

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA, ECONOMICA Y FINANICERA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS FUERA DE USO

Alonso, Matias – LU: 1011331

Ingeniería Industrial

Viola, Martin – LU: 1015339

Ingeniería Industrial

Tutor:

Valassina, Juan Francisco, UADE

Noviembre 2, 2013



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

Contenido

CAPITULO I.....	6
1.1 RESUMEN EJECUTIVO	6
CAPITULO II.....	11
ESTUDIO DE MERCADO.....	11
2.1 PRODUCTOS	11
2.1.1 APLICACIONES DEL GRANULADO DE CAUCHO:.....	14
2.2 DEMANDA.....	15
2.2.1 MEZCLA ASFALTICA.....	15
2.2.2 SUPERFICIES SINTETICAS	17
2.2.3 COMBUSTIBLE INDUSTRIAL.....	18
2.3 ANÁLISIS COMPETITIVO Y ESTRATÉGICO	20
2.3.1 FODA	22
2.3.2 ANALISIS DE PORTER.....	25
2.4 DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCION DE NFU EN ARGENTINA.....	26
2.4.1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA	27
2.5 PRECIOS.....	28
CAPITULO III	29
ESTUDIO LOGISTICO.....	29
3.1 DEFINICION DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN	30
3.2 LOCALIZACION DE LA PLANTA.....	32
3.3 PROVISION DE ABASTECIMIENTO	34
3.4 CONCLUSIONES SOBRE EL ESTUDIO DE LOCALIZACION.....	34
CAPITULO IV	36
ESTUDIO TECNICO.....	36
4.1 PROPUESTAS TECNICAS DE RECICLAJE	36
1) Pirolisis	36
2) Termólisis:	36
3) Trituración Criogénica:.....	37

4) Trituración Mecánica.....	37
4.2 ELECCION DE TECNOLOGIA	38
4.2.1 COMPARACION DE TECNOLOGIAS	39
4.3 PROCESO PRODUCTIVO	41
1) Recepción de Neumáticos.....	41
2) Trituración Primaria.....	41
3) Trituración Secundaria.....	42
4) Deposito temporal.....	43
5) Granulación.....	43
6) Separación.....	46
7) Separación Magnética.....	46
8) Clasificación y separación textil.....	46
9) Almacenamiento	50
10) Equipamiento Adicional	50
4.3.1 DIAGRAMA DEL PROCESO	52
4.3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES	53
4.3.2 DISTRIBUCION DE MAQUINARIA	54
4.4 INFRAESTRUCTURA.....	57
- TERRENO.....	57
- GALPON.....	57
- OFICINAS.....	57
- PATIO DE ACOPIO DE NFU.....	57
- ESTACIONAMIENTO.....	57
- DEPOSITO DE PRODUCTO TERMINADO.....	57
4.5 PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION E INSTALACION	59
CAPITULO V	60
ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO DEL CASO.....	60
5.1 CRITERIOS DE ANALISIS ADOPTADOS.....	60
5.1.1 TASA DE DESCUENTO	62
5.1.2 HORIZONTE DE PLANEAMIENTO DEL PROYECTO.....	62

5.1.3 UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA.....	62
5.2 VALORIZACION ECONOMICA DE LAS INVERSIONES	63
5.2.1 INVERSION EN MAQUINARIA Y PUESTA EN MARCHA.....	64
5.2.2 INVERSION EN OBRAS.....	66
5.2.3 OTRAS INVERSIONES.....	67
5.2.4 DETALLE DEL RECURSO HUMANOS.....	67
5.3 COSTOS PRODUCTIVOS.....	68
5.3.1 MATERIA PRIMA Y TRANSPORTE	68
5.3.2 CONSUMO ELECTRICO	69
5.3.3 COSTOS ADMINISTRATIVOS.....	70
5.3.4 OTROS COSTOS.....	70
5.3.5 COSTOS CAPITAL DE TRABAJO	70
5.3.5 RESUMEN DE INVERSIONES	72
5.4 VENTAS	73
5.6 EVALUACION DEL PROYECTO.....	74
5.6.1 PRESUPUESTO ECONOMICO	77
5.6.2 PRESUPUESTO FINANCIERO	79
INDICADORES:.....	81
5.6.3 PERIODO DE RECUPERO	82
5.6.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO FINANCIERO	83
5.6.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD	84
ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL PRECIO DE VENTA.....	84
ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL NIVEL DE PRODUCCION.....	87
CAPITULO VI.....	91
6.1 CONCLUSIONES.....	91
6.2 OBSERVACIONES GENERALES.....	92
BIBLIOGRAFIA.....	93
ANEXOS.....	95
INDICE DE TABLAS.....	99
INDICE DE GRAFICOS	100



INDICE DE FIGURAS 100

CAPITULO I

1.1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene por objetivo la determinación de la factibilidad económica-financiera de un proyecto de inversión de una planta recicladora de neumáticos fuera de uso, un desecho sólido urbano de creciente envergadura.

Esta industria se encuentra en desarrollo en Argentina y presenta una demanda insatisfecha. La localización del proyecto está prevista en el Parque Suarez, en José León Suarez, Buenos Aires, siendo la zona el lugar donde se concentran las principales fuentes de generación de Neumáticos Fuera de Uso, insumo principal del proyecto.

Para determinar la factibilidad de este emprendimiento, se realizan los siguientes estudios: mercado, técnico/tecnológico, logístico, económico y financiero. Con los resultados obtenidos se logró llegar a la conclusión de que es factible y recomendable la instalación de dicha planta en la localidad de José León Suarez.

1.2 ABSTRACT

This work aims to determine the economic and financial feasibility of an investment project of a plant for the production of rubber granulates from scrap tires.

This industry is developing in Argentina and has unsatisfied demand. The location of the project is planned in the Industrial Park Suarez, Jose Leon Suarez, Buenos Aires, being the location that concentrates the main sources of scrap tires generation, the main input of the project.

To determine the feasibility of this project, we analyzed the market, technology, logistics, economic and financial aspects. With the results obtained, we come to the conclusion that it is feasible and recommended the installation of the plant in Jose Leon Suarez.

1.3 INTRODUCCION

La utilización masiva de neumáticos y los inconvenientes ambientales que generan la deposición de los mismos, comprende uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años a nivel mundial.

La generación de neumáticos fuera de uso (NFU) en Argentina supera las 100.000 toneladas anuales (calculado basado en los volúmenes de producción e importación), de las cuales, aproximadamente 40.000, corresponden a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y al Gran Buenos Aires.

El problema principal que lleva a analizar una solución a la contaminación por NFU surge de los generadores o transportistas de residuos sólidos, que son acumulados indiscriminadamente en basurales a cielo abierto o rellenos sanitarios, lo que conlleva en una disposición inadecuada y acumulación no controlada.

Debido a su geometría y composición elástica, los NFU no pueden ser compactados con facilidad y su descomposición puede tardar más de 600 años. Considerando que la disponibilidad de rellenos sanitarios, y los costos de los mismos son cada vez más elevados, no es posible rellenar con desechos que no tienen buena relación peso-volumen.

Cuando los neumáticos se disponen indiscriminadamente en depósitos al aire libre, se incrementan las cantidades de focos de riesgo, principalmente riesgos de incendio y generación de fauna nociva.

El apilado de neumáticos genera la proliferación de fauna nociva debido a que la forma de las cubiertas actúa como un depósito natural ya que acumula agua procedente de la lluvia. Las cubiertas amontonadas absorben la luz solar, creando un ambiente propicio en combinación con agua estancada para la reproducción de mosquitos. Al no existir depredadores naturales para los mosquitos que viven en este tipo de ambiente, se producen aumentos incontrolados de la población. Estos mosquitos son transmisores de enfermedades mortales para el hombre tales como la fiebre amarilla, la encefalitis y el dengue. También sirven como zona de reproducción de roedores. Las condiciones que crean (presencia de agua, calor, ausencia de luz y protección) son ideales para la reproducción de este tipo de organismos nocivos para la salud humana, difusores directos de graves enfermedades, como la leptospirosis o el hantavirus.

Teniendo en cuenta los datos existentes sobre los volúmenes de NFU, se elaborara una propuesta de gestión integral de este residuo. Se evaluaran las condiciones geográficas en cuanto a la disponibilidad de materia prima, estudios técnicos de producción y la logística involucrada en la recolección de los neumáticos provenientes de particulares, basurales, empresas de transporte, gomerías y productores.

Los materiales que se obtienen tras el tratamiento de los residuos de neumáticos, una vez separados los restos aprovechables en la industria, pueden ser usados como parte de los componentes de las capas asfálticas que se utilizan en la construcción de carreteras, para la protección de laterales de los barcos en pantanales, como aislantes, baldosas de goma, materiales de fabricación de tejados, pasos a nivel, cubiertas, masillas, moquetas, aislantes de vibración y alfombras.

Otros usos son los deportivos, en canchas de juego, pistas de atletismo y bicicleta. Las utilidades son numerosas y crecen cada día, como en cintas de freno, compuestos de goma, suelas de zapato, bandas de retención de tráfico, compuestos para navegación o pisos para remplazar areneros.

La tabla 1 muestra las distintas posibilidades para la gestión de neumáticos fuera de uso.¹

Tabla I: Alternativas para la utilización de Neumáticos Fuera de Uso

GESTIÓN (en orden de prioridad)		Técnica o Proceso	Ejemplos	
PREVENCIÓN	PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación de neumáticos más duraderos Empleo de materiales reciclados Diseño de neumáticos fácilmente reciclables. 		
VALORIZACIÓN	VALORIZACIÓN MATERIAL	REUTILIZACIÓN Aplicaciones directas (segundos usos)	<ul style="list-style-type: none"> Protección: circuitos carreras, en postes de seguridad, en barcos, etc.. Construcción de muros de contención Barreras en muelles costeros. Barreras acústicas Drenaje lixiviados CER 	
		Recauchutado y reesculturado	<ul style="list-style-type: none"> Alarga la vida del neumático 	
	VALORIZACIÓN ENERGÉTICA	RECICLAJE	Regeneración	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación nuevos neumáticos
			Triturado y separación (obtención polvo de caucho)	<ul style="list-style-type: none"> Pavimentos carreteras Pistas deportivas Alfombrillas
		Los neumáticos son una compleja mezcla de hidrocarburos, metales, azufre, plastificantes y aditivos,.. se emplean o han empleado en su fabricación hasta 200 componentes diferentes. Las emisiones producidas en la combustión o incineración de neumáticos son, entre otras, las siguientes sustancias: Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Dióxido de azufre, Óxidos de nitrógeno, Óxidos de zinc, Xileno, Benceno, Fenoles, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Óxidos de plomo, Hollin, Pireno, Tolueno, Naftaleno, Furanos, Benzopireno.		
ELIMINACIÓN	DEPÓSITO EN VERTEDERO CONTROLADO	Triturado y/o depósito en vertedero controlado.	Los vertederos no admitirán NFU a partir del 16 de julio de 2006.	

Fuente: Castro, 2007

¹ Reciclado NFU – Departamento de Ingeniería Mecánica FIUBA, Ing. Guillermo Castro

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

El creciente concepto de productos obtenidos de alternativas “verdes” y la aceptación mundial del uso de reciclados que se ha generado en las últimas décadas, llevo a muchas empresas innovadoras a desarrollar productos que utilizan granulado de caucho reciclado. El gran número de aplicaciones del granulado de caucho es desconocido, ya que día a día surgen nuevos productos innovadores que convierten rápidamente un desecho, en un negocio fructífero.

2.1 PRODUCTOS

La estructura del neumático típico está conformada por laminas adyacentes de diversos materiales, generalmente esta se componen de láminas interiores de caucho, una serie de bandas de acero que le dan la base estructural del neumático, láminas de textil (nylon principalmente) y una capa exterior de caucho macizo moldeado que constituye la banda de rodamiento típica de los neumáticos, donde se puede apreciar el dibujo de la cubierta.

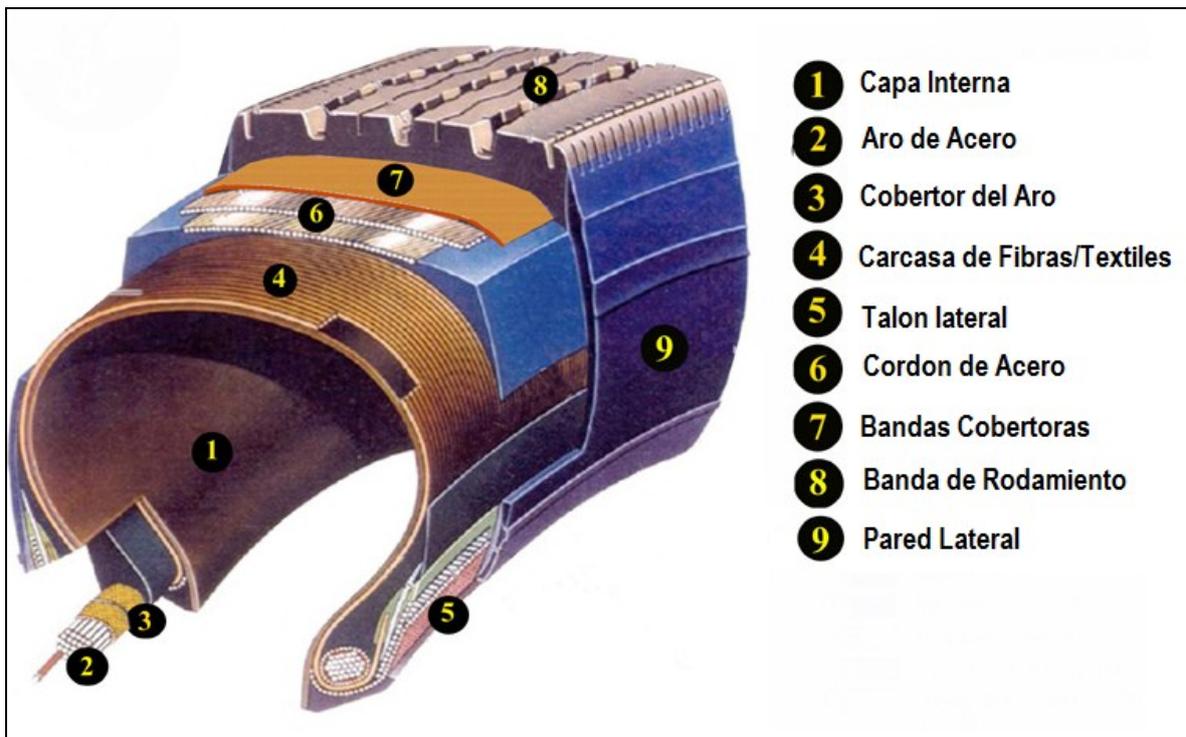


Figura 1: Estructura neumático y sus partes (Fuente: <http://www.mecordsindia.com/chafer-fabrics.html>)

La banda de rodamiento es la que se encuentra en contacto con la superficie de contacto, consta de una alta resistencia al desgaste y proporciona las características necesarias de rozamiento. Como es de esperarse, los neumáticos se desgastan con el uso y pierden las propiedades necesarias para el uso seguro del vehículo, por lo que el neumático necesita ser repuesto. Con el objetivo de mantener los vehículos más seguros, muchos países están comenzando a reglamentar el cambio de neumáticos, tomando como medida de control la profundidad del dibujo de la cubierta, estas reglamentación y el constante aumento del parque automotor a nivel mundial generan un significativo aumento de la cantidad de Neumáticos Fuera de Uso y por tal motivo proponemos generar de un desecho, una mejora medio ambiental como también un beneficio económico y social.

La composición de los neumáticos es variable dependiendo del tipo de vehículo para el cual se utiliza, para el caso en análisis, solo se tendrán en cuenta los neumáticos de mayor disponibilidad, que constan de los vehículos de turismo (autos pequeños y medianos, camionetas, etc.) y los vehículos pesados (camiones, colectivos, etc.). El

porcentaje de composición de neumáticos de los vehículos previamente mencionados es el siguiente:

Tabla II: Composición de Neumáticos según su tipo

Componentes	Tipo de Vehículo		Función
	Turismo [%]	Pesados [%]	
Caucho	68%	60%	Estructural Deformación
Acero	12%	20%	Estructural
Textil	20%	20%	Estructural

Fuente: Amaedus Kahl – Ipeco SA

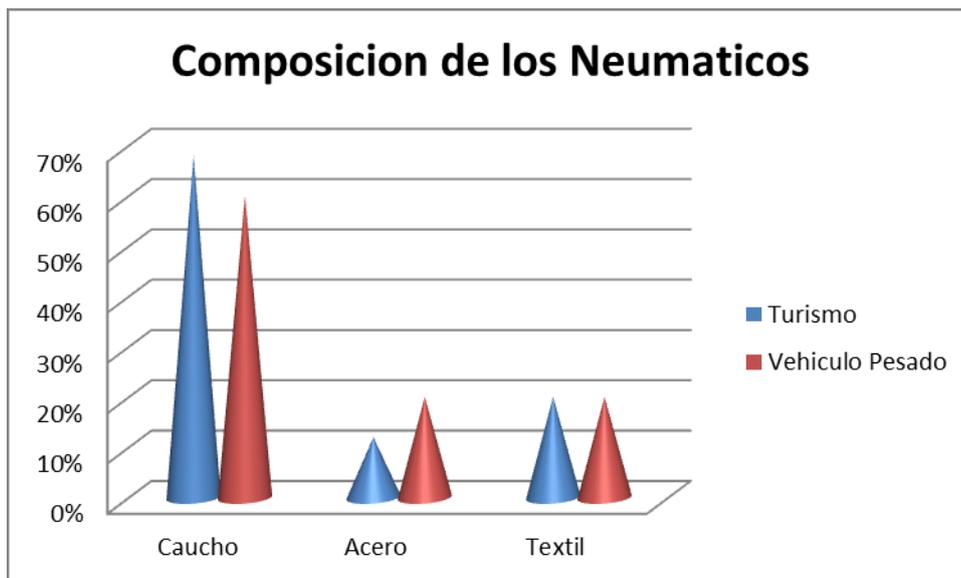


Gráfico 1: Composición expresada en % en peso de neumáticos de vehículos de turismo y pesados

Mediante el proceso productivo de reciclado de caucho que propendremos, se obtienen diversos productos, clasificados en tres productos primarios:

- Caucho
- Acero

- Fibras Textiles

Dentro de la categoría caucho, existen diferentes granulometrías y calidades. Las diferentes categorías se definen según el tamaño del granulo, que a su vez es un indicador de la pureza del caucho, es decir, indica que tan bien fueron retirados los componentes de acero y fibras textiles del granulado.

