



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica**

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA GENERADORA DE MATERIA PRIMA A BASE DE NEUMÁTICOS DESECHADOS

**Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para obtener
el título de Ingeniero de Ejecución en
Mecánica.**

**Profesor Guía:
Sr. Osvaldo Amigo Riquelme.**

**Jorge Alejandro Viveros Villa
Alexis Gerardo Pereira Carrasco**

**CONCEPCIÓN - CHILE
2015**

I. RESUMEN

El presente seminario de título se genera por la necesidad de actualizar y realizar un estudio de factibilidad en la implementación de una planta capaz de obtener materia prima a partir de neumáticos fuera de uso.

La importante demanda de neumáticos por el creciente parque automotriz y la gran cantidad de desechos generados por éste, nos indican que efectivamente es necesario realizar un estudio que permita evaluar la factibilidad de instalar una planta que permita re-utilizar estos desechos a objeto de generar materia prima.

Hoy en día la gran cantidad de residuos como neumáticos, correas, motores, baterías, aceites y otros son apilados en vertederos y/o lugares clandestinos para ser desechados, contaminando el entorno en el que se encuentran y sin posibilidades de ser biodegradados por la tierra.

A partir de estos hechos se evaluó la posibilidad de crear una planta que sea capaz de aprovechar el neumático desechado para procesarlo y obtener materia prima (miga de caucho) tanto para uso industrial como para obras civiles mediante procesos de trituración mecánica con bajos índices de emisiones al ambiente .

Existen ingresos potenciales en eliminar elementos que para muchos son considerados residuos, evitando así, la congestión en vertederos y reciclando por mes 264 toneladas del residuo.

Al término del primer año se registran \$746.549.760 en ingresos, sin embargo es necesario restar los costos fijos y variables que están presentes en los procesos de la planta, lo que arroja un resultado de 73.7 millones anuales en ganancias, las cuales aumentan teóricamente en los años siguientes.

Con estas estadísticas obtuvimos un VAN igual a \$71.200.750 y un TIR de 13.76%. Se realizó a su vez, el correspondiente análisis de sensibilidad, evaluando tres escenarios distintos, y haciendo oscilar factores que para los autores son los más relevantes, estableciendo restricciones para un correcto desempeño de la planta.

De esta manera se analizaron índices positivos, y se concluyó que existe rentabilidad y viabilidad en la instalación de la planta de reciclado de neumáticos fuera de uso.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- 0 Realizar un estudio de mercado que permita analizar la pre-factibilidad sobre la implementación de una planta generadora de materia prima de neumáticos desechados

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 0 Cuantificar la cantidad de desechos reutilizables en Concepción y la zona.
- 0 Identificar los posibles productos a producir por medio de la materia prima obtenida de neumáticos desechados.
- 0 Precios y valor agregado de productos reciclados en base a neumáticos desechados.
- 0 Cuantificar costos de inversión.
- 0 Analizar viabilidad del estudio.

ÍNDICE

I. RESUMEN	2
II. OBJETIVOS	3
III. INTRODUCCIÓN	7
LA INDUSTRIA DEL NEUMÁTICO	8
1.1 HISTORIA DEL NEUMÁTICO.....	9
1.2 COMPOSICIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.....	10
1.3 TIPOS DE NEUMÁTICOS.....	13
1.4 VIDA ÚTIL.....	14
1.5 CONSECUENCIAS.....	14
1.6 BENEFICIOS DE RECICLAR NEUMÁTICOS.....	17
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	18
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	19
2.2 TIPO DE ESTUDIO.....	19
2.3 POSIBLES PRODUCTOS.....	20
2.4 ANÁLISIS DE OBJETIVOS DEL ESTUDIO	22
2.5 ANÁLISIS FODA.....	23
2.6 ANÁLISIS PORTER DE LAS CINCO FUERZAS	25
CUANTIFICACIÓN DE DESECHOS REUTILIZABLES EN CONCEPCIÓN Y LA ZONA	27
3.1 CUANTIFICACIÓN DE DESECHOS REUTILIZABLES EN CONCEPCIÓN Y LA ZONA.....	28
3.2 CIFRAS SOBRE LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS EN CONCEPCIÓN.....	28
3.3 DURACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS EN LOS VEHÍCULOS	29
3.4 DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA EN LA ZONA.....	30
ESTUDIO DE MERCADO	31
4.1 ESTUDIO DE MERCADO	32
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO	32
4.3 VALOR AGREGADO	33
4.4 MERCADO PROVEEDOR.....	33
4.4.1 MATERIA PRIMA A RECOLECTAR.....	34
4.4.2 PROVEEDORES DE MAQUINARIA	35
4.4.3 ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA.....	35
4.5 MERCADO COMPETIDOR.....	36
4.5.1 EMPRESAS COMPETIDORAS EN LA REGIÓN	37
4.5.2 EMPRESAS COMPETIDORAS EN CHILE	37
4.6 MERCADO CONSUMIDOR	40
ESTUDIO TÉCNICO	43
5.1 ESTUDIO TÉCNICO	44
5.2 TIPO DE PLANTA.....	44
5.3 PROCESOS.....	45
5.3.1 PRE TRITURADO	45
5.3.2 GRANULADO.....	47
5.3.3 MOLIENDA.....	48
5.3.4 CRIBADO Y LIMPIEZA.....	49
5.4 EQUIPOS Y MAQUINARIA.....	50

5.5	ANÁLISIS REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	67
5.6	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	69
5.7	ÁMBITOS Y ASPECTOS LEGALES	70
	ESTUDIO FINANCIERO	71
6.1	ESTUDIO FINANCIERO	72
6.2	INVERSION EN INFRAESTRUCTURA.....	72
6.3	INVERSION EN TERRENOS.....	73
6.4	INVERSION EN EQUIPAMIENTO ADMINISTRATIVO.....	74
6.5	INVERSIÓN EN MAQUINARIAS Y EQUIPOS.....	74
6.6	INVERSIÓN EN CAPACITACIONES Y GASTOS LEGALES	75
6.7	INVERSIÓN EN URBANIZACIÓN.....	76
6.8	INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO	76
6.9	INVERSIÓN EN VEHÍCULOS.....	76
6.10	RESUMEN DE COSTOS EN INVERSIONES.....	77
6.11	COSTOS FIJOS Y VARIABLES	78
6.11.1	COSTOS FIJOS.....	78
6.11.1.1	OBTENCIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO	78
6.11.1.2	MANTENCIÓN DE LA PLANTA.....	79
6.11.1.3	PLANIFICACIÓN DEL PERSONAL	80
6.11.1.4	REMUNERACIÓN DEL PERSONAL	81
6.11.1.5	CONSUMO EN SERVICIOS BÁSICOS	82
6.11.1.6	GASTOS EN BIENESTAR Y ALIMENTACIÓN.....	83
6.11.1.7	TOTAL COSTOS FIJOS	83
6.11.2	COSTOS VARIABLES.....	84
6.11.2.1	GASTOS EN ENERGÍA ELECTRICA.....	84
6.11.2.2	GASTOS EN PUBLICIDAD DEL PRODUCTO	85
6.11.2.3	TOTAL COSTOS VARIABLES.....	85
6.12	DEPRECIACIONES.....	85
6.13	RENTAS	86
	ESTUDIO ECONÓMICO	87
6.1	ESTUDIO ECONÓMICO	88
6.2	DEFINICIÓN	88
6.3	VIABILIDAD	88
6.3.1	VAN.....	88
6.3.2	TIR:.....	89
6.4	RESULTADOS.....	89
6.5	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	90
6.6	SIMULACIÓN DE MONTECARLO.....	93
6.7	IMPREVISTOS.....	95
	CONCLUSIONES.....	96
	REFERENCIAS.....	99
	BIBLIOGRAFÍAS	103
	ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PARTES DE UN NEUMÁTICO CONVENCIONAL.	10
FIGURA 2. DIAGRAMA DE PARTES QUE CONFORMAN LOS NEUMÁTICOS	12
FIGURA 3. QUEMA DE NEUMÁTICOS, VALPARAÍSO 2012.	15
FIGURA 4. PRODUCTOS DERIVADOS DEL PROCESO.	20
FIGURA 5. POSIBLES PRODUCTOS DERIVADOS DEL PROCESO DE RECICLAJE DE NFU.	21
FIGURA 6. PROYECCIONES DEL PRECIO INTERNACIONAL DE VARIEDADES DE CAUCHO.	39
FIGURA 7. PRONOSTICO PRECIO INTERNACIONAL DEL CAUCHO HASTA EL AÑO 2018.	40
FIGURA 8 CORTADORA ROTATIVA.	46
FIGURA 9 MATERIAL RESULTANTE DESPUÉS PROCESO DE PRE-TRITURADO.	46
FIGURA 10. MATERIAL POST PROCESO DE GRANULACIÓN.	47
FIGURA 11. MATERIAL POST PROCESO DE MOLIENDA.	48
FIGURA 12. MIGA DE CAUCHO EN ETAPA FINAL.	49
FIGURA 13. TRITURADORA BOMATIC B1350DD.	50
FIGURA 14. CRIBA DE DISCO.	52
FIGURA 15. U1700 CON SEPARADOR MAGNÉTICO.	54
FIGURA 16. CUCHILLAS GRANULADOR UNICREX U1700.	55
FIGURA 17. TRITURADOR SECUNDARIO U1200.	56
FIGURA 18. CUCHILLAS GRANULADOR UNICREX U1200.	57
FIGURA 19. SEPARADOR SUPERIOR POR CORREAS MAGNÉTICAS.	58
FIGURA 20. PANEL CONTROLADOR <i>SIEMENS S7200</i>	60
FIGURA 21. MOLINO ROTOPLEX 80/125 RO.	61
FIGURA 22. EMBOLSADOS DEL PRODUCTO EN BIG-BAGS	65
FIGURA 23. SIMULACIÓN PLANTA BOMATIC 1350DD	66
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS EN LA PLANTA.	68
FIGURA 25. SIMULACIÓN DE MONTECARLO VARIANDO EL PRECIO DEL PRODUCTO PRINCIPAL.	93
FIGURA 26. SIMULACIÓN DE MONTECARLO VARIANDO LA CANTIDAD DE TONELADAS A COMERCIALIZAR.	94
FIGURA 27. PROCESO DE TRITURACIÓN CRIOGÉNICA.	108
FIGURA 28. PLANTA DE PIRÓLISIS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO.	109
FIGURA 29. PROCESO BÁSICO DE UNA PLANTA DE INCINERADO DE NEUMÁTICOS.	110
FIGURA 30. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PASOS DEL PROCESO DE TERMÓLISIS.	111
FIGURA 31. ISOMÉTRICO PLANTA BOMATIC 1350 DD. ADAPTADO DE BOMATIC.DE.	114
FIGURA 32. COTIZACIÓN VÍA-EMAIL DE LA PLANTA COMPLETA.	115

III. INTRODUCCIÓN

Cada año se generan en el país más de 60 mil toneladas de neumáticos que ya no tienen uso los cuales tarde o temprano serán catalogados como basura. Sin una ley vigente y con un anteproyecto de la Ley General de Residuos Sólidos en espera, muchos de éstos serán desechados en vertederos, en zonas de desechos clandestinas, arrojados al mar, o incinerados. En Chile la acumulación de neumáticos fuera de uso tiene como una de las zonas más contaminadas a la región Metropolitana, con un 40%; en segundo lugar se encuentran desde la región del Maule hasta la región los Lagos, con un 33.5%; en tercer lugar se encuentra la zona norte desde Arica hasta la región de Coquimbo, con un 14.5%. Entre la región de Valparaíso y O'Higgins con el 10%, y regiones del extremo sur con un 2% [1].

Por la gran cantidad de productos que utilizan el caucho como materia prima existen organizaciones que se han formado con la finalidad de velar por la educación e información al usuario para un correcto uso y mantención de los neumáticos, como lo es CINC (Cámara de la industria del neumático de Chile A.G.), impulsada por grandes compañías como Bridgestone, Goodyear, Michelin y Pirelli.

Dentro de las primeras acciones que abordó la sociedad fue la creación de un plan piloto, en conjunto con el Consejo Nacional de Producción Limpia, y la CONAMA para dar soluciones a problemáticas de este tipo, sin embargo actualmente en Chile sólo existe una entidad dedicada al reciclaje de NFU, y se encuentra en Lampa, Santiago de Chile [2]. En consecuencia, esta única entidad no alcanza a procesar la gran cantidad de desechos reutilizables a lo largo del territorio nacional.

Por estos motivos, y también en ayuda de la limpieza del medio ambiente es que se decide realizar un estudio para evaluar el potencial mercado que se encuentra en tal área. Cabe destacar que de un neumático se obtendrán tres productos; el principal es el polvo de caucho o miga de caucho (70%) como materia prima extrayendo, además, acero (25%) y fibras textiles (5%).

LA INDUSTRIA DEL NEUMÁTICO

1.1 HISTORIA DEL NEUMÁTICO

El neumático, también llamado cubierta es una pieza de caucho con forma toroidal que permite, mediante adherencia y fricción, el arranque del automóvil, la dirección y el frenado.

Inventado por John Boyd Dunlop en 1888, el primer neumático fue diseñado pegando y clavando una tela de algodón sobre una llanta de madera, resultando una cámara de aire. Un diseño rústico, pero eficaz [3]. El 23 de Julio de 1888, J. B. Dunlop registró la patente de lo que hoy, revolucionaría la rueda. En los 1891 hermanos André y Édouard Michelin inventan el neumático desmontable, lo que revolucionó el neumático y permitió su adopción por el mundo del automóvil.

Después, el 4 de Junio de 1946, la compañía Michelin inventó y patentó el neumático radial que desde entonces, ha sido el más utilizado por los fabricantes. En los años 80, Pirelli inventa los neumáticos de perfil bajos, una innovación tecnológica fundamental que permite reducir la altura de los flancos.

En 1992, Michelin asocia una sílice original y un elastómero sintético. Esta mezcla permite en adelante la fabricación de neumáticos que presentan una baja resistencia a la rodadura y una buena adherencia sobre suelos fríos, sin perder sus calidades de resistencia al desgaste. Esta innovación ha dado lugar a las gamas “baja resistencia a la rodadura” que permiten disminuir el consumo de combustible de los vehículos.

En la actualidad la tecnología ha llegado a tal punto de no necesitar la mano del hombre en la industrial del neumático. El 2014 la empresa Goodyear desarrolló un sistema de control que ayuda a mantener la presión idónea, gracias a un regulador interno que detecta las caídas de presión y las compensa dejando que entre aire del exterior a través de una válvula de inflado.

1.2 COMPOSICIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.

Los neumáticos son un producto compuesto por muchos materiales que se genera gracias a un complejo proceso de ensamblaje. Algunos de estos materiales son caucho (natural y sintético), acero, fibras textiles, etc.

Es un producto complejo, altamente tecnológico, y sofisticado, resultado de muchas investigaciones e inversiones. Los neumáticos tienen hilos de acero que fuerzan la estructura y dan rigidez. Dependiendo la orientación de los hilos, se clasifican en diagonales o radiales.

A continuación se observa un diagrama con las partes de un neumático convencional.

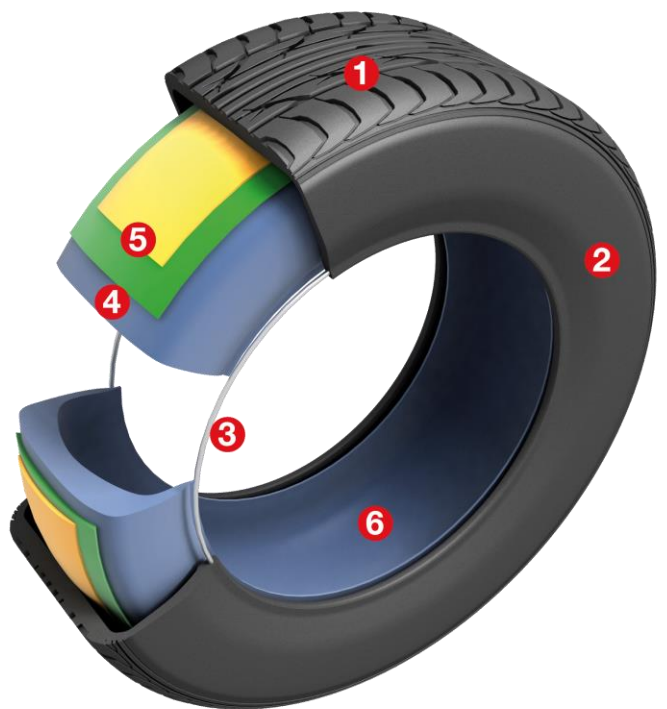


Figura 1. Partes de un neumático convencional.
 Información proporcionada por Michelin Tires [4].

Como detalle de las partes de un neumático podemos señalar:

1. **Banda de rodamientos:** La banda de rodamiento es el único punto de contacto del neumático y del vehículo con la carretera. Debe resistir el desgaste y la abrasión, y ser adherente a todo tipo de suelos. Además, para un menor consumo de combustible, es importante que la resistencia a la rodadura sea baja.
2. **Flancos:** El flanco, hecho de caucho flexible, es la zona lateral del neumático, y la que soporta más presión y sufre más deformaciones durante el rodamiento. Su principal función consiste en absorber y soportar los golpes, especialmente contra las aceras.
3. **Aros:** Los aros están formados por varias tiras metálicas que refuerzan el talón del neumático, parte que permite asegurar el neumático a la llanta.
4. **Carcasa:** La carcasa está compuesta por cables de fibra textil formando arcos que van de lado a lado, y pegados a la goma. Es altamente resistente a la presión, y un elemento clave en la estructura del neumático.
5. **Cinturón de lonas:** El cinturón se compone de varias capas de acero y correa de nylon que se cruzan hasta componer una malla deformable, que es a la vez flexible y rígida. Su función es dar estabilidad a la banda de rodadura, mejorando el desgaste, el manejo y la tracción.
6. **Revestimiento de goma interior:** El revestimiento interior es una lámina de goma que hace de revestimiento de la carcasa y la hace resistente al agua. A pesar de su rigidez, el aire sale de forma natural, por lo que hay que controlar la presión.

Además de la aleación de caucho, que es el componente principal del neumático y, que contiene caucho natural y sintético, podemos encontrar otros compuestos que también componen la estructura de un neumático.

A continuación se señalan las partes en detalle de la composición de un neumático.

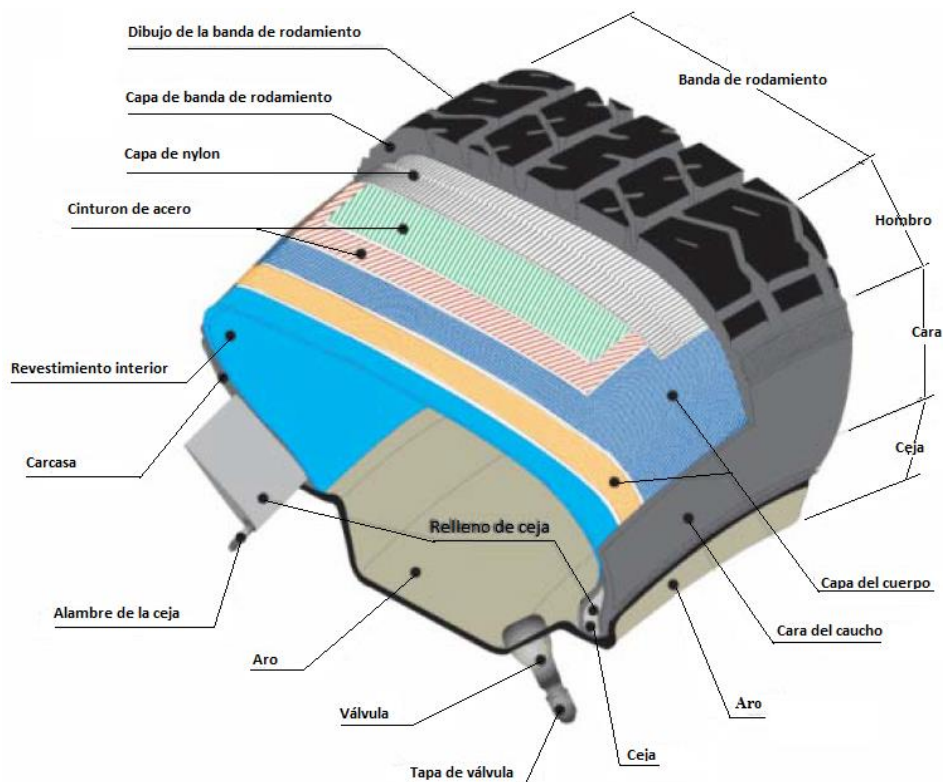


Figura 2. Diagrama de partes que conforman los neumáticos Adaptado de Goodyear [5].

