apolinar Zabala y Mauricio Sierra Mejía, mayores de edad, con domicilio en la ciudad de Medellín, identificados con las cédulas de ciudadanía números 1.503.389.439 y 1.034.572.809, respectivamente, y la persona jurídica Mundo Limpio S.A. Medellín, poseedora de Derecho Privado, con número de identificación tributaria B5467867, obrando en nombre propio, manifestaron que constituirán una Sociedad Anónima de responsabilidad limitada, la cual se regirá por las normas establecidas en el Código de Comercio y, en especial, por los siguientes Estatutos:

**Artículo 1:** La sociedad se denominará “Planta Ambiental Mundo Limpio Bogotá SA: de R.L.”

**Artículo 2:** El domicilio principal será en la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, República de Colombia; sin embargo, la sociedad puede establecer sucursales en otras ciudades del país, como en el exterior.

**Artículo 3:** La compañía tiene por objeto social: trituración de llantas, con el fin de producir granos de hule, para ser usados en distintos sectores del comercio y la industria. En el desarrollo y cumplimiento de tal objeto, puede hacer, en su propio nombre o por cuenta de terceros o con participación de ellos, toda clase de operaciones comerciales, sobre bienes muebles o inmuebles y construir cualquier clase de gravamen, celebrar contratos con personas naturales o jurídicas, efectuar operaciones de préstamos, cambio, descuento, cuentas corrientes, dar o recibir garantías y endosar, adquirir y negociar títulos valores.

**Artículo 4:** Duración de la sociedad: se fija en 5 años, contados desde la fecha de otorgamiento de la Escritura. La Junta de Socios podrá, mediante reforma, prolongar dicho término o disolver extraordinariamente la sociedad, antes de que dicho término expire.

**Artículo 5:** El capital de la sociedad suma COP 3,638,130,502.

**Artículo 6:** El capital social se divide en 1,819,065 Acciones, con un valor nominal de un COP 2,200. Se encuentran pagadas en su totalidad de la siguiente forma: el socio Mundo Limpio S.A. Medellín suscribe el setenta por ciento (70%), pagado en efectivo, con un valor de COP 2,546,691,351.40. El socio Apolinar Zabala, suscribe el veinte por ciento (20%), pagado en efectivo, con un valor de COP 727,626,100.40. El socio Mauricio Sierra Mejía, suscribe el diez por ciento (10%), pagado en efectivo, con un valor de COP 363,813,050.20, pagando los aportes íntegramente a la sociedad.

**Artículo 7:** La responsabilidad de cada uno de los socios se limita al monto de sus aportes.

**Artículo 8:** El capital de los socios puede ser aumentando por nuevos aportes de los socios, por la admisión de nuevos socios o por la acumulación que hicieron de utilidades, por determinación, de común acuerdo entre los socios.

**Artículo 9:** Las Acciones correspondientes al capital social de cada uno de los socios, no están representadas por títulos, ni son negociables en el mercado, pero sí pueden cederse. La cesión implicará una reforma estatutaria y la correspondiente Escritura, será otorgada por el Representante Legal, el cedente y el cesionario.

**Artículo 10:** La administración de la sociedad corresponde, por derecho, a los socios; pero éstos convienen en delegarla en un Gerente, con facultades para representar la sociedad. Esta delegación no impide que la administración y representación de la sociedad, así como el uso de la razón social, se someta al Gerente, cuando los Estatutos así lo exijan; según la voluntad de los socios. Requiere, para su validez, el consentimiento de todos los socios y la ejecución o ejercicio de los siguientes actos o funciones: disponer de una parte de las utilidades líquidas con destino al ensanchamiento de la empresa o de cualquier otro objeto, distinto de la distribución de utilidades.

**Artículo 11:** La Junta de Socios se reunirá ordinariamente una vez por año, el primer día hábil de marzo, a las 10:00 de la mañana, en las oficinas del domicilio de la compañía.

**Artículo 12:** En todas las reuniones de la Junta de Socios, cada socio tendrá tantos votos como cuotas tenga en la compañía. Las decisiones se tomarán por número plural de socios, que represente la mayoría absoluta de las cuotas en que se halla dividido el capital de la sociedad, salvo que, de acuerdo con estos Estatutos, se requiera unanimidad.

**Artículo 13:** La Sociedad tendrá un Director y un Administrador, que la reemplazará en sus faltas absolutas o temporales. Ambos, elegidos por la Junta de Socios, para períodos de un año; pero podrán ser reelegidos indefinidamente y removidos a voluntad de los socios en cualquier tiempo. Le corresponde al Director, en forma especial, la administración y representación de la sociedad, así como el uso de la razón social, con las limitaciones contempladas en estos Estatutos.

**Artículo 14:** Los inventarios y balances se harán mensualmente; cada año el 31 de diciembre, cortándose las cuentas y reprogramándose un nuevo inventario para la Junta de Socios.

**Artículo 15:** Aprobado el balance y demás documentos, de las utilidades líquidas que resulten, se destinará un 60% de reserva legal.

**Artículo 16:** La Sociedad se disolverá por: 1. La expiración del plazo señalado para su duración. 2. La pérdida de un 50% del capital aportado. 3. Por acuerdo unánime de los socios. 4. Cuando el número de socios exceda de veinticinco. 5. Por las demás causales señaladas en la Ley colombiana.

**Artículo 17:** Disuelta la Sociedad, se procederá a su liquidación, por parte del Gerente, salvo que la Junta de Socios resuelva designar uno o más liquidadores, con sus respectivos Suplentes; cuyos nombramientos deberán registrarse en la Cámara de Comercio del domicilio de la sociedad.