2.1.1 APLICACIONES DEL GRANULADO DE CAUCHO:

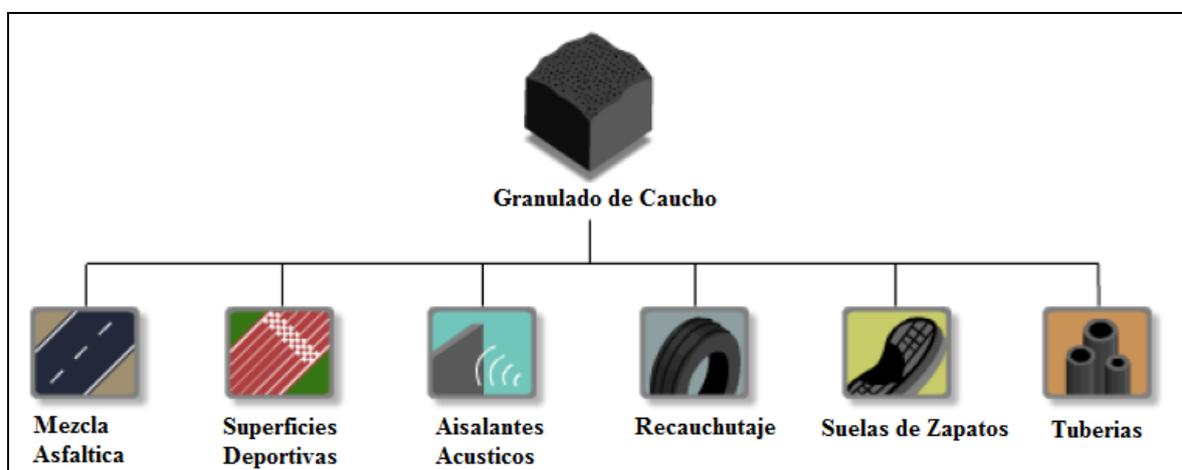


Figura 2: Aplicaciones del Granulado de caucho (Fuente:

<http://cauchonorte.blogspot.com.ar/>)

Las aplicaciones típicas que actualmente se utilizan son variadas, entre ellas están:

- Mezcla asfáltica
- Combustible Industrial (principalmente hornos cementeros)
- Suela de Calzados
- Alfombras y pisos de goma
- Aislantes acústicos y térmicos
- Ladrillos y baldosas
- Revestimiento de goma
- Superficies deportivas (Pistas de atletismo, canchas de césped sintético)

Dentro de estas aplicaciones, vale destacar que las de mayor demanda de granulado de caucho son las Mezclas Asfáltica, Superficies deportivas y los Pisos y baldosas de goma reciclada.

2.2 DEMANDA

Siendo la mezcla asfáltica, el combustible industrial y las superficies deportivas los principales consumidores del granulado de caucho reciclado en la argentina, vamos a analizar la tendencia de la producción de mezcla asfáltica, consumo de combustible industrial y consumo de granulado para superficies deportivas, para poder inferir un consumo anual de granulado de caucho.

2.2.1 MEZCLA ASFALTICA

La justificación por la cual consideramos que el volumen de asfalto producido en nuestro país, será el mayor consumidor de granulo de caucho en los próximos años, se debe a la iniciativa que comprende la creación de un plan nacional de recuperación de neumáticos y el desarrollo de emprendimientos para el aprovechamiento de este desecho. El proyecto de Ley² para el manejo responsable de NFU comprende el uso de granulado de caucho en las empresas productoras de asfalto.

² Ver detalles del Proyecto en Anexo

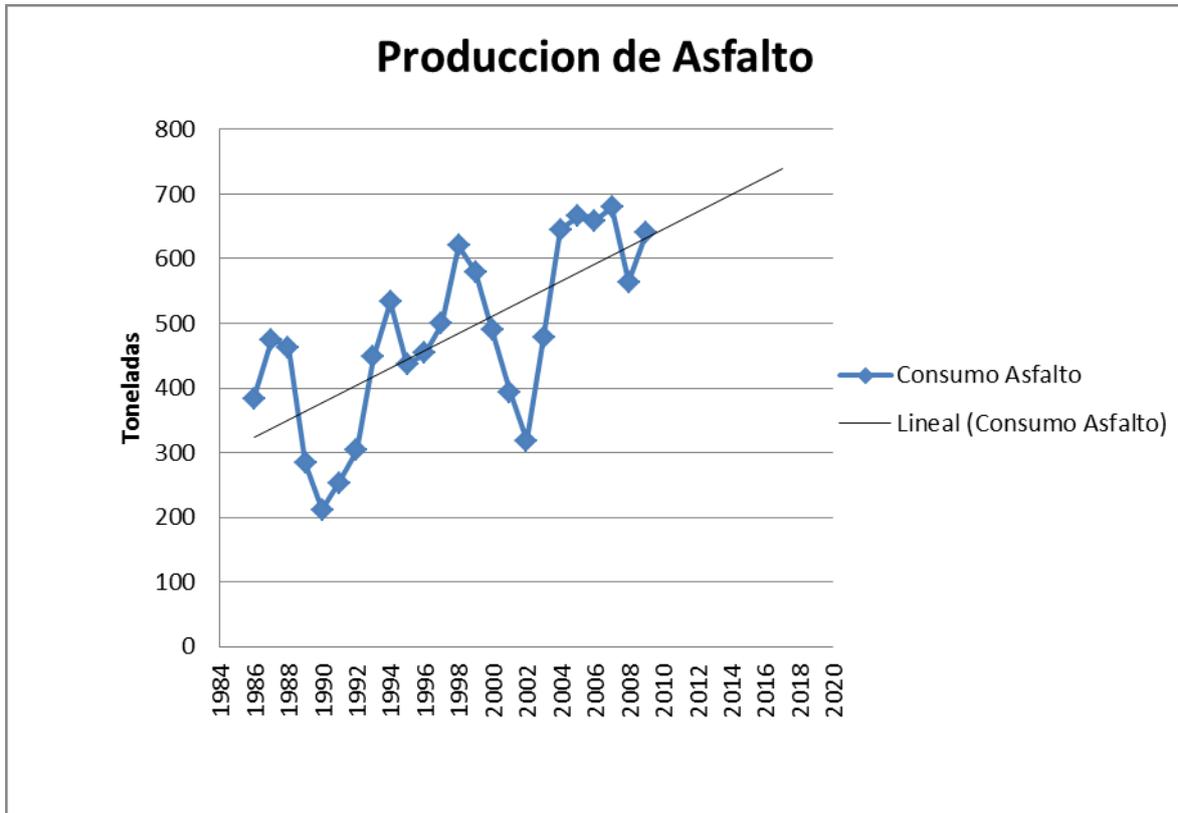


Grafico 2: Producción Asfáltica Argentina

Fuente: Datos obtenidos de la Secretaria de Energia de la Nacion

Según un estudio de la Universidad Tecnológica Facultad Regional La Plata realizado en el 2008, se estima que el porcentaje de granulado de caucho que se puede utilizar en la mezcla asfáltica ronda el 10%. Si consideramos que según las estadísticas, el consumo de mezcla asfáltica en Argentina ronda las 500.000 toneladas anuales según los datos históricos, podemos estimar que la incorporación de granulado de caucho rondara las 50.000 toneladas anuales.

Teniendo estos valores en consideración, podemos ver que es de gran envergadura el volumen que demandaría las empresas asfálticas, pudiendo estimar la demanda potencial de nuestro proyecto, basándonos en el consumo de mezclas asfálticas modificadas.

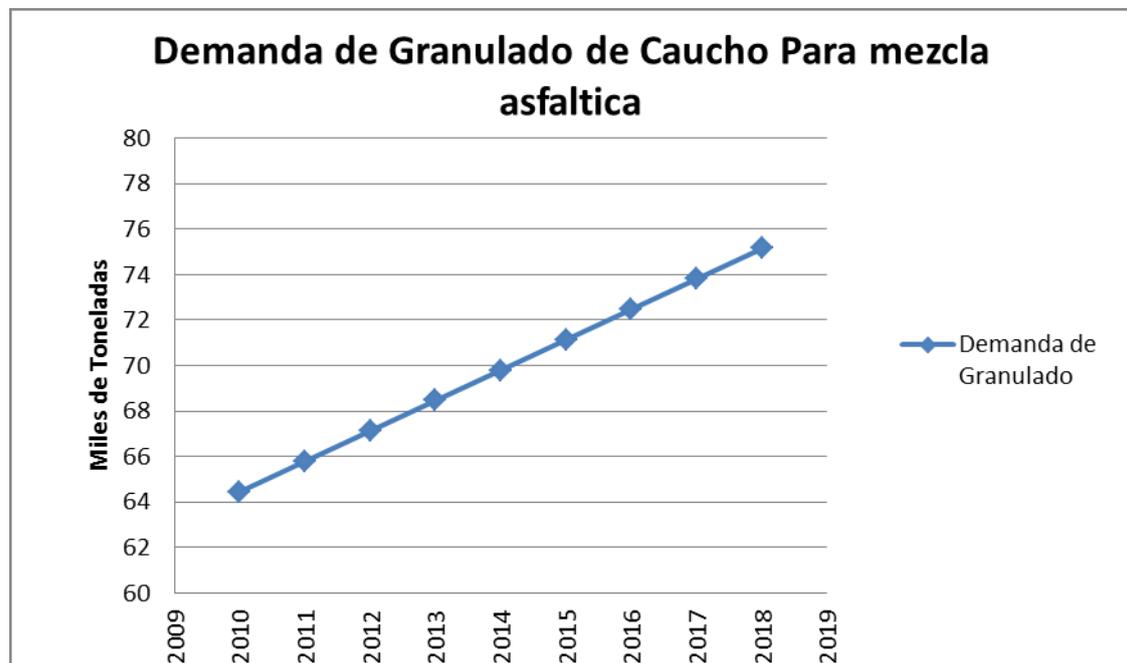


Grafico 3: Demanda de Granulado de caucho para mezcla asfáltica, expresada en miles de Toneladas.

2.2.2 SUPERFICIES SINTETICAS

Se estima que en promedio, se instalan 800.000 m² anual en canchas de césped sintéticas, siendo Argentina el segundo país con mayor consumo a nivel mundial. Se calcula aproximadamente, que para la instalación y mantenimiento de cada de 100 m² de césped sintético se consume 1 tonelada de granulado de caucho al año, estimando una demanda de 8000 toneladas anuales de granulado dedicas específicamente a las mantención superficies deportivas con césped sintético.

Por otro lado, el granulado de caucho se utiliza como mezcla principal para la construcción de pistas de atletismos, y superficies deportivas de bajo impacto. En los últimos años se la tendencia a construir pisos de caucho ha crecido constantemente, esto se debe a la gran capacidad de absorber impactos, aislar acústicamente y función antideslizamiento. Principalmente, estos tipos de superficies se utilizan en salas de niños, campos de juegos y parques infantiles.

2.2.3 COMBUSTIBLE INDUSTRIAL

Debido al alto incremento del precio del gas, y al déficit de este mismo, vemos como una gran oportunidad la sustitución del gas por el granulado de caucho en los hornos industriales, principalmente los hornos cementeros.

Como combustible, los neumáticos desechados son una excelente fuente de energía. Tal como se puede observar (tabla III), los neumáticos tienen un valor calorífico entre 34 y 39 KJ/Kg, dependiendo de la composición, y de si el metal ha sido removido. A modo de comparación el carbón presenta un valor calorífico de 31 KJ/Kg.

Tabla III: Poder calorífico superior expresado en MJ/Kg, de algunos combustibles.

Combustible	PCS (MJ/Kg)
Maderas	14.4 – 19.0
Antracita	34.3
Coque	29.3
Coque de petróleo	34.1
Carbón de madera	31.4
Etanol	26.8
Neumáticos usados	34 – 39
Fuel-Oil	40.6
Gasóleo	42.3
Gasolina	43.9
Queroseno	43.4
Gas natural	44

Fuente: www.energia2012.es (Aprovechamiento energético de residuos)

La principal ventaja del uso de neumáticos fuera de uso, es la reducción de costos que resulta de la utilización de esta fuente de energía. En el caso de una planta cementera, este ahorro es importante, ya que en éstas, entre un 35 y 45% del costo está relacionado con la energía. Por otro lado, el uso de este tipo de combustible, en la cual se reemplaza parte del combustible por neumáticos (16% aproximadamente), tiene la ventaja de que el acero de los neumáticos es fundido durante la quema y se incorporan a la estructura mineral del clínker (componente principal del cemento Portland).

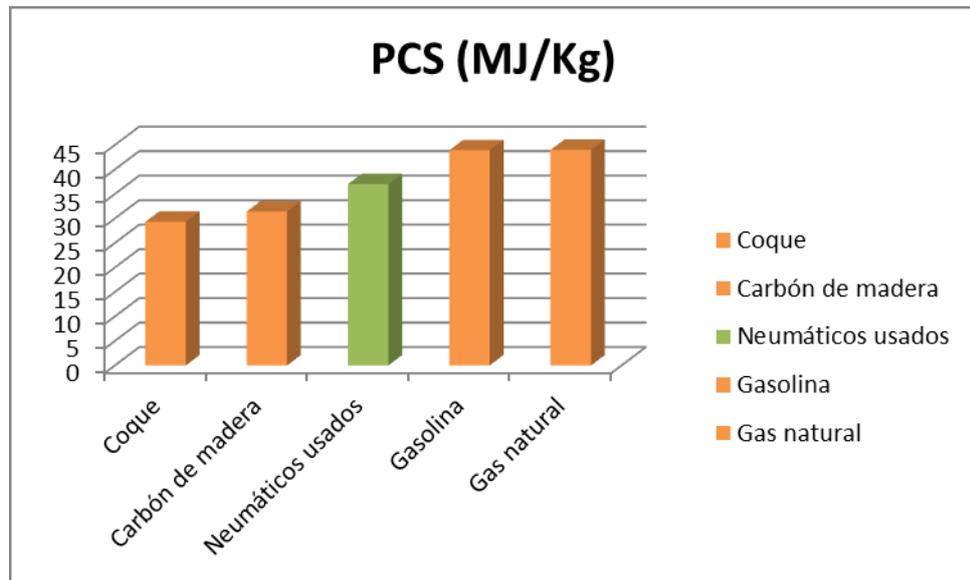


Grafico 4: Poder calorífico superior de NFU

Otro beneficio, es que este tipo de producto, solo necesita trituración primaria, la cual reduce en gran proporción los costos productivos.

Habiendo explicado las necesidades de materia prima de los principales consumidores, podemos estimar que la posibilidad de participación en el mercado de nuestros productos es suficientemente alta debido a la gran demanda de los productos obtenidos en el proceso de reciclado.

Considerando que la planta que proponemos tendría una capacidad de producción estimada de 14.000 tn/año, podemos concluir que la demanda será ampliamente superior a la disponibilidad de NFU para reciclar.

Existen además barreras de importación y arancelarias que frenan la posible oferta internacional de gránulos de caucho, ya que es considerado un desecho ambiental, y se encuentra prohibido el ingreso a nuestro país por la Ley Nacional 25.612 “Gestión Integral de residuos industriales y de actividades de servicios” y por el artículo 41 de la Constitución Nacional.

2.3 ANÁLISIS COMPETITIVO Y ESTRATÉGICO

El proyecto que se propone tiene como objetivo abastecer a los principales demandadores de granulado de caucho. También incluimos la posibilidad de comercializar los demás derivados del reciclado de neumáticos fuera de uso, principalmente el acero y los compuestos textiles.

El entorno en el cual se desarrollará el proyecto, en otras palabras, el conjunto de escenarios presentes y/o futuros, cuentan con los siguientes protagonistas:

- **Publico General:** El reciclado de desechos sólidos urbanos puede generar un gran aceptación y un impacto positivo entre la población. Incluso promover el reciclado de desechos solido mediante la aplicación de las leyes para el desarrollo la industria. El interés del público nace de las necesidades de mejorar la calidad de vida debido a la disminución de tóxicos causados por la quema inapropiada de los neumáticos y la generación de focos de enfermedades provocados en los basurales debido a la proliferación de fauna nociva. A su vez, la ventaja competitiva que otorga a nuestros futuros clientes, trabajar con un producto reciclado, poder comercializarlo con ese valor agregado que viene de la concientización del público hacia los productos “verdes” que ayudan a mejorar nuestro medioambiente.
- **Distribución:** Los canales de distribución son simples ya que es un producto que se transporta a granel o en bolsas, lo cual facilita su logística. A su vez, simplifica ampliamente su distribución tener a la mayoría de las refinerías ubicada en la provincia de Buenos Aires. Contar con gran cantidad de fabricantes de canchas de césped sintéticos distribuidos en la ciudad de Buenos Aires y conurbano, facilita las rutas de transporte
- **Competencia:** Consisten en los proveedores de productos sustitutos, como el caucho sintético. También hay que considerar productores de reciclado de caucho que destinan sus productos principalmente a la fabricación de pisos de goma, como también gránulos para césped sintético. Debido a la falta de

maquinaria, no hay empresas capaces de producir gránulos aptos para uso en mezcla asfáltica.

- **Comunicación:** Los medios de comunicación para concientizar a la sociedad sobre el reciclado de neumáticos serán de gran utilidad. Como también servirán para demostrar la preocupación e incentivos por el cuidado del medio ambiente.
- **Proveedores:** Los principales proveedores serán los basurales alojados en el conurbano bonaerense y los principales productores de neumáticos como Fate, Dunlop, Pirelli, etc. El proveedor para la maquinaria, instalación, ingeniería y obra serán contratados como una empresa llave en mano, que otorgara la planta bajo las condiciones pactadas en un contrato de prestaciones de servicios.

2.3.1 FODA

Tabla IV: Análisis FODA - Acciones Estratégicas

FODA - ACCIONES ESTRATEGICAS	Fortalezas <ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnología de punta 2. Transformación de desechos solidos en productos utilizables. 3. Fabricación de productos exportables 4. Productos de utilidad variable 5. Cercanía con proveedores y clientes 	Debilidades <ol style="list-style-type: none"> 1. Altos costos de maquinaria 2. Alto consumo energético 3. Poca experiencia en el rubro 4. Dependencia de proveedores de materia prima
Oportunidades <ol style="list-style-type: none"> 1. Leve competencia 2. Adquisición de materia prima a bajo costo por ser desecho 3. Barreras en la importación de caucho 4. Proyecto de ley para promocionar reciclado de NFU 5. Expansión al mercado exterior 6. Aumento de la generación de NFU 	ESTRATEGIAS (FO) F2-O2: Generar valor agregado a un desecho y comercializarlo F4-O5: Planificar expansión a mercados limítrofes. F2-O4: Concientizar a la población sobre el reciclado F3-O5: Inversiones en futuros proyectos	ESTRATEGIAS (DO) D2-O4: Acuerdos para el suministro de energía. D4-O2: Realizar un programa de desarrollo de proveedores D3-O4: Convenios para el desarrollo de la industria. Estudios.
Amenazas <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de nuevos competidores 2. Faltante de energía eléctrica debido a la crisis energética. 3. Desarrollo de productos Sustitutos 	ESTRATEGIAS (FA) F1-A1: Mejoras continuas en el proceso productivo para mantener calidad y clientes.	ESTRATEGIAS (AD) A2-D2: Estudio de factibilidad para generación de energía propia. A1-D3: Asociaciones/Convenios con colaboradores.