Los neumáticos que se utilizan para transporte (automóviles y camionetas) están diseñados según las siguientes proporciones;

Tabla 1. Composición de neumáticos de transporte.

Material	Porcentaje
Caucho natural	14%
Caucho sintético	27%
Aglutinante	28%
Acero	14-15%
Fibras textiles	16-17%

Extraído de Rubber Manufacturers association [6].

El peso promedio de un neumático equivale a 8.6 kg, y su volumen a 0.06 metros cúbicos.

En los neumáticos MCT (camiones y microbuses) la nomenclatura está definida de la siguiente forma;

Tabla 2. Composición de neumáticos camiones y microbuses.

Material	Porcentaje
Caucho natural	27%
Caucho sintético	14%
Aglutinante	28%
Acero	14-15%
Fibras textiles	16-17%

Extraído de Rubber Manufacturers association [7].

El peso promedio de un neumático equivale a 45.4 kg, y su volumen a 0.36 metros cúbicos

1.3 TIPOS DE NEUMÁTICOS

Se considerarán dos tipos de neumáticos básicos para el estudio; radiales y diagonales.

En la siguiente tabla detallaremos en resumidos términos las características de los dos tipos de neumáticos.

Tabla 3. Características de neumáticos en estudio.

Tipo de neumático	Caracterización
Diagonales	En su construcción las distintas capas de material se colocan de forma diagonal, unas sobre otras.
Radiales	Las capas de material se colocan unas sobre otras en línea recta, sin sesgo. Ésta permite dotar de mayor estabilidad y resistencia en la cubierta.

Extraído de Steinbichler.de [8]

Cabe señalar que existe muchas más variedad en tipos de neumáticos; por lo que además podemos mencionar; *Auto portante*, *Neumáticos tubetype (TT)*, *Neumáticos tubeless (TL)* y *Ruedas semi-neumáticas*, tipos de neumáticos que no analizaremos en este estudio por el hecho de no ser aptos.

1.4 VIDA ÚTIL.

La vida útil de los neumáticos depende de las condiciones y esfuerzos a los que se encuentra expuesto. A medida que los esfuerzos aumentan, disminuye la vida de la banda de rodadura. Los neumáticos que están expuestos a fines comerciales y de transporte de pasajeros (taxis, microbuses, buses) tienen una vida útil muy por debajo de neumáticos que se designen para uso cotidiano en automóviles domésticos. De acuerdo a los antecedentes disponibles los automóviles tienen una vida útil aproximada de 4 años, los neumáticos de las camionetas; por el hecho de estar expuestas a mayor carga, tienen una vida útil aproximada de 2 años. La estadística de neumáticos de microbuses, camiones y acoplados señala que éstos duran aproximadamente 8 meses. Y finalmente como caso de menor duración están los neumáticos de taxis y colectivos, con medio año de duración.

1.5 CONSECUENCIAS.

Los neumáticos fuera de uso constituyen un problema para el hombre contaminando zonas suburbanas, rurales y sitios eriazos ya que afectan el paisaje, generan basurales, son un principal foco de incendios, generan micro basurales, almacenan aguas lluvia Como no son biodegradables, sobrevivirán por millones de años contaminando y ocupando un gran volumen en un vertedero. Cada vez, en la capital de nuestro país se recolectan más de ocho mil neumáticos y se estima que cada año se desechan unos dos millones y medio [9]. Una combustión incontrolada de neumáticos genera cantidades importantes de hidrocarburos y emisiones nocivas para la atmósfera y la calidad del aire.



*Figura 3. Quema de neumáticos, Valparaíso 2012.
Extraído de Sfmnews.com [10].*

Según fabricantes, la mayoría de los neumáticos sigue la misma composición química;

Tabla 4. Composición química del neumático

Elemento	Porcentaje (%)
Carbono (C)	70
Hidrogeno (H)	7
Azufre (S)	1 – 3
Cloro (Cl)	0.2 – 0.6
Fierro (Fe)	15
Óxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de silicio (SiO ₂)	5
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60-760 ppm
Cadmio	5-10 ppm
Talio	0,2 – 0,3 ppm

Adaptado de Combustibles alternativos, Holderbank 1997 [11].

Se ha demostrado que las emisiones al aire provenientes de la quema de llantas a cielo abierto son más tóxicas que las provenientes de otro combustor, sin considerar el combustible. Las emisiones provenientes de la quema de llantas a cielo abierto incluyen contaminantes “criterio”, tales como partículas de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO₂), y compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Estas emisiones también contienen contaminantes “peligroso” como hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAHs), dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno bifenilos policlorados (PCBs); y metales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo, y vanadio [12].

Se ha estimado que las emisiones de las quemas de llantas a cielo abierto son 16 veces más mutagénicas que la combustión de madera residencial (leña) en las chimeneas caseras y 13.000 veces más mutagénicas que las emisiones de carbón mineral en un equipo eficiente de combustión con controles anticontaminantes.

Las sustancias y compuestos emitidos por la combustión de neumáticos al aire libre, puede traer consecuencias a corto y largo plazo para la vida humana dependiendo de la duración y grado de exposición, los efectos a la salud podrían incluir irritación a la piel, ojos y membranas mucosas, trastornos a las vías respiratorias, sistema nervioso central, depresión y cáncer [13].

Cabe mencionar a su vez, que por el hecho de ser un material inorgánico, los neumáticos fuera de uso no son biodegradables, pero sí producen un tipo de descomposición llamado lixiviado que contamina aguas subterráneas. Los neumáticos fuera de uso dan lugar a vectores que permiten la proliferación de virus, bacterias, moscas, cucarachas, y roedores.

Entre los principales virus que se podrían generar se encuentra el dengue, el cual es una enfermedad infecciosa que podría llegar a ser mortal si no se trata con rapidez.

1.6 BENEFICIOS DE RECICLAR NEUMÁTICOS.

El reciclado de neumáticos produce materia prima para una amplia gama de productos y de aplicaciones útiles entre las que se puede mencionar:

- ① Aumento de eficiencia en asfaltos utilizando material reciclado.
- ① Considerable disminución del espacio en vertederos.
- ① Importantes disminuciones en la contaminación ambiental.
- ① Posibles nuevos puestos de trabajo en la implementación de la planta.
- ① Reducción de la contaminación en cursos de agua, calles, caminos, terrenos eriazos y campos.
- ① Reducción de enfermedades proliferadas por residuos estancados en neumáticos fuera de uso.
- ① Reducción en riesgos de incendios, que podrían contaminar aires, suelos y viviendas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

En los últimos años nuestro país ha crecido de forma considerable en los ámbitos tanto industrial como económico, y en consecuencia ha traído un gran aumento de residuos y desechos afectando el medio ambiente, la calidad de vida de la población y el paisaje.

Al no existir un organismo serio o plan regulador de desechos y residuos, trae consigo un aumento de contaminación, debido a que no se cuenta con lugares o procesos donde se puedan reutilizar de forma masiva las grandes cantidades de restos contaminantes.

Producto de estos inconvenientes y al no identificarse los residuos y denominarlos como peligrosos, son emitidos a la atmósfera de forma directa sin antes pasar por algún tratamiento de degradación. Es por eso que se ha optado por un estudio donde se pueda ayudar a disminuir el deshecho inútil y la falta de compromiso con el medio ambiente.

2.2 TIPO DE ESTUDIO

El estudio a evaluar es de carácter técnico-económico, y pretende determinar si existe factibilidad en la instalación de una planta recicladora de NFU la cual genera miga de caucho de diferentes medidas según el uso que requiera el cliente.

Se realizó una evaluación económica para la instalación de este tipo de planta en la Octava Región, tomando en cuenta que sólo existe una industria en el país que hace triturado y granulación de NFU [14].

Nuestros principales objetivos se centran en costos de traslados, obtención y estimación de la cantidad de neumáticos disponibles en sectores cercanos a la ubicación física del proyecto, esto debido a que uno de los principales problemas es el abastecimiento de la materia prima; problema que se agrava al considerar que en Chile no existe una legislación que regule el desecho de neumáticos.

Para conseguir estos desechos se necesita identificar vulcanizaciones o vertederos de éstos de tal manera que se pueda cuantificar la cantidad de NFU que se generan en la provincia de Concepción y alrededores.

2.3 POSIBLES PRODUCTOS

Como posibles productos obtenidos del reciclaje de neumáticos podemos mencionar tres:

- ① El primer producto es chip de neumático, el cual se produciría en 3 tamaños distintos.
 - 1) 0.25 mm de diámetro.
 - 2) 1 a 2.5 mm de diámetro.
 - 3) 3.5 a 5 mm de diámetro.

- ② Se obtendrá acero para ser comercializado a fundiciones, empresas externas, o empresas del rubro, permitiendo obtener un ingreso marginal por la venta de éste.

- ③ El tercer producto a obtener es la fibra o componentes textiles, los cuales se comercializarán con empresas del rubro.

Todos estos productos son muy requeridos por el mercado, y tienen precios aceptables económicamente, por lo que es posible esperar un margen de beneficios.



Figura 4. Productos derivados del proceso.

Tabla 5. Potenciales áreas para utilizar el producto.

ÁREA	PRODUCTOS
ÁREA DEPORTIVA	<ul style="list-style-type: none"> • RELLENOS PARA CANCHAS DE CESPED ARTIFICIAL. • PISTAS PARA ATLETISMO • PISOS PARA MULTICANCHAS • SUELAS DE ZAPATOS DEPORTIVOS
ÁREA DE JUEGOS Y RECREACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • PALMETAS DE SEGURIDAD • PISOS CONTINUOS
AREAS VERDES	<ul style="list-style-type: none"> • CORTEZAS DECORATIVAS • SENDEROS DE CAUCHO
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • AISLANTES TÉRMICO Y ACÚSTICOS • TAPETES PARA PISOS • MATERIA PRIMA PARA PAVIMENTOS DE ASFALTO-CAUCHO. • LOMOS DE TORO
ÁREA INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> • MANGUERAS DE BAJA PRESIÓN • ARANDELAS • RODILLOS DE BAJO ESFUERZO (INDUSTRIA PAPELERA)

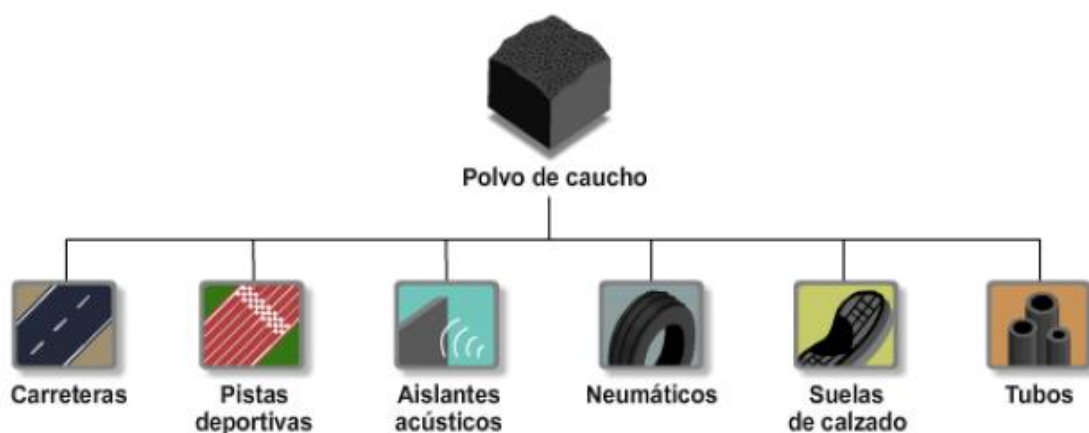


Figura 5. Posibles productos derivados del proceso de reciclaje de NFU.

2.4 ANÁLISIS DE OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El estudio se centra en un modelo económico para evaluar la prefactibilidad de una planta recicladora de neumáticos para Concepción y sus alrededores. El lugar es variable, pero se optó por la comuna de Lota con el fin de aumentar el desarrollo industrial, tecnológico y social de la comuna del carbón.

Con el proyecto se busca analizar la rentabilidad del proyecto, y a su vez, plantear una posibilidad de trabajo que permita mejorar y ayudar al medio con beneficios económicos y sociales.

El proyecto se realizará mediante los siguientes estudios:

- **ESTUDIO DE MERCADO**
- **ESTUDIO TÉCNICO**
- **ESTUDIO FINANCIERO**
- **ESTUDIO ECONÓMICO**

1. En el **estudio de mercado** se medirán los posibles proveedores de neumáticos fuera de uso (servitecas, desarmaduras, vertederos municipales, etc.), posibles consumidores y mercados competidores en la industria. Se analizará además el campo de utilización.
2. En el **estudio técnico** se estudiarán datos sobre; el tipo de planta, los procesos mecánicos capaces de procesar el neumático, la maquinaria a utilizar, los aspectos legales y por último, la localización de la planta.
3. En el **estudio financiero** se evaluarán todos los costos con relación al posible funcionamiento de la planta, midiendo costos en bienes raíces, infraestructuras, maquinarias, capacitación del personal (en procesos y seguridad industrial), equipamiento administrativo, costos fijos (Mantenimiento de la planta, remuneraciones del personal, consumo en servicios básicos, etc.), costos variables (transportes, gastos energéticos, publicidad, etc.), depreciaciones, entre otras.

4. En el **estudio económico** se procederá a evaluar, con los datos ya obtenidos la rentabilidad de la planta utilizando métodos de viabilidad (VAN, TIR), estimando las ganancias a 10 años futuro, y finalmente con un resumen total midiendo resultados del proyecto.

2.5 ANÁLISIS FODA.

El análisis D.A.F.O. o bien FODA es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada.

Básicamente es una herramienta para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planear una estrategia de futuro [15].

AMENAZAS:

- Distribución demasiado variada y heterogénea de neumáticos fuera de uso en la zona (Concepción, Coronel, Talcahuano, etc.).
- Posible venta de la materia prima (neumáticos fuera de uso) a precios más elevados del propuesto.

OPORTUNIDADES:

- Casi un 85% de los neumáticos fuera de uso son destinados a la basura, y a vertederos clandestinos debido a que no existen métodos de reciclaje de éstos, o plantas capaces de procesar estos residuos en Concepción; por ende es una posible solución medio-ambiental.
- Posibilidad de generar cultura de reciclaje y ahorro de mucho espacio en zonas de vertederos y sitios eriazos.
- Competencia casi nula en la zona, la única planta en competencia se encuentra en Lampa, Santiago.
- La innumerable cantidad de agujeros en las calles de nuestro país es un problema solucionable utilizando miga de caucho como sellante de éstos. Las propiedades absorbentes son ideales para los impactos a los cuales está expuesta una calle.

FORTALEZAS:

- La ubicación geográfica (VIII región) rellena un vacío logístico en el mapa. No existe ninguna planta en la zona en competencia.
- Se trata de un negocio para optimizar espacio, y que está de la mano con el medio-ambiente.
- Es innovador en Chile; pero no es desconocido. Es un negocio con muchísimo recorrido.
- La producción comienza desde el primer mes.
- Los productos obtenidos (Miga de caucho, Acero, textiles) son productos de alta demanda, y con muchas aplicaciones en la industria.
- No genera mayores residuos en su producción.

DEBILIDADES:

- Falta de una política administradora y reguladora que obligue al reciclaje de los neumáticos en Chile, lo cual nos obliga a acreditarnos como una entidad valorizadora de residuos, lo que representa un potencial problema burocrático, tedioso y con posibilidades de retrasos de tiempo en producción.
- Riesgos en la producción por la posible falta de insumos para la producción.
- Posibles faltas al compromiso por parte de la empresa distribuidora.

2.6 ANÁLISIS PORTER DE LAS CINCO FUERZAS

Michel Porter, economista y profesor, elaboró un modelo estratégico que permite analizar cualquier industria en términos de rentabilidad. A continuación se muestra el análisis de los cinco ítems para el proyecto.

1) *Poder de negociación de los compradores o cliente*

Alto. Generalmente en cualquier tipo de industria lo usual es que los compradores tengan el mayor poder de negociación frente a los vendedores, es decir, al existir una reducida cantidad de compradores, la demanda de productos será escasa, pudiendo éstos, reclamar por precios más bajos y mejores condiciones. Las que en cierto modo serian desfavorables a cuanto pretensiones de renta se refiere para el vendedor.

2) *Poder de negociación de los proveedores o vendedores*

Alto. Al existir una baja cantidad de proveedores estos cuentan con gran poder para negociar pudiendo incrementar los precios y ser menos concesivos.

Este poder de negociación puede aumentar aún más cuando:

- Existe escasez de materias primas sustitutas.
- El costo de cambiar una materia prima por otra es muy alto.
- Las compras por parte de los clientes son de volumen bajo.

3) *Amenaza de nuevos competidores entrantes*

Media. A nivel país la amenaza de nuevos competidores es baja, producto que solo existe una empresa dedicada a dicho rubro. Pero se debe tener en cuenta que las posibilidades de importar productos de similares características, a los que se pudiesen obtener son elevadas, debido a la globalización.

La competencia también debe tener en consideración:

- Alto costo de inversión.
- Falta de acceso a materias primas.
- Necesidad de obtener rápidamente economías a escalas.

4) *Amenaza de productos sustitutos*

Media. La presencia de un producto sustituto suele establecer un límite al precio que se pudiese cobrar por este.

Cuando se trata de productos específicos, difícil de copiar, se logra alta rentabilidad, debido a que los precios fijados son realizados en solidario en consecuencia la competencia es casi nula. En este caso, esto se afrontará con el valor agregado que cuenta un producto reciclado.

5) *Rivalidad entre los competidores*

Alta. Generalmente la fuerza más poderosa, siendo el resultado de las cuatro fuerzas anteriores.

Se podría interpretar como una gran cantidad de estrategias destinadas a superar a los demás, estrategias que buscan aprovechar toda muestra de debilidad de ellos.

Esto se puede incrementar cuando:

- ① Los costos fijos son altos
- ① La demanda del producto disminuye.
- ① Existe poca diferenciación entre los productos.

**CUANTIFICACIÓN DE DESECHOS REUTILIZABLES EN CONCEPCIÓN Y LA
ZONA**

3.1 CUANTIFICACIÓN DE DESECHOS REUTILIZABLES EN CONCEPCIÓN Y LA ZONA.

En este ítem del proyecto, se realizará un estudio de cuantificación para tener registros de la cantidad de materia prima (NFU) en la zona de Concepción. Es de gran importancia tener en cuenta que; si la planta es capaz de abastecerse de sólo neumáticos fuera de uso en la zona de Concepción; se disminuirán tiempos en recolección, tiempos muertos en la planta, y reducción de importantes gastos en pagos para recolecta de materias primas para la producción.

3.2 CIFRAS SOBRE LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS EN CONCEPCIÓN.

Tomando en cuenta que la planta funciona con neumáticos fuera de uso, y considerando que los neumáticos se degradan en aproximadamente 2 a 4 años se planea obtener una cantidad aproximadamente alta de NFU, con el fin de no parar la producción por ningún motivo durante ese período.

Tabla 6. Vehículos inscritos en el radio de estudio; VIII Región, Concepción.

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
MOTORIZADOS	224.426
NO MOTORIZADOS	4.867
AUTOMOVIL Y STATION WAGON	141.980
TODO TERRENOS	6.389
FURGÓN	9.012
MINIBÚS	1.327
CAMIONETA	40.627
MOTOCICLETA Y SIMILARES	7.599
OTROS CON MOTOR	34
OTROS SIN MOTOR	904
TAXI BÁSICO	267
TAXI COLECTIVO	1.880
TAXI TURISMO	394

MINIBUS TRANSPORTE ESCOLAR	1.126
MINIBUS TRANSPORTE COLECTIVO	503
BUS TRANSPORTE ESCOLAR	158
CAMIÓN SIMPLE	6.254
TRACTO CAMIÓN	2.350
REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES.	3.963
TOTAL	229.124

Extraído de Instituto nacional de estadística 2014 [16].

3.3 DURACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS EN LOS VEHÍCULOS

Tabla 7. Vida útil de neumáticos en vehículos.