#### **4.3.4 Trámites en la Notaría de la Alcaldía de la Ciudad de Santa Fe de Bogotá**

En la Notaría, se transcribirá la Minuta, conformando así la Escritura Pública, firmada por el Notario, con los sellos respectivos y, adicionalmente, por los socios naturales, con el número de la cédula y sus huellas digitales y, el socio jurídico, por medio del Apoderado legalmente constituido.

#### **4.3.5 Pago del Impuesto de Registro sobre la Escritura**

Se realizará el pago del Impuesto de Registro sobre la Escritura de Constitución en la Oficina de Rentas Departamentales de la Alcaldía de la ciudad de Bogotá.

#### **4.3.6 Adquisición del formulario de Matrícula Mercantil**

En la Cámara de Comercio e Industria de Bogotá, se solicitará el formulario de Matrícula Mercantil, para “Sociedades Comerciales”, y posteriormente, se presenta en la ventanilla correspondiente, con la siguiente información:

- Formulario de Matrícula Mercantil diligenciando, junto con el volante de “consulta de nombres”, aprobado.
- Dos copias autenticadas de la Escritura Pública de Constitución de la Sociedad, en la cual debe aparecer el nombramiento del Representante Legal. En caso de ser empresa unipersonal, en documento privado, sino se constituyó por Escritura Pública.
- Recibo de pago del Impuesto de Registro expedido por Rentas Departamentales.
- Carta de cada una de las personas nombradas, como: Representantes Legales, Junta Directiva y Revisor Fiscal, cuando sea del caso.
- Documento de identificación del Representante Legal.
- Permiso de funcionamiento de la Sociedad, en caso de hallarse sujeta a vigilancia estatal.
- Solicitud, en la taquilla de la cámara de comercio la cotización del valor de la liquidación de los derechos de matrícula.
- Cancelación de los derechos de matrícula y recepción, del recibo de cancelación, con el cual se podrá reclamar el certificado de Matrícula, así como las copias de los formularios, las Escrituras y las cartas de aceptación.
- Obtener una copia del Certificado de Existencia y Representación Legal de la Sociedad.

- Solicitud del Certificado de Existencia y Representación a la Cámara de Comercio e Industrias de Bogotá, con el propósito de acreditar su matrícula en el Registro Mercantil.

#### 4.3.7 Registro de libros de comercio en la Cámara de Comercio

Compuesto por los libros de contabilidad, libros de actas, libros de registro de aportes, comprobantes de las cuentas, los soportes de contabilidad y la correspondencia relacionada con sus operaciones. Una vez matriculada la sociedad o empresa, se deberá solicitar el registro de los libros de comercio, con carta dirigida a la Cámara de Comercio y diligenciado el formulario de solicitud respectivo. Los pasos a seguir para el registro de los libros en la Cámara de Comercio, son:

1. Llevar el formato, la carta y los libros a cualquier taquilla de la Cámara de Comercio.
2. Pagar los derechos de inscripción de los libros y, después de efectuada la cancelación, se recibirá la orden de pago con la cual se podrán reclamar los libros registrados, en la fecha indicada.
3. Se verifica que la primera página de cada libro registrado esté sellada por la Cámara de Comercio y rubricadas todas las demás.

Los libros que deben ser registrados en la Cámara de Comercio e Industrias de Bogotá, son los siguientes:

- Libro Auxiliar: se lleva para registrar detalladamente, en orden cronológico, las cuentas principales; totalizando débitos, créditos y saldo, que al final de cada período pasa al Libro Diario y al Libro Mayor; este libro no requiere ser registrado en la Cámara de Comercio.
- Libro de Caja Diario: En este libro se pasan las operaciones contables, en orden cronológico, en forma individual o por resúmenes, que no excedan de un mes.
- Libro Mayor: En este libro se pasan las operaciones por cuentas, utilizando el sistema de partida doble; permitiendo establecer el resumen mensual de todas las operaciones para cada cuenta.
- Libro de Inventario y Balance: se debe hacer un inventario y un balance general al iniciar actividades y, por lo menos una vez cada año, para conocer en forma clara y completa la situación del Patrimonio.
- Libro de Accionistas: En él se describen las Acciones, anotando el título, el número y la fecha de inscripción, al igual que los cambios de propietario.

- Libro de Actas: los libros de Actas pueden ser de dos clases: libros de Actas de Asamblea de Socios, donde se anotará, en orden cronológico, las actas de las reuniones; las cuales deberán ser firmadas por el Secretario y Presidente de la reunión. La primera hoja de cada libro, debe estar rotulada a lapicero, en la parte superior, con el nombre de la Sociedad y la destinación que se dará a cada libro; igualmente, debe numerarse consecutivamente y no tener ningún registro contable.

#### **4.3.8 Tramites en la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia)**

La DIAN, facilita los trámites de obtención del número de identificación tributaria (NIT), el cual es necesario para identificarse en el desarrollo de las actividades comerciales. Para este número de identificación, el cual es expedido en una tarjeta, se debe realizar el trámite correspondiente ante la DIAN que se encuentre en el municipio donde se está domiciliado. Los pasos a seguir, para la solicitud, son:

- Con el Certificado de Existencia y Representación, solicitado en la Cámara de Comercio, tramitar en la DIAN el formulario de RUT (Registro Único Tributario), por medio del cual se puede realizar los siguientes trámites:
  - Asignación de NIT
  - Inscripción en el Registro de Vendedores, puesto que se deben rendir cuentas del IVA (Impuesto al Valor Agregado).
- El formulario adquirido y diligenciado debe ser presentado ante la DIAN, con los siguientes documentos:
  - Formulario de RUT diligenciado, en original y dos copias.
  - Copia de la Escritura Pública de constitución.
  - Certificado de Existencia y Representación.
  - Fotocopia de la cédula del Representante Legal.