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA, ECONOMICA Y FINANICERA DE UNA PLANTA DE RECICLADO
DE NEUMATICOS FUERA DE USO

Alonso, Matias Nicolas y Viola, Martin Alejandro

2.3.2 ANALISIS DE PORTER

Competidores: Por el momento la competencia en el granulado de caucho reciclado en la Argentina es casi nulo, habiendo solo un solo productor del mismo, Regomax. Sin embargo la competencia internacional es amplia ya que en países europeos, como España (líder en reciclado de caucho), surge la verdadera necesidad de reciclar neumáticos debido al volumen que ocupan los neumáticos y el poco espacio que tienen para los mismos, como también el aprovechamiento económico.

Productos Sustitutos: Se debe considerar que existe una gran variedad de productos sustitutos dentro del mercado nacional, como lo son los productos de caucho sintético o natural. La mayoría de estos productos son importados, lo cual con las trabas a las importaciones, los volúmenes se han reducido a unas 2000 toneladas por año. El resto de la demanda generada por el mercado Argentino es suministrada por la producción de caucho natural y sintético hecho en argentina; o con productos similares obtenidos por otros procesos no industrializados como el scrap de las recauchutadoras de neumáticos.

Proveedores: En un principio, los proveedores básicos serán los basurales, los separadores de desechos sólidos como también las empresas productoras de neumáticos. Estos no tienen gran poder de negociación dado que se trata de un desecho o del su scrap para el caso de los fabricantes.

Clientes: Nuestros productos tienen un perfil netamente industrial, por lo que su segmentación estará marcada por esta característica. Como ya mencionamos, los 3 principales sectores que consideramos son la industria del césped sintético, las constructoras de redes viales y los industriales. También a considerar por ejemplo, el molido de goma es utilizado por la industria del caucho en general como forma de abaratar costos, introduciendo en sus compuestos cierto porcentaje de carga inerte, es decir que no se vulcaniza junto con el resto de caucho.

2.4 DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCION DE NFU EN ARGENTINA

La generación de neumáticos fuera de uso (NFU) en Argentina supera las 100.000 toneladas anuales (calculado basado en los volúmenes de producción e importación), de las cuales aproximadamente 40.000 corresponden a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y al Gran Buenos Aires. Se estima que por cada 4 habitantes del territorio argentino, se descarta 1 neumático por año. (INTI-Caucho)

Otra fuente principal de materia prima sería las empresas fabricantes de neumáticos, debido a la estricta ley de disposición final de residuos, todos los productos defectuosos o scrap que provengan de la línea de producción deben ser retirados y eliminados de forma correcta. Lo que se propone mediante este proyecto es ser la primera empresa que otorgue certificados de disposición final. De esta manera se logra sistematizar la disposición final de los residuos sólidos en cuestión, y nos permite generar más fuentes de materia prima para los procesos aguas abajo.

2.4.1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA

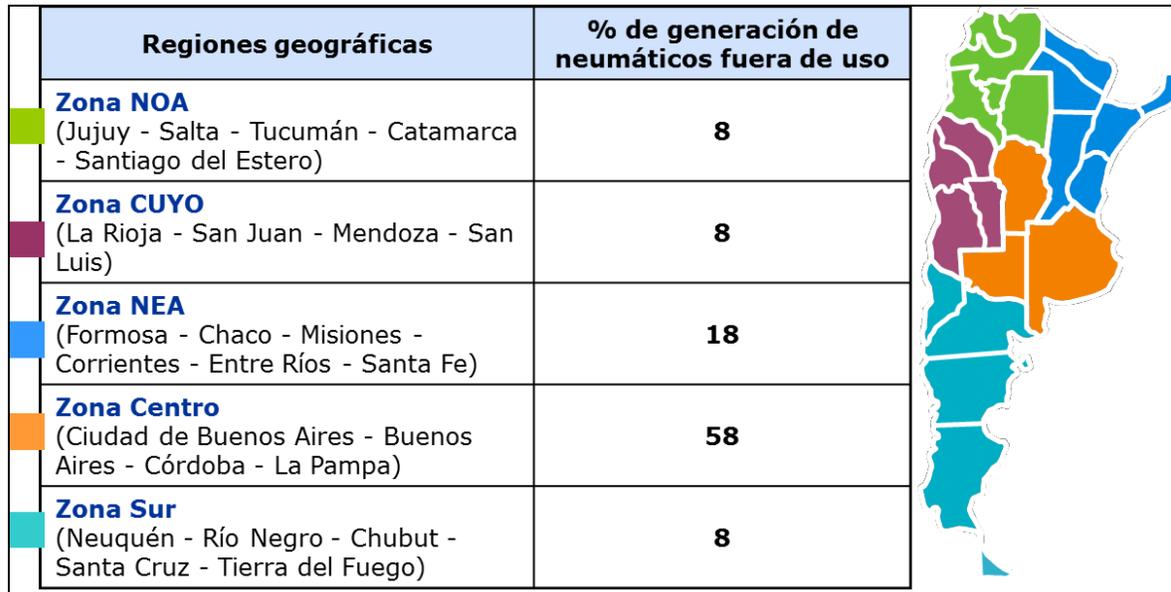


Figura 3: Distribución y generación de NFU según región geográfica

Tabla V: Disponibilidad de NFU por región geográfica

Población Argentina	Cantidad de NFU generados	Peso Promedio de NFU [kg]	Disponibilidad total de NFU [ton]	Región	% de generación	Disponibilidad de NFU por región [ton]
40,000,000	10,000,000	10	100,000	NOA	8%	8000
				CUYO	8%	8000
				NEA	18%	18000
				CENTRO	58%	58000
				SUR	8%	8000

Fuente: Cámara de la industria del Neumático

2.5 PRECIOS

Para el proyecto en consideración, se evaluarán los precios de todos los productos obtenidos a través de la trituración y granulación de Neumáticos Fuera de Uso (NFU). El tipo de producto que se obtiene varía según el tamaño de granulación y el tipo de componente.

Dentro del mercado global de gránulos de caucho, se manejan precios de manera similar a los commodities. Existe una bolsa de intercambio, en la que detallan los precios según sus calidades. (The Recycler’s Exchange, 2013).

Debido a la restricción de las importaciones y la prohibición de ingreso de desechos sólidos plasmada en la ley Nacional 25.612, los precios del mercado Argentino están por encima de los valores internacionales y se detallan a continuación en la Tabla 5:

Tabla VI: Precios Productos mercado Nacional

Producto	Precios Mercado Argentino	
	Pesos	Dólares
Polvo de caucho <0,5 mm	3276 [\$ /ton]	546 [US\$ /ton]
Granulo de Caucho 0,5-1 mm	3120 [\$ /ton]	520 [US\$ /ton]
Granulo de Caucho 1-2 mm	2912 [\$ /ton]	485 [US\$ /ton]
Granulo de Caucho 2-4 mm	2860 [\$ /ton]	477 [US\$ /ton]
Granulo de Caucho 4-6 mm	2340 [\$ /ton]	390 [US\$ /ton]
Acero para chatarra	1080 [\$ /ton]	180 [US\$ /ton]
Textil (Nylon)	432 [\$ /ton]	72 [US\$ /ton]

Para la gama de nuestros productos, el precio promedio en la bolsa de intercambio ronda entre los 450 – 500 USD por tonelada. Tendremos en cuenta para la formación de nuestro precio final, además de los precios comerciales internacionales y los precios que maneje el mercado, también los costos productivos, administrativos, ventas, más un porcentaje de ganancia, que conlleva una serie de consideraciones estratégicas que serán estudiadas luego en el estudio técnico.

CAPITULO III

ESTUDIO LOGISTICO

La cámara de Neumáticos Argentina calculo que de las 100 mil toneladas anuales de neumáticos que se descartan, el 40% corresponden a CABA y Gran Buenos Aires. El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) junto con un grupo de organizaciones, se impuso un proyecto para establecer y fomentar el reciclado de estos desechos. Además de fomentar el desarrollo ambiental y colaborar con el proyecto de reciclado de neumáticos impuesto por el INTI, este proyecto propone un modelo integral de descarte de NFUs.

La idea principal comprende la creación de un plan nacional de recuperación de neumáticos descartados, el desarrollo empresarial para el manejo de estos y la fomentación del cuidado ambiental, siendo estos tres pilares de vital importancia para el proyecto planteado.

“La idea del INTI es poder desarrollar a futuro nuevas plantas de triturado y un marco legal para la Argentina y el Mercosur.” (Alejandro Manrique, 2010). Nuestra propuesta es desarrollar una planta de triturado aprovechando la experiencia y la obtenido por el INTI en el desarrollo del proyecto previamente mencionado.

Nuestra propuesta no solamente comprende el reciclado proveniente basurales o centros de separación de residuos sólidos, sino también la oportunidad de otorgar a las empresas productoras de neumáticos la posibilidad de obtener certificados de disposición final y evitarse problemas ambientales. A su vez se ve un creciente volumen de caucho proveniente de gomerías y fábricas de recauchutado, que también se consideraran en los volúmenes de oferta de materia prima.

Teniendo en consideración que ya se encuentra una planta recicladora en el Complejo Ambiental Norte III, que trabaja en conjunto con el CEAMSE bajo un convenio de abastecimiento exclusivo firmado por un lapso de 20 años, el proyecto que se propone contempla

la gestión integral de los residuos generados en el área metropolitana de Buenos Aires de manera de complementar y suplir la demanda de reciclado que existe hoy en día. Tal como mencionamos, se evaluarán las condiciones geográficas para establecer la disponibilidad de la materia prima y a su vez estudiar el mercado potencial que hoy en día está en pleno crecimiento.

3.1 DEFINICION DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN

1) Fuentes de Materias Primas.

- Se considera el factor decisivo para la elección de la localización ya que es indispensable poder contar con la materia prima disponible. La cercanía con plantas de separación de residuos y productores de neumáticos principalmente.

2) Estructura impositiva y Legal

- Debido al tipo de industria que se plantea en el proyecto, existen posibilidades de beneficios impositivos según el sector donde se instale la planta.

3) Fácil accesos de transporte

- Es importante contar con autopistas y camiones transitables que permitan tanto el acceso de las materias primas como también el egreso de los productos ya terminados. Son fundamentales las condiciones de acceso ya que al trabajar con grandes pesajes de productos, se requieren de transportes pesados de gran envergadura.

4) Topografía de Suelos

- Debido a la estructura de la planta a construir, se necesita un estudio y acondicionamiento de los suelos. A su vez, existe la posibilidad de otorgación de terrenos a empresas de reciclaje de desechos sólidos por parte de municipios que se involucren con el plan nacional de reciclado.

5) Servicios

- Se requiere contar con los servicios básicos que son como Agua, Luz, Gas, Cloaca, Tendido Eléctrico, líneas de comunicación, etc.

6) Cercanía con fuentes de RRHH

- Disposición de recursos humanos capacitado para trabajar en el proyecto planteado

Para la planta bajo estudio, se deberá tener en cuenta la disponibilidad de agua, energía y otros suministros básicos. Con esto bajo condición fundamental, se ve la necesidad de instalar la planta en cercanías a algún polo industrial que permita apropiarse de las económicas de localización que poseen dichos complejos.

La variable costo y disponibilidad de terrenos se encuentra estrechamente relacionada con la anterior debido a la necesidad de instalar la planta en las inmediaciones de un polo industrial ya establecido, es importante tener en cuenta los costos de los terrenos de estas características.

La variable impositiva puede jugar un rol importante en la decisión de la localización ya que puede lograr una amplia ventaja financiera por la reducción o flexibilidad impositiva.

Por último, la cercanía con las fuentes principales de abastecimiento, los medios y costos de transporte para los insumos, productos terminados y la cercanía con los mercados meta, son las variables principales con mayor relevancia para la selección de la localización

3.2 LOCALIZACION DE LA PLANTA

Las zonas seleccionadas para hacer el estudio de localización son:

- Zona 1: Buenos Aires, José León Suarez
- Zona 2: Buenos Aires, González Catan
- Zona 3: Buenos Aires, Ensenada

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, los factores influyentes para este estudio son:

Tabla VII: Peso de factores de localización

Ítem	Importancia
Disponibilidad de MP	28%
Cercanía con mercado meta	25%
Medios de Transporte	14%
Disponibilidad de Terrenos	8%
Complejo industrial en la zona	20%
Disponibilidad de Mano de Obra	6%

A continuación se evalúan las tres zonas previamente mencionadas:

Tabla VIII: Ponderación de factores de localización

Ítem	Importancia	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Disponibilidad de MP	28%	10	6	7
Cercanía con mercado meta	25%	10	5	5
Medios de Transporte	14%	9	7	9
Disponibilidad de Terrenos	8%	8	8	8
Complejo industrial en la zona	20%	7	6	9
Disponibilidad de Mano de Obra	6%	9	8	8
TOTAL	100%	9.05	6.17	7.32

El intento de las municipalidades locales de desarrollar nuevas líneas de incorporación de avances tecnológicos que respondan al objetivo principal de mejorar los servicios y el cuidado del medio ambiente, permite tener grandes posibilidades de establecer convenios. El CEAMSE a través de su Centro de Investigaciones y Desarrollo (CIDEDEC) abre continuamente nuevas líneas de investigación y de incorporación de avances tecnológicos que respondan al objetivo principal de mejorar el servicio y el cuidado del medio ambiente. A través de esta entidad, se establecen predios que ceden para el desarrollo de plantas recicladoras. Actualmente el CEAMSE cuenta con predio en localidad de José León Suárez, a orillas de la autopista Buen Ayre, donde se realiza la separación de sólidos urbanos provenientes de la ciudad de Buenos Aires y gran parte del conurbano.

Debido a que estos convenios no son garantizados y llevan un largo periodo de negociación, para el proyecto que se plantea, estos beneficios no se tomaran en consideración para el caso base.

3.3 PROVISION DE ABASTECIMIENTO

Mediante el desarrollo de proveedores estables, se intentara instaurar un aprovisionamiento continuo de materia prima, manteniendo un stock de seguridad de 10 días por posible falta de suministros (paros de transportes, feriados, huelgas, etc.). Se considerara a fin de año un stock de seguridad que supere los 20 días de stock debido a los prolongados periodos de inactividad en algunos rubros.

El aprovisionamiento será transportado en forma terrestre y será entregado en el predio de nuestras instalaciones, donde se pesara para llevar un control estricto de la materia prima ingresante.

Se contara con un predio dedicado al almacenamiento de materia prima, la cual nos permitirá almacenar grandes cantidades de NFU para asegurarnos la producción continua y sin interrupciones.

3.4 CONCLUSIONES SOBRE EL ESTUDIO DE LOCALIZACION

Para minimizar el costo de movimiento de materia prima y de los productos terminados, se determinó que el proyecto deberá estar localizado en el complejo industrial de la localidad de José León Suarez, Parque Suarez. Se eligió, por el método de ponderación de factores esta localidad del partido de San Martín, provincia de Buenos Aires, como punto de referencia. La misma, se encuentra dentro de las aéreas consideradas óptimas tanto para la obtención de materias primas como la colocación al menor costo posible de la producción destinada al mercado externo. El predio se encuentra cercano a los centros de separación de residuos sólidos, basurales a cielo abierto, productores de neumáticos (Fate y Dunlop) y cuenta con accesos ilimitado a los principales medios de transporte. Cuenta con el desarrollo de infraestructuras y servicios industriales necesarios para la operación del emprendimiento industrial bajo estudio.

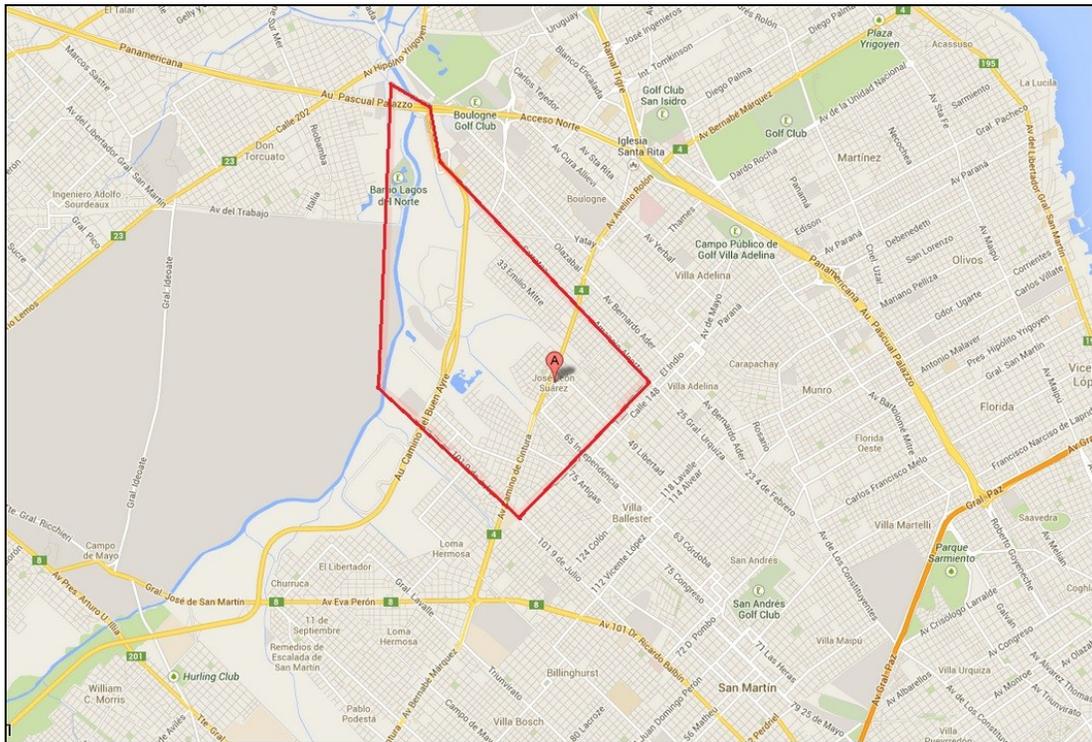


Figura 4: Localización de José León Suarez

CAPITULO IV

ESTUDIO TECNICO

4.1 PROPUESTAS TECNICAS DE RECICLAJE

- 1) **Pirolisis:** El proceso de pirolisis consiste en la disociación térmica de los neumáticos previamente triturados por medio de una fuente de calor en ausencia total de oxígeno. El contacto entre el neumático triturado y la fuente de calor es indirecto, lo cual permite la obtención de 4 productos principales provenientes del NFU:
 - a. Gas de proceso, similar al propano (7%). Este gas puede ser reutilizado en la misma instalación de manera de ser autosuficiente en términos energéticos.
 - b. Hidrocarburos líquidos (40%), puede utilizarse en usos industriales o para el destilado de Diésel.
 - c. Negro de Humo (51%). Se puede utilizar para fabricar nuevos neumáticos, plásticos, tintas y pinturas. El negro de humo se utiliza para reforzar los cauchos utilizados en la fabricación de nuevos neumáticos
 - d. Metales

Desventajas: Esta tecnología tiene costos muy elevados de procesamiento, además puede de ocasionar probables riesgos medioambientales por emisiones atmosféricas.