TIPO	DURACIÓN (AÑOS)	NÚMERO DE NEUMATICOS POR VEHÍCULO	PESO PROMEDIO. (kg)
AUTOMOVILES	4	4	8.5
TAXIS	0.5	4	8.5
CAMIONETAS	2	4	8.7
MICROBUSES	0.66	6	45
CAMIONES	0.66	8	46.6
ACOPLADOS	0.66	8	46.6

Adaptado desde Asociación de Industriales de la Goma [17].

El parque automotriz creció un 7.28% el año 2013, por lo que se espera que siga en aumento. La existencia de vehículos baratos y la gran oferta internacional hace muy tentadora la opción de adquirir un vehículo, lo que aumenta potencialmente el número de vehículos en la zona.

3.4 DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA EN LA ZONA.

Debido a la no ley de reciclaje en Chile, y la distribución heterogénea de NFU en toda la zona de Concepción, se nos hace imposible contar con toda la cantidad de neumáticos fuera de uso en la zona. Debido a esto al total de la cantidad se le aplicará un factor de pérdida del 10% del total de éstos, puesto que no podemos realmente obtener el 100%.

Según la cantidad de vehículos en Concepción (229.124) y considerando el número de ruedas por vehículo, y su peso; podemos estimar una cantidad total de 10.786,33 toneladas. A esto se le aplicará el factor de pérdida cuantificando 9.707,697 TONELADAS DISPONIBLES.

ESTUDIO DE MERCADO

4.1 ESTUDIO DE MERCADO

Para la iniciación de cualquier proyecto que tenga como objetivo la venta de productos, prestación de servicios (incluido éste), se considera de vital importancia realizar un proceso de toma de decisiones adecuado.

Las decisiones van relacionadas a la identificación y evaluación de estrategias para el lanzamiento de una fábrica, producto o servicio nuevo, la promoción de uno existente y una diversidad de actividades que se realizar en marketing.

A consecuencia de esto, el “estudio de mercado” no se limita a sólo obtener información, sino que analiza conjuntamente el mercado, proveedores, competidores, el entorno social y tecnológico entre otros aspectos.

Mediante metodologías estadísticas y técnicas; podemos concluir desde una visión global cuáles son las opciones óptimas a seguir.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

La comercialización de miga de caucho reciclada es de un orden bastante bajo en nuestro país, debido a una falta de cultura de reciclaje, y en mayor medida a la no realización de estudios y desarrollos de plantas recicladoras en Chile.

El poco conocimiento de estas tecnologías, y la centralización que se da en nuestro país da lugar al poco conocimiento y uso de éste producto.

Por otro lado, el producto resultante tiene muchas aplicaciones y utilidades; por lo que podría resultar ventajosa su comercialización frente a una alta demanda en productos derivados de la goma, como también frente a productos utilizados como combustible.

Actualmente, nuestro mercado es de tipo Oligopolio, debido a que en nuestro país hay pocos competidores que se dedican al área de proceso de neumáticos fuera de uso. No obstante y en consecuencia del exponencial crecimiento del mercado automotriz y, los bajísimos precios de los neumáticos, se extenderán oportunidades para nuevas plantas y mercados extendidos por toda el área nacional.

4.3 VALOR AGREGADO

Al contribuir con el medio ambiente, y diseñar productos con importantes y variadas utilidades a base de neumáticos fuera de uso que, probablemente, serían foco de incendios, contaminación, fuente de aguas lluvias contaminadas, y ocuparían considerables espacio en vertederos; se opta por diseñar un producto con alto valor agregado en el tema del reciclaje, eliminando con ello un pasivo ambiental.

4.4 MERCADO PROVEEDOR.

El mercado proveedor constituye muchas veces un factor tanto o más crítico que el mercado consumidor, y en consecuencia, es de gran importancia debido a que en esta sección del estudio se analizan las cantidades de materia prima dispuesta a ser recolectadas por la planta.

La disponibilidad de insumos (NFU) es fundamental para la determinación del procedimiento de cálculos de costos para abastecerse. Y como consecuencia de la falta de legislación en Chile, la mala distribución de neumáticos fuera de uso será una de las problemáticas a resolver para poder darle inicio a los procesos de la planta.

Se pretende, como opción optimista, que empresas como también recintos municipales nos remuneren por quitar de sus dependencias y reducir espacios que consideran ocupados con neumáticos fuera de uso, trayendo éstos a nuestros recintos de almacenamientos. Esto resultaría muy atractivo para la planta, puesto que se celebraría un contrato con el cual recibiría ingresos variables mensuales por recibir material para producción.

Como segunda opción, y menos ventajosa, se considera retirar de manera gratuita los neumáticos fuera de uso de los vertederos, y lugares de acoplo de éstos.

Esta opción no resulta tan ventajosa como la anterior, puesto que se debe considerar gastos en combustible, tiempos muertos, choferes, sueldos de funcionarios, etc. lo que representa una considerable inversión de parte de la empresa.

Como tercera opción, y con mayor índice de desventaja, se considera pagar por sacar los neumáticos fuera de uso de las dependencias de los vendedores considerando ésta opción como la menos factible, debido a que se invertirá una importante cantidad, disminuyendo en alguna medida la rentabilidad general de la empresa.

Teniendo en cuenta los datos entregados anteriormente, y considerando que los neumáticos son provistos por el sistema de transporte público, vulcanizaciones, servitecas, líneas de taxis y colectivos, desarmadurías, y automóviles privados; se optó por celebrar un contrato con una empresa que abastecería a la planta con neumáticos fuera de uso, cancelando por tonelada, y obligando a ésta a cancelar multas por el no cumplimiento del trato a acordar.

4.4.1 MATERIA PRIMA A RECOLECTAR.

El principal objetivo para mantener la empresa e intentar conservar la factibilidad es buscar la manera de obtener los NFU pagando por éstos, y asegurando su distribución de parte de la empresa contratada de provisionarlos. Si consideramos que actualmente las municipalidades y empresas pagan por retirar éstos de sus recintos, resulta ser una situación ventajosa, y sería para empresas que se dediquen al rubro.

Se consultaron vulcanizaciones, servitecas, desarmadurías, líneas de taxis sólo en la zona de Concepción y la gran mayoría desecha los neumáticos que sobran de sus trabajos, los cuales son almacenados en patios, zonas aledañas y sitios eriazos.

A su vez, visitando se avistaron muchos neumáticos fuera de uso en carreteras, vegas, y vertederos clandestinos.

Esto nos da aún más esperanzas para poder obtener la cantidad necesaria para producir, y operar con buen rendimiento la línea de producción descartando una considerable cantidad de gastos por recolección propia de NFU.

4.4.2 PROVEEDORES DE MAQUINARIA

Se consultaron en diferentes empresas proveedoras de maquinaria capaz de cubrir la necesidad de producción de la planta procesadora de neumáticos fuera de uso considerando un rendimiento de 1.5 toneladas de neumático en una hora.

A continuación se muestran empresas que comercializan maquinaria de este tipo, y que cumplen las condiciones de producción.

Tabla 8. Proveedores de maquinaria.

EMPRESA	COSTO (USD)	LOCALIZACIÓN
BOMATIC	409.325	Madrid, España.
ECOGREEN EQUIPAMENT	950.020	Salt Lake City, Utah, USA.
ZERMA	679.236	Radebeul, Alemania.
DEGUMA	571.459	Geisa, Alemania.
TIRESYS	480.560	Santa Fe, México.

Para efectos de este estudio, se eligió la empresa Bomatic y su maquinaria basándonos en la eficiencia de la planta, la cantidad de repuestos disponible en el mercado, la normalización de sus productos, y el bajo costo de la planta.

4.4.3 ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA

La compañía general de electricidad será la que proveerá de energía e instalación eléctrica. Se ocupará un transformador trifásico tipo aéreo de 450 KVA el cual normalmente utiliza aceite mineral como aislante, pero opcionalmente por razones de seguridad pueden suministrarse con refrigerante incombustible de silicona.

A continuación se muestran las compañías cotizadas para realizar la instalación eléctrica.

Tabla 9. Proveedores de suministro eléctrico.

COMPAÑÍA	LOCALIZACIÓN	CONTACTO
INPROLEC	CONCEPCIÓN	contacto@inprolec.cl
ELECTRICIDAD NR	SAN PEDRO DE LA PAZ	contacto@electricidadnr.cl
PROELECTRIC ING LTD.	CONCEPCIÓN	Contacto@proelectric.cl
RHONA S.A.	CONCEPCIÓN	Vía formulario de contacto www.rhona.cl/
ELECTRICIDAD MFB	SANTIAGO	Vía formulario de contacto www.electricidadmfb.cl/
PERALTA ELECTRICIDAD	SANTIAGO	eypelectricidad@gmail.com

Extraído de Amarillas.cl 2014 [19].

4.5 MERCADO COMPETIDOR

El mercado competidor de la miga de caucho en Chile es relativamente poco competitivo, debido a que la única competencia directa por el momento que se ubica en Lampa, Santiago de Chile, con una empresa de producción y manufactura de miga de caucho; lo que significa una competición de tipo oligopólica. Como segundo mercado competidor podemos considerar la miga de caucho reciclado como combustible para la industria cementera y generadora de energía.

Considerando que la producción de cemento ha aumentado significativamente junto con los requerimientos de un mercado exigente, también ha aumentado el consumo de carbón para dicha producción, por lo tanto, es necesario analizar el comportamiento de los precios del carbón, para poder ver la oportunidad de competir ofreciendo un producto más barato y con mayor poder calorífico.

Como promedio el poder calorífico de un neumático es de 8000 kcal/kg, lo que se traduce como un posible elemento competitivo en el área.

Al incinerar migas de caucho reciclado se emiten partículas de Zinc, Cadmio, Plomo, y Níquel, en consecuencia, el azufre y las cenizas resultantes de la combustión se incorporan a la mezcla de cemento, lo que resulta beneficioso en el proceso en los hornos cementeros. Pero como el mercado objetivo no se basa principalmente en la utilización de miga de caucho para hornos cementeros, sino que para fabricación de materias primas a base de NFU, se enfocará el estudio en las plantas productoras de migas de caucho, compitiendo con caucho sintético y caucho natural de distintas calidades.

4.5.1 EMPRESAS COMPETIDORAS EN LA REGIÓN

No existen empresas competidoras en la región, en consecuencia se tomarán en cuenta como empresas competidoras del rubro manufactura del caucho en Chile (natural y SBR).

4.5.2 EMPRESAS COMPETIDORAS EN CHILE

Existe sólo una empresa competidora en el rubro de procesado de neumáticos fuera de uso.

Tabla 10. Empresas competidoras a nivel nacional.

EMPRESA	DIRECCIÓN	CIUDAD	CONTACTO	PRODUCTO
Polambiente S.A.	Las frambuesas #1173, Lampa.	Santiago, Chile.	(56-9) 8465 63 64	Miga de caucho, barreras de contención, aislantes para construcción, etc.

Las empresas de competición en caucho natural y sintético corresponden a:

Tabla 11. Empresas de competición manufactura del caucho en Chile.

EMPRESA	DIRECCIÓN	CIUDAD	CONTACTO	PRODUCTO
Rds Ltda	Blanco Garcés #154	Santiago, Chile.	(56-2) 324 1342	Caucho sintético (SBR)
INDUNORTE	Porvenir N° 350	Santiago, Chile	(56-2) 2635 5517	Caucho sintético (SBR)
Cruzeirogomas	RONDIZZONI #1752	Santiago, Chile	(56-2) 255 049 00	Caucho sintético (SBR)
Gomas Monserrat	Lira #2488. San Joaquín	Santiago, Chile	(56-2) 255 57 400	Caucho sintético (SBR)
Schussler S.A.	Bellavista alto #2075	Concepción, Chile	(41) 2928888	Caucho natural

A continuación se presenta una tabla con la variación del precio por kg de caucho a nivel internacional desde mayo, 2013 hasta febrero, 2014.

Tabla 12. Proyecciones del precio internacional de diferentes variedades de caucho.

Fecha	SMR20 ^a	BULKLTX ^b	SIR20 ^c	RSS3 ^d	STR20 ^e	LATEX
may-13	2.7882	2.0181	2.8733	3.7110	2.8670	2.1024
jun-13	2.8281	2.0530	2.8518	3.7316	2.8655	2.1231
jul-13	2.8418	2.0686	2.8658	3.7520	2.8827	2.1592
ago-13	2.8276	2.0900	2.8493	3.7329	2.8827	2.1849
sep-13	2.8703	2.1329	2.8952	3.7669	2.9299	2.2267
oct-13	2.8427	2.0972	2.8516	3.7671	2.8921	2.1988
nov-13	2.8427	2.1196	2.8825	3.7896	2.9143	2.2231
dic-13	2.8640	2.1152	2.8769	3.7837	2.9121	2.2206
ene-14	2.8765	2.1071	2.8965	3.7897	2.9093	2.1879
feb-14	2.8865	2.0988	2.8989	3.8008	2.9217	2.2078

*(precios en US\$).

a: SMR20 Standard technical rubber 20- Malaysia

b: BulKltx Contenedores de Látex de Caucho

c: SIR20 Standard technical rubber 20- Indonesia

d: RSS3 Rubber Smoked Sheet Type 3

e: STR20 Standard Technical Rubber 20-Thailand]

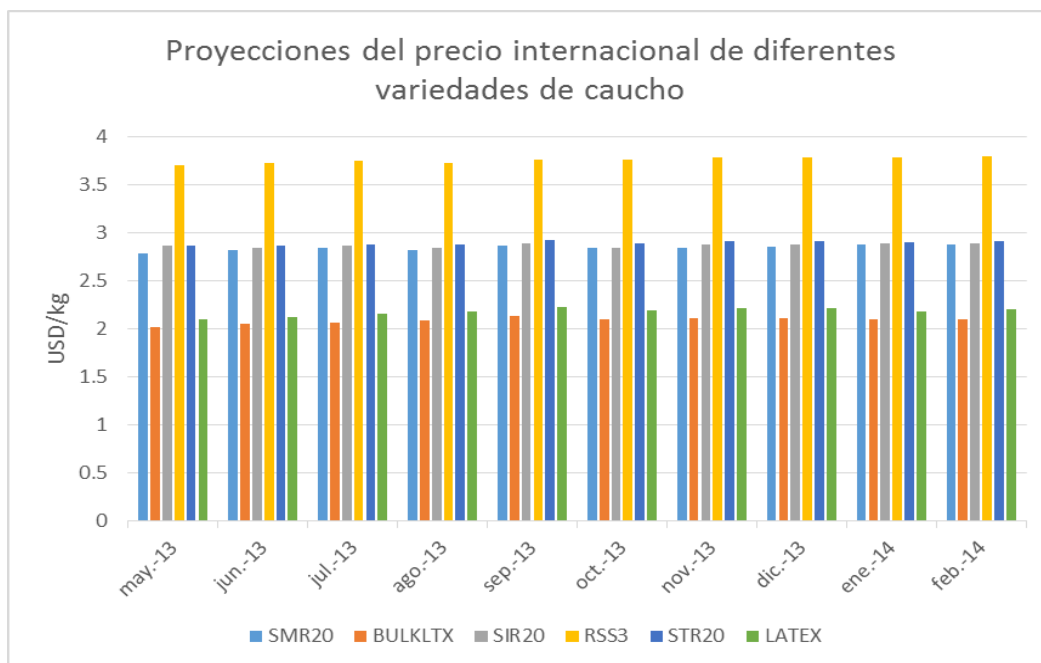


Figura 6. Proyecciones del precio internacional de variedades de caucho. Elaboración propia; Adaptado de “The Rubber Economist [19].

Las estimaciones hasta el año 2018 podrían demostrar una importante alza en los precios del caucho a nivel internacional.

Tabla 13. Proyecciones del precio internacional hasta 2018. (USD/kg).

Pronostico	SMR20	BULKLTX	SIR20	RSS3	STR20	LATEX
2015	3.0303	2.2348	3.0584	3.9997	3.0712	2.3390
2016	3.1233	2.3087	3.1578	4.1368	3.1633	2.4211
2017	3.2158	2.3813	3.2552	4.2736	3.2551	2.5023
2018	3.2655	2.4006	3.3122	4.4342	3.2962	2.5266

Elaboración propia; Adaptado de “The Rubber Economist [20].



Figura 7. Pronóstico precio internacional del caucho hasta el año 2018.

Elaboración propia; Adaptado de “The Rubber Economist [21].

La información antes señalada muestra un claro aumento en los precios del caucho a nivel mundial, lo que se traduce en una oportunidad para comercializar caucho derivado de NFU tomando en cuenta, además, el valor agregado que éste posee.

4.6 MERCADO CONSUMIDOR

El principal objetivo del proyecto es llegar a producir miga de caucho con distintos tipos de granulometría, y además obtener otros materiales que representarían futuras remuneraciones para la empresa. Dentro de los productos mencionados se encuentran; miga de caucho, acero de alta calidad, y textiles provenientes de los neumáticos fuera de uso.

El principal mercado consumidor para la miga de caucho, son las empresas que generan productos derivados del caucho (Caucho sintético SBR, Caucho natural, Etc.) y que no estén expuestas a grandes esfuerzos, puesto que la miga de caucho por el hecho de pasar por un proceso previo de vulcanización, pierde gran parte de sus características mecánicas.

Se señalará a continuación como principal mercado empresas que trabajen el caucho que no esté expuesto a grandes esfuerzos de tracción/compresión, de las cuales tengan disponibilidad para trabajar con materia prima derivada de neumáticos fuera de uso. En consecuencia, se considera también, el hecho de contar con un caucho de calidad y con un precio mucho menor al caucho natural o SBR que se comercializa en Chile.

Entre las posibles empresas consumidoras podemos destacar las siguientes:

Tabla 14. Posibles industrias que utilizarían derivados de NFU.

EMPRESA	PRODUCTOS	LOCALIZACIÓN
SCHÜSSLER S.A.	Productos plásticos elastoméricos y sellados de fluidos.	Bellavista alto #2075 Concepción.
RECAUCHAJES CONCEPCIÓN LTDA.	Productos plásticos, recauchaje de neumáticos.	Lautaro #2040 Concepción.
AMERICAN O’RING INC.	Sellos hidráulicos, gomas.	Avenida Rene Schneider #543 Concepción.
CODITEC	Sellos hidráulicos, sellados de fluidos.	Ongolmo #1510 Concepción.
HIDRAULISUR	Fabricación de Partes y Piezas. Fabricación y Mantenimiento de Centrales Oleo- Hidráulicas.	Ongolmo #1385 Concepción.
PROHIND	Mangueras hidráulicas, Sellos hidráulicos, y tubos hidráulicos.	Avenida Cristóbal Colón #6900 Talcahuano.
NEFEX	Revestimientos de caucho, parches, sellos, juntas.	Santa Rosa #5730 Santiago
CAUCHOS BAILAC	Guarderas, Cojines para puentes, faldones, cañerías, molinos, etc.	Los Sauces #17 Concepción
CEMENTOS BÍO-BÍO	Cementos obtenidos de molindas de clínker, puzolana, yeso, y escoria.	Avenida Gran Bretaña #1725.
CEMENTOS POLPAICO	Cementos especiales, diversas granulometrías, hormigones, áridos.	Av. Golfo de Arauco #3561, Coronel
INDUNORTE	Gomas, mangueras, correas, acoples empaquetaduras (SBR).	Porvenir # 350, Santiago.
BATA INDUSTRIALS	Calzado industrial enfocado a agricultura, minería, construcción e industrias de esa índole.	Irarrázaval #3078, Ñuñoa #775000, Santiago.
NEFEX	Fabricación y distribución de productos de caucho, recauchajes de neumáticos.	Camino a Coronel #3420 Parque Industrial Michaihue

Elaboración propia con aportes de Amarillas.cl [22].

Para analizar el mercado consumidor de miga de caucho, se analizaron las importaciones de caucho natural y sintético para la manufactura de productos derivados del caucho en Chile.

Se utilizaron datos de comercialización del año 2013 y 2014 y se construyó una tabla con los valores aproximados de importaciones desde distintos países del mundo hacia Chile, para poder así, determinar cantidades y valores que Chile invierte en la compra de distintos tipos de cauchos. (Cabe mencionar que se consideró el CIF, y que los valores se encuentran con éste agregado).

Tabla 15. Importaciones de distintos tipos de cauchos en Chile.

