

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Plan de negocio para la creación de una planta de pirólisis que mediante el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso obtenga combustible sintético, así como negro de humo y acero ubicada en el departamento de Santander.

Kari Alexandra Camacho Pérez

Trabajo de Grado presentado para optar por el título de Ingeniero industrial

Directora:

Lina Magnolia Rangel Carreño

Magister en Gerencias de Negocios

Codirectora:

María Paola Maradei García

Doctorado en química orgánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2021

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Dedicatoria

A Dios creador por darme las habilidades, el conocimiento y la perseverancia para poder lograr esta meta en mi vida.

A todos los profesores que hicieron parte de mi formación académica, que me orientaron y colaboraron para el desarrollo de este proyecto y crecimiento personal.

A mi madre querida, mi padre y mi hermano por estar siempre apoyándome durante este camino, alentándome a seguir adelante, siempre queriendo que yo cumpla cada una de mis metas propuestas.

A mis amigos por siempre un apoyo emocional y creer en mí en cada uno de los pasos y decisiones.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Agradecimiento

A mi madre querida Yolima Pérez Serna por siempre confiar en mí, brindando su apoyo y disposición en cada paso de mi camino profesional. Todo es por ella.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla de contenido

Introducción	17
Tabla cumplimiento de objetivos.....	20
1. Generalidades del proyecto.....	21
1.1. Título.....	21
1.2. Alcance	21
1.3. Objetivos	21
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específicos	21
1.4. Marco teórico (Conceptos básicos).....	23
1.4.1. Materia prima: Neumáticos fuera de uso (Llantas de caucho)	23
1.4.2. Proceso de pirólisis	26
1.4.3. Tipos de Pirolisis.....	27
1.5. Justificación de la idea de negocio.....	29
2. Antecedentes	30
2.1. Concepto del negocio.....	32
3. Análisis del sector	34
3.1. Análisis del macroentorno PESTEL	34
3.1.1. Factores políticos.	34
3.1.2. Factores económicos.	35
3.1.3. Factores sociales.	36
3.1.4. Factores tecnológicos.....	37
3.1.5. Factores jurídico-legales.	38
3.1.6. Factores ambientales.....	39

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

3.1.7. Conclusión análisis PELTEL.....	40
3.2. Análisis del microentorno 5 fuerzas de Porter.....	41
3.2.1. Aceite de pirólisis combustible.....	41
3.2.2. Negro de humo.....	42
3.2.3. Acero.....	43
3.2.4. Conclusión análisis 5 fuerzas de Porter.....	43
4. Análisis de mercado.....	45
4.1. Objetivo.....	45
4.2. Materia prima- proveedores.....	45
4.3. Identificación de los productos.....	46
4.4. Precio.....	48
4.4.1. Precio fuel oil.....	48
4.4.2. Precio negro de humo.....	51
4.4.3. Precio del acero.....	52
4.5. Mercado objetivo.....	54
4.5.1. Fuel oil.....	54
4.5.2. Negro de Humo.....	56
4.5.3. Acero.....	59
4.6. Productos sustitutos.....	60
4.6.1. Fuel oil.....	60
4.6.2. Negro de humo.....	60
4.6.3. Aero.....	60
4.7. Análisis de competencias.....	61
4.8. Canales de Comercialización.....	61

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

4.9.	Conclusión análisis de mercado.....	62
5.	Estudio técnico.....	64
5.1.	Localización.....	64
5.1.1.	<i>Descripción de alternativas</i>	64
5.1.2.	<i>Criterios de selección de alternativas</i>	66
5.1.3.	<i>Selección de Alternativa</i>	67
5.2.	Diseño conceptual del proceso.....	68
5.2.1.	<i>Recolección</i>	69
5.2.2.	<i>Materias primas: Neumáticos fuera de uso</i>	69
5.2.3.	<i>Producción</i>	71
5.2.4.	<i>La maquinaria</i>	71
5.2.5.	<i>Mano de obra</i>	75
5.3.	Análisis y descripción del proceso.....	77
5.4.	Ingeniería del proyecto. Selección de planta pirólisis	78
5.4.1.	<i>Rendimiento teorico de productos pirolíticos</i>	78
5.3.	Análisis de pirólisis rápida.....	80
5.4.	Tecnología de reactores de pirólisis.....	82
5.4.1.	Reactor batch	82
5.4.2.	<i>Reactor semi-batch</i>	83
5.4.3.	<i>Reactor de lecho fijo</i>	84
5.4.4.	<i>Reactor de tornillo</i>	85
5.4.5.	<i>Planta con reactor de tornillo</i>	86
5.4.6.	<i>Proveedor de la planta</i>	88
5.4.7.	<i>Capacidad de producción</i>	89