El Registro de Impuestos sobre las Ventas (IVA), se puede hacer en el momento de realizar la solicitud del NIT. Los responsables del Régimen Simplificado, no tienen obligación de declarar el IVA, los responsables del Régimen Común, deben hacerlo bimestralmente, en las fechas que indique el calendario tributario, el cual puede adquirirse directamente en la DIAN, simultáneamente con la solicitud del formulario RUT; además, se puede solicitar el formulario para que la DIAN autorice la numeración de las facturas que usarán en el negocio.

#### **4.3.9 Afiliación a la Aseguradora de Riesgos Profesionales (ARP)**

La Planta Ambiental Mundo Limpio Bogotá S.A., se afiliará a SURATEP, (Filial de la Compañía Suramericana de Seguros); los pasos a seguir son:

Llenar la solicitud de vinculación de la empresa, al Sistema General de Riesgos Profesionales, la cual es suministrada, sin ningún costo, por la ARP; dependiendo del grado y la clase de riesgo de las actividades de la empresa, ellos establecen la tarifa de riesgo, la cual es equivalente a un porcentaje total de la nómina, y debe ser asumida por el empleador; dicho valor se debe pagar cada mes. Adicionalmente, debe vincular a cada trabajador, llenando la solicitud de vinculación, al Sistema General de Riesgos Profesionales.

#### **4.3.10 Afiliación al Régimen de Seguridad Social**

Los trabajadores serán inscritos en una Entidad Promotora de Salud (EPS); ellos podrán elegir libremente a qué entidad desean vincularse (COMEVA, SUSALUD, CAFESALUD y CRUZ BLANCA, entre otras). Una vez elegida la EPS por parte del trabajador, la Planta adelantará el proceso de afiliación, tanto de la empresa como del trabajador, por medio de los formularios diligenciados, los cuales son suministrados en la EPS elegida.

El formulario de afiliación del trabajador se diligenciará en original y dos copias, el original es para la EPS, una copia para el empleador y la otra para el trabajador. EL porcentaje total de aportes a Salud, es de un 12% del salario devengado por el trabajador. El valor resultante se divide en tres partes iguales, de las cuales el trabajador debe pagar una y el empleador las dos restantes.

#### **4.3.11 Fondo de Pensiones y Cesantías**

La Planta afiliará, a todos los miembros de la empresa, al Fondo de Pensiones; los trabajadores podrán elegir cualquiera de las instituciones afiliadas a ASOFONDOS (Asociación Colombiana de Administradores de Pensiones); acto seguido, se completará la solicitud de vinculación, suministrada por el Fondo elegido. Una vez vinculado el trabajador, se debe pagar, mensualmente, el 13.5% del salario devengado por el trabajador, dicho valor se divide en cuatro y de éstas, la empresa paga tres y una el trabajador.

#### **4.3.12 Aportes Parafiscales**

Son los pagos a que está obligado a cancelar, todo empleador, sobre el valor de la nómina mensual, a través de las Cajas de Compensación Familiar para: Subsidio Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

**4.3.12.1 Afiliación de la empresa.** Para realizar la respectiva inscripción, se adquirirá un formulario en la Caja de Compensación Familiar, Seguridad Social y Protección Social “Comfenalco”, donde se recibirá, adjunto, el formulario de afiliación al ICBF y al SENA. La empresa presentará la solicitud escrita suministrada por la Caja de Compensación Familiar, donde constará el domicilio y el NIT, y a la que se le debe anexar lo siguiente:

- Fotocopia de la cédula, si es persona natural.
- Certificado de Existencia y Representación Legal, vigente.
- Relación de trabajadores, indicando para cada uno: número de cédula, nombre completo y salario actual.
- Formulario diligenciado de afiliación a la empresa.
- Formulario de afiliación del trabajador y de las personas a cargo.

**4.3.12.2 Afiliación del trabajador.** Se realizará mediante el formulario de inscripción del trabajador, debidamente diligenciado. Una vez que se esté en la Caja de Compensación Familiar elegida, se debe pagar, durante los primeros diez días del mes, el valor correspondiente al 9% del total devengado en la nómina mensual; los cuales deberán ser asumidos por el empleador. El 9% se distribuye en: 2% para el SENA, 3% para el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y 4% para la Caja de Compensación Familiar.

#### **4.4 ESTUDIO AMBIENTAL**

La Planta Ambiental Mundo Limpio Bogotá S.A., solicitará una licencia ambiental, que llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y concesiones, de carácter ambiental, necesarios para la operación de la Planta. La vigencia de estos permisos será la misma de la licencia ambiental, solicitada a través del Ministerio del Medio Ambiente, que se encarga de establecer los requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de la licencia ambiental. La planta formulará una solicitud escrita dirigida al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, competente.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo tiene, dentro de sus funciones, realizar una reunión con los responsables de la Planta para precisar el alcance del proyecto y la información contenida en el estudio de impacto ambiental, el cual debe ser entregado por la empresa, en original y copia; con destino a la autoridad ambiental con jurisdicción en la ciudad de Bogotá. La licencia ambiental se podrá modificar total o parcialmente, cuando no contemple el aprovechamiento de un recurso natural renovable, necesario para la operación de la Planta.

#### **4.3.1 Documentos que se deben anexar a la solicitud**

1. Concepto previo Diagnóstico Ambiental de Alternativas
2. Plano IGAC de localización del proyecto, obra o actividad.
3. Poder, debidamente otorgado, cuando se actúe por medio de Apoderado.