CAUCHO NATURAL	2013	2014
CANTIDAD (kg neto)	262.735	341.920
VALOR (USD)	696.911,1	822.287,3
CAUCHO SINTÉTICO (SBR)		
CANTIDAD (kg neto)	360.000	446.860
VALOR (USD) CIF INCLUIDO	1.001.789	982.907,8
CAUCHO LÁTEX NATURAL		
CANTIDAD (kg neto)	258.704,4	266.656
VALOR (USD) CIF INCLUIDO	456.872,1	479.872,1
CAUCHO LÁTEX SINTÉTICO		
CANTIDAD (kg neto)	313.925	334.955
VALOR (USD) CIF INCLUIDO	375.894,3	399.894,7

Adaptado de Gotradedata.com [23].

Como podemos observar en la tabla, existe una gran demanda de caucho de diferentes tipos; demanda que está presente en Chile y que nos obliga a comprar a países extranjeros, pagando también el costo de envío y seguro de éstos. Estos datos demuestran un claro mercado para la implementación de la planta de reciclaje de neumáticos fuera de uso en nuestro país; lo que sería un buen negocio, puesto que se entregarían soluciones ambientales a la población y se recibirían remuneraciones por la venta de un producto derivado con alto valor agregado.

ESTUDIO TÉCNICO

5.1 ESTUDIO TÉCNICO

En este capítulo del estudio se tiene como objetivo proveer la información necesaria para la selección de la maquinaria, inversiones y costos de operaciones que estarán dentro del proceso productivo. Como hablamos de un proceso netamente mecánico, es necesario definir cualidades y selección de maquinaria de acuerdo a estándares de producción y buen rendimiento, todo esto obedeciendo con maquinaria de calidad y con alto rendimiento.

Se evaluarán distintos aspectos como por ejemplo, mantención de la maquinaria, localización de la planta como también costos de la producción y maquinaria.

5.2 TIPO DE PLANTA

Se analizaron varios procesos que podrían ser útiles para el proceso de molienda de neumáticos fuera de uso, y se optó por el proceso de trituración mecánica. Las notorias ventajas de este proceso son variadas, y entre ellas se encuentran; costo relativamente bajo comparado con otros proceso de reciclaje, bajos costos de mantención, bajos índices de contaminación, y además requiere poco personal para su operación y mantención.

Cabe mencionar que existen, a pesar de ésta, muchas tecnologías que serían capaces de procesar neumáticos fuera de uso, pero la trituración mecánica es conocida hace muchos años en países de Europa, y también tiene influencia en Chile, y la puesta en marcha ya es un hecho confiable. La mantención también es conocida en nuestro país, lo que da lugar a la contratación de profesionales de nuestro país para realizar esta labor.

Para ser amigable con el medio ambiente, se ha optado por un proceso de molido en caliente, utilizando granuladores y molinos que están dotados de sistemas de extracción con una capacidad de aspirado de 5000 m³/hr lo que garantiza un entorno sin partículas de polvos dispensadas en el aire, y al mismo tiempo da tiempo para poder refrigerar los componentes de la instalación. Este sistema de aspiración se elige para satisfacer normas alemanas de contaminación ambiental, las cuales son más exigentes y rigurosas que las nacionales.

5.3 PROCESOS

Para la obtención de nuestra materia prima es necesario una serie de procesos que se llevan a cabo en la planta. El proceso de producción comienza con la recepción de neumáticos fuera de uso para posteriormente ser introducidos, mediante una correa, a disposición de las máquinas que nos entregarán como resultado final la miga de caucho que se propone comercializar.

El proceso consta de cuatro etapas principales:

1. PRE-TRITURADO
2. GRANULACIÓN
3. MOLIENDA
4. CRIBADO Y LIMPIEZA.

A continuación se detalla cada proceso:

5.3.1 PRE TRITURADO

El proceso de pre-triturado consiste en triturar el neumático en dimensiones aproximadamente de 150x150 mm mediante una cortadora rotativa compuesta de 2 árboles porta cuchillos, los cuales están diseñados con carburo de tungsteno que junto a otros factores, tienen el fin de evitar el desgaste, pandeo y fatiga al momento de triturar. Conectada a la cortadora rotativa existe una criba de disco cuya función es retornar granos que excedan la tolerancia mínima.

Los neumáticos son conducidos a la tolva del módulo de corte, donde se trocean. El material troceado es aportado a la criba de discos por medio de una cinta transportadora.

Los trozos superiores a 150x150 mm son retenidos y retornados de nuevo a la cortadora rotativa, mientras que los trozos más pequeños son conducidos a un vaciadero por otra cinta transportadora, y desde aquí, son transportados a la sección de granulado.

Esta sección está preparada para ser instalada y operada en el exterior, evitando así, la entrada de materiales sucios a la nave, puesto que los neumáticos a menudo están llenos de arena y de agua.

Desde el vaciadero, una cargadora sobre ruedas lleva los trozos de neumáticos a un silo automático, donde posteriormente son trasladados a través de una nueva apertura a la sección de granulación.



Figura 8. Cortadora rotativa.



Figura 9. Material resultante después proceso de pre-triturado.

5.3.2 GRANULADO

Esta sección consta principalmente, de dos eficientes granuladores y dos segmentos de corte paralelos. El primer granulador está equipado con una criba cuyo tamaño de perforación es de 22mm. El segundo granulador tiene una criba con un tamaño de perforación de 15mm.

Las cuchillas de los granuladores están atornilladas a los soportes del rotor, con el fin de, en caso de producirse una avería, los soportes del rotor pueden reemplazarse sin tener que desmontar todo el eje.

El primer granulador es más grande y más potente que el segundo, debido a que éste hace la mayor parte del trabajo y se le aporta mayor cantidad de metal que al segundo.

Como resultado de este proceso se obtienen pedacitos de 20mm con restos de acero provenientes de la estructura rígida del neumático. Estos restos de acero son extraídos en un separador de metales a través de un cinturón transversal con imanes y de varios rodillos magnéticos.

Tras la segunda granulación y otra fase de separación de metales, la miga de caucho es transportada a una criba, donde los materiales que tienen un tamaño inferior a los 4mm son retenidas para su descarga en el molino y ser nuevamente triturados. El resto es transportado a otro molino dotado de una criba con agujeros de 4 mm para su molienda.



Figura 10. Material post proceso de granulación.

5.3.3 MOLIENDA

El proceso de molienda se lleva a cabo en un molino cortador de 8 hileras de cuchillos, que tiene como función reducir el diámetro del material proveniente del proceso de granulación. Reduce el diámetro en dos secciones. La primera sección reduce el diámetro del caucho a la medida más pequeña, que corresponde a 0.25 mm de diámetro. La segunda sección de la molienda corresponde a la granulometría 1-2.5 mm de diámetro.



Figura 11. Material post proceso de molienda.

Gentileza Polambiente S.A [24].

5.3.4 CRIBADO Y LIMPIEZA

El proceso de cribado se define como un método de separación de materiales de diferente tamaño por medio de barreras con orificios que sólo permiten el paso a materiales de diámetro más pequeño, y que retienen a los de mayor diámetro. Este proceso de separación se divide en 3 fracciones;

1. Textiles
2. Granulado 1-2.5mm de diámetro
3. Granulado 0.25 mm de diámetro (tamaño arena)

La primera criba tiene como función dejar los materiales de 1 a 2.5 mm de diámetro, los cuales se descargan por una cinta transportadora y posteriormente son envasados y listos para ser comercializados.

El material restante es elevado por una cinta, y transportado a la siguiente criba para separar el granulado con la fracción final (0.25mm de diámetro).

El siguiente estado será la separación de textiles mediante un separador ciclónico el cual tiene una capacidad de aspiración de hasta 4000 m³/h. Finalmente el producto será procesado por una criba vibratoria y embolsado.

Tanto la granuladora como también la sección de limpieza están equipadas con un eficiente sistema de extracción de polvo, cuya función es aspirar las secciones en las cuales se produce polvo y filtrar el aire. El sistema de control del panel de encendido está monitorizado mediante un sistema *SIEMENS* que garantiza la seguridad de la instalación.



Figura 12. Miga de caucho en etapa final.

5.4 EQUIPOS Y MAQUINARIA

Se seleccionó, de acuerdo a necesidades y requerimientos del proceso la planta de reciclaje de neumáticos Bomatic (www.Bomatic.de/en, parámetros de búsqueda según rendimiento requerido por la planta). Ésta cumple con normas internacionales y los costos iniciales son admisibles. La maquinaria es de origen Alemán, sin embargo existe entrenamiento en Chile para poder operar las maquinas que conforman la planta. La capacidad de la planta será 1.5 ton/hora, medida que está acorde al potencial número de NFU.

Los equipos a utilizar para el proceso de trituración son:

1. Para proceso de pre-triturado: Trituradora *Bomatic* modelo B1350DD

Máquina utilizada para procesar neumáticos con la finalidad de obtener trozos más pequeños de los mismos, mediante dos árboles porta cuchillas que giran recíprocamente de forma asincrónica.



Figura 13. Trituradora Bomatic B1350DD.

Las características técnicas del equipo están señaladas por la siguiente tabla.

Tabla 16. Características técnicas Bomatic B1350DD.

Potencia motriz	110 kW
Cable de conexión	2 x 4 x 70 mm ²
Fusibles	2 x 160 (A) de acción lenta.
Abertura del mecanismo cortador	1355 x 900 mm.
Abertura de la tolva	2100 x 1500 mm.
Tamaño del granulado	Está determinado por el ancho de las cuchillas.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [25].

2. Cinta transportadora

Encargada de transportar todo tipo de material por el circuito de la planta.

Tabla 17. Características técnicas cinta transportadora.

Distancia entre ejes	8200 mm
Ancho de la cinta	1000 mm.
Accionamiento	2,2 kW / 40 V /50 Hz.
Altura de la pared lateral	350 mm.
Material de caja	Acero perfilado.
Laterales	Chapa de acero 2 mm de grosor.
Velocidad de la cinta	16 m/min.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [26].

3. Criba de disco

Este equipo tiene como finalidad la separación del material de mayor tamaño del más fino mediante discos vibratorios que están situados en forma paralela cuyo proceso es realizado posterior a la trituración.



Figura 14. Criba de disco.

Tabla 18. Características técnicas criba de disco.

Armazón inferior	Construcción soldada, acero perfilado
Bastidor de la criba	Está compuesto de discos de acero.
Accionamiento	Motor reductor de 5kW , transmisión por cadena 400 V / 50 Hz.
Dimensiones exteriores	700 x 4000 mm.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [27].

4. Sistema de retorno de los granos retenidos

Resbaladero de chapa de acero de alta calidad, que une el rebose de la criba con la cinta transportadora de retorno.

Tabla 19. Características técnicas sistema de retorno granos retenidos.

Longitud de transporte	17000 mm
Ancho de la cinta	800 mm.
Tipo de cinta	Caucho resistente al aceite y a la grasa.
Tambor de accionamiento	140 mm.
Tambor de inversión	140 mm.
Accionamiento	3 kW / 400 V / 50 Hz.
Velocidad	0.4 m/s.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [28].

5. Cinta transportadora de evacuación

Se encarga de transportar el material que no fue filtrado por la cribadora hacia la trituradora nuevamente.

Tabla 20. Características técnicas cinta transportadora de evacuación.

Longitud de transporte	6000 mm
Ancho de la cinta	1200 mm.
Tipo de cinta	Caucho, resistente al aceite y a la grasa.
Tambor de accionamiento	180 mm.
Tambor de inversión	180 mm.
Accionamiento	2,5 kW / 400 V / 50 Hz.
Velocidad	0.4 m/s.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [29].

6. Panel de control.

En él están concentrados todos los mandos de los componentes de la instalación

Tabla 21. Características técnicas panel de control.

Tensión de red	400 V / 50 Hz.
Tensión de mando	230 V / 50 Hz.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [30].

Los equipos a utilizar para el proceso de granulación son:

1. Granulador modelo “Unicrex U1700”

Es el primer granulador, y tiene como objetivo llevar los pedazos de caucho de medidas aproximadas de 150x150 mm hasta migas de caucho de 20mm. Es de potencia mayor que el segundo granulador, ya que requiere mayor esfuerzo al romper caucho de mayor dimensión.



Figura 15. U1700 con separador magnético.

Como características del equipo podemos señalar:

- Unidad de corte y embudo con apertura hidráulica.
- Eje de rotor único
- Estator, y rotor cuchillas desmontables. Pueden ser utilizado de cuatro maneras.
- Mantenimiento fácil y conocida.



Figura 16. Cuchillas granulador Unicrex U1700.

Tabla 22. Características técnicas Granulador Unicrex 1700.

Potencia motriz	160 kW.
Peso	20.700 kg.
Cuchillas del rotor	48.
Cuchillas estáticas	4.
Diámetro del rotor	600 mm.
Apertura del mecanismo de corte	1700 x 800 mm.
Rendimiento	2 ton/hora.
Tamaño del granulado	18-20 mm de diámetro.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [31].

2. Granulador tipo Unicrex U1200

Segundo granulador, capaz de reducir desde 20 mm de diámetro hasta 3.5 a 5 mm de diámetro en la miga de caucho. El material es triturado mediante cuchillas rotativas y dos líneas de cuchillas estáticas. Es de menos potencia que el anterior, porque no se encuentra sometido a los mismos esfuerzos.



Figura 17. Triturador secundario U1200.

Como características del equipo podemos señalar:

- Unidad de corte y embudo de apertura hidráulica.
- Eje rotor único.
- Unidad de mantenimiento Innovador.
- Velocidad del rotor 280 RPM.
- Pantallas para control del proceso.

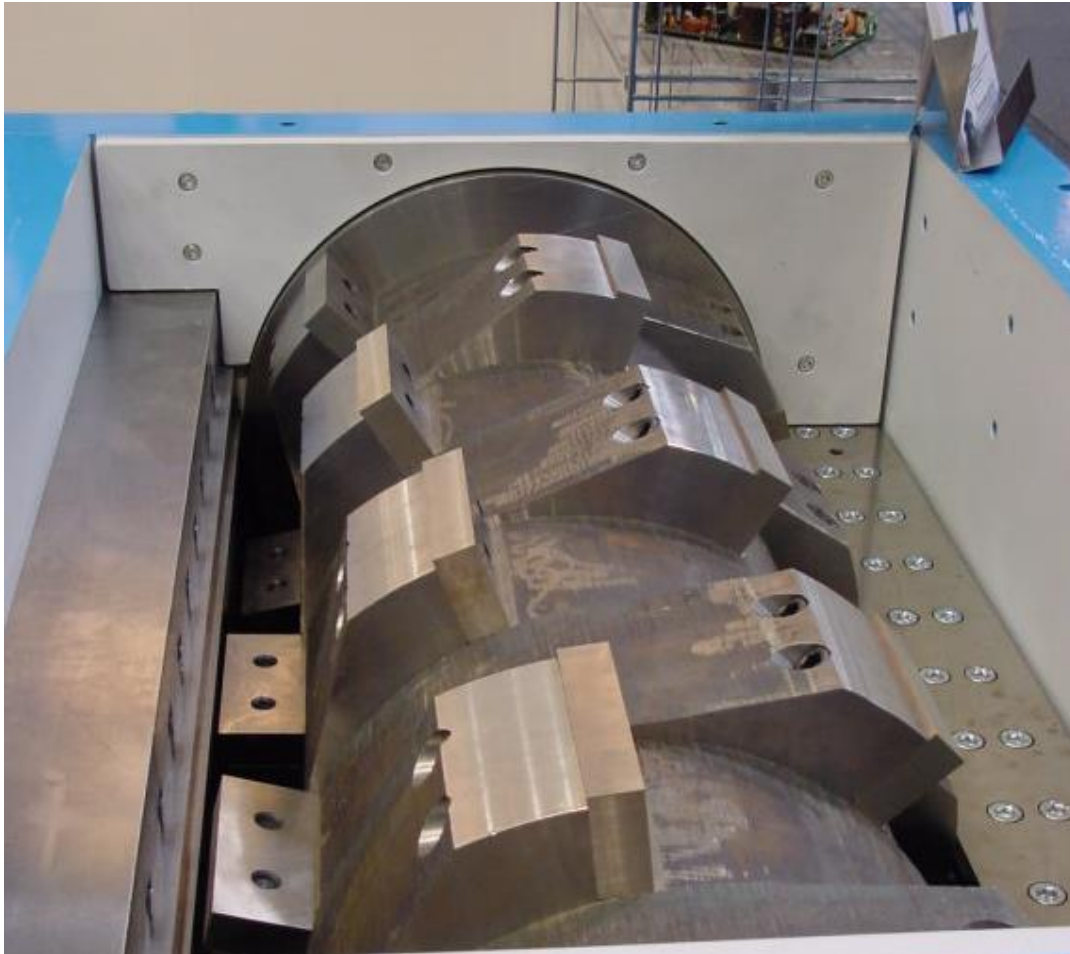


Figura 18. Cuchillas granulador Unicrex U1200.

Tabla 23. Características técnicas Granulador Unicrex 1200.

Potencia motriz	90 kW.
Peso	10500 kg.
Cuchillas del rotor	24.
Cuchillas estáticas	4.
Diámetro del rotor	500 mm.
Accionamiento	75/90 kW.
Velocidad del rotor	280 RPM.
Rendimiento	1.5 ton/hora.
Tamaño del granulado	3.5 a 5 mm de diámetro.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [32].

3. Separador magnético sobre cinta.

Se compone de correas de imanes perpendiculares a la línea de producción. Este se encarga de separar alambres de los gránulos mediante un eficiente sistema de imanes para después llevarlos hacia otra sección para su posterior compactación.

Tabla 24. Características técnicas separador magnético sobre cinta.

Potencia motriz	1,5 kW
Longitud del imán	1000 mm
Ancho del imán	450 mm
Altura de levantamiento	200 mm

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [33].



Figura 19. Separador superior por correas magnéticas.
(Fuente: Cortesía de Polambiente S.A, 2014).

4. Sistema de extracción de polvo como filtro redondo.

Eficiente sistema encargado de extracción de partículas de polvo suspendidas en el aire, evitando contaminación e reduciendo riesgo de enfermedades respiratorias para los operarios.

Tabla 25. Características técnicas sistema de extracción de polvo.

Filtro de manga	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sección superior con mangas filtrantes, depósito de aire comprimido, y salida de gas puro con contra brida. ▪ Mando electrónico con función de intervalos ajustable de forma pulsatoria.
Equipo neumático	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filtro alcachofas: diseñado de acero redondo de 5 mm de diámetro, con fondo de chapa redondeado. ▪ Mangas filtrantes: con fondo cocido y anillo de sujeción inoxidable. ▪ Cámara de filtro: En chapa de acero de 3 mm wall tickness. La cámara de filtro está provista de una entrada en forma de espiral que está emplazada en la cámara. Como material de diseño; acero al cromo. ▪ Cono de fondo de 3 mm de espesor, punta cónica provista de una escotilla de limpieza e interruptor de seguridad
Distribuidor por rueda celular en modelo a prueba de presión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material carcasa: Acero SAE 1030. ▪ Rotor: Acero SAE1045. ▪ Entrada rectangular: 635 x 356 mm. ▪ Capacidad: 140 lts. ▪ Accionamiento: 3 kW. ▪ Numero de revoluciones: 35 RPM.
Ventilador radial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accionamiento: 30 kW ▪ Caudal: 20.000 m³/h

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [35].

5. Panel de control

Unidad de mando *SIEMENS S7200*. Unidad de potencia con interruptores guarda motor y contactores principales y auxiliares para los accionamientos. Unidad de mando con control de inversión integrado para la alimentación equivocada de materiales que no deben ser troceados.

Incluye pulsadores, interruptores y señalizadores luminosos para el manejo de la instalación y la vigilancia.



Figura 20. Panel controlador *SIEMENS S7200*.

Tabla 26. Características técnicas panel de control.

Tensión de red	400 V / 50 Hz
Tensión de mando	230 V / 50 Hz
Tipo de protección	IP 54

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [36].

Los equipos a utilizar para el proceso de molienda son:

1. Cribadora plana

Encargada de realizar un filtrado previo al granulado que viene de las granadoras y se encuentra retenido.

Tabla 27. Características técnicas cribadora plana.

Accionamiento	7,5 kW / 400 V / 50 Hz
Superficie de cribado	3,1 m ²

(Fuente: Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013).

2. Molino cortador Alpine Rotoplex 80/125 RO

Éste molino tiene como función moler los gránulos que anteriormente fueron procesados en la trituradora, entregando así, la fracción final del proceso de reducción de diámetro en la miga de caucho.



Figura 21. Molino Rotoplex 80/125 RO.

Tabla 28. Características técnicas Alpine Rotoplex 80/125 RO.