- 2) **Termólisis:** Es similar al proceso de pirolisis ya que se disocia térmicamente el neumático triturado en ausencia de oxígeno, pero a mayor temperatura. Esto permite la degradación de la estructura química rompiendo los enlaces de los compuestos generando cadenas cortas, medianas y largas de hidrocarburos en fase líquida y gaseosa que puedan ser reutilizados en otros procesos. Se obtienen en forma separada, hidrocarburos, carbones (coque) y metales.

Desventajas: Al igual que la Pirolisis, esta tecnología tiene costos muy elevados y muchas probabilidades de emisiones atmosféricas que pongan en riesgo el medioambiente.

- 3) **Trituración Criogénica:** El tratamiento consiste en procesar los neumáticos fuera de uso a muy bajas temperaturas (-120C) mediante la aplicación de Nitrógeno líquido. El caucho es enfriado y luego aplastado y fragmentado en pequeños pedazos, que luego permite la fácil separación del metal y textil del caucho. Esto permite un excelente porcentaje de separación de los tres componentes principales del neumático.

Desventaja: Por cada tonelada de NFU procesado, se requieren entre 1 y 2 toneladas de Nitrógeno Líquido, lo cual aumenta drásticamente los costos de producción. Precio de la tonelada de Nitrógeno: \$2500 aproximadamente.

- 4) **Trituración Mecánica:** Este método consiste en la trituración de los neumáticos en pequeños fragmentos que permitan la separación de las partes metálicas por medio de bandas magnéticas, y la extracción de las fibras textiles por medio de aspiración. Es el proceso más común de separación y el de menor impacto ambiental.

Desventaja: Alto consumo de energía por el uso de trituradoras de alta potencia.

4.2 ELECCION DE TECNOLOGIA

Algo que tienen en común todos los procesos previamente mencionados es que todos necesitan un paso previo de trituración antes de comenzar con la separación de los componentes, ya sea para introducirlos a un horno, enfriarlos o solo triturarlos.

Debido a los riesgos generados por la emisión de gases provenientes de los procesos de Pirolisis y Termólisis, estos procesos se descartan como alternativa. Además, ambos productos requieren de altos consumos de energía eléctrica o de combustión para el calentamiento de los hornos. Si bien los gases generados por los hornos pueden reutilizarse para la autosuficiencia eléctrica, se generan emisiones de CO₂ lo cual no es deseable para la imagen de un proyecto que fomenta el cuidado del medio ambiente y no el deterioro del mismo.

El método de trituración criogénica permite la reducción y separación de los neumáticos mediante la congelación de los mismos y luego triturándolos en pequeños fragmentos mediante impactos. Si bien este proceso se utiliza mucho en España, donde se iniciaron sus primeras prácticas, lo descartamos por una cuestión de costos. Al tener que utilizar casi iguales proporciones de nitrógeno como de neumáticos, se vuelve poco redituable ya que el costo del nitrógeno es casi igual a los precios de ventas de los productos obtenidos.

Por otro lado, la trituración mecánica es el proceso más desarrollado de los antes mencionados, y dispone de diversos mecanismos para reducir el tamaño del granulado de caucho a costos relativamente bajos y en comparativa con los otros métodos de reciclaje, ofrece un bajo nivel de mantenimiento. En términos económicos y medioambientales, una planta de trituración mecánica tiene un costo inferior al resto y no produce emisiones que pueda contradecir al propósito del proyecto. Por esta razón se eligió trabajar con este proceso para el proyecto previamente planteado.

4.2.1 COMPARACION DE TECNOLOGIAS

Tabla IX: Comparativa de tecnologías

Fabricante	AMANDUS KAHL	LIONHEART co. LZ10.0	STEMA-ELDAN
Origen de maquinaria	Alemania	China	Italia/Dinamarca
Capacidad de Entrada (Input)	2,5 Tn/h	3 Tn/h	2 Tn/h
Granulometría	20 a 70 Mesh	30 a 60 Mesh	30 a 40 mesh
Potencia Instalada Requerida	690 kW	1100 kW	672 kW
Costo Equipamiento (USD)	3.300.000	2.500.000	3.000.000

Las siguientes características favorables nos orientaron a elegir la planta ofrecida por AMANDUS KAHL:

- Ofrece una tecnología diferenciadora en el proceso de granulación, una granuladora de matriz plana que ejerce una combinación de presión-empuje produciendo un efecto cizallador y cortante sobre el producto a procesar.

- Menor espacio requerido de instalación debido a la doble función de trituradora y granuladora de la prensa granuladora de matriz plana.
- Se trata de un equipamiento que produce un alto porcentaje de producto final con la granulometría necesaria para el mercado meta al que apuntamos ya que nos proporciona gran proporción de producto final con granulometría mayor a 30 mesh. Esto es fundamental ya que la demanda principal del producto obtenido se deriva a la mezcla asfáltica, la cual requiere un grano muy fino. Por esta razón decidimos descartar la maquinaria de STEMA-ELDAN.
- En comparación con la línea de procesamiento LZ10.0 de LIONHEART CO., la maquinaria de KAHL posee las siguientes ventajas competitivas:
 - Un 37% menos de consumo energético. Esto es primordial ya que el consumo energético es uno de los principales costos involucrados en la producción.
 - Menos maquinaria requerida.
 - Kahl, provee la posibilidad de duplicar la capacidad de producción de la planta, solamente agregando una línea adicional que se incorpora a la ya existente. Esto infiere directamente en los resultados buscados para obtener mayor participación del mercado en el largo plazo.

Si bien el costo del equipamiento de KAHL es superior al de LIONHEART, podemos ver al largo plazo un ahorro importante en el consumo energético, nuestro principal costo de producción.

4.3 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo mediante trituración mecánica consiste en reducir, en una serie de etapas consecutivas, el tamaño del neumático hasta obtener gránulos y polvo. A su vez, esto nos permite separar los alambres acerados y aspirar los componentes textiles.

Como se detallara más adelante, la planta contara con una productividad promedio de 2,5 tn/hr, que representa una cantidad a procesar de 14.000 toneladas de NFU anuales. Esto nos simboliza 60 toneladas por día de NFU, trabajando 240 días al año a triple turno.

Como resultado, de este proceso se obtendrán diariamente aproximadamente:

- 65% de granulado de caucho
- 15% de acero
- 20% de textil + aditivos.

El proceso productivo planteado cuenta de las siguientes etapas:

1) **Recepción de Neumáticos:**

El transporte de los neumáticos fuera de uso se realizaran mediante transporte terrestre, se recepcionaran en las instalaciones donde se encuentra la planta, se pesara el vehículo antes de la descarga y luego de la descarga para obtener el peso de NFUs. Se descargarán los neumáticos y se trasladaran mediante una cinta transportadora directo a la zona de trituración primaria. En caso de que haya una sobre carga de neumáticos, se destinara un predio para el almacenaje temporal de los mismos.

- 2) **Trituración Primaria:** En la trituración primaria, los equipos utilizaran una maquina triturados que deberá procesar el neumático entero, con un diámetro máximo de 1,2 metros. Se tritura hasta reducirlo a chips de tamaño menor a los 500 mm en su dimensión máxima. Siempre se puede reprocesar lo que sale de la trituradora en caso que se desee mayor homogeneización entre los chips.



Figura 5: Trituradora Primaria

Fuente: AMADEUS KAHL

El equipo de trituración primaria no deberá alterar la composición química del material del NFU, ni degradarlo térmicamente para evitar la emisión de tóxicos al medio ambiente. El equipo de trituración primaria debe contar con tolvas de carga y descarga para facilitar el ingreso y egreso de material. Tanto para transportar los neumáticos hasta la tolva de entrada, como para trasladar los chips hasta la próxima etapa, se contará de cintas transportadoras capaz de trasladar el material según el tamaño del mismo.

- 3) **Trituración Secundaria:** En esta etapa se procesa el material proveniente de la trituración primaria, que tiene un tamaño máximo aproximado de 500 mm, y se debe reducir a chips de dimensiones menores a 50mm en su dimensión máxima. Al igual que en la granulación primaria, en esta etapa no se debe permitir la alteración de la composición química del material, ya que se pueden generar gases tóxicos.

Para esta etapa se contará con tolvas de descargas que se alimenta mediante la cinta transportadora proveniente de la trituración primaria. Una vez procesados los chips, son trasladados mediante una cinta transportadora hacia la siguiente etapa de granulación.



Figura 6: Chips de NFU menores a 50mm

- 4) **Deposito temporal:** En esta etapa se depositan los recortes provenientes de la trituración primaria, de esta manera se puede dosificar y alimentar la próxima etapa de granulación.

- 5) **Granulación:** En esta etapa se procesa el material proveniente de la trituración primaria, que tiene un tamaño máximo aproximado de 50 mm, y se deben reducir a gránulos de la menos dimensión menores a 6mm. Este proceso se lleva a cabo con una granuladora de matriz plana.

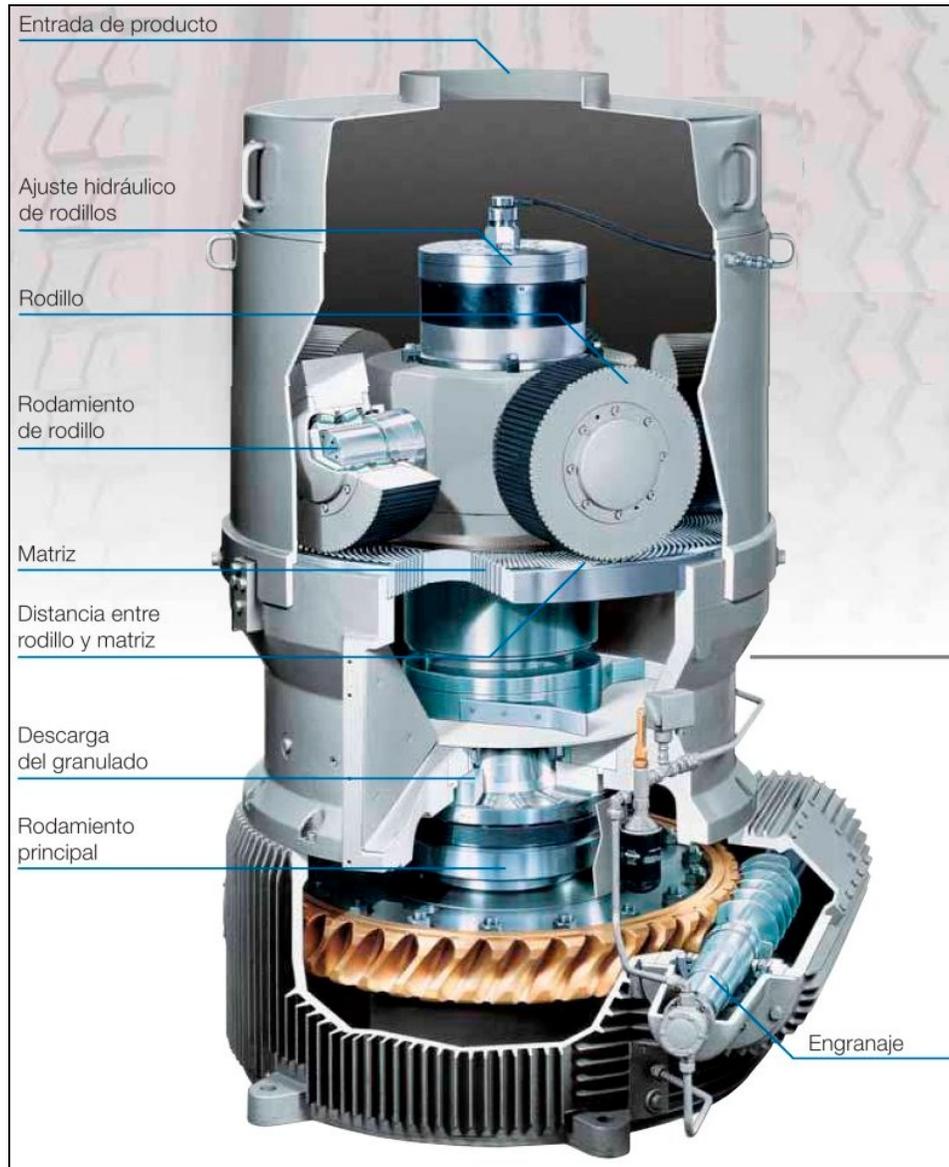


Figura 7: Prensa Granuladora KAHL (Fuente: Catalogo AMADEUS KAHL)

Al igual que en la granulación primaria, en esta etapa no se debe permitir la alteración de la composición química del material, ya que se pueden generar gases tóxicos.

Para esta etapa se contará con tolvas de descargas que se alimenta mediante la cinta transportadora proveniente de la trituración primaria. Una vez procesados los granulos,

son trasladados mediante una cinta transportadora hacia la siguiente etapa de separación de componentes.



Figura 8: Gránulos entre 4-6mm



Figura 9: Gránulos entre 2-4 mm

- 6) **Separación:** Esta etapa cuenta con diversos sistemas de separación que permiten re-direccionar los gránulos que superan las dimensiones máximas establecidas (6mm). Mediante tamizadoras se separan y se reprocesan aquellos que no cumplen con las condiciones necesarias de dimensiones.
- 7) **Separación Magnética:** Los granos menores a 6mm pasan por una línea de separación magnética, que cuenta con bandas magnéticas que extraen los elementos ferrosos de los gránulos y descargándolo hacia un lado en un recipiente. Hay que tener en cuenta que esta máquina deberá ser capaz de extraer como mínimo el 97% del acero contenido en el neumático, esto se debe a que el acero es el agente principal de desgaste de las cuchillas. Al contar con una buena separación magnética, evitamos el desgaste y futuros mantenimiento de los equipos aguas abajo del proceso.



Figura 10: Alambre de acero luego de la separación magnética

- 8) **Clasificación y separación textil:** Mediante un conjunto de tamizadoras, se separan los gránulos en tres categorías:
- a. 4-6 mm

- b. 2-4mm
- c. <2mm

En esta etapa también contamos con la maquinaria que separa el textil de los gránulos de caucho mediante aspiración y circulación de aire.



Figura 11: Fibras Textil obtenidas mediante aspiración

Una vez removidas las partículas textiles, los gránulos entran en la última etapa de clasificación mediante tamizado. Esto permite separar materiales contaminantes que se encuentren mezclados con el caucho.



Figura 12: Clasificadora de Gránulos y separadora de fibras textiles

Siendo los gránulos de menor tamaño, los de mayor importancia, a los gránulos menores de 2mm se los separa en tres nuevas categorías. Esto nos permite una mayor variedad de dimensiones de producto terminado.



Figura 13: Gránulos entre 0.5-2mm



Figura 14: Gránulos <0.5mm

Tabla X: Porcentaje de representación según tamaño de granulo

Porcentaje [%]	Tamaño [mm]
26	4-6
20	2-4
35	1-2
15	0.5-1
4	<0.5

Fuente: AMADEUS KHAL

- 9) **Almacenamiento:** El equipo de tamizado debe contar con un sistema transportador neumático que traslade los gránulos hasta una tolva de descarga y que por gravedad se puedan llenar los sacos BIG BAG. Además debe poseer balanza para pesaje del saco, con estructura que aguante la carga de un saco de a lo menos 2 ton (capacidad máxima de los sacos Big Bag: 3 tn aprox), como medida de seguridad.