4. Certificado de Existencia y Representación Legal, para el caso de persona jurídica, el cual debe haber sido expedido dentro de los tres (3) meses anteriores a la fecha de presentación de la solicitud.
5. Descripción explicativa del proyecto, obra o actividad, que incluya por lo menos su localización, dimensión y costo estimado de inversión y operación.
6. Descripción de las características ambientales generales del área de localización del proyecto, obra o actividad.
7. Información sobre la presencia de comunidades localizadas en el área de influencia directa del proyecto, obra o actividad propuesta.
8. Certificado del Ministerio del Interior y Justicia donde manifiesta la presencia o no, de comunidades indígenas y/o negras.
9. Autoliquidación y dos (2) copias de la constancia de pago por los servicios de la evaluación de los Estudios Ambientales del proyecto, para las solicitudes radicadas ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
10. El estudio de impacto ambiental, en original y medio magnético.

Cuadro 28. Matriz de Análisis de Impacto Ambiental

Actividad	Impacto Directo	Impacto Indirecto	Medidas de Control Ambiental (Mitigación, Prevención y Compensación)	Costos
Contratación de persona	Generación de empleo e ingresos para 12 familias.	Promoción del desarrollo en la comunidad.	---	---
Receptor	---	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No ingresar camiones sin retrovisores.</li> <li>• Todo camión debe de tener alarma de retroceso.</li> <li>• Los operarios debe de estar a un costado cuando el camión este de retroceso.</li> <li>• Los operarios no deben cargar más de dos llantas.</li> </ul>	---
Almacenaje	Accidente por derrumbe de llantas.	---	Parámetro máximo de altura: 5 m	---

Incendio	Grandes pérdidas a la empresa, expansión del incendio a otras empresas.	Contaminación ambiental y aumento en el calentamiento global.	Extintores en lugares estratégicos y un sistema de aspersión con alarma para en cualquier sospecha.	1,300 USD
Lavado	Aguas residuales.	Contaminación de ríos ó quebradas.	Diseñar y Construir un desarenador.	5,000 USD
---	Residuos sólidos.	Contaminación de ríos ó quebradas.	Implementar basureros.	200 USD
Roedora	Accidente laboral.	---	Cobertura de la maquina completamente cerrada.	1,600 USD
---	Emisiones ó partículas en suspensión.	Enfermedades respiratorias.	Equipo de seguridad laboral.	---
Desgarradora	Accidente laboral.	---	Mantener dos metros de distancia cuando este encendida y uso de gafas protectoras.	---
---	Generación de residuos metálicos.	Contaminación del suelo y agua.	Comercialización del acero.	---
Mantenimiento y limpieza de la Maquinaria	Accidente laboral.	---	La maquinaria completamente apagada, guantes y casco protector.	---
---	Derrames de aceite.	Contaminación de ríos ó quebradas.	Captación de residuos de aceite y lubricantes y su comercialización a empresas autorizadas para su combustión con fines energéticos.	---
Empaque	Accidente con cosedora y residuos sólidos.	---	Capacitaciones y basureros en el sitio.	---
Traslado del bolsas de 50 Kg	Accidente laboral.	---	Máximo una bolsa de 50 Kg por traslado.	---

Baños	Aguas residuales.	Contaminación de ríos ó quebradas.	Diseñar y construir una fosa acética para tratar excreto humanos.	3,000 USD
Consumo de agua	Incremento en la presión sobre los recursos hídricos.	---	Implementación de una política de responsabilidad social por medio de una reforestación de las áreas de recarga de agua subterránea.	2,500 USD Anuales
Consumo de energía	Incremento en la demanda energética local.	Incremento en la generación de gases de efecto invernadero, con 2, 892 t COP/año.	Implementar un plan de eficiencia energética en la planta atreves de los equipos maquinaria e iluminación. Desarrollar un estudio de factibilidad para evaluar el uso parcial de llantas para la generación de energía a atreves de su combustión bajo estrictos controles ambientales. Implementación de una política de responsabilidad social por medio de una reforestación para promover la captura de gases de invernadero.	20,000 USD
Comercialización de granos de Hule	Diminución de la cantidad de llantas fuera de uso.	Reducción de gases de efecto invernadero al evitar la quema de llantas al aire libre con 8,973 toneladas de dióxido de carbono anual.	Por medio de la recolección y trituración de llantas que estén siendo quemadas inapropiadamente.	---

## 5. CONCLUSIONES

- En la ciudad de Bogotá, hay una amplia disponibilidad de materia prima para el proceso de trituración de llantas, puesto que se desechan aproximadamente 26,000 t, por año.
- En la actualidad, en Colombia los principales consumidores de llantas desechadas son las empresas, que las utilizan como fuente de energía, con una participación del 71.9 %.
- La demanda por granos de hule en Bogotá es 4,340 toneladas anuales, ya que son utilizados principalmente para la construcción de campos de grama sintética, regeneración, jardinería y pesebreras.
- El Parque Industrial Mosquera fue seleccionado como localización óptima del proyecto, ya que cuenta con una alta disponibilidad de materia prima, bajo costo de impuestos por ser zona industrial y fácil acceso a los consumidores.
- El proyecto es rentable, ya que presentó un VAN positivo de COP 1,694,796,895.95, con una tasa de descuento de 25.75%, la TIR reflejo un valor del 47% y la relación costo beneficio fue de 1.47 para el flujo de caja sin deuda. El VAN del flujo de caja con deuda fue de COP 2,396,766,642.52, superando en un 41% al VAN sin financiamiento; la TIR fue del 93%, la relación costo beneficio tuvo un valor de 2.65; el PRI nominal se estimó en 1.08 años y el PRI descontado, en 1.43 años.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar un plan de negocios, con el propósito de desarrollar una guía para la operación y puesta en marcha de la Planta Trituradora.
- Realizar un estudio de impacto ambiental (EIA), con la finalidad de identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá el proyecto, en su entorno, en caso de ser ejecutado.
- Realizar un análisis del impacto ambiental de las empresas que utilizan las llantas en desuso, como fuente de energía y, compararlo con los beneficios de reciclarlas, por medio del proceso de elaboración de granos de hule; para presentar una propuesta de manejo de residuos de llantas y su mejor método de reciclaje.