Accionamiento	Motor trifásico de 200 kW.
Tensión	400 V / 50 Hz.
Diámetro de boquilla	800 mm.
Cantidad de cuchillas	6.
Cantidad de filas con cuchillas	5.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [37].

3. Sistema de extracción de polvo como filtro redondo.

Eficiente sistema encargado de extracción de partículas de polvo suspendidas en el aire, evitando contaminación y reduciendo riesgo de enfermedades respiratorias para los operarios.

Tabla 29. Características del sistema de extractor de polvo.

Filtro de manga	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sección superior con mangas filtrantes, depósito de aire comprimido, y salida de gas puro con contra brida. ▪ Mando electrónico con función de intervalos ajustable de forma pulsatoria.
Equipo neumático	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filtro alcachofas: diseñado de acero redondo de 5 mm de diámetro, con fondo de chapa redondeado. ▪ Mangas filtrantes: con fondo cocido y anillo de sujeción inoxidable. ▪ Cámara de filtro: En chapa de acero de 3 mm wall tickness. La cámara de filtro está provista de una entrada en forma de espiral que está emplazada en la cámara. Como material de diseño; acero al cromo. ▪ Cono de fondo de 3 mm de espesor, punta cónica está provista de una escotilla de limpieza e interruptor de seguridad
Distribuidor por rueda celular en modelo a prueba de presión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material carcasa: Acero SAE 1030. ▪ Rotor: Acero SAE1045. ▪ Entrada rectangular: 635 x 356 mm. ▪ Capacidad: 140 lts. ▪ Accionamiento: 3 kW. ▪ Numero de revoluciones: 35 RPM.
Ventilador radial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accionamiento: 30 kW ▪ Caudal: 20.000 m³/h

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [38].

Los equipos a utilizar para el proceso de cribado y limpieza son:

1. Silo de recepción

Contenedor para recibir y recepcionar los gránulos de caucho ya procesados, y que tienen un diámetro de 5mm.

Tabla 30. Características técnicas silo de recepción.

Volumen	9800 lts
Longitud	2000 mm
Ancho	2000 mm
Altura	3200 mm
Material	Acero ASTM A-36.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [39].

2. Separador magnético de tambor.

Este separador se encarga de sacar el resto de los alambres que son liberados en la molienda, ya que los gránulos son de menor tamaño.

Tabla 31. Características técnicas separador magnético de tambor.

Potencia motriz	1.5 kW.
Largo de tambor	250 mm.
Ancho de imán	250 mm.
Radio de acción	210°
Material	Acero SAE-1030

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [40].

3. Criba plana

Al igual que las otras cribadoras se encarga de filtrar los gránulos según tamaño a través de una mesa vibratoria.

Tabla 32. Características técnicas criba plana.

Superficie de cribado	2,1 m ²
Accionamiento	7,5 kW / 400 V / 50 Hz

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [41].

4. Tornillos transportadores

Estos desplazan el granulado de la molienda hacia el proceso de separación de textiles por medio de un tornillo sin fin.

Tabla 33. Características técnicas tornillos transportadores.

Longitud de transporte	4.700 mm
Longitud de rosca	5.100 mm.
Diámetro de la rosca	108 mm.
Paso de la rosca	80 mm.
Accionamiento	2,2 kW / 400 V / 50 Hz.

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [42].

5. Separador de textiles

Este separador es un ciclón el cual absorbe las partículas de caucho con textiles y que al girar las partículas más grandes chocan en las paredes y luego caen al lugar más estrecho, mientras tanto las pequeñas son expulsadas por la parte superior.

Tabla 34. Características técnicas separador de textiles.

Servicio de aspiración	4.000 m ³ / h
Soplador de impulsión	8,0 kW / 400 V / 50 Hz

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [43].

6. Embolsado Big-Bag

Para la recepción del granulado de 0 - 1mm proveniente de la sección molienda, una vez pasado por la cribadora.

Tabla 35. Características técnicas embolsado big-bag.

Diseño	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construcción soldada de chapa de acero, con fijador de altura ajustable
Tuberías de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chapa de acero laminada
Desviador de material	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño tipo vaivén de accionamiento neumático

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [44].



Figura 22. Embolsados del producto en Big-Bags

7. Extractor radial

Se encarga de extraer el polvo que se genera en el embolsado, manteniendo el ambiente lo más limpio posible.

Tabla 36. Características técnicas extractor radial.

Accionamiento	30 kW
Caudal	15000 m ³ /h

Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [45].

8. Controlador de distribución central.

Este armario abarca todos los mandos de la última etapa de reciclado.

Tabla 37. Características técnicas controlador de distribución central.

Tensión de red	400 V / 50 Hz
Tensión de mando	230 V / 50 Hz

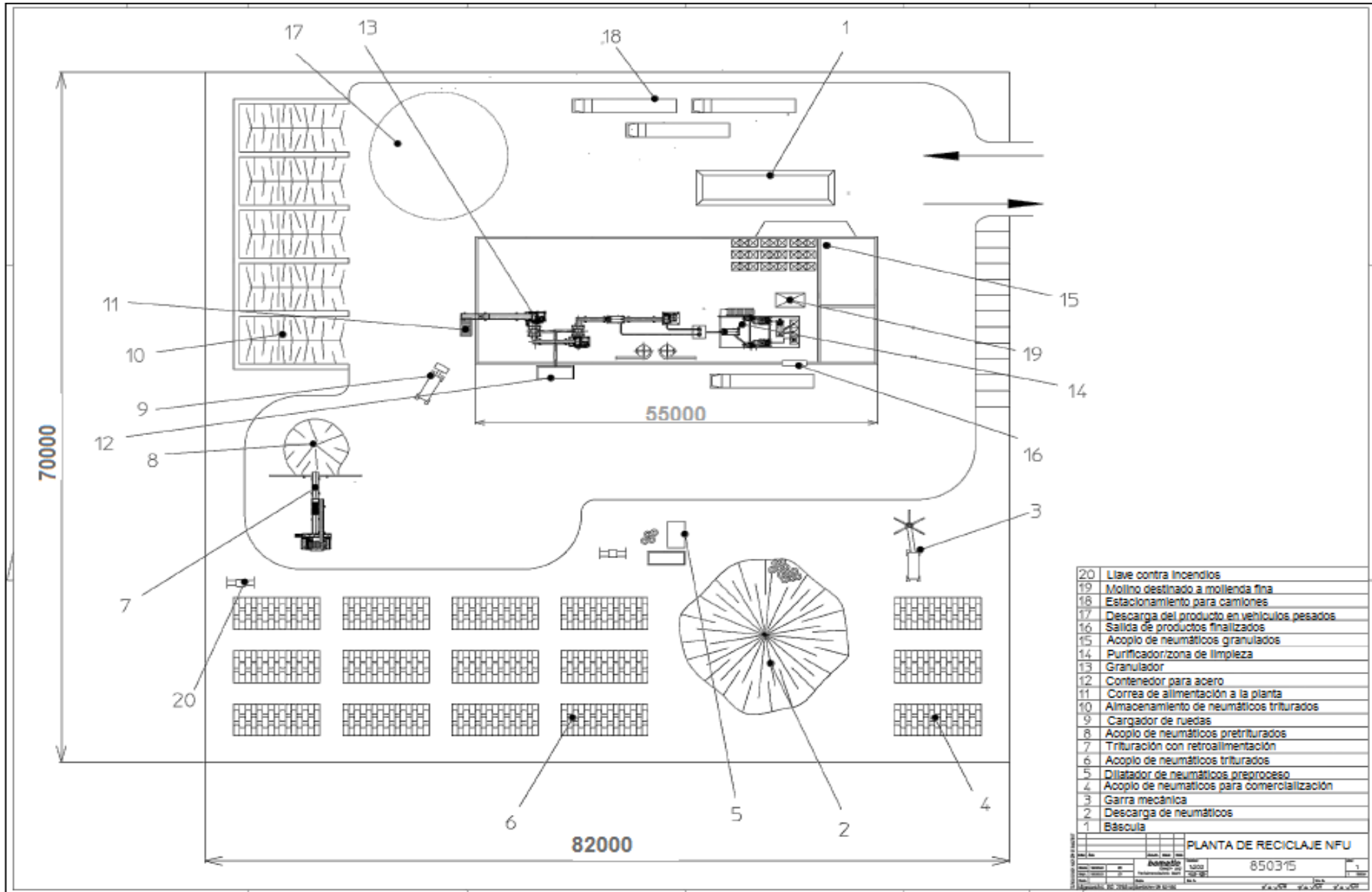
Especificaciones técnicas maquinaria Bomatic, 2013 [46].

A continuación, en la figura 23 podemos apreciar una simulación de la totalidad de la planta ya instalada en los recintos de la empresa comercializadora de ésta.



Figura 23. Simulación planta Bomatic 1350DD.

5.5 ANÁLISIS REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN



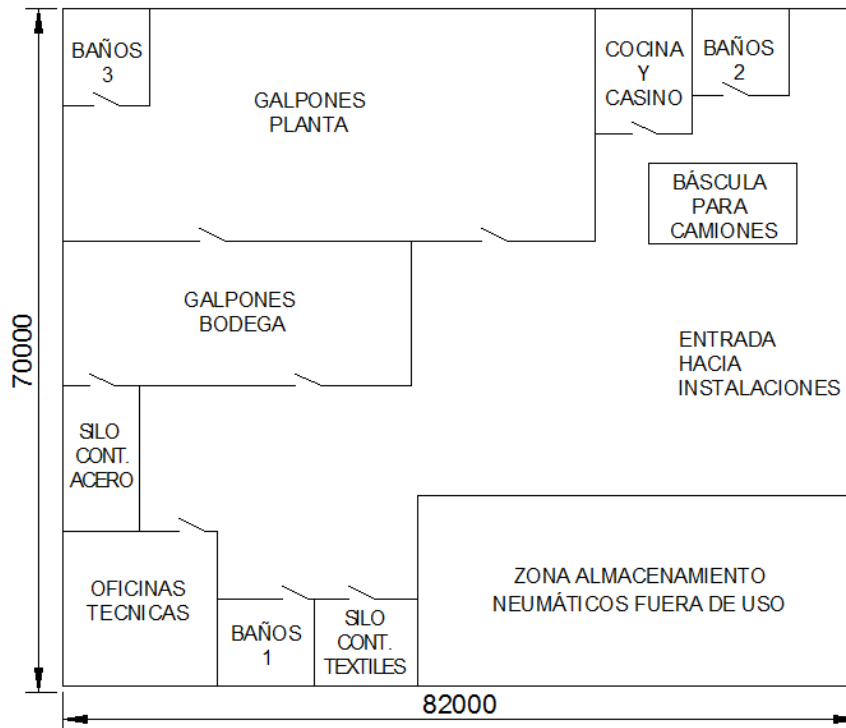


Figura 24. Distribución de espacios en la planta actualizada.

Se cotizó la planta completa y está asciende al valor de USD 409.325, y considerando el valor del dólar a 578,56 (Servicio de impuestos internos, extraído 9/Nov/2014), equivaldría a \$236.819.072.

Considerando que la maquinaria se compra en España (Realización de proyectos de reciclaje UNO S.L., C/Isabel la católica No.3446183 Eljana-Valencia, SPAIN) se debe considerar el transporte marítimo, el seguro de la planta, y el gasto de traslado desde el puerto de acopio, hacia la localización del planta.

Se conversó con la empresa DHL CHILE, la cual estimó un costo de USD 2.300 por el traslado por vía marítima. El seguro de la planta se estima en 5% del costo total de la planta, lo que se estima en USD 20.466,25.

Por gastos de traslado desde el puerto de acopio hacia la localización de la planta se cobra el 3% del valor total de la planta, lo que se estima en USD 12.279,75.

Considerando estos datos, el valor total de la maquinaria a utilizar en la planta asciende a **USD 444.371**, lo que equivaldría en pesos chilenos a **\$257.095.285,8**.

5.6 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

Se tiene contemplado la zona de Concepción para realizar el estudio, por ende, es necesario adoptar un lugar en Concepción cercano a la planta para disminuir los tiempos de viajes de las posibles recolecciones de neumáticos fuera de uso.

Se consideró, además, la cantidad de pobladores en las áreas más industrializadas de Concepción, sabiendo que podría representar un tema de discordia de parte de la junta de vecinos, y de la comunidad en general, la instalación de una planta que tenga procesos que pueda de alguna manera contaminar el aire, o las áreas verdes del sector.

Los sectores potenciales para la instalación de la planta son

- Sector Palomares
- Parque industrial, camino a Coronel
- Parque industrial, camino a Penco
- Parque industrial, Biobío Talcahuano
- Valle Paicaví
- Sector Industrial Lota

Según la cantidad de servitecas y vulcanizaciones (que son el lugar de más acopio de neumáticos fuera de uso tenemos) consultadas, y dado a la estadística del lugar en cuanto a sectores industriales y disponibilidad de espacio; se optó por elegir el la comuna del carbón Lota.

Con la puesta en marcha de la planta potenciaría un parque industrial débil en Lota, aumentando así el desarrollo social e industrial, y generando importantes fuentes de trabajo en una comuna que se encuentra a la sombra de la ex mina Chiflón del Diablo.

La planta ocuparía 5.700 metros cuadrados, por lo que se cotizaron 6.000 metros cuadrados para su instalación. El costo de este terreno asciende a USD 132.224,834 lo que equivaldría a \$76.500.000 [35] (considerando el precio del dólar a 578,56).

5.7 ÁMBITOS Y ASPECTOS LEGALES

Para montar una empresa es necesario contar con los permisos legales, y seguir instrucciones que la ley establece para estar en armonía con la comunidad.

Se deberán presentar los siguientes documentos:

- Certificado de Informaciones Previas, documento necesario para certificar que la empresa puede destinarse al uso comercial según las normas urbanísticas que rigen a la propiedad.
- Certificado de Calificación Técnica, documento que tiene como objeto calificar los aspectos técnicos de la actividad a desarrollar por la empresa e indicará los posibles riesgos que su funcionamiento pudiese generar a sus trabajadores, entorno, etc.
- Certificado municipal de zonificación
- Informe sanitario
- Derechos municipales de propaganda en la vía pública
- Autorización sanitaria
- Acreditación y patente del producto final.

Adaptado y extraído de industriaynegocios.cl [36].

ESTUDIO FINANCIERO

6.1 ESTUDIO FINANCIERO

En este capítulo analizaremos los costos de inversión necesarios para llevar a cabo la instalación de la planta junto con la mayoría de las inversiones a realizar. También se consideran en el estudio, los tipos de costos (fijos y variables), depreciaciones, rentas y métodos de abastecimiento de neumáticos fuera de uso.

Los subcapítulos a estudiar son:

1. Inversión en infraestructura
2. Inversión en terrenos
3. Inversión en equipamiento administrativo
4. Inversión en maquinarias y equipos
5. Inversión en capacitaciones y gastos legales
6. Inversión en urbanización
7. Inversión en capital de trabajo
8. Resumen de costos en inversiones
9. Costos fijos y variables
10. Depreciación
11. Rentas
12. Opciones de abastecimiento

6.2 INVERSION EN INFRAESTRUCTURA.

Las infraestructuras fueron pensadas con el fin de obtener el rendimiento máximo y la producción continúa de la planta.

Se cotizaron galpones y oficinas, y los precios obtenidos se detallan a continuación:

- Los galpones tienen un costo de 2,4 UF por metro cuadrado.
- Las oficinas tienen un costo de 18,02UF por metro cuadrado.
- La cocina y el casino se estimaron con un costo de 10,08 UF por metro cuadrado.

Considerando el precio de la UF a 24.399,45 [37], se estiman costos aproximados en la siguiente tabla.

Tabla 38. Inversiones en infraestructura.

ELEMENTO	COSTO (USD)	COSTO (\$)
GALPONES PLANTA 24Mx55M	111.336	66.525.548
GALPONES BODEGA 15Mx24M	30.364,36	17.567.604
BAÑOS (TOTAL) 27Mx22M	15.555,86	9.000.000
OFICINAS TÉCNICAS Y ADMINISTRACIÓN 14Mx6M	63.836	36.932.960
COCINA Y CASINO 10Mx13M	55.263,13	31.973.040
TOTAL	280.005,53	162.000.000

6.3 INVERSION EN TERRENOS

La planta ocuparía 5.700 metros cuadrados, por lo que se cotizaron 6.000 metros cuadrados para su instalación.

Tabla 39. Inversión en terrenos.

ELEMENTO	COSTO (USD)	COSTO (\$)
TERRENO	132.224,834	76.500.000
TOTAL	132.224,834	76.500.000

El costo de este terreno asciende a USD 132224.8341 lo que equivaldría a \$76.500.000 (considerando el precio del dólar a 578,56).

6.4 INVERSION EN EQUIPAMIENTO ADMINISTRATIVO

Existe gran demanda por equipamiento administrativo, ya que se esperan compras mediante teléfonos, y por servicios WEB. Se considera, además, la importancia de contar con oficinistas. Se detallan los precios a continuación:

Tabla 40. Inversiones en equipamiento administrativo.

ELEMENTO	NÚMERO	COSTO (USD)	COSTO (\$)
ESCRITORIOS	15	1.552,88	898.500
SILLAS	15	259	149.850
NOTEBOOKS	15	6.501,04	3.748.500
TELEFONOS	12	186,45	107.880
SOFAS DE ESPERA	4	553,06	320.000
ALFOMBRAS	4	691,32	400.000
TOTAL		9.743,75	5.624.730

6.5 INVERSIÓN EN MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Tabla 41. Inversión en planta completa *Bomatic*.

ELEMENTO	PRECIO (USD)	PRECIO (\$)
PLANTA	444.371	257.095.285,8
TOTAL	444.371	257.095.285,8

Tabla 42. Inversión en maquinaria anexa.

MÁQUINA	PRECIO (USD)	PRECIO (\$)
GRÚA HORQUILLA	6.913,71	3.999.996,06
CARGADOR FRONTAL	60.495	34.999.987,2
TOTAL	67.408,71	38.999.983,26

Tabla 43. Inversión en herramientas y accesorios.

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO (USD)	PRECIO (\$)
CARRETILLAS	10	432,2	250.053,63
EXTINTORES	10	795,1	460.013,06
PALAS	10	172,8	99.975,17
RADIOS PORTÁTILES	32	2.117,3	1.224.985,09
BÁSCULAS	2	2.074,1	1.199.991,30
TOTAL	64	5.591,5	3.235.018,25

La sumatoria de costos en maquinaria y equipos asciende a un total de USD 517.371,21 lo que en pesos chilenos, y considerando el precio del dólar en \$578,56, asciende a \$299.330.287,3.

6.6 INVERSIÓN EN CAPACITACIONES Y GASTOS LEGALES

Según los datos expuestos por la Cámara de comercio de Santiago, los estándares de capital inicial que aplica el Banco Mundial a sus estudios de emprendimiento en el país, la instalación de una empresa del rubro industrial debe pagar aproximadamente USD 1.350 [38] tomando en cuenta que los permisos, y llegar a la etapa final del proceso puede llegar a superar los 6 meses (130 días hábiles aprox.).

En consecuencia, que ya tenemos pre-supuestado 1350 dólares para gastos legales, se deben agregar USD 950 para gastos de capacitaciones.

Tabla 44. Inversiones en capacitaciones y gastos legales.

ELEMENTO	PRECIO (USD)	PRECIO (\$)
COSTOS EN CAPACITACIONES	950	549.632
COSTOS EN GASTOS LEGALES	1.350	780.300
TOTAL	2.300	1.329.932

6.7 INVERSIÓN EN URBANIZACIÓN

Tabla 45. Inversiones en urbanización.

DESCRIPCIÓN	PRECIO (USD)	PRECIO (\$)
TRANSFORMADOR	8.642,15	5.000.000
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	27.654,87	16.000.000
POZO ALCANTARILLADO	6.913,72	4.000.000
INSTALACIÓN AGUA-GAS	7.777,93	4.500.000
INSTALACIÓN ELECTRICA EN OFICINAS	10.370,58	6.000.000
TOTAL	61.350,24	35.500.000

6.8 INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

Se refiere a capital de trabajo a la cantidad de dinero necesaria para mantener el negocio produciendo enfrentando resultados operacionales negativos, de modo que pueda existir liquidez necesaria que mantenga fuera de riesgos financieros al proyecto.

Éste capital se estima mediante un análisis respectivo de la pérdida máxima o déficit máximo durante el periodo que no hubieran ventas (año 0). Se considera para el cálculo de capital de trabajo; los sueldos del personal administrativo y operacional, consumo energético, insumos de oficina, y gastos de traslado.