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.4.8.	<i>Rendimiento de productos</i>	91
5.4.9.	<i>Distribución de planta</i>	92
6.	Estudio Legal	93
6.1.	Constitución legal de la Empresa.....	93
6.2.	Régimen tributario	94
6.3.	Normatividad Ambiental	94
6.4.	Patentes y Marcas	98
7.	Estructura organizacional.....	99
7.1.	Organigrama.	99
7.2.	Descripción y perfil de cargos.	100
7.3.	Asignación salarial.....	100
7.4.	Base de liquidar aportes y seguridad social	101
7.5.	Conclusiones de la estructura organizacional del proyecto	102
8.	Análisis de impacto ambiental y social.....	103
8.1.	Recolección. Beneficio social.....	103
8.2.	Valoración ambiental del proceso de pirolisis	104
8.3.	Normativas asociadas a los impactos.....	104
9.	Análisis de viabilidad financiera.....	106
9.1.	Inversiones	106
9.1.1.	Inversión Fija.....	107
9.1.2.	Inversión diferida	109
9.1.3.	Inversión de capital de trabajo	110
9.1.4.	<i>Inversión total</i>	114
9.1.5.	<i>Fuentes de financiación</i>	114

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

9.2.	Costos.....	115
9.2.1.	<i>Costos fijos</i>	116
9.2.2.	<i>Costos variables</i>	116
9.2.3.	<i>Costos totales Unitarios</i>	117
9.2.4.	<i>Precio de venta</i>	119
9.3.	Proyección de ingresos y egresos	120
9.3.1.	<i>Egresos proyectados</i>	120
9.3.2.	<i>Ingresos proyectados</i>	121
9.4.	Estado De Resultados Proyectado	122
9.5.	Flujo De Caja Proyectado	123
9.6.	Balance General Proyectado	125
9.7.	Conclusiones sobre la viabilidad financiera del proyecto.....	126
9.8.	Evaluación financiera del proyecto.....	126
9.8.1.	Valor presente neto (VPN).....	127
9.8.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	128
9.8.3.	<i>Periodo de recuperación</i>	129
9.8.4.	<i>Otro escenarios</i>	130
9.8.5.	Razones financieras.....	131
9.8.6.	Punto de equilibrio	133
10.	Direccionamiento estratégico de la organización.	134
10.1.	Misión.....	134
10.2.	Visión	134
10.3.	Valores	135
10.4.	Políticas institucionales.....	135

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

10.5.	Política de Calidad	136
10.6.	Política de Medio Ambiente.....	136
11.	Conclusiones	138
12.	Recomendaciones	140
	Referencias bibliográficas.....	141

Lista de tablas

Tabla 1. Composición típica porcentual por componentes de un neumático fuera de uso.	24
Tabla 2. Composición típica de neumáticos de pasajeros (automóviles y camionetas).	24
Tabla 3. Composición típica de neumáticos MCT (camiones y microbuses).	25
Tabla 4. Composición química elemental de un NFU (Neumático fuera de uso).	26
Tabla 5. Precios del fuel oil desde oct. 2019 hasta sep. 2020.	50
Tabla 6. Sondeo de precios del negro de humo.	51
Tabla 7. Cotización de precios de compra de chatarra en Bucaramanga.	52
Tabla 8. Histórico de Producción para Fuel Oil en Colombia del año 2012 al 2018.	54
Tabla 9. Porcentaje de exportación de la producción de fuel oil, 2015 – 2018.	55
Tabla 10. Comportamiento de la producción y venta del fuel oil, 2006 a 2013.	58
Tabla 11. Criterios de selección.	66
Tabla 12. Selección de alternativa.	67
Tabla 13. Peso medio de los tipos neumáticos.	70
Tabla 14. Información de la maquina Destalonadora.	72
Tabla 15. Información de la máquina Trituradora.	73
Tabla 16. Parámetros técnicos de la planta con reactor Auge.	74
Tabla 17. Mano de obra requerida al 100% de funcionamiento.	75
Tabla 18. Comparación de los tipos de pirólisis.	79
Tabla 19. Comparación de rendimientos (expresados en % peso/peso) de las fracciones obtenidas (líquidos, char y gas) en función del tipo de proceso termoquímico.	80
Tabla 20. Capacidades diseñadas de los equipos representativos de producción.	89
Tabla 21. Condiciones esenciales para el rendimiento máximo de fracción líquida.	92