## 7. LITERATURA CITADA

- Bodie, ZVI y Merton, R. Finanzas. Pearson Educación. México 2003. Pág.101.
- Cámara de Comercio de Bogotá, Colombia 2009 (en línea). Consultado el 09 de agosto de 2009. Disponible en: <http://www.ccb.org.co/portal/default.aspx>
- CNN Expansión, Colombia 2009. (en línea). Consultado el 18 de junio de 2009. Disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/emprendedores/2008/02/24/doble-rodada>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia 2009. (en línea) Consultado el 01 de octubre de 2009. Disponible en: <http://www.dane.gov.co>
- Fondo Vial, Colombia 2007. (en línea). Consultado el 26 de mayo de 2009. Disponible en: [http://www.fondovial.gob.hn/que\\_es\\_fondo\\_vial.htm](http://www.fondovial.gob.hn/que_es_fondo_vial.htm)
- Grupo Bancolombia, Colombia 2009. (en línea). Consultado el 28 de julio de 2009. Disponible en: <http://www.grupobancolombia.com/home/index.asp>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Colombia 2009. (en línea). Consultado el 13 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/php/decide.php?patron=03>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de, Colombia, 2009. (en línea). Consultado el 10 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/portal/default.aspx>
- Ministerio del Interior y de Justicia de la República de Colombia, 2009. (en línea). Consultado el 05 de julio de 2009. Disponible en: <http://www.mij.gov.co/eContent/home.asp>
- Mundo Anuncia, Colombia 2009. (en línea). Consultado el 17 de mayo de 2009. Disponible en: [http://www.mundoanuncio.com/categoria/compras\\_en\\_general\\_30/buscar/desuso.html](http://www.mundoanuncio.com/categoria/compras_en_general_30/buscar/desuso.html)
- Servicio Nacional de Aprendizaje de la República de Colombia, 2009 (en línea). Consultado el 20 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.sena.edu.co/portal>
- Parque Ambiental Mundo Limpio S.A., Colombia 2009 (en línea). Consultado el 05 de septiembre de 2009. Disponible en: [http://www.mundolimpio.com.co/index.php?option=com\\_contact&Itemid=7](http://www.mundolimpio.com.co/index.php?option=com_contact&Itemid=7)

## 8. ANEXOS

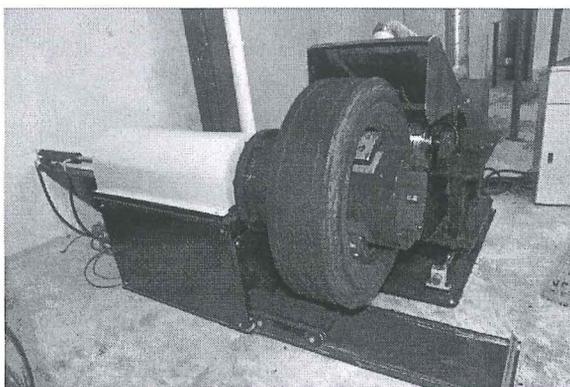
### Anexo 1. Listado de proveedores de llantas en desuso en la ciudad de Bogotá, Colombia.

Proveedores
Auto Mundial S.A
Brinks de Colombia S.A
Calcareos Industriales
Calina
Carga S.A
Coexito S.A
Hatovial S.A
Ecoligista S.A
Empresa Distribuidores Industriales
Edinsa
Euro Llantas
Heliservice
Icollantas
Icoltrans; Ind. Colombiana de Logística y Transporte
Macrollantas S.A.
Master S.A
Mercallantas
Mineros S.A
Reencauchadora Hércules
Reencauchadora Mejía
Reencauchadora Nacional S.A.
Reencauchadora remoto S.A.
Residuos Ecoeficiencia S.A.
Servicios diversos de transporte S.A.
Deprisa
Servireencauche de Colombia S.A.
Todo Llantas S.A.
Transportes Saferbo S.A.

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

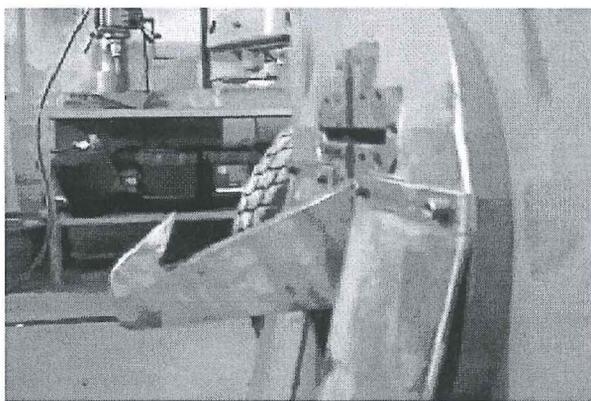
## Anexo 2. Descripción de la maquinaria de Planta

**2.1 Roedora.** Genera el producto Buffing and Mulch. Su operación consiste en accionar, por medio de un pistón axial, provista de un motor hidráulico, un conjunto de picadoras que hacen el rasgado inicial de la llanta, con una banda imantada que separa por magnetismo el acero del caucho y luego, un túnel que genera turbulencia, para separar el 5% de la fibra que posee una llanta; tiene capacidad de procesar 2,5 toneladas hora.



Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

**2.2 Desgarradora.** Extrae el aro de acero de la llanta por medio de un proceso de desgarre.

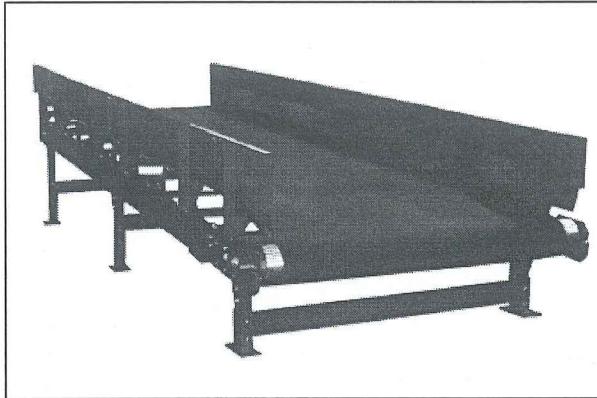


Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor

### 2.3 Banda Transportadora. Especificaciones:

Ancho de la cinta (mm)	Largura de transmisión (m) / Potencia (kw)		Velocidad de transmisión (m/s)	Capacidad de transmisión (t/h)
1200	≤10/7.5	10-20/11    20-25/15-30	1.3-2.0	200-400

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.



Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

### 2.4 Trituradoras Alfa (15 cm) y Beta (5 cm). Las dos trituradoras están conectadas en una máquina modelo: 7272, marca Shredder.

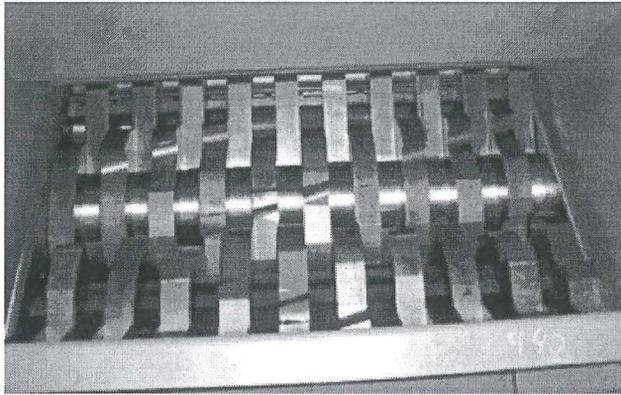


Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

## 2.5 Trituradora Gamma (1cm). Especificaciones

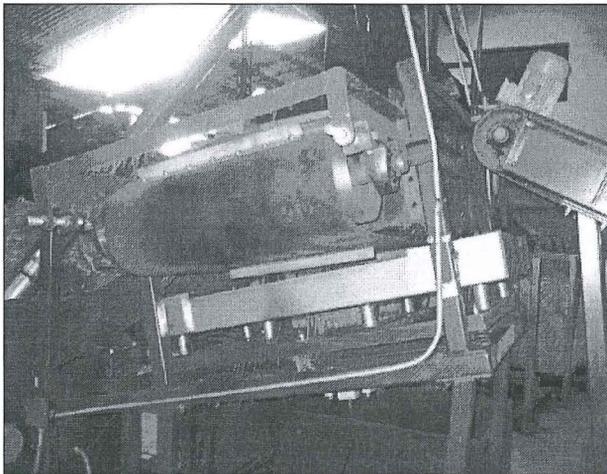
Modelo	Medidas de la Boca (mm)	Max. Tamaño alimentación (mm)	Capacidad (t/h)	Potencia (Kw)	Dimensiones de Caja (mm)	Peso (T)
PE150×250	150×250	125	1 - 3	5.5	896×745×935	0.8

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.



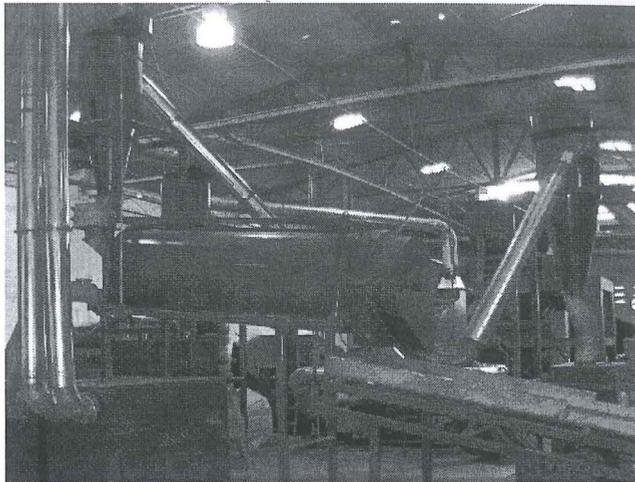
Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

**2.6 Electroimanes.** Su función es separar el acero del caucho, por medio de fuerzas magnéticas.



Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

**2.7 Extractores de fibra.** Su función es extraer la fibra del material generado en el molino granulador, por medio de un proceso de ciclones.

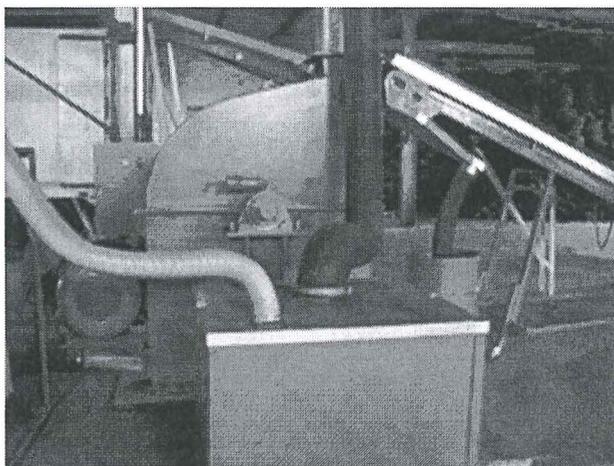


Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

**2.8 Granuladora.** Especificaciones:

Modelo	Tamaño de alimentación(mm)	Tamaño mínimo de descarga(mm)	Capacidad (t/h)	Potencia (KW)	Peso(t)
HPC-160	150	13	120-240	160	13
	76	6	55-180		