En esta oportunidad el monto considerado para capital de trabajo asciende a USD 407.641,21 lo que se traduce en pesos chilenos a \$235.844.896.

6.9 INVERSIÓN EN VEHÍCULOS

Se pretende para solventar la demanda de materia a procesar, establecer un contrato con una compañía de transportes; requiriendo 15 ton/día de neumáticos fuera de uso. Esta opción disminuye considerablemente las inversiones, debido a que se evita invertir en vehículos de mayor envergadura, y se ahorran posibles pagos a choferes y recolectores.

Se opta por una camioneta para hacer vistas a terrenos y/o visitar potenciales lugares de acopio [39].

En consecuencia, las inversiones en vehículos son:

Tabla 46. Inversión en vehículos.

ELEMENTO	PRECIO (USD)	PRECIO (\$)
CAMIONETA	17.108,92	9.898.539 (IVA INC)

6.10 RESUMEN DE COSTOS EN INVERSIONES

La siguiente tabla muestra como resumen el total de inversiones que deben realizarse para optar por un funcionamiento pleno en la planta.

Tabla 47. Resumen costos en inversiones.

INVERSIÓN EN	VALOR (USD)	VALOR (\$)
INFRAESTRUCTURA	138.177,66	162.000.000
TERRENOS	280.005,53	79.944.075,38
EQUIPAMIENTO ADMINISTRATIVO	9.743,75	5.624.730
MAQUINARIA Y EQUIPOS	517.371,21	299.330.287,3
CAPACITACIONES Y GASTOS LEGALES	2.300	1.329.932
URBANIZACIÓN	61.350,24	35.500.000
CAPITAL DE TRABAJO	407.641,21	235.844.896
VEHICULOS	17.108,92	9.898.539
TOTAL	1.426.254,703	829.173.920,7

6.11 COSTOS FIJOS Y VARIABLES

En esta subsección del capítulo 8 se detallan los costos fijos y variables que afectan a la planta, y que son necesarios de considerar para obtener un desempeño adecuado en producción. Se evalúan como costos fijos a los costos que permanecen invariables en las actividades de la empresa, y se evalúan como costos variables a costos que varían de acuerdo al nivel de actividad, y se refieren a bienes de servicio, costos de adquisición, gastos en energía, etc.

6.11.1 COSTOS FIJOS

Los costos fijos representan costos que no son sensibles a cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables.

Se pueden considerar los siguientes costos como fijos:

1. Sueldos de operarios
2. Sueldos del personal administrativo
3. Gastos de servicio
4. Gastos anexos
5. Gastos departamento de seguridad
6. Gastos destinados para mantención
7. Gastos en la obtención de materia prima

6.11.1.1 OBTENCIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

Los neumáticos fuera de uso se encuentran en muchos lugares en nuestro entorno, pero existen pocos lugares de acopio o de vertederos capaces de almacenar cantidades grandes de éstos por su volumen y peligrosidad. Es por esto que se optó por contratar los servicios externos a la empresa para la obtención de neumáticos fuera de uso.

Se buscaron opciones mediante empresas de transportes, y cotizando en vulcanizaciones el precio de venta de neumáticos fuera de uso, y sus costos al por mayor. Obteniendo así un precio estimado de \$50.000 por tonelada. Como en el día se solicitarán 15 toneladas, se cancelarán \$15.000.000 por mes, cancelando al año **\$180.000.000** lo que equivale a **USD 311.117,26**.

Se espera, de esta manera, celebrar contrato con una empresa capaz de dar abastecimiento a nuestra planta de neumáticos fuera de uso, lo cual significaría para ellos importantes remuneraciones por retirar elementos que para la sociedad carecen de valor monetario.

6.11.1.2 MANTENCIÓN DE LA PLANTA

Para la mantención del planta se considerara el 0.8% del valor total de la planta (sin considerar el CIF), para posterior al primer año, la cifra aumente a 1.03% del valor total de la planta.

Para la mantención de los otros con relación a la planta, se considerará el 1% de la inversión en activos fijos (oficinas, vehículos, urbanización, etc.).

Tabla 48. Costos en mantención de la planta.

ELEMENTO	COSTO (USD)	COSTO (\$)
MANTENCIÓN EN INFRAESTRUCTURA	13.817,76	7.994.406,7
MANTENCIÓN EN TERRENOS	28.000,55	16.200.000
MANTENCIÓN EN EQUIPAMIENTO ADMINISTRATIVO	974,38	563.734,44
MANTENCIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPOS	51.737,12	29.933.028,73
MANTENCIÓN EN URBANIZACIÓN	6.135,92	3.549.997,88
TOTAL	100.665,73	58.241.164,75

6.11.1.3 PLANIFICACIÓN DEL PERSONAL

Para la correcta ejecución de la planta se requieren trabajadores de distintas índoles y características, y como resumen se debe contar con 25 trabajadores; administrativos y área productiva. La planta se subdivide en

- Área administrativa:
 1. Gerente
 2. Jefe de producción
 3. Prevencionista
 4. Vendedores
 5. Secretarias
 6. Choferes grúas horquillas/cargadores frontales.

- Área productiva
 1. Supervisores
 2. Técnicos mecánicos industriales
 3. Técnicos eléctricos
 4. Cocineros
 5. Operadores de triturador
 6. Operadores de granulador
 7. Operadores molienda
 8. Operarios de apoyo
 9. Junior.
 10. Auxiliar de cocina.

La experiencia necesaria por cada trabajador se detalla en el cuadro de remuneraciones. También en éste se detalla la profesión requerida por el trabajador para poder desempeñar de manera óptima su función.

6.11.1.4 REMUNERACIÓN DEL PERSONAL

Tabla 49. Remuneraciones del personal.

COSTOS FIJOS/REMUNERACIONES DEL PERSONAL (\$).

ADMINISTRATIVO	CANTIDAD	REMUNERACION (\$)	PROFESIÓN	EXPERIENCIA	TOTAL/MES	TOTAL/AÑO
GERENTE	1	1.300.000	ING CIVIL INDUSTRIAL	5 AÑOS	1.300.000	15.600.000
JEFE DE PRODUCCIÓN	1	900.000	ING CIVIL MECÁNICA	5 AÑOS	900.000	10.800.000
SUPERVISOR	1	650.000	ING EJEC MECÁNICA	3 AÑOS	650.000	7.800.000
PREVENCIONISTA	1	550.000	ING. EN PREVENCIÓN	3 AÑOS	550.000	6.600.000
TECNICOS MEC	2	400.000	TEC. MEC. INDUSTRIAL	3 AÑOS	800.000	9.600.000
VENDEDORES	3	360.000	TEC. EN VENTAS	3 AÑOS	1.080.000	12.960.000
SECRETARIAS	2	300.000	TEC. EN CONTABILIDAD	1 AÑO	600.000	7.200.000
TECNICOS ELEC	1	400.000	TEC. ELECTRICIDAD	3 AÑOS	400.000	4.800.000
COCINEROS	1	350.000	COCINERÍA	1 AÑO	350.000	4.200.000
OPERAD. TRITURADOR	1	300.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	300.000	3.600.000
OPERAD. GRANULADOR	2	300.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	600.000	7.200.000
OPERAD. MOLIENDA	1	300.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	300.000	3.600.000
CHOFERES GRÚAS ORQ/CARGADOR FRON	2	250.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	500.000	6.000.000
GUARDIAS	2	230.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	460.000	5.520.000
JUNIOR	1	230.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	230.000	2.760.000
CHOFERES	2	230.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	460.000	5.520.000
AUX. DE COCINA	1	230.000	NO PREVISTA	SIN REQUERITO	230.000	2.760.000

TOTAL

25

\$9.830.000

\$117.960.000

6.11.1.5 CONSUMO EN SERVICIOS BÁSICOS

Las siguientes líneas detallan el consumo por servicios básicos como el agua, electricidad, plan de teléfono, y gastos anexos. El consumo del agua se estima, tomando en cuenta que el metro cúbico cuesta \$740 pesos, en 400 metros cúbicos mensuales por lo que asciende a \$3.552.000, lo que equivale a \$42.360.840 anuales (USD 73.217, 71).

La energía eléctrica fue calculada según los Watts que requiere cada máquina productiva de la empresa, y considerando que la planta trabajará en un turno (7:00 - 18:00). El valor del Watt a esa hora (llamada hora “valle”) asciende a 56.49 \$/kWh, por lo que el costo de la planta en energía asciende a \$8.023.741,32, equivalente a \$96.284.892 anuales (USD 166.421,63). Los costos en combustible para la camioneta se estiman en \$100.000 mensuales y en \$1.200.000 anuales, equivalentes a USD 2.074,12 tomando en cuenta que ésta ocupa combustible diésel; el cual el litro cuesta \$659,1 [40]. El plan telefónico para la comunicación de la unidad productiva, mantención y personal administrativo para 10 personas se estima en \$278.000 por mes [41], y en consecuencia, el valor anual asciende a \$3.336.000 equivalente a USD 5.766,04. La sumatoria de servicios básicos asciende a **USD 247.479,49**, equivalente a **\$143.181.733**.

6.11.1.6 GASTOS EN BIENESTAR Y ALIMENTACIÓN

Se consideran gastos en bienestar a las bonificaciones económicas entregadas al personal como consecuencia de circunstancias especiales, como también se considera alimentación para los trabajadores (almuerzo y colación). En las siguientes tablas se detalla la información anterior.

Tabla 50. Gastos en bienestar.

BONIFICACIÓN	BENEFICIADOS	VECES AL AÑO	COSTO UNIT. (USD)	COSTO UNIT. (\$)	COSTO ANUAL (USD)
B. NAVIDAD	25	1	69,14	40.000	69,14
B. SEPTIEMBRE	25	1	69,14	40.000	69,14
B. TRANSPORTE	25	12	121	70.000	1452
ALMUERZOS	25	264	2.025	3.500	24.299,5
TOTAL					25.889,78

6.11.1.7 TOTAL COSTOS FIJOS

Tabla 51. Resumen costos fijos.

RESUMEN COSTOS FIJOS (ANUALES)		
DESCRIPCIÓN	COSTOS (USD)	COSTOS (\$)
MANTENCIÓN	100.665,73	58.241.164,75
REMUNERACIONES	203.885,50	117.960.000
SERVICIOS BASICOS	27.848,02	16.111.750,45
BIENESTAR y ALIMENTACIÓN	25.889,78	14.978.791,12
OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA	311.117,26	180.000.000
TOTAL	842.124,7	493.219.565

6.11.2 COSTOS VARIABLES

Son costos que se modifican de acuerdo a las variaciones del volumen de producción o nivel de actividad, y habla de bienes como de servicios. En general si el nivel de actividad crece, los costos también crecen, como también viceversa. Se consideran costos variables a la energía eléctrica consumida por las distintas instalaciones en la planta, como también a los costos por publicidad del producto en canales locales de la comuna de Concepción.

6.11.2.1 GASTOS EN ENERGÍA ELECTRICA

A diferencia del consumo de energía calculada para el uso de las máquinas, los gastos en energía eléctrica provienen de los diferentes productos para la producción del trabajo administrativo, iluminación de la planta, y diversas tareas afines.

Tabla 52. Gastos en energía eléctrica: consumo planta.

ELEMENTO	CANTIDAD	CONSUMO (W)	FUNCIONAMIENTO (HRS)	COSTO (USD)	COSTO (\$)
NOTEBOOKS	10	65	800	609,27	352.500
IMPRESORAS	3	65	100	22,86	13.224
RADIOS PORTÁTILES	20	3	300	21,09	12.204
LUMINARIA	12	250	2.520	8.857,82	5.124.780
ILUMINACIÓN GALPON	10	250	900	2.636,26	1.525.236
ILUMINACIÓN BODEGA	4	250	600	703,00	406.728
IL. COCINA/BAÑOS, OFICINA.	62	40	1.350	6.080,27	3.517.800
TOTAL				18.930,57	10.952.472

Nota: (Se calculó según hora valle, la cual corresponde desde 07:01am-18:59pm a 56.489\$/kWh).

6.11.2.2 GASTOS EN PUBLICIDAD DEL PRODUCTO

Según precios entregados por Canal 9 regional el costo de publicidad televisiva localmente es de \$150.000 (USD 259.264) por 30 segundos, y considerando que la publicidad será repetida 3 veces al día, tenemos un costo diario de \$450.000 (USD 777.79) por día. En consecuencia se tendrá un gasto mensual de \$13.500.000 (USD 23.333,79), lo que se traduce en un costo anual de \$162.000.000 equivalente a USD 280.005,53.

6.11.2.3 TOTAL COSTOS VARIABLES

Tabla 53. Resumen costos variables.

RESUMEN COSTOS VARIABLES (ANUALES)		
DESCRIPCIÓN	COSTOS (USD)	COSTOS (\$)
ENERGÍA ELÉCTRICA	18.930,57	10.952.472
PUBLICIDAD DEL PRODUCTO	280.005,53	162.000.000
TOTAL	298.936,10	172.952.472

6.12 DEPRECIACIONES

La depreciación es la expresión contable del proceso de obsolescencia, particularmente, del deterioro, que experimentan algunos activos fijos, y se define formalmente como el proceso de pérdida de valor contable que sufren los activos fijos en el transcurso de su vida útil.

6.13 RENTAS

Los ingresos esperados por la venta de miga de caucho de las distintas dimensiones se establecen un precio objetivo de \$260.000 por tonelada puesto que, es una referencia según los valores presentados por productos similares y competidores que a su vez están manipulados por el mercado. Los ingresos esperados para el proyecto teniendo en cuenta que se venderán 8 toneladas por día, en 22 días de trabajo por mes, lo equivalente a \$549.120.000 ANUALES (USD 949.115,1 por año).

Los ingresos esperados por la comercialización de acero de calidad también generarán remuneraciones, así como también lo hará la comercialización de fibras textiles que se encuentran en los neumáticos fuera de uso.

La tonelada de acero se vende en el mercado en \$200.000 según la referencia de fundiciones de la zona. Existen grandes compradores del recurso en la zona, por lo que se procederá a vender 3 toneladas de acero por día, vendiendo así 792 toneladas por año, obteniendo una remuneración de \$158.400.000 por año (USD 273.783,2). Con los textiles provenientes del procesado de neumáticos fuera de uso también se percibirán ganancias por su venta; la tonelada de fibras textiles según empresas del rubro de la zona, se compra en \$73.920, por lo que vendiendo 1 tonelada diaria, por 22 días se obtendrán ingresos de \$19.514.880 por año. (USD 33.730,1).

Como resumen de las remuneraciones que se pretenden percibir, podemos estimar la suma de \$727.034.800 anual. (USD 1.256.628,18).

ESTUDIO ECONÓMICO

6.1 ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se hace un resumen de todos los antecedentes y aspectos relativos a la preparación de información básica del proyecto. Se tomarán criterios de evaluación y se determinará mediante éstos la factibilidad que tendrá o no el proyecto.

6.2 DEFINICIÓN

El estudio económico es un tipo de estudio que determina los costos totales en que incurrirá el proyecto, clasificándolo en costos de producción, ventas, financieros, etc. Se señalará en este capítulo los resultados del estado de ganancias, pérdidas y balance general; proyectándolos en un flujo de caja final.

6.3 VIABILIDAD

La viabilidad de un proyecto pretende mostrar el eventual éxito o fracaso de un proyecto. Las consideraciones que se tomaron para este estudio son:

- Tasa de descuento 18%
- Horizonte de evaluación de 10 años.
- Se trabajó con USD igual a \$578,56.
- Se tomó como precio el kilo de miga de caucho a \$260.

6.3.1 VAN

El valor actual neto de una inversión o proyecto de inversión es una medida de la rentabilidad absoluta neta que proporciona el proyecto, es decir, mide en el momento inicial del mismo, el incremento de valor que proporciona a los propietarios en términos absolutos, una vez descontada la inversión inicial que se ha debido efectuar para llevarlo a cabo.

6.3.2 TIR:

Evalúa al proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período, con lo cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La TIR hace equivalencia a hacer el VAN igual a cero, y determinar la tasa que determine el flujo actualizado igual cero.

6.4 RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados después de haber realizado el flujo de caja o *cash-flow* usando 18% como tasa de descuento, y obteniendo un VAN de 68.7 millones y una TIR de 13,71%.

Tabla 54. Indicadores financieros proyecto puro.

INDICADORES PROYECTO PURO	
Tasa de descuento	18%
VAN	\$ 68.776.711
TIR	13,71%

En consecuencia de los resultados obtenidos, quiso verse también cómo mejoraría la rentabilidad del proyecto al pedir un préstamo al banco de un 60% de la inversión, con un interés de 7% anual pagadero en 10 años; que es lo que dura el horizonte del proyecto (\$ 354.140.014 de préstamo).

Cabe mencionar que el 40% restante serán financiados por el inversionista.

Tabla 55. Estructura de préstamo para apalancar el proyecto.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO	
Préstamo	\$ 354.140.014
Tasa préstamo	7%
Plazo (años)	10

Con estas estadísticas se percibió un aumento en la rentabilidad del proyecto, arrojando un VAN de \$212.9 millones aumentando considerablemente su TIR a un 16.29%.

Tabla 56. Indicadores financieros proyecto apalancado.

INDICADORES PROYECTO APALANCADO	
Tasa de descuento	18%
VAN	\$ 212.979.755
TIR	16,29%

6.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para analizar la sensibilidad del proyecto se hace variar factores que para los autores son los más relevantes.

Por un lado se tomó en cuenta la variación de precio del producto principal; la miga de caucho, variando ésta en un 10% e incrementando como disminuyendo su precio, dando lugar así a 3 escenarios tanto positivos como negativos.

También se evaluaron dos factores adicionales que son el precio del dólar, y la cantidad de toneladas que se pretenden vender.

El precio del dólar es un factor de gran importancia al momento de realizar inversiones, y por el hecho de ser mucho menos susceptible a cambios, la variación en la sensibilidad es menor, y se consideró 10% de variabilidad.

Como último factor a evaluar se considera la cantidad de toneladas a vender.

Se consideraron 3 escenarios tanto positivos como negativos, oscilando un 10% la proporción de toneladas que pretende comercializar el proyecto.

Tabla 57. Análisis de sensibilidad variando el precio del producto principal.

INDICADOR	ESCENARIOS		
	OPTIMISTA	NORMAL	PESIMISTA
VARIACIÓN PRECIO MIGA DE CAUCHO	10%	0	-10%
VAN	\$ 294.317.424	\$ 68.776.711	-\$ 70.017.574
TIR	19,48%	13,71%	10,03%

Se puede apreciar que al disminuir un 10% el precio del producto principal, el proyecto no presenta buenos índices de rentabilidad, sin embargo si el precio se mantiene o aumenta un 10% el proyecto es rentable.

Tabla 58. Análisis de sensibilidad variando el precio variando el precio del dólar.

INDICADOR	ESCENARIOS		
	OPTIMISTA	NORMAL	PESIMISTA
VARIACIÓN PRECIO DÓLAR	-10%	0	+10%
VAN	\$116.140.475	\$72.182.354	\$68.776.711
TIR	14,79%	13,78%	13,71%

Se tomó como margen positivo la disminución del dólar debido a que si éste disminuye, se hacen más económicas las inversiones en pesos chilenos (CLP); como por ejemplo, la inversión que se realizaría al comprar la planta.

Tabla 59. Análisis de sensibilidad variando la cantidad de toneladas a comercializar.

INDICADOR	ESCENARIOS		
	OPTIMISTA	NORMAL	PESIMISTA
VARIACIÓN CANTIDAD DE TONELADAS DE MIGA DE CAUCHO A COMERCIALIZAR (TON/MES)	10%	0	-10%
CANTIDAD	194	176	158.4
VAN	\$ 299.443.349	\$ 68.776.711	-\$ 136.260.301
TIR	19,60%	13,71%	8,23%

Se puede observar que, al disminuir en un 10% la cantidad supuesta de ventas el proyecto no presenta índices de rentabilidad puesto que el valor actual neto es negativo, a su vez si aumentase la cantidad de toneladas de miga de caucho a comercializar, el proyecto presentaría índices de rentabilidad.

6.6 SIMULACIÓN DE MONTECARLO

Para complementar el análisis de sensibilidad, se realizó la simulación de Montecarlo, viendo en términos probabilísticos el comportamiento del VAN; en los mismo escenarios anteriores.