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 22. Asignación salarial.....	101
Tabla 23. Aportes y seguridad social.....	101
Tabla 24. Matriz Legal.....	105
Tabla 25. Maquinaria y equipos.....	107
Tabla 26. Muebles y enseres.....	107
Tabla 27. Equipo de oficina.....	108
Tabla 28. Herramientas.....	108
Tabla 29. Inversión total fija.....	109
Tabla 30. Inversión diferida.....	109
Tabla 31. Costo materia prima.....	110
Tabla 32. Mano de obra Directa.....	111
Tabla 33. Depreciación.....	111
Tabla 34. Otros Costos indirectos de fabricación.....	112
Tabla 35. Total costo de producción.....	113
Tabla 36. Gastos de administración y ventas.....	113
Tabla 37. Gasto personal de administración y ventas.....	114
Tabla 38. Inversión total.....	114
Tabla 39. Amortización del crédito.....	115
Tabla 40. Unidades de producto proyectas para el año 1.....	116
Tabla 41. Costos fijos.....	116
Tabla 42. Costos variables.....	117
Tabla 43. Porcentaje de participación en la producción de los productos obtenido.....	117
Tabla 44. Costos unitarios para el aceite pirolítico.....	117

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 45. Costos unitarios para negro de humo.....	118
Tabla 46. Costos unitarios para Acero.....	118
Tabla 47. Egresos proyectados.....	121
Tabla 48. Ingresos proyectados.....	121
Tabla 49. Estado de resultados proyectado.....	122
Tabla 50. Flujo de caja.....	124
Tabla 51. Balance general.....	125
Tabla 52. Periodo de recuperación.....	129
Tabla 53. Punto de equilibrio.....	133

Lista de figuras

Figura 1. Análisis 5 fuerzas de Porter para el aceite de pirólisis combustible.	41
Figura 2. Análisis 5 fuerzas de Porter para el negro de humo.	42
Figura 3. Análisis 5 fuerzas de Porter para el acero.	43
Figura 4. Análisis DOFA.	44
Figura 5. Precio mundial del fuel oil, de Dic 2019 a Nov 2020.	49
Figura 6. Producción mundial de caucho desde el año 2000 hasta el 2018.	57
Figura 7. Ubicación terreno disponible por parte de la empresa interesada (Bioandes. S.A.). ...	64
Figura 8. Ubicación bodega de 1500m ² en la Zona Franca Santander.	65
Figura 9. Diseño conceptual del proceso.	69
Figura 10. Máquina Destalonadora LS 1200.	72
Figura 11. Máquina Triturador ZERMA ZBS 600T.	73
Figura 12. Modelo de planta con reactor de tornillo tipo extrusora.	74
Figura 13. Diagrama de proceso de la planta transformadora de neumáticos fuera de uso.	77
Figura 14. Esquema general de una planta de pirólisis rápida.	81
Figura 15. Reactor batch.	82
Figura 16. Reactor de tornillo.	85
Figura 17. Diseño conceptual planta de pirólisis de llanta usadas.	83
Figura 18. Distribución de planta.	92
Figura 19. Organigrama de la empresa.	99

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Lista de Apéndices

Ver apéndices adjuntos y pueden visualizarse en la base de datos de la Biblioteca UIS

Apéndice A. Resultados COMPITE360

Apéndice B. Cotización tanque contenedor de combustible.

Apéndice C. Estudio Financiero Excel

Apéndice D. Matriz de riesgos

Apéndice E. Perfiles de cargos

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Resumen

Título: Plan de negocio para la creación de una planta de pirólisis que mediante el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso obtenga combustible sintético, así como negro de humo y acero ubicada en el departamento de Santander. *

Autor: Kari Alexandra Camacho Pérez **

Palabras claves: Pirólisis, neumáticos, aprovechamiento, transformación.

Descripción:

Las llantas usadas tardan más de 100 años en degradarse naturalmente, hasta el momento no tienen un destino final controlado, constituyendo un problema ambiental y sanitario muy grave. Sin embargo, implican un gran contenido energético debido a su poder calorífico que las hace aptas para su transformación en combustible útil en diferentes industrias, por lo que nace una oportunidad de negocio que permita aprovechar este desecho, generando una fuente alternativa de energía rentable, sostenible ambiental, y económicamente.

Entre las opciones que existen para aprovechar este residuo, se encuentra la pirólisis, que consiste en un calentamiento cerrado en ausencia de oxígeno, por lo que se disminuyen emisiones atmosféricas durante el proceso. Las condiciones utilizadas para este proyecto son propias de una pirólisis rápida, la cual genera mayor fracción líquida, siendo esta aceite pirolítico, producto principal de la idea de negocio.

El siguiente trabajo analiza la situación actual del mercado, sector y entorno, así como también recoge información de la viabilidad operacional y financiera de la idea de negocio, permitiendo tomar decisiones frente a la ejecución y puesta en marcha de este.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora Lina Magnolia Rangel Carreño. Magister en Gerencia de Proyectos. Codirectora María Paola Maradei García. Doctora en Química Orgánica.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Abstract

Title: Business plan for the creation of a pyrolysis plant to obtain synthetic fuel, as well as carbon black and steel from the use of end-of-life tires, located in the department of Santander. *

Author: Kari Alexandra Camacho Perez **

Key words: Pyrolysis, tires, utilization, transformation.