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

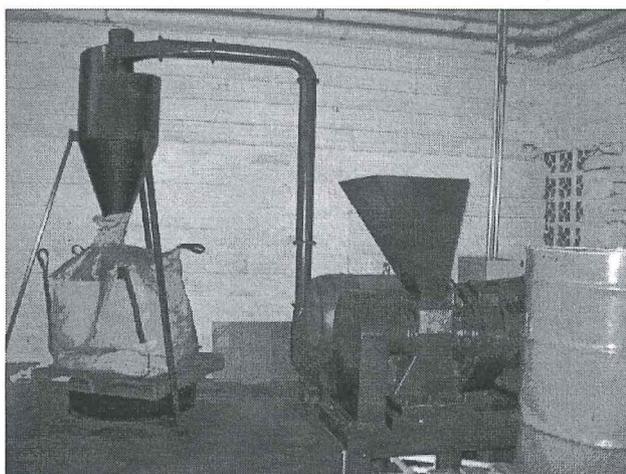


Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

## 2.9 Pulverizadoras. Especificaciones:

Modelo	Diámetro (mm)	Cantidad de anillos	Tamaño de salida del motor principal (mm)	Fineza del producto final(mm)	Capacidad (kg/h)	Potencia (Kw)	Peso(t)
HGM60	Φ600	15	≤10	0.005-0.045	350-2500	37	5.2

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.



Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

## 2.10 Clasificadora granulométrica. Especificaciones:

Modelo	Tamaño de alimentación(mm)	Tamaño mínimo de descarga(mm)	Capacidad (t/h)	Potencia (KW)	Peso(t)
HPC	150	13	120-240		
160	76	6	55-180	160	13

Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

Imagen de una clasificadora granulométrica, separando los diferentes tipos de productos generados por la trituración.



Fuente: Planta Trituradora de llantas Mundo Limpio S.A., Medellín, Colombia (2009), adaptado por el autor.

### Anexo 3. Depreciación lineal de activos

Inversiones	Valor en libros (COP)	Vida útil (años)	Valor de desecho 10% (COP)	Depreciación Lineal (COP)
<b>Maquinaria de Planta</b>				
Roedora	266,976,900	10	26,697,690	24,027,921
Desgarradora	40,000,000	10	4,000,000	3,600,000
Banda Transportadora	284,376,900	10	28,437,690	25,593,921
Trituradora Alfa (15 cm)	851,976,900	10	85,197,690	76,677,921
Trituradora Beta (5 cm)	107,376,900	10	10,737,690	9,663,921
Trituradora Gamma (1cm)	92,676,900	10	9,267,690	8,340,921
Electroimanes	269,976,900	10	26,997,690	24,297,921
Extractores de fibra	206,976,900	10	20,697,690	18,627,921
Granuladora	242,976,900	10	24,297,690	21,867,921
Pulverizadoras	178,416,900	10	17,841,690	16,057,521
Clasificadora granulométrica	307,017,900	10	30,701,790	27,631,611
Equipo de pesado y empaque	18,000,000	10	1,800,000	1,620,000
Montacargas	40629,046	10	4,062,904.6	3,656,614.14
Planta Eléc. 440 V 750 Kw/h	180,000,000	10	18,000,000	16,200,000
<b>Transporte</b>				
Camión de entregas	38,000,000	5	3,800,000	6,840,000
<b>Mobiliario</b>				
Comedor para empleados	230,000	5	23,000	41,400
Escritorios	907,650	5	90,765	163,377
Microondas	242,040	5	24,204	435,67.20
Sillas	453,825	5	45,382.5	81,688.50
<b>Equipo de Oficina</b>				0
Computadoras	4,229,649	5	422,964.9	761,336.82
Fotocopiadora/Impresora	427,604	5	42,760.4	76,968.72
Teléfonos	181,530	5	18,153	32,675.40
Equipos varios	87,999	5	8,799.9	15,839.82
<b>Total de la depreciación</b>				<b>285,920,967.60</b>

## Anexo 4. Especificaciones sobre la nómina laboral

### 4.1 Nómina detallada

Nómina	Nº	Salario Básico Mensual COP	Prest. Mensuales COP	Total Salario Mensual COP	Total Salario Anual COP	Total Salario Anual USD
<b>Administración</b>						
Director	1	4,000,000	2,150,800	6,150,800	73,809,600	31,678
Administrador	1	3,000,000	1,613,100	4,613,100	55,357,200	23,758
Contabilidad	1	1,000,000	537,700	1,537,700	18,452,400	7,919
Personal de aseo	1	496,900	267,183	764,083	9,168,997	3,935
<b>Total Admón.</b>	<b>4</b>	<b>8,496,900</b>	<b>4,568,783</b>	<b>13,065,683</b>	<b>156,788,197</b>	<b>67,291</b>
<b>Producción</b>						
Dir. Técnico	1	2,500,000	1,344,250	3,844,250	46,131,000	19,799
Supervisor	1	800,000	430,160	1,230,160	14,761,920	6,335
Operarios	6	2,981,400	1,603,099	4,584,499	55,013,985	23,611
T. Producción	8	6,281,400	3,377,509	9,658,909	115,906,905	49,745
<b>Total Nómina</b>	<b>12</b>	<b>14,778,300</b>	<b>7,946,292</b>	<b>22,724,592</b>	<b>272,695,103</b>	<b>117,036</b>