(Software utilizado: Microsoft Excel 2014. Complemento: BlackPearl versión 5.7e).

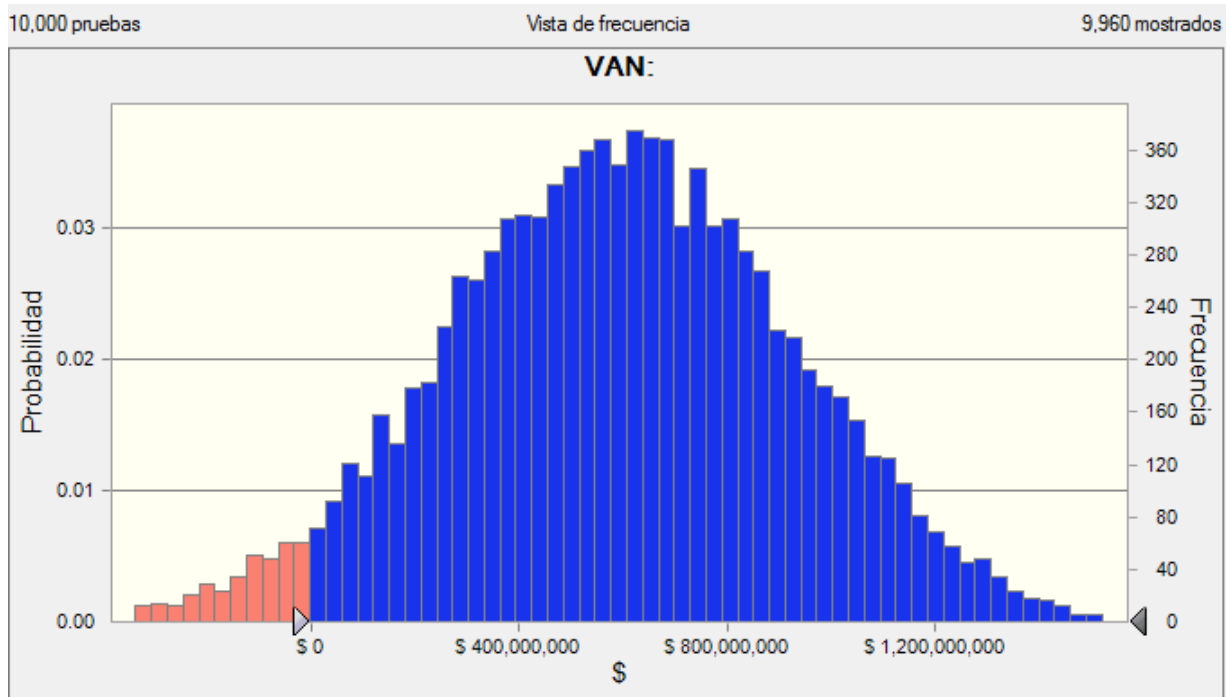


Figura 25. Simulación de Montecarlo variando el precio del producto principal.

En este caso la simulación dio como resultado que la probabilidad de obtener un VAN mayor que cero fue de 76,06% lo que señala probabilidades de que el proyecto sea rentable. No obstante, queda señalar que el precio del producto principal está regularizado por el mercado, y éste podría cambiar de acuerdo a la oferta y demanda.

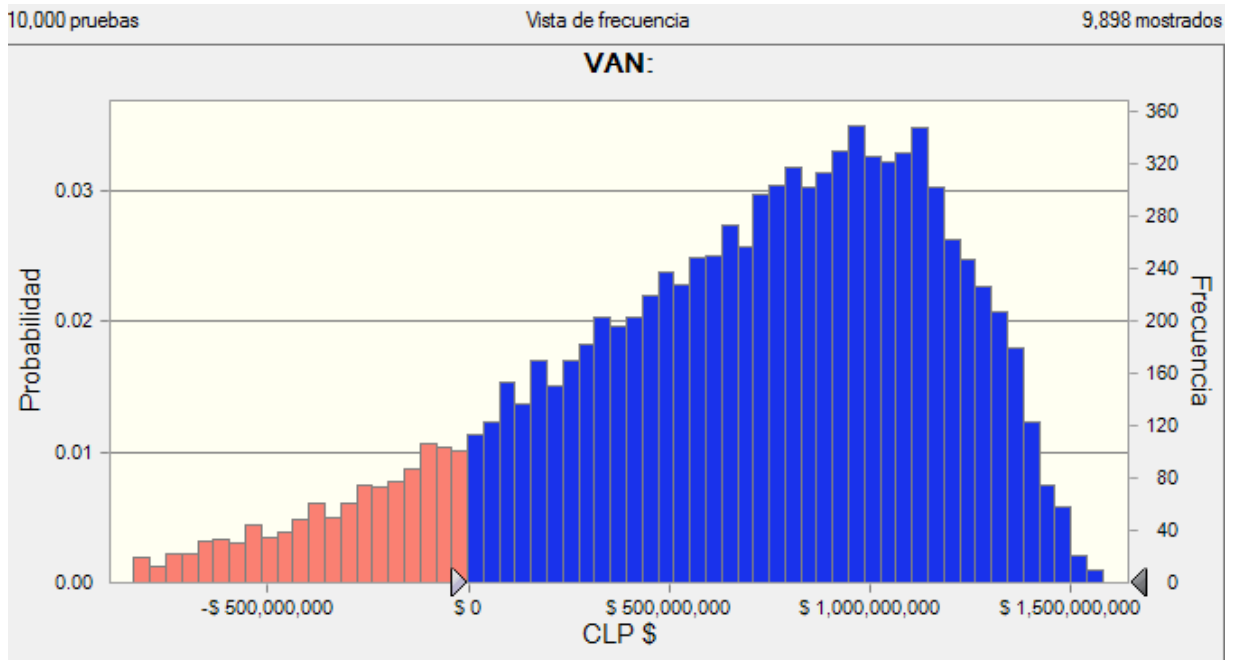


Figura 26. Simulación de Montecarlo variando la cantidad de toneladas a comercializar.

Aun variando la cantidad de toneladas que se pretenden vender, la probabilidad de obtener un VAN mayor a cero es de 67,55% lo que demuestra que el proyecto tiene índices de buena rentabilidad.

6.7 IMPREVISTOS

Como ante cualquier inversión existe cierta incertidumbre en la estimación de montos, por lo cual es necesario establecer un porcentaje de la inversión en caso de sufrir imprevistos de cualquier índole. Para el caso de este estudio se decidió tomar 10% de la inversión total.

Podemos señalar como imprevistos a errores cometidos por el hombre tales como fallas de cálculos, aumento en los precios de parte del distribuidor, cambios en las estadísticas que sostienen el precio del dólar, cambios en el IPC, etc.

Además existen imprevistos que escapan a la mano del hombre, como lo son terremotos, maremotos, lluvias torrenciales, oxidación, inundaciones, etc.

Por motivos como éstos, se tomó la medida, la cual equivale a \$ 82.607.825,27 y actualmente se encuentra dentro de los costos de inversión e implementación.

Además de estas estadísticas, se consideró el constante aumento del precio de dólar en Chile, alcanzando valores mucho más elevados. Para efectos del estudio, se considera la posibilidad de llegar al imprevisto de tener un valor del dólar igual a USD=\$620.

Con este valor en el dólar, los indicadores de rentabilidad del proyecto señalan un VAN de \$75.496.140 y un TIR de 13.86%.

Tabla 60. Indicadores proyecto con dólar igual a \$620 CLP.

INDICADORES PROYECTO PURO CON DÓLAR IGUAL A \$620 CLP.	
Tasa de descuento	18%
VAN	\$ 75.496.140
TIR	13,86%

Esto indica que el proyecto sigue siendo teóricamente rentable con un aumento considerable del dólar, pero se deben considerar las importantes disminuciones en los indicadores de rentabilidad del proyecto puro.

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

- ① En este estudio se evaluó la factibilidad de instalar una planta capaz de reciclar los neumáticos fuera de uso, para posteriormente producir materia prima con el fin de suplir necesidades y de abastecer un mercado determinado.
- ① Hoy en día existe mucha contaminación en nuestro entorno, y es de vital importancia tomar cartas en el asunto, por lo que, el estudio y la posible implementación de una planta como la señalada en este seminario de título traería consigo soluciones para mejorar el medio ambiente en un futuro cercano.
- ① En el presente estudio pudo verse que existe un potencial de ganancia eliminando residuos que no tienen mayor solución que desecharlos, enterrarlos o simplemente incinerarlos.
- ① Por otro lado, se vieron ingresos potenciales en eliminar elementos que para muchos son considerados residuos, evitando así, la congestión en vertederos y reciclando por mes 264 toneladas del residuo.
- ① Existen muchos usos para el material derivado de neumáticos fuera de uso, y es un producto potencialmente competitivo en el mercado de recursos energéticos y combustibles; puesto que presenta un poder calorífico de 33 MJ/kg mientras que la madera y el carbón tienen poderes caloríficos de 22 MJ/kg y de 25 MJ/kg respectivamente, por consiguiente puede afirmarse que se trata de un excelente combustible.
- ① Cada neumático en forma de miga de caucho puede ahorrar entre 10 y 12 kilogramos de carbón y alrededor de 7.5 litros de petróleo, lo que convierte al producto en un combustible con alto valor agregado.
- ① Con la implementación de la planta, aumentaría la empleabilidad en la zona de Lota, puesto que ésta brindaría trabajo a gente de la zona, disminuyendo a su vez, el 10,3% de desocupación.

- ① Uno de los riesgos del proyecto, es que no debe disminuir a valores inferiores de 170 la cantidad de toneladas de miga de caucho vendidas por mes, puesto que si esto ocurriese, los costos de producción serían más altos que los beneficios.
- ① Teóricamente es pertinente realizar el proyecto en la ciudad de Lota puesto que aumentaría la rentabilidad social de una comuna débil industrialmente, con altos índices de desempleo (10,3%), y que necesita ser potenciada.
- ① Finalmente, se determinó la factibilidad del proyecto, lo cual cumplió mostrando resultados positivos.
- ① El proyecto es rentable y viable; siempre y cuando se respeten las cantidades y precio de la miga de caucho a comercializar establecido en este estudio.

REFERENCIAS

8. REFERENCIAS

1. Bravo, María, «Reportaje SustentaBiT», Reportaje sobre reciclaje de neumáticos, Marzo 2011. Consultado el 16 de Agosto 2014.
2. Diario El Sur, «Reportaje “Los beneficios de reciclar neumáticos en Chile», emitido el 9 de Julio 2013. Consultado el 19 de Agosto 2014.
3. Extraído de la biografía de Robert William Thomson, <http://www.mearns.org.uk/stonehaven/thomson.htm>. Consultado el 24 de Agosto 2014.
4. Adaptado de Michellin.es, www.Michellin.cl. Consultado el 10 de Septiembre 2014.
5. Información sobre diseño de neumáticos, adaptado de Goodyear, Goodyear.cl. Consultado el 1 de Septiembre 2014.
6. Adaptado de Rubber Manufacturers association, 1985. Consultado el 5 de Septiembre 2014.
7. Adaptado de Rubber Manufacturers association, 1985. Consultado el 5 de Septiembre 2014.
8. Steinbichler.de, Comprobación de neumáticos. Consultado el 3 de Octubre 2014.
9. Información extraída de CONAMA 2013, «Reportaje “Lo que provocan los neumáticos en Chile». Consultado el 7 de Octubre 2014.
10. Imagen extraída de Sfmnews.com. Consultado el 14 de Octubre 2014.
11. Extraído de Combustibles alternativos, Holderbank 1997. Consultado el 15 de Octubre 2014.
12. Extraído desde trabajo de tesis “Factores de emisión en la cuantificación de quema de llantas”, [Garrido, *et al* 2011] Universidad Industrial de Santander. Consultado el 16 de Octubre 2014.
13. “Air emissions from combustion used tires”, Joel I. Reisman, 1997. Consultado el 17 de Octubre 2014.
14. “Polambiente, 2009”. Referencia del 17 de Octubre 2014.
15. “Elaboración de un análisis DAFO”, Ministerio de Fomento de España 2013. Consultado el 27 de Octubre 2014.

16. Instituto nacional de estadística. Estadísticas oficiales de Chile, INE. Consultado el 2 de Noviembre 2014.
17. Adaptado desde Asociación de Industriales de la Goma ASIGOM. Consultado el 3 de Noviembre 2014.
18. Extraído de Amarillas.cl, Consultado el 7 de Noviembre 2014.
19. Adaptado de “The Rubber Economist”, 2014. Consultado el 9 de Noviembre 2014.
20. Adaptado de “The Rubber Economist”, 2014. Consultado el 9 de Noviembre 2014.
21. Elaborado con base de “The Rubber Economist”, 2014. Consultado el 10 de Noviembre 2014.
22. Elaboración propia con aportes de Amarillas.cl. Consultado el 10 de Noviembre 2014.
23. Extraído de GoTradeData.com. Consultado el 10 de Noviembre 2014.
24. Imagen gentileza de Polambiente S.A, 2014. Consultado el 11 de Noviembre 2014.
25. al 46. Exceptuando la referencia 34, son imágenes extraídas del manual de especificaciones técnicas del proveedor Bomatic S.A. con origen en Alemania. Consultadas en un período de tiempo de aproximadamente 10 días [11 Noviembre-21 Noviembre 2014].
34. Imagen cortesía de Polambiente S.A. 2014. Consultado el 21 de Noviembre 2014.
35. Terreno buscando en <http://lota.oxl.cl>>Bío-Bío, utilizando parámetros de búsqueda “Terreno 6000 metros cuadrados Lota octava región”. Consultado el 12 de Enero 2015.
36. Adaptado y extraído de <http://Industriaynegocios.cl>. Consultado el 22 de Noviembre 2014.
37. Información extraída desde Servicio de Impuestos Internos Chile www.sii.cl, Noviembre 2014. Consultado el 25 de Noviembre 2014.
38. Cámara de Comercio de Santiago, 2014. Consultado el 26 de Noviembre 2014.

39. NISSAN TERRANO año 2014, extraído desde Autocosmos.cl. Consultado el 3 de Diciembre 2014.
40. <http://BencinaenLinea.cl>, parámetros de búsqueda “petróleo diésel”. Consultado el 6 de Diciembre 2014.
41. Convenio buscado módulo “Contratos” <http://Empresas.entel.cl>. Consultado el 8 de Diciembre 2014.

BIBLIOGRAFÍAS

9. BIBLIOGRAFÍAS

1. -Harold Bierman, Seymour Smidt-, A. 2010. "El presupuesto del Capital" edición II. 267p.
2. -Ehrlich, Isaac-, M. 2002. "Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas" tomo I. 156p.
3. -UFRO-, J. 2014 "Hojas de cálculo electrónicas para la carrera de Ingeniería Civil Industrial" 36p.
4. -Prof. Carlos Mariangel, A. 2013. "Apuntes tomados en clases de Ingeniería Económica", Universidad del Bio-Bío, Concepción-Chile.
5. -Carlos Hernández O, N. 2007. "Análisis administrativo", edición I. 389p.
6. -Daniel Sierra de Figueroa-, 2004. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones" edición IV. 71p.

ANEXOS

10. ANEXOS

A continuación se presenta una serie de estudios donde se hizo búsqueda durante la investigación, y que demuestran bases de los datos utilizados.

Anexo 1. Propiedades del caucho butadieno estireno (SBR) presente en neumáticos.

Según la publicación “estudio y análisis de los polímeros derivados del estireno-butadieno” realizado por David Juárez [Juárez, *et al.*, 2013] señala que las propiedades tanto mecánicas como físicas y químicas del caucho más utilizado en la fabricación de neumáticos son las siguientes.

Propiedades mecánicas:

- Rangos de dureza disponible: Productos rígidos: entre 40 Shore-A y 90 Shore-A.
- Productos micros porosos: entre 10 Shore-A y 35 Shore-A.
- Resiliencia media-alta.
- Excelente resistencia a la abrasión.
- Moderada resistencia al desgarro.
- Excelente resistencia al impacto.
- Moderada resistencia a la flexión.

Propiedades físicas:

- Temperatura de servicio: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Alta resistencia a la intemperie (oxidación, ozono, luz solar).
- Excelente resistencia eléctrica.
- Muy baja permeabilidad a los gases y fluidos.

Propiedades químicas:

- Buena resistencia al agua pero pobre resistencia al vapor de agua.
- No poseen resistencia a los hidrocarburos (alifáticos, aromáticos, clorados).
- Baja resistencia a ácidos diluidos, menor aún en caso de mayor concentración.

Anexo 2. Tratamientos para neumáticos fuera de uso.

A continuación se señalan los métodos para triturar o reducir neumáticos fuera de uso.

0 Trituración criogénica.

Este proceso se refiere al empleo de nitrógeno líquido u otros materiales o métodos para congelar trozos de neumáticos o trozos de caucho antes de la reducción de tamaño, volviéndolo frágil y quebradizo como un cristal a temperaturas por debajo de -62°C .

El acero es separado mediante el empleo de imanes. La fibra textil es removida por medio de aspiración y selección. El material resultante presenta aspecto brillante y limpio, con superficies fracturadas y poco contenido de acero y fibra, debido a que la fragmentación ocurre por las uniones entre estos materiales y el caucho.

El empleo de temperaturas criogénicas puede ser aplicado en cualquier etapa para la reducción de tamaño de los trozos de neumáticos.

Este método requiere instalaciones muy complejas, lo que hace que sea poco rentable económicamente.

Al comparar los granos obtenidos por la trituración criogénica y ambiental, se observa que las partículas para el primer método, son relativamente lisas y ovaladas y para el proceso ambiental, son irregulares en forma y textura superficial.

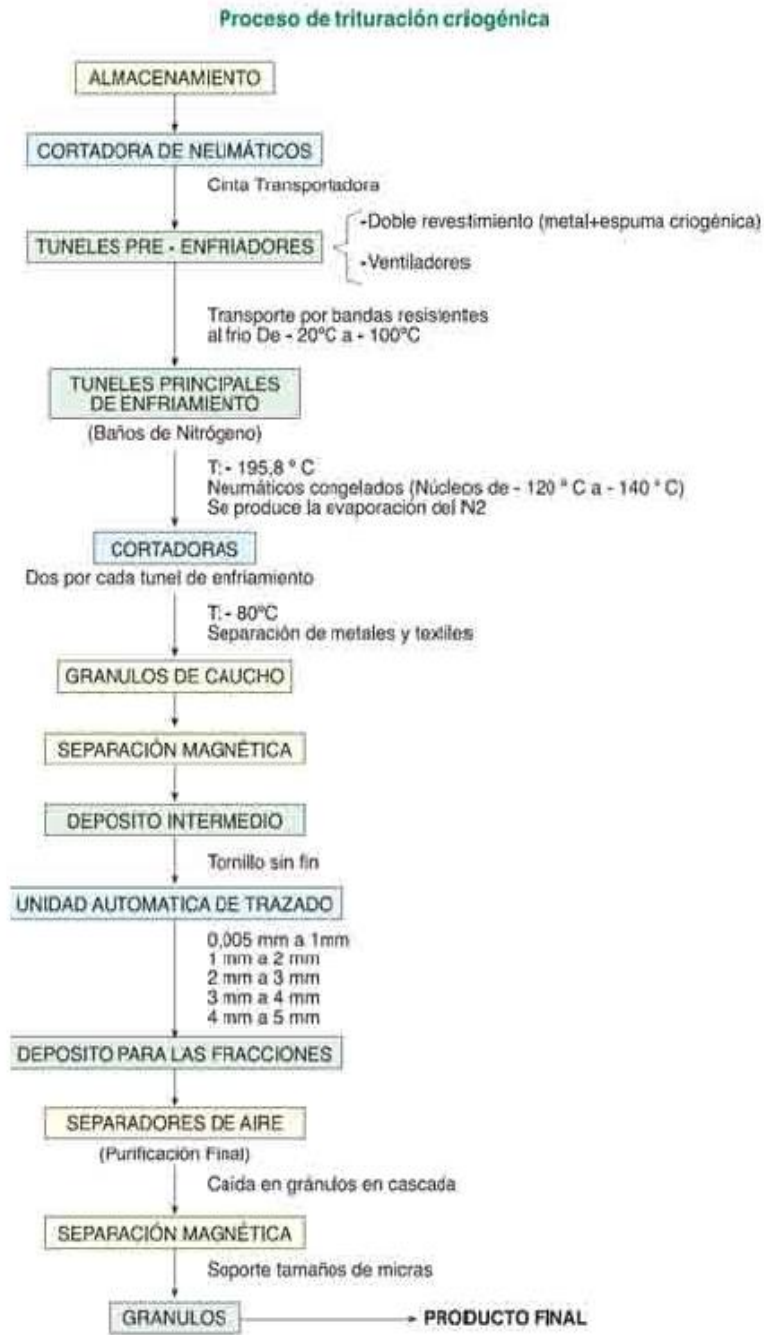


Figura 27. Proceso de trituración criogénica.