Description:

Used tires take more than 100 years to degrade naturally, so far they do not have a controlled final destination, constituting a very serious environmental and sanitary problem. However, they have a high energy content due to their calorific value, which makes them suitable for transformation into useful fuel in different industries, so a business opportunity has arisen to take advantage of this waste, generating an alternative source of profitable, environmentally and economically sustainable energy.

Among the options that exist to take advantage of this waste is pyrolysis, which consists of closed heating in the absence of oxygen, thus reducing atmospheric emissions during the process. The conditions used for this project are typical of a fast pyrolysis, which generates a greater liquid fraction, being this pyrolytic oil, the main product of the business idea.

The following work analyzes the current situation of the market, sector and environment, as well as collects information on the operational and financial feasibility of the business idea, allowing decisions to be made regarding the execution and implementation of the project.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora Lina Magnolia Rangel Carreño. Magister en Gerencia de Proyectos. Codirectora María Paola Maradei García. Doctora en Química Orgánica.

Introducción

El gran incremento energético generado como resultado de los avances de la industrialización y la tecnología han creado modelos insostenibles de obtención de energía con el fin de lograr cubrir la basta necesidad que en la actualidad se tiene de ella en todos los aspectos sociales. La energía se ha convertido en un elemento indispensable en el día a día de las diversas actividades humanas, donde desde cada hogar hasta las grandes industrias consumen enormes cantidades de este recurso. Como mencionan (Acevedo, M. C. 2000):

La teoría limitacionista del rumano, “bioeconomista” Georgescu – Roegen, advierte que la economía es un sistema parcial. Este proceso ni produce ni consume materia – energía, sólo los absorbe y expelle de forma continua. La interpretación es, que el proceso económico recibe recursos naturales valiosos y despide desperdicios sin valor. (p. 62)

Así pues, es crucial entender que los recursos son limitados. Actualmente la economía ha generado una fuerte dependencia a los combustibles fósiles para poder responder a esta gran demanda energética sin tener en cuenta que debe frenar el impacto ambiental que llega a dejar por la necesidad de cubrir estas alzas de energía. Esto sin tomar en cuenta que en algún momento se agotarán, por lo que es necesario mitigar el impacto reduciendo la dependencia a estos combustibles fósiles y buscando alternativas energéticas que sean igual de viables.

Por lo anterior, es necesario gestionar alternativas que sean igual de eficientes y rentables, pero también renovables. Una de las alternativas que surgen es la biomasa, la cual es un tipo de energía renovable que se obtiene de materia orgánica e inorgánica a través de un proceso biológico o mecánico. En el presente proyecto nos enfocaremos en dicha alternativa desde la reutilización

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

de llantas desechadas que se han reducido a basura, ya que estas tienen un componente natural y uno fósil, es decir, es un recurso semiorgánico.

Una de las ventajas que tiene la utilización de llantas como materia prima, a diferencia de otras como las biomásas, es su fácil recolección. Pues debido a su gran abundancia y disposición, es más asequible y rentable reunir llantas usadas que residuos orgánicos, convirtiéndose en un recurso semiorgánico ideal para transformarse en combustible. Sin embargo, también se representan retos, como: la homogenización de la materia prima para alimentar el proceso de pirólisis, y la cultura de reciclado en Colombia.

El proceso de pirólisis en cuanto a la obtención de energía, en sus diferentes productos, depende: por un lado, del tipo de proceso que se utilice, ya sea pirólisis convencional, pirólisis rápida, flash pirólisis o pirólisis ultrarrápida, y por el otro, de la materia prima principal que alimenta el proceso (llantas usadas en este caso). Los productos obtenidos serían: sólidos, líquidos o gaseosos. Hay ciertas condiciones de funcionamiento del proceso según sea la proporción de cada producto, tales como: tiempo de pirólizado, temperatura del proceso, tamaño de partículas de alimentación, o tasa de calentamiento.

La pirólisis escogida para este proyecto es la pirólisis rápida. Esta se diferencia de la pirólisis general en que: mientras la general se lleva a cabo por temperaturas entre los 300 – 600°C, presión atmosférica y en un ambiente inerte, la rápida se realiza en condiciones favorables de transferencia de calor y tasas de calentamiento de la biomasa, en un reactor con un control de temperatura óptimo alrededor de 500 °C. Se escogió por su maximización del rendimiento del líquido obtenido, pues evita la fragmentación térmica y catalítica de vapores que producen gaseosos no condensables, además de evitar la recombinación de productos primarios de pirólisis

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

a precursores de carbón. Por lo tanto, la pirólisis rápida es la que más se acerca al rendimiento del producto deseado para la planta, ya que tiene un 75% de rendimiento en producto líquido.