Figura 15: Almacenamiento en BIG BAGS

10) **Equipamiento Adicional:**

- a. Sistema de mando electrónico para el servicio automático de la planta

- b. Transportadores de cinta y neumáticos entre las diversas etapas
- c. Maquina Cargadora: Maquina para trasladar los NFU almacenados, desde el sector de almacenamiento hasta la cinta transportadora de la trituración primaria.
- d. Autoelevador: Se necesita un autoelevador para el movimiento interno de los Big Bags o la carga de los mismos
- e. Balanza de camiones: Permite establecer las cantidades de materia prima ingresadas.
- f. Sacos Big Bag: Se requieren estos bolsones para el almacenaje y el transporte de productos terminados. Capacidad máxima de 2 tn

4.3.1 DIAGRAMA DEL PROCESO

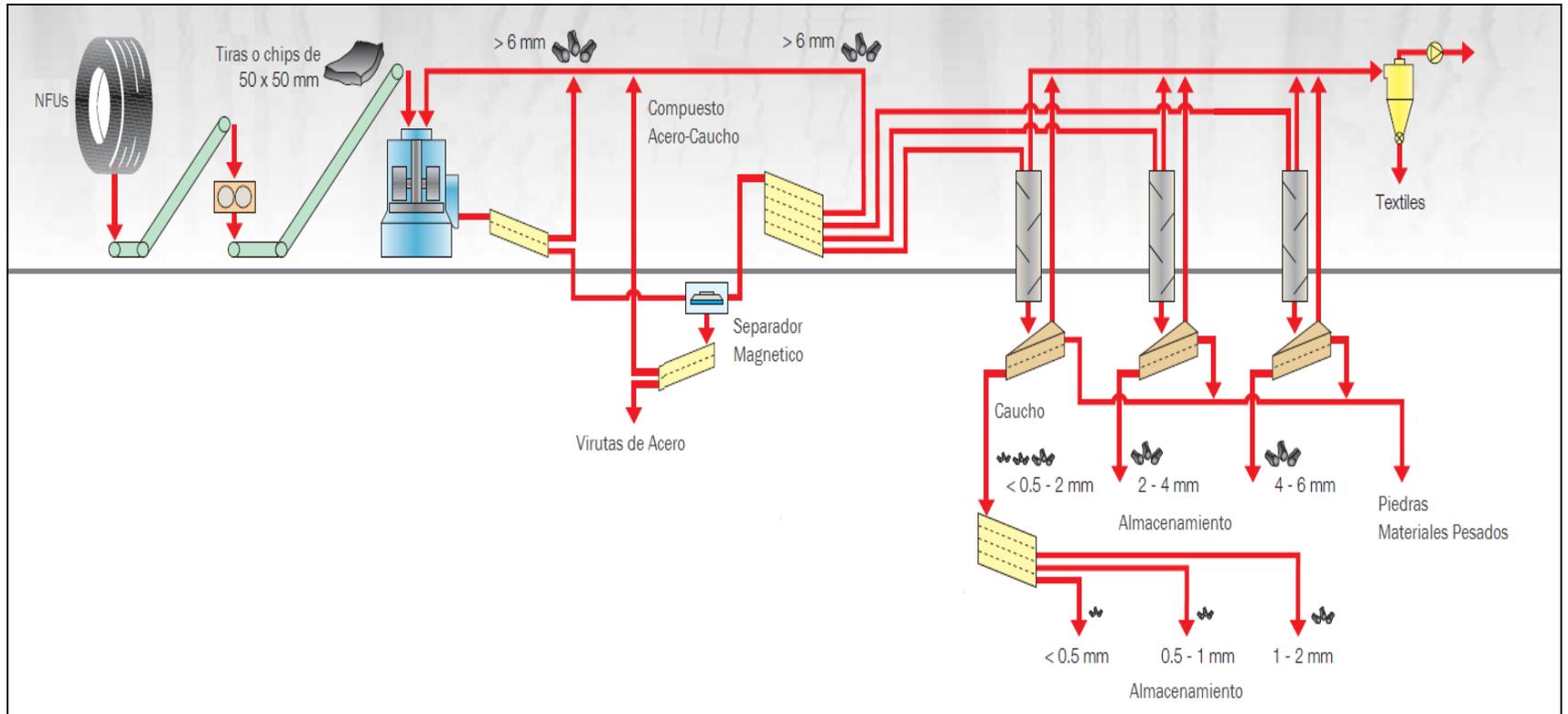
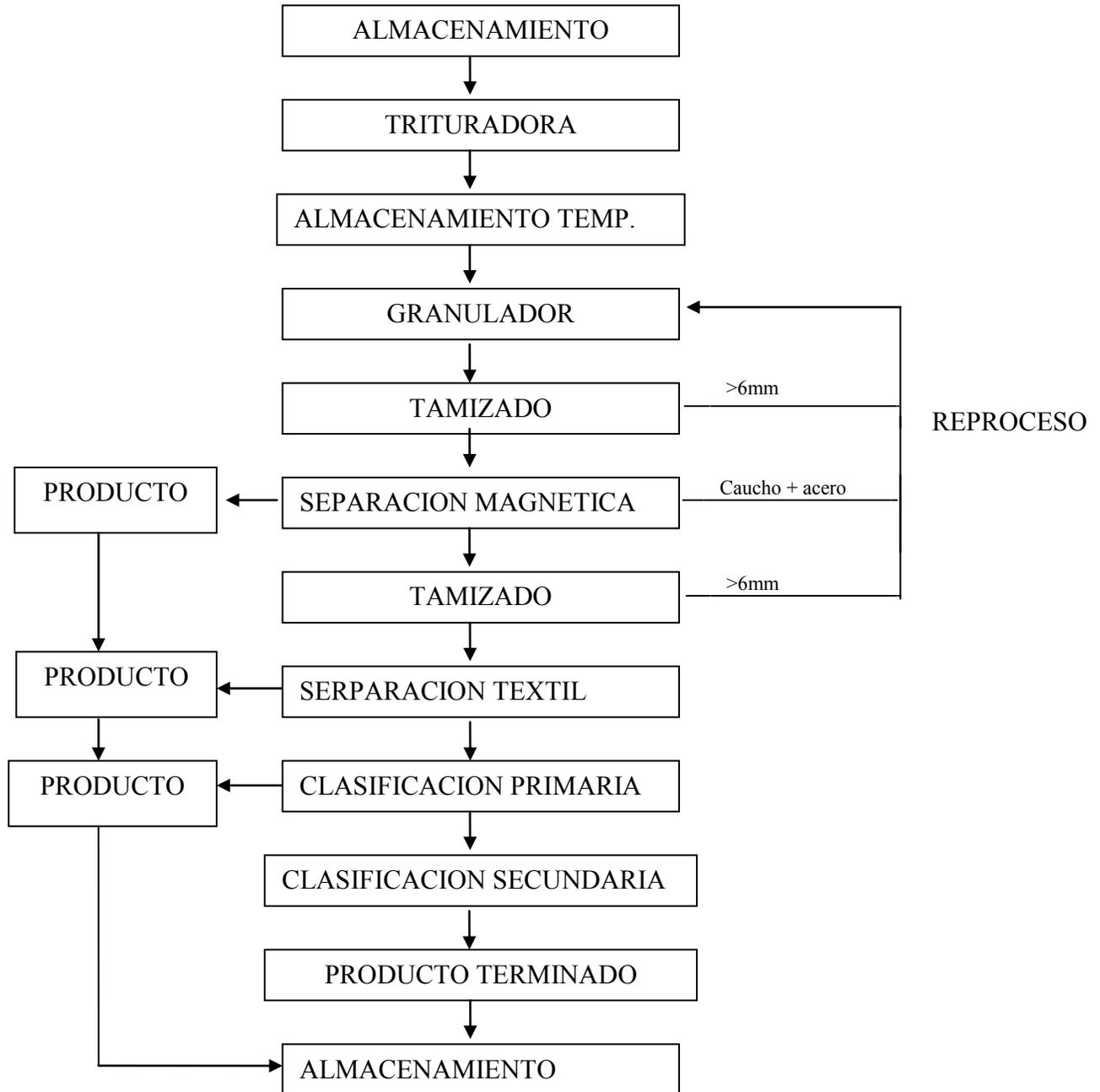


Figura 16: Diagrama de proceso Kahl (Fuente: Amadeus Kahl – IPECO)

4.3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES



4.3.2 DISTRIBUCION DE MAQUINARIA

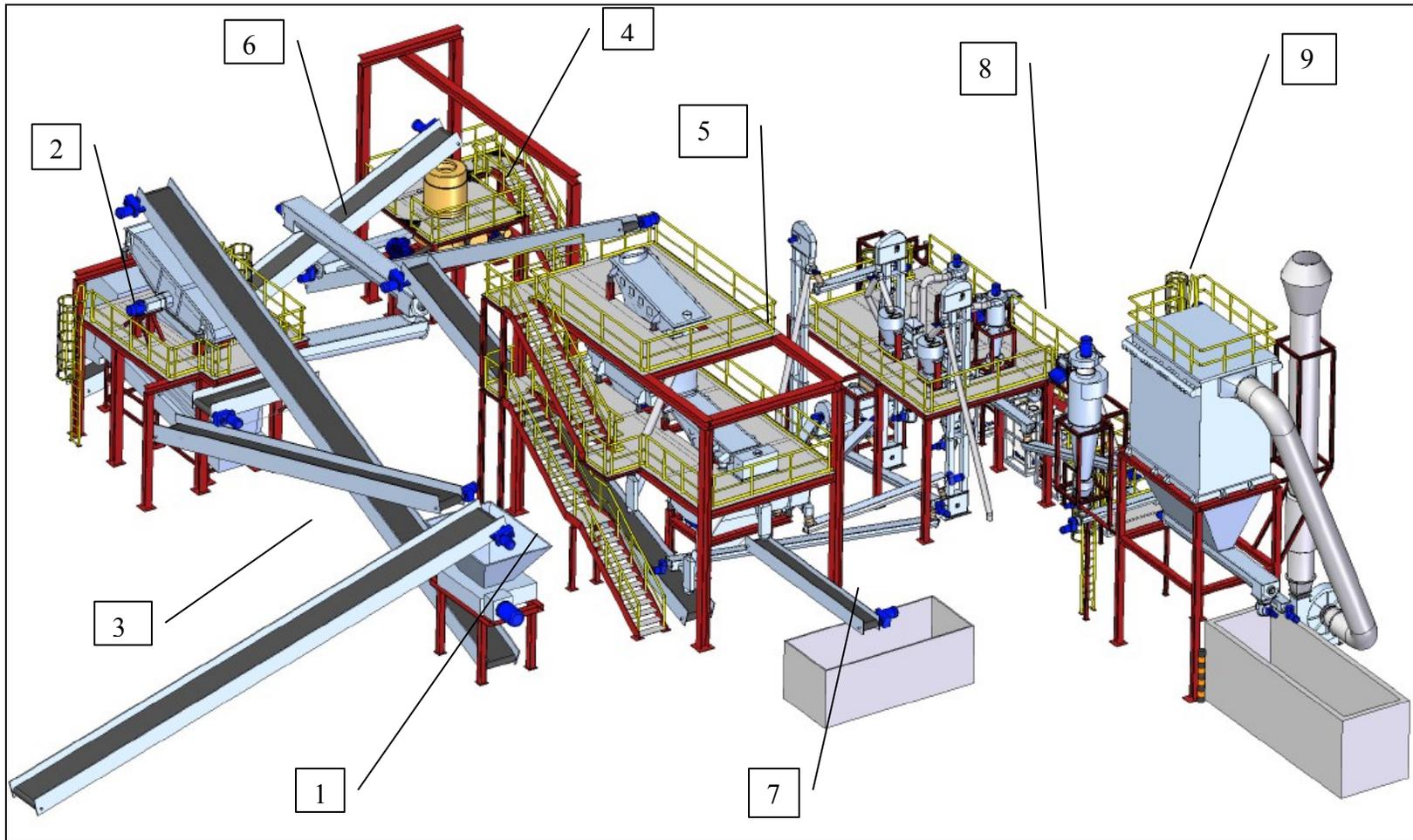


Figura 17: Distribución de Equipamiento (Fuente: Catalogo AMADEUS KAHL)

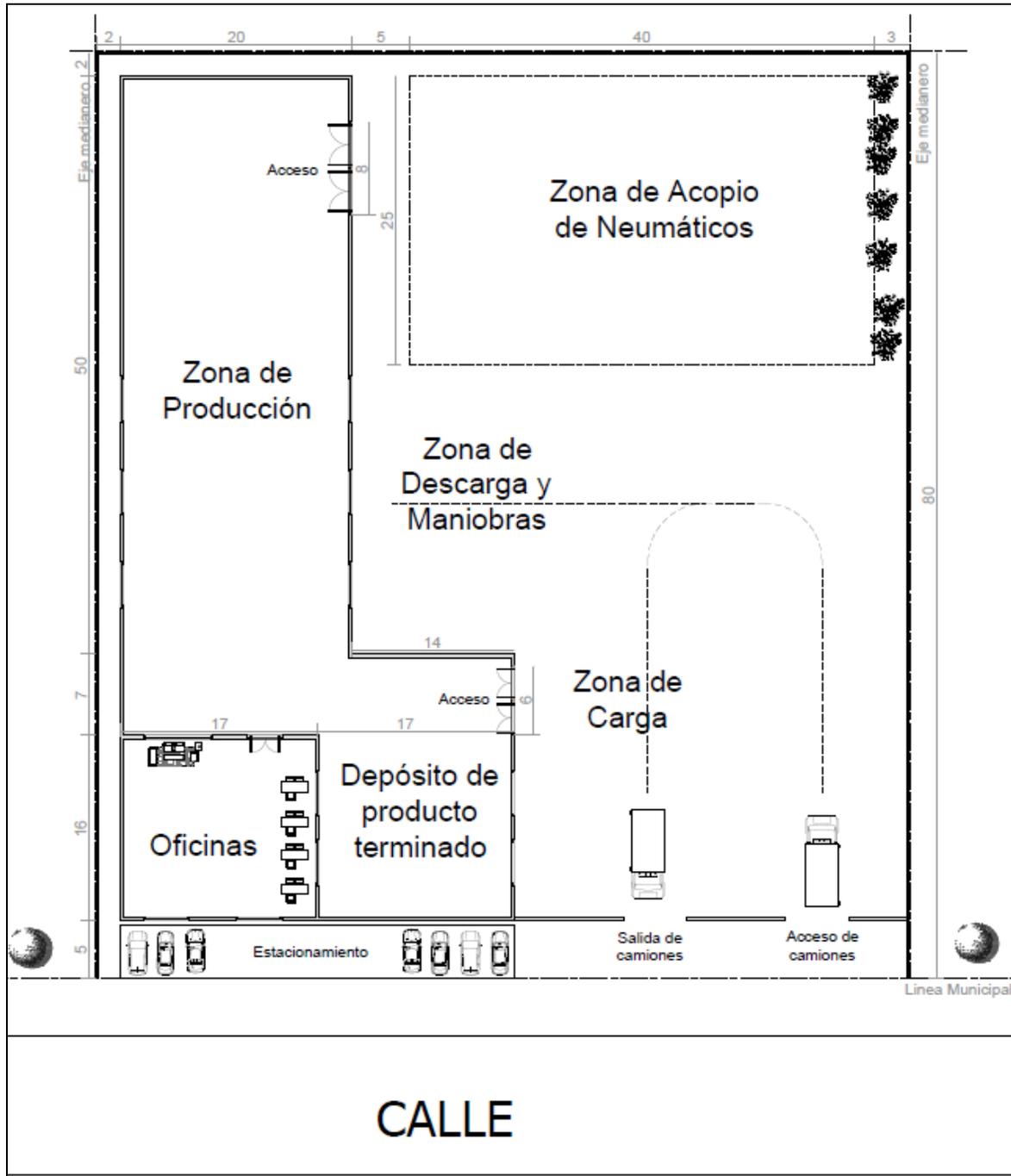
Tabla XI: Referencia de distribución de planta de proceso KHAL

Item	Equipamiento
1	Trituradora Primaria
2	Trituradora Secundaria
3	Cinta Transportadora de Reproceso
4	Granuladora de matriz plana
5	Tamizadora
6	Cinta transportadora de reproceso
7	Separadora magnetica
8	Clasificador y aspirador textil
9	Separador textil

4.4 INFRAESTRUCTURA

- **TERRENO:** Se necesitara un predio de 5600 m²
- **GALPON:** El proyecto considera unos 1140 m² para la instalacion de los equipos productivos, siendo este de 20m de ancho por 57m de longitud. La estructura debe contar con protecciones laterales ya que al manejar neumaticos de gran peso, estos pueden rodar y golpear a los operarios durante su trabajo.
Debera tener un acceso lo suficientemente alto para que la maquina cargadora pueda acceder a depositar los NFU que se dirigen a la trituradora principal. A su vez contara con los espacios necesarios para que los autoelevadores puedan maniobrar y manipular las bolas BIG BAG donde se almacenaran los productos terminados.
- **OFICINAS:** se disponen de 272m² de oficina. El cual incluye una sala de reuniones, dos oficinas, dos baños, camarines y comedor.
- **PATIO DE ACOPIO DE NFU:** el patio debe permitir el acopio de NFU de manera de poder almacenar hasta 10 dias de stock de materia prima. De esta manera constamos con un stock en caso de que por alguna razon no se pueda proveer la materia prima (paros, cortes, etc). Se estima un espacio de 1000m².
- **ESTACIONAMIENTO Y ZONA DE MANIOBRAS:** el predio tiene que contar con estacionamiento para los camiones que ingresen con materia prima como tambien para los que despachen el producto terminado. Constara con estacionamiento para 10 autos aproximadamente.
- **DEPOSITO DE PRODUCTO TERMINADO:** El deposito de producto terminado debera estar cubierto y se requieren 390m².

4.4.1 LAY OUT



4.5 PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION E INSTALACION

Se estima que el período necesario para la ejecución de las actividades de ingeniería, preparaciones del terreno, diseño, compras y construcción de una planta con una capacidad de procesamiento de 14.000 toneladas por año, es de diecisiete meses.

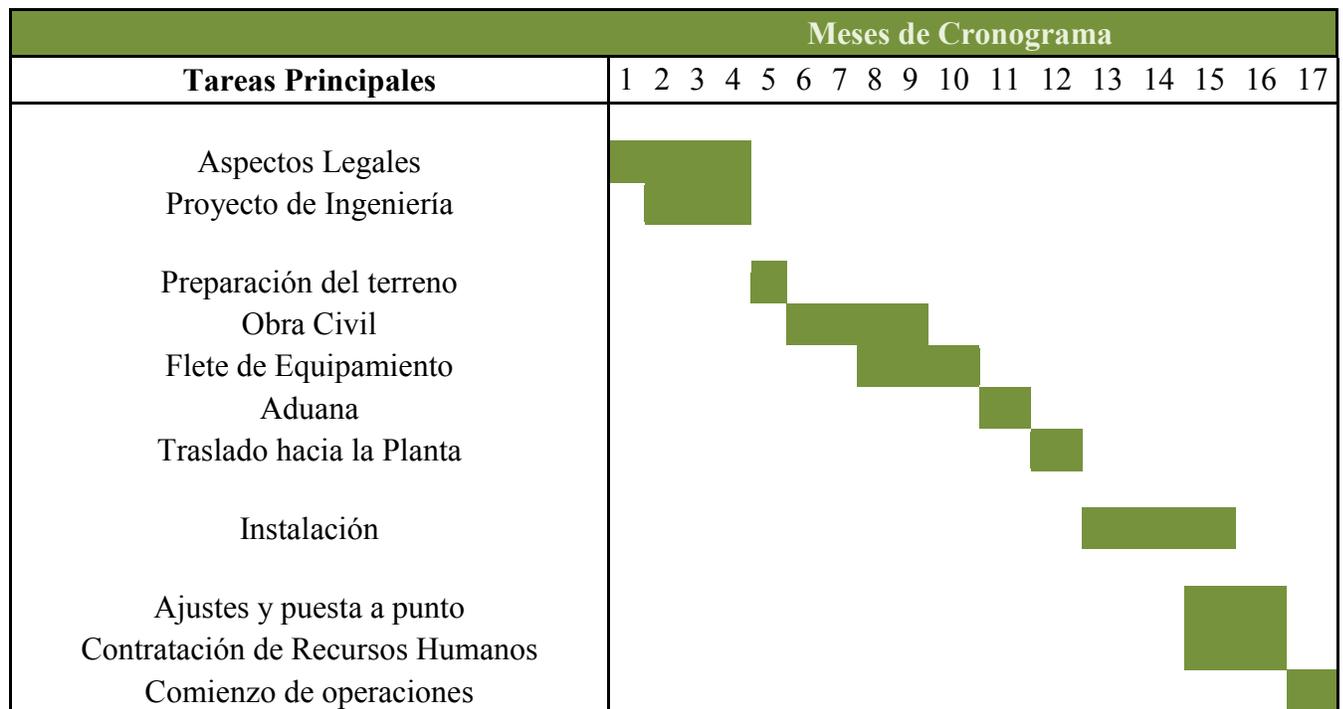


Grafico 5: Planificación de actividades

CAPITULO V

ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO DEL CASO

El presente apartado abordará el calculo de los costos operativos, los ingresos generados por ventas, la construcción del flujo de caja, su proyección a lo largo del horizonte de planeamiento, y la aplicación de los criterios de determinación de la viabilidad del proyecto.