### 4.2 Cálculo de prestaciones anuales

Factor	Valor
Cesantías	8.33%
Interés Cesantías	1.00%
Prima Servicio	8.33%
Vacaciones	4.17%
<b>Total provisión</b>	<b>21.83%</b>
E.P.S. Salud	8.50%
Pensión	12.00%
ARP	2.44%
Subsidio Familiar/Caja Comp.	4.00%
SENA	2.00%
I.C.B.F.	3.00%
<b>Total aportes</b>	<b>31.94%</b>
<b>Total prestaciones</b>	<b>53.77%</b>

## Anexo 5. Pago de servicios públicos

Servicio	Pago Mensual COP	Total Anual COP	Total Anual USD
Energía Eléctrica (560 kWh x 176 h x 225 COP/kWh)	22,176,000	266,112,000	114,211.16
Agua Potable	6,760,000	81,120,000	34,815.45
Servicio Telefónico e Internet	2,230,000	26,760,000	11,484.98
<b>Total Servicios Públicos</b>	<b>31,166,000</b>	<b>373,992,000</b>	<b>160,511.59</b>

## Anexo 6. Análisis de Rentabilidad por producto

### 6.1 Análisis de Rentabilidad para Buffing and Mulch (7% de la producción).

<b>Toneladas producidas por mes</b>	<b>(405 t anual/12 meses) = 33.75 t</b>
<b>Precio venta</b>	<b>COP 1,200,000</b>
<b>Ingreso bruto mensual</b>	<b>COP 40,500,000</b>
Costo Variable Unitario	COP 196,000 (CVTM) / 33.75 t (PTM) <b>= COP 5,807.41</b>
Costo Total Unitario	COP 8,174,701.75 (CTM) / 33.75 t (PTM) <b>= COP 242,213.38</b>
U = Ingresos – Egresos	COP 40,500,000 – COP 8,174,701.75 = <b>COP 32,325,298.25</b>
R = U*100/Costos de Inversión (7%)	(COP 32,325,298.25*100)/COP 245,262,629.01
<b>Rentabilidad</b>	<b>13.18 %</b>

### 6.2 Análisis de Rentabilidad para GN Grass (16% de la producción).

<b>Toneladas producidas por mes</b>	<b>(926 t anual/12 meses) = 77.17 t</b>
<b>Precio venta</b>	<b>COP 1,000,000</b>
<b>Ingreso bruto mensual</b>	<b>COP 77,166,666.67</b>
Costo Variable Unitario	COP 448,000 (CVTM) / 77.17 t (PTM) = <b>COP 5,805.36</b>
Costo Total Unitario	COP 18,685,032.58 (CTM) / 77.17 t (PTM) = <b>COP 242,128.19</b>
U = Ingresos – Egresos	COP 77,166,666.67 – COP 18,685,032.58 = <b>COP 58,481,634.09</b>
R = U*100/Costos de Inversión (16%)	(COP 58,481,634.09*100)/COP 560,600,294.88
<b>Rentabilidad</b>	<b>10.43 %</b>

**6.3 Análisis de Rentabilidad para Malla 20 - 30 (31% de la producción).**

<b>Toneladas producidas por mes</b>	<b>(1,794 t anual/12 meses) = 149.50 t</b>
<b>Precio venta</b>	<b>COP 900,000</b>
<b>Ingreso bruto mensual</b>	<b>COP 134,550,000</b>
Costo Variable Unitario	COP 868,000 (CVTM) / 149.50 t (PTM) = <b>COP 5,806.02</b>
Costo Total Unitario	COP 36,202,250.63 (CTM) / 149.5 t (PTM) = <b>COP 242,155.52</b>
U = Ingresos – Egresos	COP 134,550,000 – COP 36,202,250.63 = <b>COP 98,347,749.37</b>
R = U*100/Costos de Inversión (31%)	(COP 98,347,749.37*100)/COP 1,086,163,071
<b>Rentabilidad</b>	<b>9.05 %</b>

**6.4 Análisis de Rentabilidad para Malla 30 - 60 (21% de la producción).**

<b>Toneladas producidas por mes</b>	<b>(1,215 t anual/12 meses) = 101.25 t</b>
<b>Precio venta</b>	<b>COP 850,000</b>
<b>Ingreso bruto mensual</b>	<b>COP 86,062,500</b>
Costo Variable Unitario	COP 588,000 (CVTM) / 101.25 t (PTM) = <b>COP 5,807.41</b>
Costo Total Unitario	COP 24,524,105.26 (CTM) / 101.2 t (PTM) = <b>COP 242,333.06</b>
U = Ingresos – Egresos	COP 86,062,500 – COP 24,524,105.26 = <b>COP 61,538,394.74</b>
R = U*100/Costos de Inversión (21%)	(COP 61,538,394.74*100)/COP 735,787,887.03
<b>Rentabilidad</b>	<b>8.36 %</b>

**6.5 Análisis de Rentabilidad para Acero (20% de la producción).**

<b>Toneladas producidas por mes</b>	<b>(1,157.34 t anual/12 meses) = 96.44 t</b>
<b>Precio venta</b>	<b>COP 600,000</b>
<b>Ingreso bruto mensual</b>	<b>COP 57,864,000</b>
Costo Variable Unitario	COP 560,000 (CVTM) / 96.44 t (PTM) = <b>COP 5,806.72</b>
Costo Total Unitario	COP 23,356,290.73(CTM) / 96.44 t (PTM) = <b>COP 242,184.68</b>
U = Ingresos – Egresos	COP 57,864,000 – COP 23,356,290.73 = <b>COP 34,507,709.27</b>
R = U*100/Costos de Inversión (20%)	(COP 34,507,709.27*100)/COP 700,750,368.60
<b>Rentabilidad</b>	<b>4.92 %</b>