Por último, cabe mencionar que el consumo continuo de energías no renovables y la dependencia de la sociedad por estas, además de la contaminación y el impacto negativo que generan tanto en el medio ambiente como en la sociedad, promueve la búsqueda de fuentes alternativas innovadoras, eficientes y renovables que mitiguen y permitan el aprovechamiento de residuos mediante procesos certificados. Se encuentra oportuno el uso de residuos para la obtención de aceites y combustibles sintéticos, mediante el aprovechamiento de llantas por medio de procesos como la pirólisis, ya que este proceso permite aprovechar la totalidad de los componentes y mitiga el impacto que estas causan.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla cumplimiento de objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Desarrollar un análisis micro y macro del entorno para conocer las tendencias y el comportamiento del mercado de combustible sintético así como negro de humo y acero.	Capítulo 3
Realizar un estudio de mercado que permita identificar los potenciales clientes, necesidades y oportunidades, así como comunicar de manera efectiva la propuesta de valor.	Capítulo 4
Elaborar un estudio técnico que permita dimensionar la capacidad de la empresa en términos de procesos productivos, localización, distribución de planta, recursos y viabilidad técnica de los productos.	Capítulo 5
Formular la estructura organizacional, la estructura salarial y el manual de funciones de la planta, de manera que sirva de guía para la gestión futura del proceso.	Capítulo 9
Determinar los requerimientos legales, reglamentación y figura jurídica para la creación e implementación de una planta de pirólisis para reciclar llantas usadas.	Capítulo 7
Analizar el potencial impacto ambiental y social generado por la instalación de una planta de pirólisis que transforme neumáticos fuera de uso en combustible sintético así como negro de humo y acero.	Capítulo 10
Realizar un análisis financiero y de rentabilidad que permita determinar la viabilidad financiera de la instalación de una planta de pirólisis que mediante el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso, obtenga combustible sintético así como negro de humo y acero.	Capítulo 8
Formular el direccionamiento estratégico de la idea de negocio definiendo la misión, visión, objetivos y las políticas empresariales que garanticen la sostenibilidad de la empresa en el mercado.	Capítulo 11

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

1. Generalidades del proyecto

Este proyecto se propone el diseño de un plan de negocios efectivo para la creación de una planta de pirólisis en Santander.

1.1. Título

Plan de negocio para la creación de una planta de pirólisis que mediante el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso obtenga combustible sintético, así como gas, negro de humo y acero, ubicada en el departamento de Santander.

1.2. Alcance

El proyecto llega hasta la elaboración del plan de negocio, teniendo en cuenta fuentes secundarias e investigación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar el plan de negocio para la creación de una planta de pirólisis, que mediante el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso, obtenga combustible sintético, así como negro de humo y acero ubicada en el departamento de Santander.

1.3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un análisis micro y macro del entorno para conocer las tendencias y el comportamiento del mercado de combustible sintético, así como negro de humo y acero.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- Realizar un estudio de mercado que permita identificar los potenciales clientes, necesidades y oportunidades, así como comunicar de manera efectiva la propuesta de valor.
- Elaborar un estudio técnico que permita dimensionar la capacidad de la empresa en términos de procesos productivos, localización, distribución de planta, recursos y viabilidad técnica de los productos.
- Formular la estructura organizacional, la estructura salarial y el manual de funciones de la planta, de manera que sirva de guía para la gestión futura del proceso.
- Determinar los requerimientos legales, reglamentación y figura jurídica para la creación e implementación de una planta de pirólisis para reciclar llantas usadas.
- Analizar el potencial impacto ambiental y social generado por la instalación de una planta de pirólisis que transforme neumáticos fuera de uso en combustible sintético, así como negro de humo y acero.
- Realizar un análisis financiero y de rentabilidad que permita determinar la viabilidad financiera de la instalación de una planta de pirólisis que mediante el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso, obtenga combustible sintético, así como negro de humo y acero.
- Formular el direccionamiento estratégico de la idea de negocio definiendo la misión, visión, objetivos y las políticas empresariales que garanticen la sostenibilidad de la empresa en el mercado.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

1.4. Marco teórico (Conceptos básicos)

1.4.1. *Materia prima: Neumáticos fuera de uso (Llantas de caucho)*

En la producción de neumáticos, las clases de caucho más usadas son los cauchos naturales (NR), polibutadienos (BR), estireno – butadieno (SBR), y polisoprenos sintéticos (IR). Algo en común: todos, una vez vulcanizados, pueden ser muy duraderos, por lo que necesitarían una gran cantidad de tiempo para su degradación (Castro I. G., 2008).