En primer lugar se explicitarán los criterios metodológicos a utilizar para determinar la factibilidad económica-financiera del proyecto. A continuación, se determinarán la tasa de descuento y el horizonte de planeamiento, los cuales son parámetros básicos para el presente estudio. En tercer lugar se desarrollara el cálculo y los resultados de cada uno de los componentes del flujo de caja, a saber: las inversiones, los ingresos esperados, los egresos esperados y el valor de recupero. Una vez hecho esto, se estará en condiciones de construir el flujo de caja proyectado. Por último, se enumerarán las conclusiones del presente estudio.

5.1 CRITERIOS DE ANALISIS ADOPTADOS

Uno de los elementos mas importantes del estudio del proyecto es la proyeccion del flujo de caja. En este mismos, se concentraran todas las variables que han sido objeto de estudio. Adicionalmente es necesario incorporar informacion y variables relacionadas con las inversiones requeridas, los efectos tributarios de la depreciacion, los ingresos y egresos esperados, y los criterios considerados para la determinaciones de la rentabilidad y factibilidad del proyecto.

Una vez construido y proyectado el flujo de caja, se determinara la viabilidad del proyecto. Para tal fin, se aplicaran los criterios de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y como parametro adicional para la toma de decisiones, el Periodo de Recupero.

El metodo de Valor Actual Neto consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de fondos futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. El criterio del Valor Actual Neto plantea que es recomendable que el proyecto se acepte cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial.

La Tasa Interna de Retorno de una inversión es el tipo de interés que iguala los desembolsos efectuados para realizar y mantener la inversión con la corriente de ingresos obtenida en el periodo analizado. Es decir, es el tipo de interes de actualizacion para el cual el Valor actual neto es igual a cero. El criterio de la TIR sirve para comparar a esta misma, con al tasa de descuento que representa el costo de oportunidad del capital invertido, si resulta superior o igual, el proyecto es elegible.

Si bien los dos indicadores previamente mencionados no son equivalentes, cuando no hay necesidad de consideraciones comparativas entre proyectos y la decision es solo de aceptacion o rechazo, las dos tecnicas proporcionan igual resultado. Por esta razon, se utilizaran indistintamente ambos criterios. Por tal motivo, se hace necesario definir una tasa de descuento, que servira tanto para descontar los flujos de fondos futuros para el calculo del VAN, como tambien para comparar contra la TIR.

Por otro lado, el Período de Recupero se define como el numero de períodos que tarda en recuperarse la inversión inicial, a través de los flujos de fondo generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año, donde los flujos de fondo acumulados superen a la inversión inicial.

Este método presenta varios inconvenientes y por tal motivo es un criterio complementario al VAN: ignora por completo muchos componentes de la entrada de efectivo futuro, no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, ignora también el valor de recuperoy y la duración del proyecto.

5.1.1 TASA DE DESCUENTO

El costo de capital corresponde a aquella tasa que representa la rentabilidad que se le debe exigir a la inversión por renunciar a un uso alternativo de los recursos en proyectos de riesgos similares.

Si el flujo de caja corresponde a un proyecto puro o económico, como es el caso del presente estudio, la tasa relevante corresponde al costo de oportunidad del proyecto alternativo de igual riesgo.

5.1.2 HORIZONTE DE PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

Se optará por evaluar financieramente el proyecto a lo largo de un horizonte de planeamiento de 10 años, al fin del cual se determinará el valor de recupero.

Tabla XII: Parámetros utilizados para la evaluación del proyecto

³ Tasa de descuento (%)	18,85
Horizonte de planificación (años)	10
*Tasa interés activo (%)	20,57

*Nota: Tasa efectiva de descuento de documentos BNA a Septiembre 2013 (fuente: <http://www.bna.com.ar/>).

Tasa Efectiva mensual (T.E.M) = 1,550%

Tasa Efectiva Anual (T.E.A) = 20,57%

5.1.3 UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA

Para poder realizar un análisis económico-financiero que se ajuste al proyecto en cuestión, tenemos que considerar un escenario lo más real posible, que nos aproxime los resultados de la manera más precisa.

³ Ver calculo en Anexo

Para todos los fines, el proyecto planteado tendrá como principal supuesto, que la planta será operada al 70% en el año 1 y 2, al 80% en el año 3 y 4, y al 100% a partir del año 4 en adelante.

Tabla XIII: Utilización de Capacidad Instalada

Año	Capacidad Utilizada
0	0%
1	70%
2	70%
3	80%
4	80%
5	100%
6	100%
7	100%
8	100%
9	100%
10	100%

5.2 VALORIZACION ECONOMICA DE LAS INVERSIONES

El análisis económico de las inversiones contiene la adquisición y montaje de los equipos necesarios para el correcto desarrollo de la producción, además de aspectos tales como las inversiones en infraestructura y obras civiles, compra o arriendo de terrenos, capital de trabajo y gastos relacionados con la puesta en marcha.

5.2.1 INVERSION EN MAQUINARIA Y PUESTA EN MARCHA

Los costos de inversion en se desglosan tal como se indica a continuacion y se detallan en la tabla XIV:

- Costos de maquinaria principal por etrapa de proceso
- Equipamiento complementario
- Ingenieria y planificacion
- Puesta en marcha
- Entrenamiento

El detalle de equipamiento por etapa se muestra en la tabla XIV, y se estima un subtotal de inverision de US\$ 3.428.271, a este costo hay que sumarle el costo por Ingenieria y Planificacion de US\$122.904, y tambien el costo de Puesta en Marcha y Entrenamiento de US\$260.955, arrojandonos un total de inverison para poner en marcha la planta de US\$ 3.812.130.

Tabla XIV: Detalle de Inversión en maquinaria y puesta en marcha (Fuente: AMADEUS KAHL-IPECO SA)

Grupo	Ítem	Costo [US\$]
Grupo 1	Trituradora Primaria	333,497
	Trituradora Secundaria	500,249
Grupo 2	Planta granuladora	869,616
Grupo 3	Planta separadora de Fe	383,488
Grupo 4	Planta limpiadora de granulo	708,622
Grupo 5	Planta aspiradora de Textil	226,017
Grupo 6	Equipamiento general	284,748
	Equipo de control	122,034
Grupo 7	Ingeniería y planificación	122,904
	Vigilancia de Montaje	20,000
	Puesta en Marcha	200,000
	Entrenamiento	40,955
	Total	3,812,130

5.2.2 INVERSION EN OBRAS:

Tabla XV: Inversiones en obras e infraestructura (Fuente: Cámara de construcción Argentina)

Concepto	Item	Costo Unitario [US\$]	Cantidad	Costo [US\$]
Terreno				
	Terreno	200	5600 m2	1,120,000
	Acondicionamiento (Relleno, Nivelacion, etc)	5	5600 m2	28,000
Infraestructura				
	Galpon principal	350	1140 m2	399,000
	Oficinas	500	272 m2	136,000
	Deposito de Producto Terminado	350	390 m2	136,500
	Patio de acopio	40	1000 m2	40,000
	Zona de maniobras y Estacionamiento	40	2798 m2	111,920
Instalaciones de Servicios				
	Red de Agua (Agua potable, Desagues, prevencion de incendios, etc)	40,000	1	40,000
	Instalacion Electrica (Planta, oficinas, alumbrado, etc)	30,000	1	30,000
	Intalacion de gas	20,000	1	20,000
Total				2,061,420

5.2.3 OTRAS INVERSIONES

Tabla XVI: Otras inversiones

Ítem	Cantidad	Costo Unitario [US\$]	Costo Anual [US\$]
Automóviles	1	30,000	30,000
Camiones	2	50,000	100,000
Total			130,000

5.2.4 DETALLE DEL RECURSO HUMANOS

El organigrama propuesto para el proyecto en cuestion se muestra en la siguiente figura:

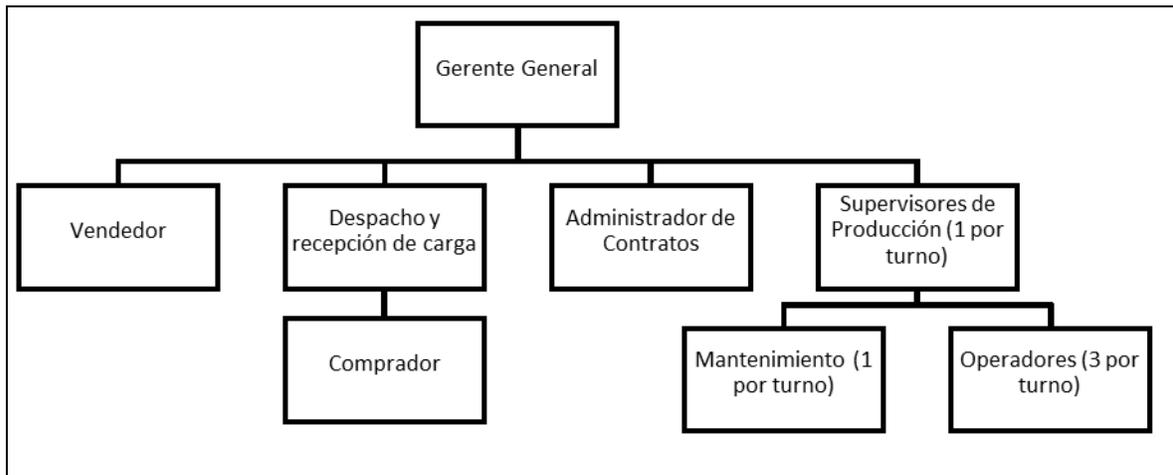


Figura 18: Organigrama de la empresa

Tabla XVII: Detalle del costo de personal

Sector	Puesto	Cantidad	Costo Unitario Anual [US\$]	Costo Total [US\$]
Planta				
	Operarios*	9	13000	117,000
	Supervisores	3	15000	45,000
	Encargado de Mantenimiento	3	13000	39,000
Administrativos				
	Despacho y recepción de carga	3	10000	30,000
	Contabilidad (Terciarizado)	1	10000	10,000
	Compras	1	8000	8,000
	Administrador de contratos	1	8000	8,000
Comercial				
	Vendedor	1	30000	30,000
Gerencia				
	Gerente General	1	60000	60,000
Total				347,000

*Nota: A partir del 5^{to} año se incorpora un operario adicional debido al aumento de la productividad.

5.3 COSTOS PRODUCTIVOS

5.3.1 MATERIA PRIMA Y TRANSPORTE

Debido a que la materia prima utilizada para el proceso productivo es un desecho solido, se definio una estrategia de compra conjunta con entidades generadoras de dichos residuos. Esto nos va a permitir contar con materia prima a disposicion, y a su vez generarle al vendedor de NFU un ingreso adicional por la venta de su residuo.

El costo de la compra de NFU corresponde al costo de materia prima, carga, transporte y descarga de los NFU. A continuacion de deslogan los costos de la materia prima:

Tabla XVIII: Costos de Materia Prima y Transportes

Concepto	Costo [US\$/ton]
Materia Prima (NFU)	50
Carga y Descarga	5
Transporte	15
Total	70

5.3.2 CONSUMO ELECTRICO

La energía eléctrica será suministrada a través de la compañía distribuidora, y llegará en media tensión para luego ser transformada a la tensión de uso. El consumo se calculó en base a la potencia instalada y las horas de uso de la planta.

Tabla XIX: Consumo eléctrico

Ítem	Consumo Anual	Unidad	Costo Unitario [US\$]	Costo Anual [US\$]
Consumo Eléctrico ⁴	3,975	MWh	40	158,980

Fuente: <http://www.enre.gov.ar/#/>

⁴ Considerando capacidad al 100%

5.3.3 COSTOS ADMINISTRATIVOS

Tabla XX: Costo Administrativos

Ítem	Costo Mensual [US\$]	Costo Anual [US\$]
Telefonía	200	2,400
Librería	100	1,200
Internet	50	600
Comedor	1,000	12,000
Total		16,200

5.3.4 OTROS COSTOS

Tabla XXI: Costos varios

Ítem	Cantidad	Costo Unitario [US\$]	Costo Anual [US\$]
Otros Consumos (Agua, Gas, etc.)	1	20,000	20,000
Seguros varios	1	50,000	50,000
Repuestos y mantenimiento general	2000 hr/año	50	100,000
Packaging (BIG BAGS)	1900	6	11,400
Total			181,400

5.3.5 COSTOS CAPITAL DE TRABAJO

La inversion del capital de trabajo es el costo que se asume para que la empresa este en funcionamiento los primeros periodos sin percibir ingresos. Son costos productivos, gastos de personal operativo y personal administrativo-comercial. Para el proyecto se tiene en cuenta un capital de tres meses y se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla XXII: Detalle costo de capital

Ítem	Costo [US\$]
Costo productivo	287,400
Personal Administrativo	39,750
Personal Comercial	37,500
Personal Operativo	150,750
Total	515,400

5.3.5 RESUMEN DE INVERSIONES

Tabla XXIII: Resumen de Inversiones

Inversión	
Ítem	Monto [US\$]
Maquinaria e instalación	\$ 3,812,130
Terreno	\$ 1,148,000
Infraestructura	\$ 823,420
Otras inversiones	\$ 130,000
Instalaciones de Servicios	\$ 90,000
Capital de Trabajo	\$ 515,400
Total	\$ 6,518,950

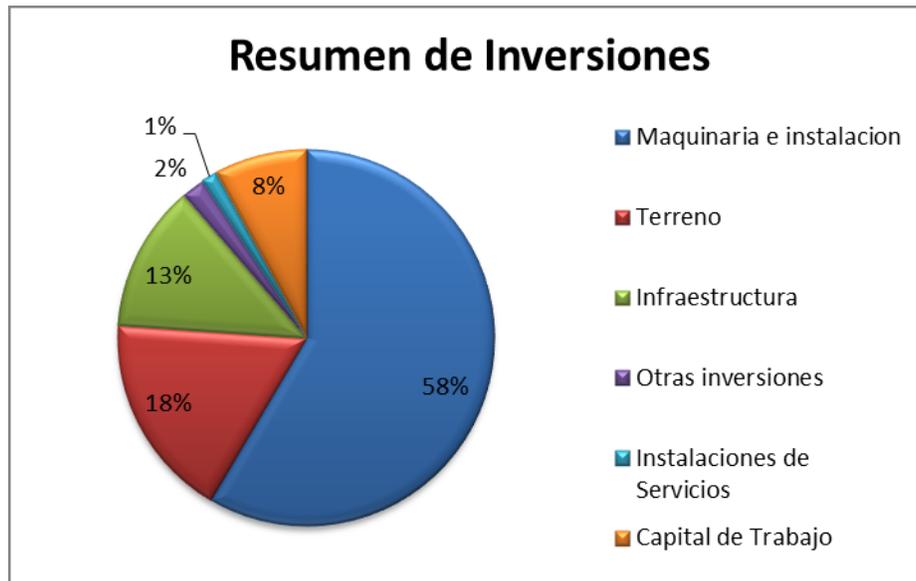


Grafico 6: Composición de Inversiones

5.4 VENTAS

INPUT: Toneladas de NFU a procesar según el año en cuestion.

Tabla XXIV: Precios detallados por producto

Producto Terminado	% de Peso	Precio Final Unitario [US\$/tn]
Polvo de caucho <0,5 mm	3%	546
Granulo de Caucho 0,5-1 mm	10%	520
Granulo de Caucho 1-2 mm	23%	485
Granulo de Caucho 2-4 mm	13%	477
Granulo de Caucho 4-6 mm	17%	390
Acero para chatarra	15%	180
Textil (Nylon)	20%	72
Total	100%	

5.5 DEPRECIACIONES

Las depreciaciones son un costo contable no desembolsable. En consecuencia, se calculan con el objetivo de establecer el monto a sustraer de las utilidades antes de impuestos y depreciaciones, para así obtener las utilidades antes de impuestos. Sobre éstas se aplicará la alícuota del impuesto a las ganancias. Una vez hecho esto, se volverán a sumar las depreciaciones al monto resultante de utilidades después de impuestos para obtener el flujo de caja neto.

En el presente proyecto, las depreciaciones se calculan por el método lineal, a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Valor de la incorporación}}{\text{Vida útil}} = \text{Cuota de depreciación} \quad (1)$$

Los valores de incorporación, la vida útil y las cuotas de depreciación resultantes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla XXV: Detalle de Depreciaciones

Calculo de Depreciaciones	
Equipamiento Productivo	
Valor de Equipamiento	3,812,130
Vida Útil	10
Cuota de Depreciación	381,213
Infraestructura (No incluye terreno)	
Valor de Infraestructura	913,420
Vida Útil	50
Cuota de Depreciación	18,268
Otras Inversiones (Auto y Camiones)	
Valor de Otras Inversiones	130,000
Vida Útil	5
Cuota de Depreciación	26,000

5.6 EVALUACION DEL PROYECTO

El proyecto se evaluará considerando un horizonte de planificación de 10 años, con una tasa de descuento o de corte en la inversión de un 18.85%⁵.

La totalidad de la producción anual es vendida en los mercados locales, por lo que toda la producción está sujeta a los costos previamente mencionados.

Para el proyecto de inversión y en relación a los bienes de cambio adoptaremos las siguientes políticas respecto de stock:

- **Materias primas:** En el momento de la inversión inicial consideraremos una existencia inicial para poder comenzar con el proceso productivo de aproximadamente un 5% de las compras previstas para el primer año. Dicho stock lo mantendremos invariable hasta el final del proyecto, momento en el cual procederemos a su consumo total.
- **Fletes:** Entendemos que el flete se paga junto con el pago de la materia prima. Cobraremos a los 45 días, por lo cual se necesitará capital para solventar los primeros envíos.
- **Financiación:** Se decidió financiar el 50 % de la inversión total con capital de terceros y el resto con capital propio. Recurriremos a una financiación bancaria mediante la toma de un préstamo por sistema francés de cuota constante e interés sobre saldos tomado a una tasa efectiva anual del 20,57%. Los pagos tanto de amortización de capital como de intereses, se harán efectivos en forma anual. El plazo obtenido de la entidad financiera es de 10 años.
- **Políticas de cobranzas:** Los cobros se harán efectivos en un plazo de 30 días.
- **Plazos de pago:**
 - A proveedores de materias primas e insumos: 30 días
 - Sueldos, jornales y cargas sociales: 30 días

⁵ Ver anexo para criterios y cálculos de obtención

- Restantes costos indirectos de fabricación y gastos de comercialización y administración: Contado

- Precio de venta: La industria nacional de gránulos de caucho se asemeja a los precios internacionales. El precio estará formado por el comercio mundial de gránulos de caucho y por la variación de los tamaños de granulación. Debido a las trabas de importaciones y la gran demanda de productos, los precios locales son relativamente superior al mercado internacional. Tal como se indica en la sección 2.5, el precio de la tonelada de caucho puede fluctuar entre 300 y 500 dólares por tonelada, dependiendo de la granulación y calidad el producto. Para el proyecto se tomaran los precios de ventas establecidos en la sección 2.5.