0 Pirólisis

Según Ferrer [Ferrer *et al.*,1996] la pirólisis consisten en la descomposición físico-química de la materia orgánica bajo acción del calor y ausencia de un método oxidante. Los productos obtenidos por esta vía son sólidos (residuos carbonosos con cenizas) líquidos pirolíticos y gases, incluyendo hidrocarburos.

Se puede obtener, además de los productos provenientes del caucho, gas similar al propano para uso industrial, como también aceite industrial líquido pudiéndose refinar con Diésel/ Coque/ Acero.

A continuación se muestra una planta que utiliza neumáticos fuera de uso para la producción de aceites industriales prolíticos, y generador de vapor para energía eléctrica.

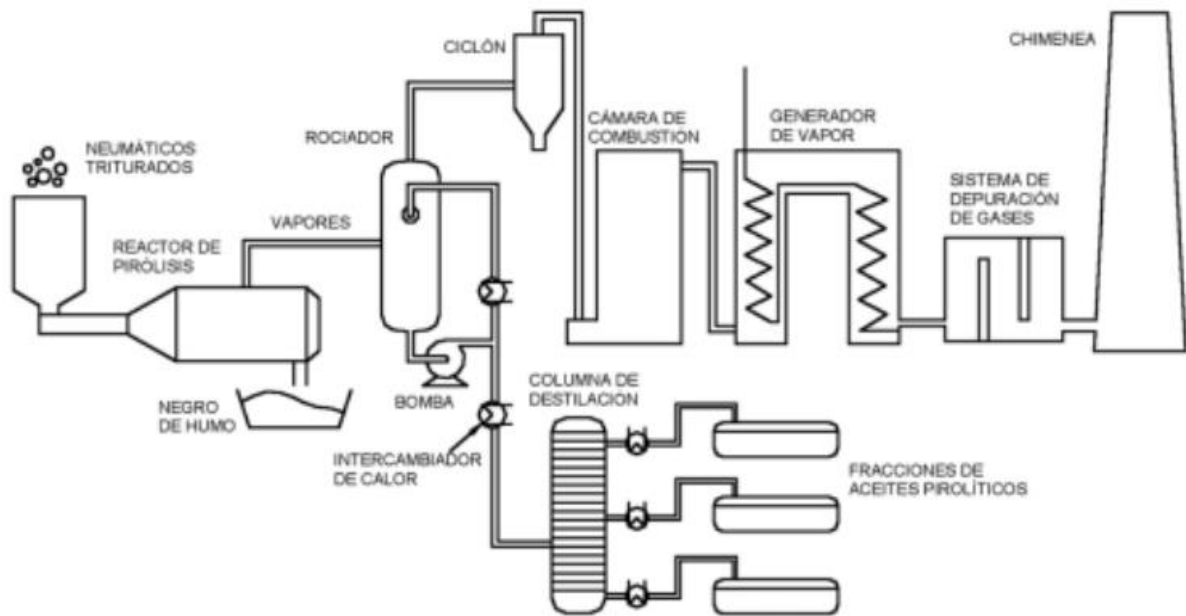


Figura 28. Planta de pirólisis de neumáticos fuera de uso.

0 Incineración

Proceso de reciclado de neumáticos por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un proceso costoso y además presenta el inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta fácil de controlar y además es contaminante. Genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico.

A continuación, en la figura 34 podemos observar la estructura básica del proceso de una planta de incinerado.

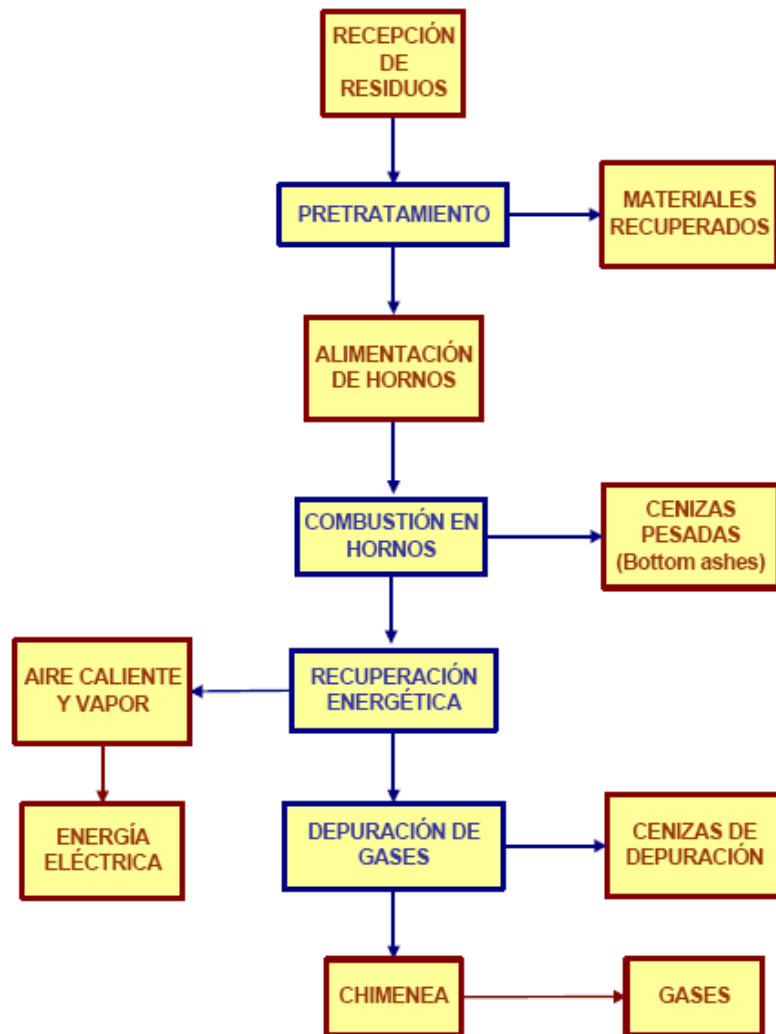


Figura 29. Proceso básico de una planta de incinerado de neumáticos.

0 Termólisis

Según el estudio “fundamentos teóricos de la termólisis aplicada al tratamiento de desechos sólidos” de la universidad San Carlos de Guatemala escrito por Ariza [Ariza *et al*, .2008] termólisis se trata de un sistema de reciclaje, en el que se somete a los materiales de residuos a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos. Aparecen entonces cadenas de hidrocarburos.

Es la forma de obtener, de nuevo, los compuestos originales del neumático, por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes del neumático. Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos u a otras actividades.

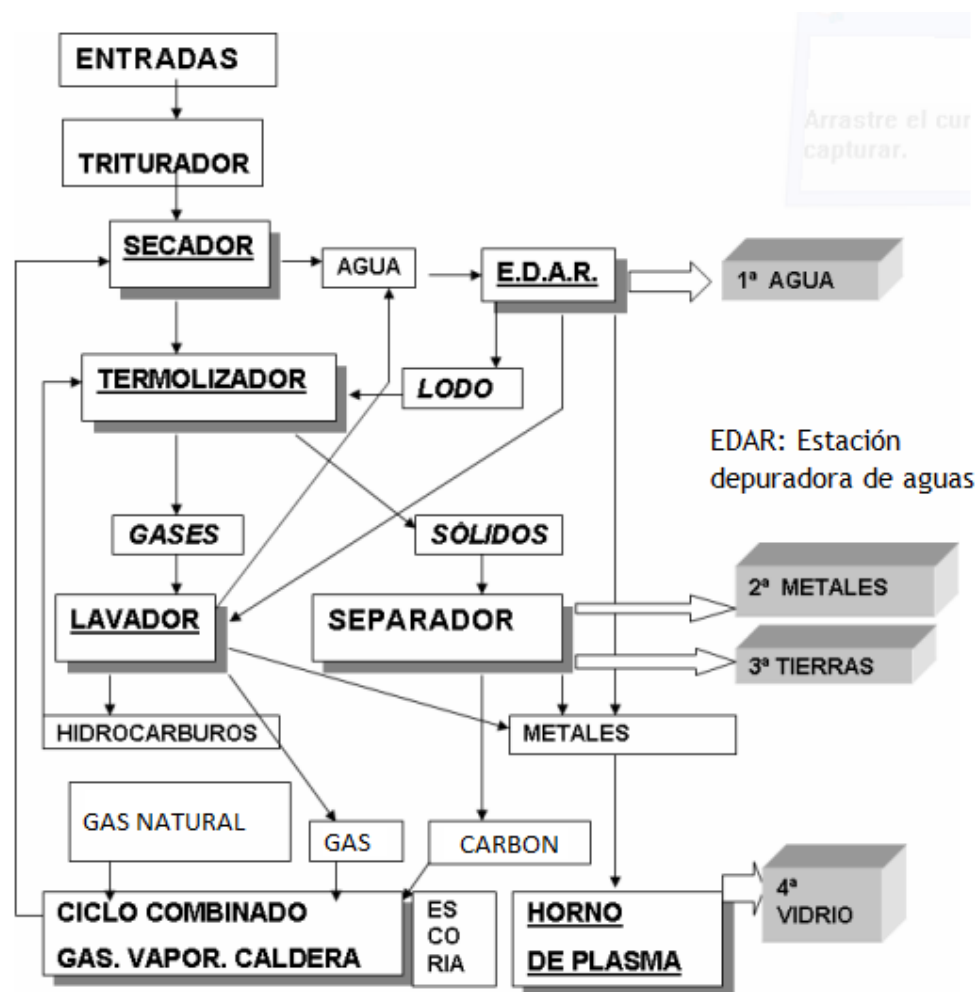


Figura 30. Diagrama de flujo de los pasos del proceso de termólisis.

Anexo 3. Detalle de Flujos de Caja del Proyecto puro.

Tabla 10.1. Flujo de caja sin financiamiento.

	Flujo de caja del proyecto puro										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 746.549.760	\$ 746.549.760	\$ 791.342.746	\$ 791.342.746	\$ 807.169.601	\$ 872.711.772	\$ 890.166.008	\$ 962.447.487	\$ 981.696.437	\$ 1.061.410.188
Costo variable		-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472	-\$ 172.952.472
Costos fijos		-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565	-\$ 493.219.565
Depreciación		-\$ 41.464.630	-\$ 41.464.630	-\$ 41.464.628	-\$ 41.464.628	-\$ 41.464.628	-\$ 41.464.628	-\$ 41.464.627	-\$ 38.664.624	-\$ 38.664.624	-\$ 2
Utilidad antes de impuestos		\$ 38.913.093	\$ 38.913.093	\$ 83.706.079	\$ 83.706.079	\$ 99.532.936	\$ 165.075.108	\$ 182.529.344	\$ 257.610.826	\$ 276.859.776	\$ 395.238.149
Impuesto		-\$ 6.615.226	-\$ 6.615.226	-\$ 14.230.033	-\$ 14.230.033	-\$ 16.920.599	-\$ 28.062.768	-\$ 31.029.988	-\$ 43.793.840	-\$ 47.066.162	-\$ 67.190.485
Utilidad neta		\$ 32.297.868	\$ 32.297.868	\$ 69.476.046	\$ 69.476.046	\$ 82.612.337	\$ 137.012.339	\$ 151.499.355	\$ 213.816.986	\$ 229.793.614	\$ 328.047.664
Depreciación		\$ 41.464.630	\$ 41.464.630	\$ 41.464.630	\$ 41.464.628	\$ 41.464.628	\$ 41.464.628	\$ 41.464.627	\$ 38.664.624	\$ 38.664.624	\$ 2
Inversión	-\$ 591.233.357										
Capital de trabajo	-\$ 235.844.896										\$ 235.844.896
Valor de desecho											\$ 30.493.029
Flujo de caja	-\$ 826.078.253	\$ 73.762.497	\$ 73.762.497	\$ 110.940.675	\$ 110.940.675	\$ 124.076.965	\$ 178.476.967	\$ 192.963.982	\$ 252.481.610	\$ 268.458.238	\$ 594.385.590

Anexo 4. Detalle de Flujos de Caja del Proyecto apalancado.

Tabla 10.2. Flujo de caja del proyecto apalancado.

Flujo de caja del inversionista

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 746,549,760	\$ 746,549,760	\$ 791,342,746	\$ 791,342,746	\$ 807,169,601	\$ 872,711,772	\$ 890,166,008	\$ 962,447,487	\$ 981,696,437	\$ 1,061,410,188
Costo variable		-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472	-\$ 172,952,472
Costos fijos		-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565	-\$495,139,565
Intereses		-\$ 1,738,172	-\$ 1,499,212	-\$ 1,259,082	-\$ 1,017,775	-\$ 775,285	-\$ 531,608	-\$ 286,736	-\$ 40,664	\$ 206,613	\$ 455,102
Depreciación		-\$ 41,464,630	-\$ 41,464,630	-\$ 41,464,630	-\$ 41,464,628	-\$ 41,464,628	-\$ 41,464,628	-\$ 41,464,627	-\$ 38,664,624	-\$ 38,664,624	-\$ 2
Utilidad antes de impuestos		\$ 35,254,921	\$ 35,493,881	\$ 80,526,997	\$ 80,768,306	\$ 96,837,651	\$ 162,623,500	\$ 180,322,608	\$ 255,650,162	\$ 275,146,389	\$ 393,773,251
Impuesto		-\$ 5,993,337	-\$ 6,033,960	-\$ 13,689,589	-\$ 13,730,612	-\$ 16,462,401	-\$ 27,645,995	-\$ 30,654,843	-\$ 43,460,528	-\$ 46,774,886	-\$ 66,941,453
Utilidad neta		\$ 29,261,585	\$ 29,459,921	\$ 66,837,408	\$ 67,037,694	\$ 80,375,250	\$ 134,977,505	\$ 149,667,764	\$ 212,189,634	\$ 228,371,503	\$ 326,831,798
Depreciación		\$ 41,464,630	\$ 41,464,630	\$ 41,464,630	\$ 41,464,628	\$ 41,464,628	\$ 41,464,628	\$ 41,464,627	\$ 38,664,624	\$ 38,664,624	\$ 2
Inversión	-\$ 591,214,961										
Capital de trabajo	-\$ 235,844,896										\$ 235,844,896
Préstamo	\$ 354,728,977										
Amortización		-\$ 48,767,254	-\$ 49,006,213	-\$ 49,246,344	-\$ 49,487,651	-\$ 49,730,140	-\$ 49,973,818	-\$ 50,218,690	-\$ 50,464,761	-\$ 50,712,039	-\$ 50,960,528
Valor de desecho											\$ 30,493,029
Flujo de caja	-\$ 472,330,880	\$ 21,958,961	\$ 21,918,338	\$ 59,055,694	\$ 59,014,671	\$ 72,109,737	\$ 126,468,315	\$ 140,913,702	\$ 200,389,497	\$ 216,324,088	\$ 542,209,197

Anexo 5. Isométrico de la planta Bomatic 1350DD.

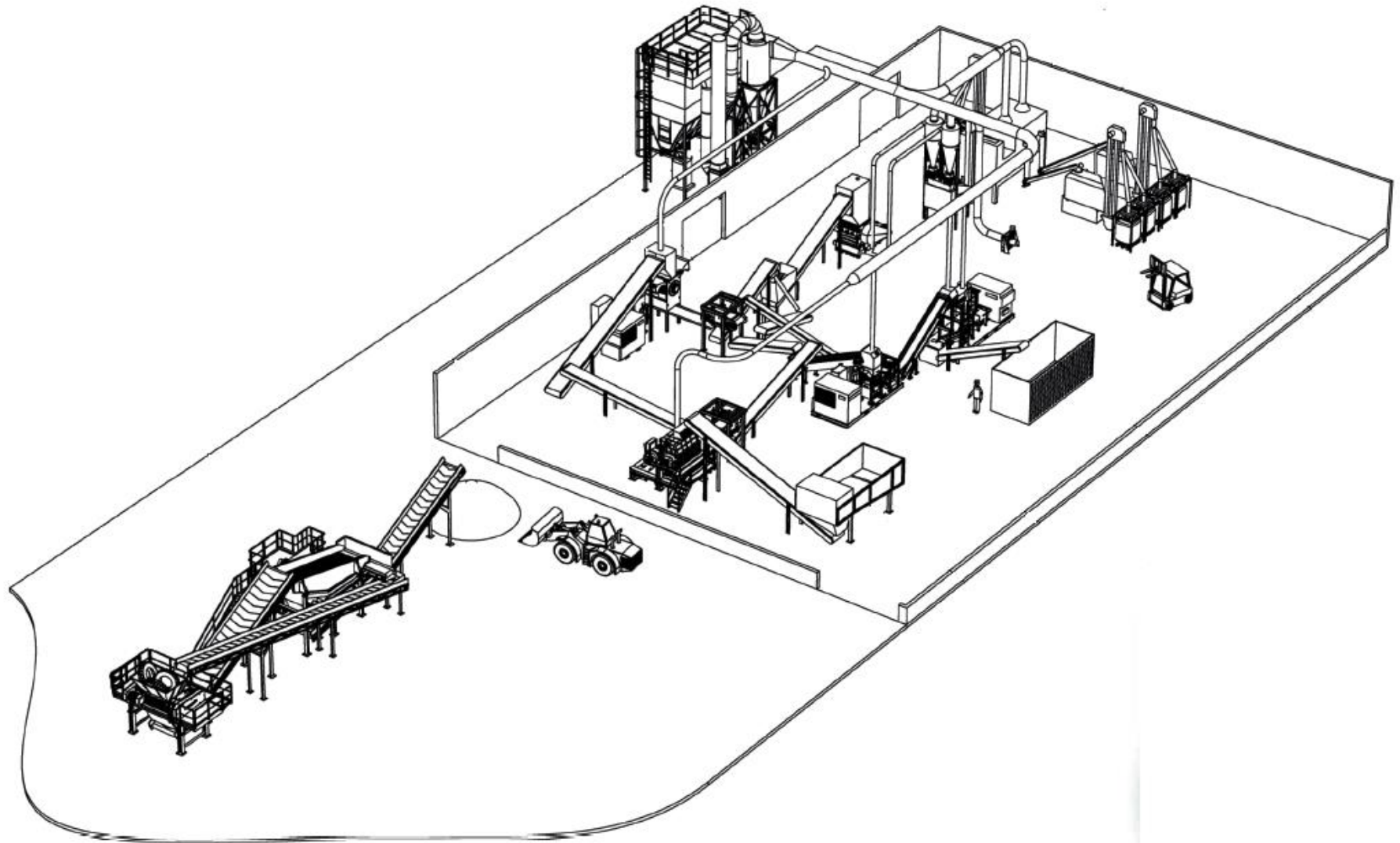


Figura 31. Isométrico planta Bomatic 1350 DD. Adaptado de Bomatic.de.

Anexo 6. Cotización planta Bomatic 1350DD.



Bomatic inc. –2000
Friday, December 19, 2014
Contract Number: 10129

Coloring Unit

- Increases Profitability of rubber chips by up to 300%!
- You can increase the profitability of your tire recycling line by adding additional value to your output with our ECO Rubber Coloring line with a capacity of 4, 6, or 8 tons per hour. Color your wire-free rubber chips or your rubber granules and create a new product for outdoor applications.
- See a ECO Green Equipment Representative for additional information

VI. Terms and Conditions

Total Purchase Price USD: 409.325

Payment Terms

- 50% non-refundable deposit to start the order, and the 50% remaining balance due before shipment
- Remaining balance to be secured by irrevocable, confirmed Letter of Credit (L/C). Costs in connection with the L/C are to be borne by the Purchaser. The L/C to be payable against presentation of shipping documents. In addition, the L/C must be valid for minimum three months after agreed delivery date.
- Any payments not made within fifteen (15) days of the due date will be considered late and will be penalized five percent (5%) on the amount owed. Additionally, the purchaser will continue to be penalized on the balance owed at a rate of eighteen percent (18%) annually or the maximum allowed by law until the balance has been paid in full.

Estimated Lead Time

- 4-6 months from date of order placement and timely receipt of non-refundable deposit payment.

Figura 32. Cotización vía-email de la planta completa.