El caucho natural se extrae del árbol *Hevea brasiliensis* también conocido como el árbol del caucho o la planta del caucho. El caucho sintético puede estar hecho de uno de los dos compuestos, a saber, el caucho butílico o el caucho de estireno butadieno que se deriva de los productos del petróleo. El importante aspecto de la elasticidad del neumático es principalmente impartido por el caucho natural, por lo que los neumáticos pueden ser temporalmente deformados bajo estrés externo (Arya, Sharma, Rawat, & Agrawal, 2020).

Cada parte de la composición de neumáticos comprende una complejidad en forma y funciones de los materiales que lo componen. También le agregan otros componentes para mejorar sus propiedades como: el negro de humo, desarrollado de partículas de carbono muy pequeñas que incrementan la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste; textiles y de acero generalmente en forma de hilos que dan resistencia a los neumáticos; algodón, nylon y poliéster; aceites minerales (aromáticos, nafténicos y parafínicos) y de tipo éster; y el azufre que se usa para entrecruzar las cadenas de polímero en el caucho (Castro I. G., 2008). Las proporciones típicas porcentual de los componentes presentes en los neumáticos fuera de uso se muestran en la tabla 1.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 1.

Composición típica porcentual por componentes de un neumático fuera de uso.

Componente	Turismo	Vehículos pesados
	(%)	(%)
Caucho y elastómeros	48	45
Negro de humo	22	22
Refuerzos metálicos (Acero)	15	25
Refuerzos textiles	5	0
Óxido de zinc	1.2	2.1
Azufre	1	1
Aditivos y otros	7	5
Peso del neumático (Kg)	6.5 – 9	55 – 80

Nota. Adaptado de European Tyre Recycling Association, ETRA

El principal compuesto del neumático es el caucho y representa casi la mitad de su peso. Entre los componentes dominantes en la fabricación del neumático además del caucho están, negro de humo y acero, alrededor del 40% de la composición típica total del neumático.

Según la Rubber Manufacturers Association, la asociación de fabricantes de caucho de EE. UU, se tiene otra versión acerca de la composición y características de los diferentes tipos de neumáticos, en las tablas 2 y 3, se muestran los componentes dependiendo del uso y capacidad de los neumáticos.

Tabla 2.

Composición típica de neumáticos de pasajeros (automóviles y camionetas).

Caucho natural	14%
Caucho sintético	27%
Negro de humo	28%
Acero	14% - 15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, entre otros.	16% - 17%
Peso promedio	8.6 kg
Volumen	0.06m ³

Nota. Adaptado de (Castro I. G., 2008)

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 3.*Composición típica de neumáticos MCT (camiones y microbuses).*

Caucho natural	27%
Caucho sintético	14%
Negro de humo	28%
Acero	14% - 15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, entre otros.	16% - 17%
Peso promedio	45.4 kg
Volumen	0.36m ³

Nota. Adaptado de (Castro I. G., 2008)

La diferencia más representativa en las composiciones presentadas en las tablas 2 y 3, está, en el porcentaje de utilización de caucho natural y caucho sintético, ya que, los neumáticos para vehículos de mayor carga como camiones, buses y busetas presentan mayor porcentaje de composición de caucho natural, y mayor peso, lo que podría abrir un camino para enfocarse en la búsqueda y reciclaje de este tipo de llantas, y así, obtener un producto combustible más amigable con el ambiente.

La composición química elemental típica de los neumáticos usados se recoge en la tabla 4, la cual especifica la composición química típica de un neumático usado, ya que al ser transformado por un proceso térmico como lo es la pirolisis, es necesario conocer las características químicas presentes en la materia prima (llantas usadas) que alimenta al proceso y origina el presente proyecto. Los neumáticos al terminar su vida útil se convierten en materia prima abundante para ser aprovechada, y en cuanto a su composición puede variar según el uso a que este destinado o país de fabricación.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 4.

Composición química elemental de un NFU (Neumático fuera de uso).

Elemento	% peso
C (Carbono)	70
H (Hidrogeno)	7
S (Azufre)	1
N₂ (Di-nitrógeno)	0.5
O (Oxígeno)	4
ZnO (Óxido de Zinc)	1
Fe (Hierro)	16
Acido esteárico	0.3
Halógenos	0.1
Ligandos cupríferos	200 mg/kg
Cd (Cadmio)	10 mg/kg
Cr (Cromo)	90 mg/kg
Ni (Níquel)	80 mg/kg
Pb (Plomo)	50 mg/kg

Nota. Adaptado de *European Tyre Recycling Association, ETRA.*

Químicamente el neumático tiene una composición que se basa en un gran porcentaje de sustancias provenientes del petróleo, por lo que conlleva una capacidad calorífica alta cercana a las 7.500 kcal/kg. Lo que lo convierte en una alternativa viable para sustituir los combustibles fósiles como el fuel oil, utilizado en industrias de gran demanda energética, que abarca cualquier industria que emplee procesos de calentamiento llevado a cabo en hornos, quemadores, y secadores, para la elaboración de sus productos.