5.6.1 PRESUPUESTO ECONOMICO⁶

Item	Periodo				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ 3,473,427	\$ 3,473,427	\$ 3,969,631	\$ 3,969,631	\$ 4,962,038
Consumo de MP e insumos	-\$ 705,600	-\$ 705,600	-\$ 806,400	-\$ 806,400	-\$ 1,008,000
Sueldos, Jornales y Cargas Sociales	-\$ 347,000	-\$ 347,000	-\$ 347,000	-\$ 347,000	-\$ 360,000
Consumos de Energia	-\$ 111,286	-\$ 111,286	-\$ 127,184	-\$ 127,184	-\$ 158,980
Otros gastos	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400
Gastos Administrativos	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200
Intereses de préstamos	-\$ 651,895	-\$ 626,782	-\$ 596,647	-\$ 560,484	-\$ 517,090
Depreciaciones	-\$ 425,481	-\$ 425,481	-\$ 425,481	-\$ 425,481	-\$ 425,481
Resultado sujeto a impuesto	\$ 1,034,564	\$ 1,059,677	\$ 1,469,318	\$ 1,505,481	\$ 2,294,887
Impuesto a las ganancias	-\$ 362,098	-\$ 370,887	-\$ 514,261	-\$ 526,918	-\$ 803,211
Resultado Neto	\$ 672,467	\$ 688,790	\$ 955,057	\$ 978,563	\$ 1,491,677

⁶ Valores expresados en US\$

PRESUPUESTO ECONOMICO⁷ (Cont.)

Item	Periodo				
	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038
Consumo de MP e insumos	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000
Sueldos, Jornales y Cargas Sociales	-\$ 360,000	-\$ 360,000	-\$ 360,000	-\$ 360,000	-\$ 360,000
Consumos de Energia	-\$ 158,980	-\$ 158,980	-\$ 158,980	-\$ 158,980	-\$ 158,980
Otros gastos	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400
Gastos Administrativos	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200
Intereses de préstamos	-\$ 465,016	-\$ 402,527	-\$ 327,541	-\$ 237,557	-\$ 129,576
Depreciaciones	-\$ 399,481	-\$ 399,481	-\$ 399,481	-\$ 399,481	-\$ 399,481
Resultado sujeto a impuesto	\$ 2,372,961	\$ 2,435,450	\$ 2,510,436	\$ 2,600,420	\$ 2,708,401
Impuesto a las ganancias	-\$ 830,536	-\$ 852,408	-\$ 878,653	-\$ 910,147	-\$ 947,940
Resultado Neto	\$ 1,542,425	\$ 1,583,043	\$ 1,631,784	\$ 1,690,273	\$ 1,760,460

⁷ Valores expresados en US\$

5.6.2 PRESUPUESTO FINANCIERO⁸

Ítem	Periodo					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		\$ 3,473,427	\$ 3,473,427	\$ 3,969,631	\$ 3,969,631	\$ 4,962,038
Consumo de MP e insumos		-\$ 705,600	-\$ 705,600	-\$ 806,400	-\$ 806,400	-\$ 1,008,000
Sueldos, Jornales y Cargas Sociales		-\$ 347,000	-\$ 347,000	-\$ 347,000	-\$ 347,000	-\$ 360,000
Consumos de Energia		-\$ 111,286	-\$ 111,286	-\$ 127,184	-\$ 127,184	-\$ 158,980
Otros gastos		-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400
Gastos Administrativos		-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200
Intereses de préstamos		-\$ 651,895	-\$ 626,782	-\$ 596,647	-\$ 560,484	-\$ 517,090
Depreciaciones		-\$ 425,481	-\$ 425,481	-\$ 425,481	-\$ 425,481	-\$ 425,481
Resultado sujeto a impuesto		\$ 1,034,564	\$ 1,059,677	\$ 1,469,318	\$ 1,505,481	\$ 2,294,887
Impuesto a las ganancias		-\$ 362,098	-\$ 370,887	-\$ 514,261	-\$ 526,918	-\$ 803,211
Depreciaciones		\$ 425,481	\$ 425,481	\$ 425,481	\$ 425,481	\$ 425,481
Prestamo Bancario	\$ 3,259,475					
Amortizaciones de Prestamo		-\$ 125,564	-\$ 150,677	-\$ 180,812	-\$ 216,975	-\$ 260,369
Inversion en Terreno	-\$ 1,148,000					
Inversion en Infraestructura	-\$ 823,420					
Inversion Maquinaria e instalacion	-\$ 3,812,130					
Inversion Instalaciones de Servicios	-\$ 90,000					
Otras Inversiones	-\$ 130,000					
Capital de Trabajo	-\$ 515,400					
Valor de Rescate						
Inversiones del Proyecto	-\$ 3,259,475					
FF neto nominal	\$ 14,590,613	\$ 972,384	\$ 963,595	\$ 1,199,726	\$ 1,187,069	\$ 1,656,789
FF netos descontados	\$ 5,690,311	\$ 818,161	\$ 682,175	\$ 714,636	\$ 594,949	\$ 698,669

⁸ Valores Expresados en US\$

PRESUPUESTO FINANCIERO⁹ (Cont.)

Item	Periodo					
	Año 0	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas		\$ 4,962,038	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038	\$ 4,962,038
Consumo de MP e insumos		-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000	-\$ 1,008,000
Sueldos, Jornales y Cargas Sociales		-\$ 360,000	-\$ 360,000	-\$ 360,000	-\$ 360,000	-\$ 360,000
Consumos de Energia		-\$ 158,980	-\$ 158,980	-\$ 158,980	-\$ 158,980	-\$ 158,980
Otros gastos		-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400	-\$ 181,400
Gastos Administrativos		-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200	-\$ 16,200
Intereses de préstamos		-\$ 465,016	-\$ 402,527	-\$ 327,541	-\$ 237,557	-\$ 129,576
Depreciaciones		-\$ 399,481	-\$ 399,481	-\$ 399,481	-\$ 399,481	-\$ 399,481
Resultado sujeto a impuesto		\$ 2,372,961	\$ 2,435,450	\$ 2,510,436	\$ 2,600,420	\$ 2,708,401
Impuesto a las ganancias		-\$ 830,536	-\$ 852,408	-\$ 878,653	-\$ 910,147	-\$ 947,940
Depreciaciones		\$ 399,481	\$ 399,481	\$ 399,481	\$ 399,481	\$ 399,481
Prestamo Bancario	\$ 3,259,475					
Amortizaciones de Prestamo		-\$ 312,443	-\$ 374,932	-\$ 449,918	-\$ 539,902	-\$ 647,882
Inversion en Terreno	-\$ 1,148,000					
Inversion en Infraestructura	-\$ 823,420					
Inversion Maquinaria e instalacion	-\$ 3,812,130					
Inversion Instalaciones de Servicios	-\$ 90,000					
Otras Inversiones	-\$ 130,000					
Capital de Trabajo	-\$ 515,400					
Valor de Rescate						\$ 730,736
Inversiones del Proyecto	-\$ 3,259,475					
FF neto nominal	\$ 14,590,613	\$ 1,629,463	\$ 1,607,592	\$ 1,581,347	\$ 1,549,852	\$ 2,242,795
FF netos descontados	\$ 5,690,311	\$ 578,162	\$ 479,934	\$ 397,222	\$ 327,565	\$ 398,839

⁹ Valores Expresados en US\$

INDICADORES:

Tabla XXVI: Indicadores Financieros

VAN	\$ 2,430,836
TIR	35.31%
Pay-Back	3.10 Años
Pay-Back Descontado	4.64 Años

5.6.3 PERIODO DE RECUPERO¹⁰

El calculo del periodo de recupero se realiza mediante la suma acumulada de los flujos de fondo descontados, hasta que ésta iguale a la inversión inicial.

Teniendo una inversion inicial de US\$ 3.108.015, a continuacion se desglozan los flujos de fondos descontados de cada periodo, la suma acumulada y el porcentaje que representa en el inversion inicial.

Tabla XXVII: Calculo del periodo de recupero

Payback			
Periodo	FF Neto Descontado	FF Acumulado	% de Inversión recuperada
1	818,161	818,161	25%
2	682,175	1,500,336	46%
3	714,636	2,214,972	68%
4	594,949	2,809,921	86%
5	698,669	3,508,589	108%

Como se puede observar en la tabla anterior, la inversion inicial llega a recuperarse. En el periodo 5 del analisis del proyecto, se recupera la totalidad de la inversion.

¹⁰ Valores expresados en US\$

5.6.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO FINANCIERO

Se realizó el flujo de fondos proyectado del proyecto y se calculó el Valor Actual Neto. El valor obtenido resultó mayor a cero (US\$2.430.836) y a su vez la Tasa Interna de Retorno (35.31%) fue superior a la tasa de descuento (21%). Por lo tanto, el proyecto resulta realizable económicamente.

Por otro lado, durante el horizonte de planificación del proyecto se logra alcanzar el payback del 100% de la inversión.

Hay que tener en cuenta que en el análisis, no fueron contemplados aquellos incentivos promocionales que puedan surgir de la ley de reciclado de desechos sólidos urbanos. Tal como se hace para otros tipos de reciclados, esta ley podría otorgar.

- Beneficios promocionales:
- Régimen de promoción para la producción por un largo periodo de tiempo.
- Incentivos a la inversión
- Devolución anticipada de IVA y/o amortización acelerada de bienes de uso.
- Exención en el impuesto a la Ganancia mínima presunta por tres ejercicios.

5.6.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Para efectos de este estudio, se llevará a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables precio de venta, costos y nivel de producción, con el fin de analizar los resultados del proyecto en diferentes escenarios.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL PRECIO DE VENTA

La variación del precio de venta influye directamente en los ingresos por ventas que tendrá el proyecto a lo largo de su periodo de análisis. Para efectos de este estudio, se considera un precio BASE 100 de venta de los productos tal como se detalla a continuación:

Tabla XXVIII: Precios de productos terminados

Producto Terminado	Precio Final de Venta [US\$/tn]
Polvo de caucho <0,5 mm	546
Granulo de Caucho 0,5-1 mm	520
Granulo de Caucho 1-2 mm	485
Granulo de Caucho 2-4 mm	477
Granulo de Caucho 4-6 mm	390
Acero para chatarra	180
Textil (Nylon)	72

Llevando a cabo un aumento de los mismos, los indicadores principales del proyecto se comportan de la siguiente forma:

Tabla XXIX: Análisis de sensibilidad sobre precio de ventas

Sensibilidad sobre el Precio de Ventas		
Base	VAN	TIR
Base 100	\$ 2,430,836	35.3%
95	\$ 1,837,786	31.5%
90	\$ 1,244,735	27.6%
85	\$ 651,685	23.5%
80	\$ 58,634	19.3%
70	-\$ 1,127,467	10.0%

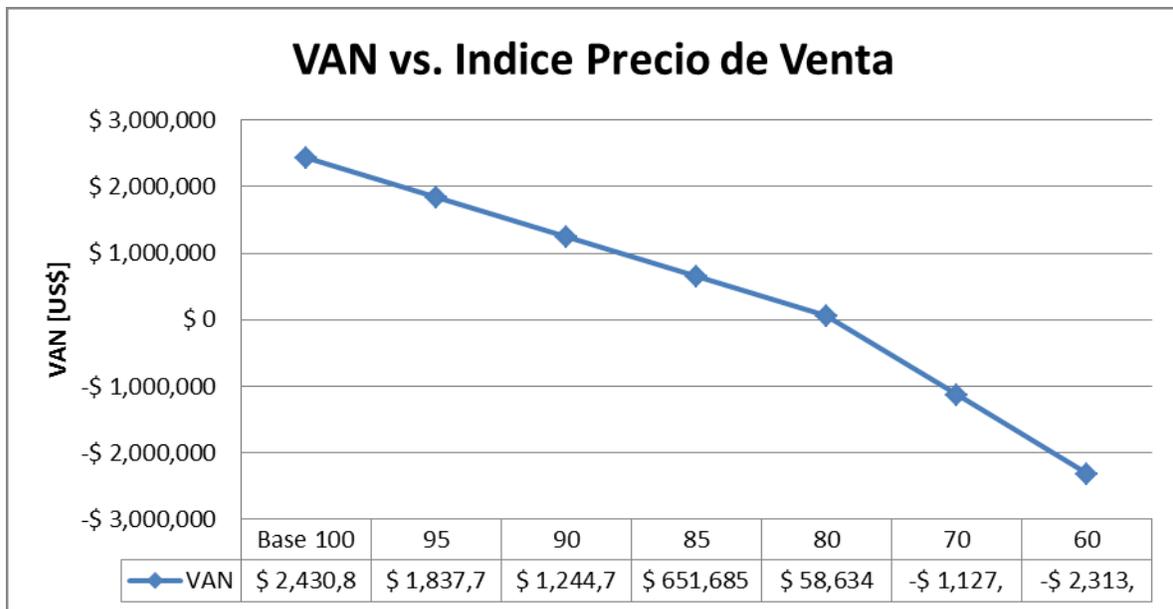


Grafico 7: VAN vs Índice Precio de Ventas

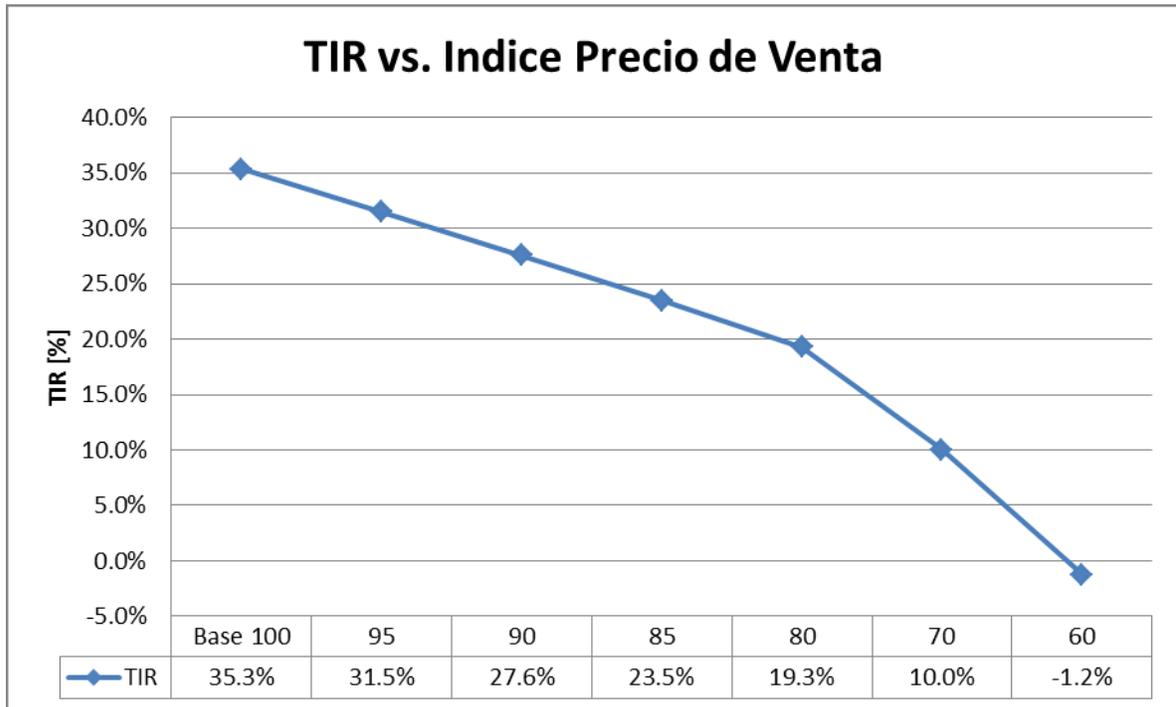


Grafico 8: TIR vs Índice Precio de Ventas

En los gráficos N° 6 y N° 7, podemos observar que incluso disminuyendo el precio de venta de los productos terminado hasta un 20%, el proyecto sigue presentando un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento utilizada.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL NIVEL DE PRODUCCION

Al momento de alterar el nivel de producción, debe considerarse que existen costos que varían paralelamente con este parámetro por estar directamente relacionados con las toneladas producidas al año. Entre éstos, se encuentran los costos asociados a la compra de materia prima y transporte.

Para efectos de este análisis, se considera lo siguiente:

- Capacidad de procesamiento máxima de la planta: 2,5 tn/hr (14.3750 toneladas de NFU anuales)
- Precio de venta fijo: Base 100¹¹.
- Para los años 1, 2, 3 y 4 se harán variaciones de la utilización de capacidad, mientras que para los años siguientes se mantendrá el 100%.

Caso Base:

Año	Capacidad Utilizada
0	0%
1	70%
2	70%
3	80%
4	80%
5	100%
6	100%
7	100%
8	100%
9	100%
10	100%

¹¹ Ver Índice de precios en Anexo

Caso 1:

Año	Capacidad Utilizada	Caso 1 vs Caso Base
0	0%	 0
1	70%	 0%
2	75%	 7%
3	80%	 0%
4	85%	 6%
5	100%	 0%
6	100%	 0%
7	100%	 0%
8	100%	 0%
9	100%	 0%
10	100%	 0%

Caso 2:

Año	Capacidad Utilizada	Caso 2 vs Caso Base
0	0%	 0
1	75%	 7%
2	75%	 7%
3	85%	 6%
4	85%	 6%
5	100%	 0%
6	100%	 0%
7	100%	 0%
8	100%	 0%
9	100%	 0%
10	100%	 0%

Caso 3:

Año	Capacidad Utilizada	Caso 3 vs Caso Base
0	0%	 0
1	75%	 7%
2	80%	 14%
3	85%	 6%
4	90%	 13%
5	100%	 0%
6	100%	 0%
7	100%	 0%
8	100%	 0%
9	100%	 0%
10	100%	 0%

Caso 4:

Año	Capacidad Utilizada	Caso 4 vs Caso Base
0	0%	 0
1	75%	 7%
2	80%	 14%
3	90%	 13%
4	95%	 19%
5	100%	 0%
6	100%	 0%
7	100%	 0%
8	100%	 0%
9	100%	 0%
10	100%	 0%

Tabla XXX: Análisis de sensibilidad sobre el nivel de producción

Sensibilidad sobre la Producción		
Base	VAN	TIR
Caso Base	\$ 2,430,836	35.3%
Caso 1	\$ 2,579,971	36.4%
Caso 2	\$ 2,757,217	38.0%
Caso 3	\$ 2,906,352	39.2%
Caso 4	\$ 3,041,638	40.1%

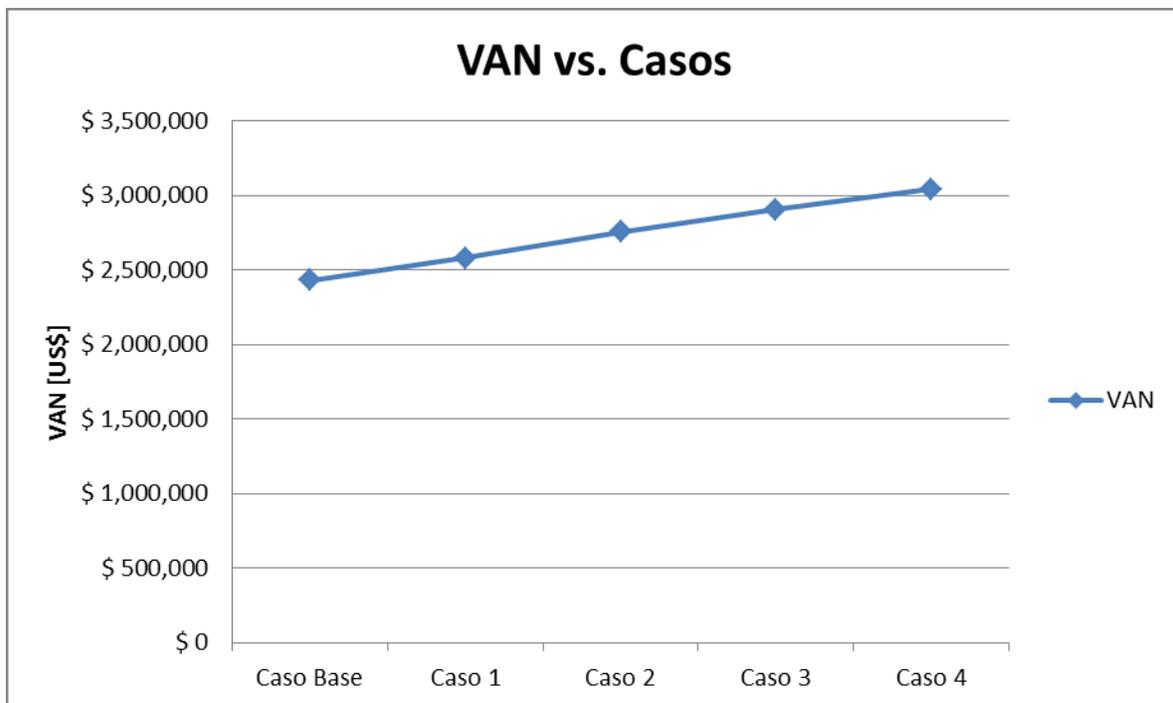


Grafico 9: VAN vs. Casos planteados con variación de capacidad productiva

Aumentar la capacidad utilizada de producción en los casos previamente planteados, lleva de la mano el aumento de los ingresos por concepto de ventas como también el aumento de los costos productivos. De esta manera, al incrementar la producción, el desarrollo del proyecto en cuestión, en un horizonte de planificación de 10 años, mantiene un VAN positivo incrementándolo gradualmente según los porcentajes de variabilidad de la producción.

CAPITULO VI

6.1 CONCLUSIONES

En vistas de los resultados observados en el transcurso del proyecto, se han llegado a las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista financiero, el proyecto es factible ya que, se obtuvo un VAN mayor a cero.
- Para otorgar mayor profundidad a los estudios realizados, se realizó un análisis de sensibilidad sobre el precio de ventas y el nivel de capacidad productiva, de manera de establecer cual eran los límites de factibilidad a los cuales el proyecto se enfrenta. Para la mayoría de los casos planteados, el resultado de este emprendimiento sigue siendo viable. Se puede observar en los análisis que el proyecto es sensible a la variación de precios, pero que bajo las condiciones que se plantea el proyecto, hay un gran margen para mantener el proyecto viable
- A pesar de no estar atado a ningún beneficio o promoción municipal, estatal o nacional, la viabilidad del proyecto no se vio afectada debido a los precios competitivos que maneja el mercado.
Además, no hay una política gubernamental o provincial que fomente la utilización de los residuos sólidos urbanos, si así fuese, el proyecto sería aún más rentable.
- El monto de inversión requiere un alto nivel de endeudamiento, y por ende se requiere que la gestión comercial sea capaz de insertar en los mercados la totalidad de la producción, manteniendo los precios dentro de un rango inferior al mercado.

6.2 OBSERVACIONES GENERALES

El desarrollo de una producción nacional de granulado de caucho proveniente de neumáticos fuera de uso requiere niveles de inversión cercanos US\$ 6.000.000. Este tipo de proyecto implica además la incorporación de nuevas tecnologías relacionadas con la granulación y separación del caucho, lo que necesariamente involucra el desarrollo de una profunda investigación por parte de las empresas que deseen desarrollar este tipo de iniciativas.

Desde otro punto de vista, el análisis de las futuras políticas nacionales e internacionales relacionadas con el tratamiento y reciclado de desechos sólidos urbanos junto con el desarrollo de este tipo de mercados “verdes”, hace considerar notablemente la ejecución de este tipo de proyectos.

Una barrera difícil de sortear al momento de la evaluación de este tipo de proyectos, la constituyen los costos adicionales por el transporte de la maquinaria durante la instalación de la planta. Esto es debido principalmente a la situación actual de las importaciones, en la que las barreras para importar maquinarias son cada vez más altas, o demoran más de lo previsto. Como consecuencia, se ha encarecido los costos asociados a este tipo de ingresos, poniendo en jaque los tiempos de las empresas como también la posibilidad de una planificación controlada.

Desde otro punto de vista, las políticas de reciclado que lentamente se van importando desde Europa y países del primer mundo, favorecen el desarrollo de este tipo de proyectos “verdes”. En los últimos años, la tecnología ha avanzado lo suficiente para facilitar este tipo de proyectos que antes era inviable.

En nuestro país existe un amplio potencial de desarrollo en la utilización de los desechos sólidos urbanos como fuente directa para la generación de productos con valor agregado, principalmente en su aplicación dentro de los procesos industriales propios del sector, ya sea en la mezcla asfáltica, como en producción de paneles, canches sintéticas, suelas, o como fuente de energía para hornos cementeros.

BIBLIOGRAFIA

- SAPAG CHAIN, Nassir y Reinaldo. “Preparación y Evaluación de Proyectos”. Cuarta Edición. México: McGraw-Hill, 2003. 439 p. ISBN: 970-10-4248-4
- BACA URBINA, Gabriel. “Evaluación de Proyectos”. Arellano Bolio, Lourdes (Revisión Técnica). Cuarta Edición. México: McGraw-Hill, 2001. 383 p. ISBN: 970-10-3001-X
- MANRIQUE, Alejandro. “Gestión Integral de Neumáticos En desuso”. Agencia de Noticias Científicas y Tecnológicas Argentinas – Instituto Leloir. 2007.
- SAMARAEZ, Chemical Consulting. “Reciclaje de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) – Trituración Mecánica” [Disponible en línea]. Disponible en Web: http://www.samaraez.com/archivos/KnowHow.Reciclaje_Neumaticos_E_I.pdf
- MONTERO, Laura. “Proyecto de Ley - Gestión Integral de Neumáticos” [Disponible en línea]. Disponible en Web: <http://www.lauramontero.com/wp-content/uploads/2009/05/24-Gesti%C3%B3n-Integral-de-Neum%C3%A1ticos.pdf>
- SWANECK GALLEGUILLOS, John. “Reciclado de neumáticos fuera de uso y su aplicación en la construcción”. Director: Inostroza Oscar. Universidad Mayor, Departamento de Ingeniería. Noviembre 2011.
- CASTRO, Guillermo. “Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos”. Departamento de Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A. 2007
- RESCHNER, Kurt. “Scrap Tyre Recycling - A Summary of Prevalent Disposal and Recycling Methods” [Disponible en línea]. Disponible en Web: http://entire-engineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf
- RUBBER, Manufacturers Association. “Considerations for Starting a Scrap Tire Company” [Disponible en línea]. Disponible en Web: <http://www.ma.org>

- Banco Central de la República Argentina. <http://www.bcra.gov.ar>
- Comisión Nacional de Valores. <http://www.cnv.gob.ar/>
- Investing. Cotizaciones de Bonos del Tesoro EEUU. <http://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield>
- Mercado de Valores de Buenos Aires. MERVAL. <http://www.merval.sba.com.ar/default.aspx>
- Ministerio de Planificación Federal – Inversión Pública y Servicios. Secretaria de Energía. <http://www.energia.gov.ar/home/>
- Cámara de construcción Argentina. www.camarco.org.ar
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. <http://www.inti.gob.ar>
- Ministerio de Economía y finanzas de la Nación Argentina. <http://www.mecon.gov.ar>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial – Caucho. <http://www.inti.gob.ar/caucho/>
- E-ASFALTO. <http://www.e-asfalto.com/index1/index.html>
- The Recycler’s Exchange. (2013). <http://www.recycle.net/exchange/>

ANEXOS

ANEXOS A

Proyecto de Ley

<http://www.lauramontero.com/wp-content/uploads/2009/05/24-Gesti%C3%B3n-Integral-de-Neum%C3%A1ticos.pdf>

ANEXO B

Determinación para la tasa de descuento o tasa de corte

Asumiendo que el 50% de la inversión será hecha por capital propio y el otro 50% financiado por tercero, obtenemos que:

$$WACCat = K_i * \frac{D}{D + E} + K_e * \left(\frac{E}{D + E}\right)$$

WACCat: Costo promedio ponderado del capital después de impuesto a las ganancias.

D: Deuda para con terceros ajenos al ente (entidad financiera)

E: Patrimonio neto (aporte de los socios)

$$K_i = K_d (1-t) = 0,20 * (1 - 0,35) = 13,37\%$$

- K_d : Tasa activa de interés bancario = 0,2057
- t : Tasa de impuestos a las ganancias = 0,35

K_e = Rendimiento requerido por el inversionista.

CAPM = Método de apreciación de activos de capital.

$$CAPM = r_f + r_p$$

La tasa libre de riesgo (r_f) es generalmente la tasa de los documentos de inversión colocados en mercados capitales por los gobiernos, para este caso se tomarán los bonos a 10 años del tesoro de los Estados Unidos (2,49% anual) fuente: <http://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield>.

El premio por riesgo (r_p) corresponde a la exigencia que hace el inversionista por asumir un riesgo al elegir el proyecto en vez de alguna actividad de rentabilidad asegurada. La mayor

rentabilidad exigida se calcula como la media histórica de la rentabilidad del mercado (r_m) y la tasa libre de riesgo.

$$R_p = r_m - r_f$$

Para el cálculo del riesgo del mercado, considerando que el proyecto se realiza en Argentina, se tomó un promedio del índice Merval de los últimos diez años.

$$CAPM = r_f + \beta * (r_m - r_f) + r_p$$

β : Siendo el valor de Beta la representación del rendimiento de una acción con respecto a el rendimiento del mercado, deberíamos considerar el beta de empresas que se desarrollen en el mismo sector, como empresas públicas de reciclaje de neumáticos o similar, ya que nuestro emprendimiento será sobre la producción productos derivados del reciclaje. Ante la imposibilidad de conseguir este Beta, y considerando que será un proyecto interno, hemos determinado un beta de 1.

r_m = A fin de determinar el rendimiento del mercado correspondiente a la industria que nos ocupa, hemos procedido a la búsqueda de información financiera correspondiente a empresas del rubro tanto a nivel local como internacional. La mayoría de esas se tratan de empresas cerradas (no cotizan en bolsa) por lo cual nos hemos decidido a fin de determinar el rendimiento del mercado por considerar un promedio del rendimiento de empresas industriales que coticen en bolsa y estén incluidas en el índice Merval del 2006 en adelante. De este mismo análisis surgió que el rendimiento oscila el 16.7% (Fuente: <http://www.puentenet.com/puente/researchAction!exportar.action>). Por lo tanto, tomaremos dicho valor a fin de determinar nuestro rendimiento requerido según la técnica de CAPM.

R_p = Riesgo país de Argentina. Debido a que la inversión a realizar es en Argentina, hay que considerar esta tasa de riesgo. Ya que se quiere que los cálculos reflejen la dispersión de los resultados posibles debido a las condiciones del país. Esta tasa depende de diferentes factores de ponderación, tales como desempeño económico, riesgo político, calificación crediticia, acceso al mercado de capitales, etc. Para el caso en cuestión, se tomó el promedio del indicador de J.P Morgan EMBI+ para los últimos 7 años en la República Argentina. Fuente (Bloomberg). Se tomó

este índice a partir del 2006 debido a que el riesgo país se normalizó en junio del 2005, cuando Argentina completó parcialmente una gigantesca restructuración de deuda.



Previo a esta fecha, los datos distorsionan mucho el índice, arrojando valores no representativos.

$$R_p = 7,55\%$$

$$CAPM = r_f + \beta * (r_m - r_f) + r_p = 0,0249 + 1(0,1677 - 0,0249) + 0,0755 = 24,32\%$$

$$WACC_{at} = (0,1337 * 0,5) + (0,2432 * 0,5) = 0.1885$$

ANEXO C

Determinación del periodo de Payback

Según la tabla XXVI, se puede determinar que el periodo de recupero se encuentra entre el periodo 2 y el periodo 3. Para poder establecer el periodo exacto hay que tomar la diferencia entre los Flujos de fondo al periodo 2 y la inversión, y ver proporcionalmente cuanto del periodo 5 representa.

$$\text{Payback} = \text{Periodo 2} + (\text{Inversión Inicial} - \text{FF acum (Periodo 2)}) / (\text{FF (Periodo 3)})$$

ANEXO D

Índice de Precios

Producto Terminado	Precio de Venta [US\$/tn]						
	Base 100	95	90	85	80	70	60
Polvo de caucho <0,5 mm	546	519	491	464	437	382	328
Granulo de Caucho 0,5-1 mm	520	494	468	442	416	364	312
Granulo de Caucho 1-2 mm	485	461	437	413	388	340	291
Granulo de Caucho 2-4 mm	477	453	429	405	381	334	286
Granulo de Caucho 4-6 mm	390	371	351	332	312	273	234
Acero para chatarra	180	171	162	153	144	126	108
Textil (Nylon)	72	68	65	61	58	50	43

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Alternativas para la utilización de Neumáticos Fuera de Uso	10
Tabla II: Composición de Neumáticos según su tipo	13
Tabla III: Poder calorífico superior expresado en MJ/Kg, de algunos combustibles.....	18
Tabla IV: Análisis FODA - Acciones Estratégicas	22
Tabla V: Disponibilidad de NFU por región geográfica	27
Tabla VI: Precios Productos mercado Nacional.....	28
Tabla VII: Peso de factores de localización	32
Tabla VIII: Ponderación de factores de localización	32
Tabla IX: Comparativa de tecnologías	39
Tabla X: Porcentaje de representación según tamaño de granulo	50
Tabla XI: Referencia de distribución de planta de proceso KHAL	56
Tabla XII: Parámetros utilizados para la evaluación del proyecto.....	62
Tabla XIII: Utilización de Capacidad Instalada	63
Tabla XIV: Detalle de Inversión en maquinaria y puesta en marcha (Fuente: AMADEUS KAHL-IPECO SA)	65
Tabla XV: Inversiones en obras e infraestructura (Fuente: Cámara de construcción Argentina)..	66
Tabla XVI: Otras inversiones.....	67
Tabla XVII: Detalle del costo de personal	68
Tabla XVIII: Costos de Materia Prima y Transportes	69
Tabla XIX: Consumo eléctrico.....	69
Tabla XX: Costo Administrativos.....	70
Tabla XXI: Costos varios	70
Tabla XXII: Detalle costo de capital	71
Tabla XXIII: Resumen de Inversiones	72
Tabla XXIV: Precios detallados por producto	73
Tabla XXV: Detalle de Depreciaciones	74
Tabla XXVI: Indicadores Financieros	81

Tabla XXVII: Calculo del periodo de recupero	82
Tabla XXVIII: Precios de productos terminados	84
Tabla XXIX: Análisis de sensibilidad sobre precio de ventas	85
Tabla XXX: Análisis de sensibilidad sobre el nivel de producción	90

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Composición expresada en % en peso de neumáticos de vehículos de turismo y pesados	13
Grafico 2: Producción Asfáltica Argentina	16
Grafico 3: Demanda de Granulado de caucho para mezcla asfáltica, expresada en miles de Toneladas.....	17
Grafico 4: Poder calorífico superior de NFU	19
Grafico 5: Planificación de actividades.....	59
Grafico 6: Composición de Inversiones	72
Grafico 7: VAN vs Índice Precio de Ventas	85
Grafico 8: TIR vs Índice Precio de Ventas.....	86
Grafico 9: VAN vs. Casos planteados con variación de capacidad productiva	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura neumático y sus partes (Fuente: http://www.mecordsindia.com/chafer-fabrics.html)	12
Figura 2: Aplicaciones del Granulado de caucho (Fuente: http://cauchonorte.blogspot.com.ar/) .	14
Figura 3: Distribución y generación de NFU según región geográfica.....	27
Figura 4: Localización de José León Suarez	35
Figura 5: Trituradora Primaria	42
Figura 6: Chips de NFU menores a 50mm.....	43
Figura 7: Prensa Granuladora KAHL (Fuente: Catalogo AMADEUS KAHL).....	44

Figura 8: Gránulos entre 4-6mm	45
Figura 9: Gránulos entre 2-4 mm	45
Figura 10: Alambre de acero luego de la separación magnética	46
Figura 11: Fibras Textil obtenidas mediante aspiración	47
Figura 12: Clasificadora de Gránulos y separadora de fibras textiles	48
Figura 13: Gránulos entre 0.5-2mm	49
Figura 14: Gránulos <0.5mm	49
Figura 15: Almacenamiento en BIG BAGS.....	50
Figura 16: Diagrama de proceso KAHL (Fuente: Amadeus Kahl – IPECO)	52
Figura 17: Distribución de Equipamiento (Fuente: Catalogo AMADEUS KAHL)	55
Figura 18: Organigrama de la empresa	67