1.4.2. Proceso de pirólisis

La pirólisis es un proceso termoquímico que convierte la materia orgánica en productos útiles, con un alto rendimiento, mediante calentamiento a temperatura moderadamente alta (350-650°C) y en ausencia de oxígeno. Por su capacidad de tratamiento, es el método más eficaz para competir con las fuentes de combustibles no renovables (Sullivan & Ball, 2012).

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Desde un punto de vista químico, la pirólisis es un proceso complejo. Generalmente, se lleva a cabo a través de una serie de reacciones en las que influyen muchos factores: la estructura y composición de la materia prima, la tecnología utilizada, la velocidad de calentamiento, el tiempo de residencia, la velocidad de enfriamiento y la temperatura del proceso. (Bridgwater, 1999)

Los aceites o fracción líquida de la pirólisis, conocido como “aceites” o “ácidos piroleñosos”, se obtienen por enfriamiento y condensación de los gases producidos durante el proceso de pirólisis. Dependiendo de las condiciones de operación, el balance en peso de los tres productos finales puede cambiar, siendo la temperatura la variable operativa que más influye en el rendimiento y en las características fisicoquímicas de los productos finales del proceso. Un aumento de la temperatura produce un mayor rendimiento de la fracción gaseosa (Demirbas, 2007).

1.4.3. Tipos de Pirolisis

Dependiendo de las especificaciones asignadas al proceso, varía la clase de pirólisis y el tipo de reactor. Estas se alteran frente a la velocidad de calentamiento, el tiempo de residencia y la temperatura final. Entre los tipos de pirólisis se encuentran: carbonización, pirólisis convencional, pirólisis rápida, pirólisis flash de gases y líquidos, pirólisis ultra rápida, pirólisis a vacío, hidro-pirólisis y metano pirólisis. A continuación, se explican las condiciones bajo las cuales se presentan los tipos más comunes de pirólisis:

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

1.4.3.1. Pirólisis convencional. Se presenta el tipo de pirólisis convencional con una velocidad de calentamiento lenta, alcanzando una temperatura máxima entre 500 °C. En estas condiciones, se obtienen tres productos: sólidos, líquidos y gases, sin embargo, la mayor proporción de producto obtenido a partir de este tipo de pirólisis es sólido, que sería negro de humo en el caso de este proyecto (Pinedo, 2013).

1.4.3.2. Pirólisis rápida. En esta, el material es calentado en ausencia de oxígeno y a temperaturas muy altas de entre 500°C y 800°C, a una gran velocidad. Su utilización es en mayor medida para producir aceites naturales amigables con el ambiente. Los rendimientos en peso de esta fracción son muy superiores a los que se obtienen en la pirólisis convencional.

Al calentarse rápidamente la materia prima a temperaturas muy altas, acompañado de un enfriamiento rápido posterior, ocasiona que la condensación de la fracción líquida se produzca sin que se lleven a cabo las reacciones de craqueo de los compuestos de elevado peso molecular, que pasan a formar parte de los gases no condensados. A gran escala para ser comercializado se ha logrado solamente con reactores de lecho fluido y se han instalado plantas pilotos en varios lugares dentro de la Unión Europea (Özbay, Varol, Uzumn, & Pütünb, 2008) .

1.4.3.3. Flash pirólisis o pirólisis ultrarrápida. Este tipo de pirólisis a diferencia de la rápida se da a más alta temperatura, de alrededor 700°C y los tiempos de residencia son aún más cortos, por eso recibe el nombre de flash pirólisis. Sin embargo, su mayor rendimiento corresponde a los gases. Aunque si varían las condiciones también es una vía prometedora en lo que respecta a la producción de aceites.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

1.5. Justificación de la idea de negocio

Debido a la poca vida útil que tienen las llantas de caucho (18 meses aproximadamente) y a los inadecuados procesos de disposición final que se le aplican, estas generan un impacto ambiental negativo por la contaminación del agua, el suelo y los espacios públicos. El abandono, la acumulación en almacenes, los basureros o la quema a cielo abierto de manera incontrolada generan una problemática social, produciendo consigo consecuencias tanto económicas como sanitarias. Dado lo anterior, se identificó una oportunidad de negocio sobre una problemática de consumo y desechos. El incremento de consumo de llantas de caucho continuará, esto, hace pertinente el desarrollo de un plan de negocio que utilice los residuos en disputa (llantas usadas), y los transforme en productos que impacten mercados potenciales, lo que brinda, una solución sustentablemente social, ambiental y económica, que permite contribuir al medio ambiente, generar empleo y utilidades favorables.

El proceso de pirólisis brinda un aprovechamiento energético de neumáticos fuera de uso, con la menor cantidad de emisión durante el proceso (Bridgwater, A. V. 1999). La química Laresgoiti ha comprobado la posibilidad de utilizar pirólisis para recuperar parte del gasto energético y material de la fabricación de neumáticos, afirmó que las llantas son una materia prima óptima para llevar a cabo el proceso de pirólisis, debido a que el caucho que se encuentra en su estructura está compuesto por hidrocarburos, los cuales contienen elevados poderes caloríficos que permiten recuperar energía (Laresgoiti, 2010). Además, otra fuente menciona que la pirólisis es un método ambientalmente atractivo para el tratamiento de residuos de neumáticos (Islam, Islam, Mustafati, Rahim, & Haniun, 2013).

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

La composición química de la llanta, al estar constituida con un alto porcentaje de sustancias derivadas del petróleo, lleva asociado un poder calorífico alto convirtiéndolo en una materia prima potencial para la obtención de productos para la industria. Entre los productos obtenidos y las aplicaciones de estos se encuentran: 1) líquido, como aceite pirólitico, el cual, se utilizaría para generar energía en grandes industrias que requieren calefactores, calderas, hornos, también, se puede realizar un proceso de refinamiento y obtener diésel sintético, o utilizar como insumo para materias primas de interés industrial, por ejemplo, elaboración de adhesivos; 2) sólido, negro de humo, agregado para la producción de pavimentos, tintes, también, utilizado en canchas sintéticas, juegos infantiles y en la producción de nuevos neumáticos; y 3) gas, que podría emplearse como combustible para alimentar al propio reactor de pirólisis, reduciendo los costos de energía del proceso, o igualmente, como sustituto de gas fósil y generador de energía. (Mariño & Suárez, 2018)

2. Antecedentes

El consumo de combustibles aumento en Colombia desde finales del siglo XIX momento en que llegó la industrialización, gracias a los beneficios de mercados motivados por la primera guerra mundial, también, trajo consigo la alta producción, constante consumo y el aumento de desechos con disposiciones finales inadecuadas.

Las llantas son catalogadas en Colombia como un residuo especial, no un residuo peligroso (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Sin embargo, los inadecuados procesos de disposición final que se le aplican generan un impacto ambiental negativo. La Resolución 1326 del 2017 dictaminó la correcta disposición de llantas usadas, prohibió su abandono en sitios públicos, la práctica de enterrar las llantas como método de disposición final, almacenaje en

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

espacios a cielo abierto, uso de llantas usadas en procesos de combustión, también prohíbe la invasión en espacios públicos y la acumulación en rellenos sanitarios de todo el país.

Las llantas usadas pueden transformarse en nuevos productos o implementar sus componentes en otros procesos de manufactura, esto se convierte en una cultura de reciclaje, la que hoy por hoy es una tendencia mundial, en vista que, el reciclaje no es preventivo sino curativo. El proyecto de la implementación de una planta para la generación de diésel sintético a partir de llantas usadas por medio del proceso de pirólisis, en la ciudad de Bogotá realizado por estudiantes de la Universidad Piloto de Colombia en el 2019, apostó a una nueva idea de negocio. El proyecto antes mencionado, comprenden la cadena de valor de las llantas una vez finaliza su vida útil, a partir de los componentes y de acuerdo con el tratamiento que se le apliquen, se prevé obtener: polvo de caucho, fibra textil, acero, y luego del proceso de pirólisis, diésel sintético. Este combustible sintético presenta grandes ventajas: 1) es un combustible más respetuoso con el medio ambiente que contiene bajas emisiones de azufre, 2) genera menos emisiones de gases contaminantes y sustancias perjudiciales para la salud, como dióxido de carbono, hollín o benceno y, 3) se puede transportar con más facilidad que el diésel y es más biodegradable (Suárez, Andrade, & Olarte, 2019).

También, en el año 2016, estudiantes de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito realizaron un proyecto de grado para estudiar la pre factibilidad del montaje de una empresa productora de diésel sintético a partir de llantas usadas en Bogotá, ellos valoraron, la planta de producción, para poner en funcionamiento la idea de negocio, y debía tener como mínimo 1.000m², con la siguiente distribución: 300 m² para los equipos de la planta, 600 m² para la bodega de almacenamiento de llantas usadas y 100 m² para las oficinas administrativas. En el estudio

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

administrativo del mencionado proyecto, se observan actividades requeridas para la ejecución y la operación del proceso de aprovechamiento de neumáticos fuera de uso y cada una de estas actividades posteriormente se distribuye por área (Pulido, Rincón, & Castaño, 2016). Este estudio brinda indicios favorables de la puesta en marcha de una empresa productora de combustible sintético, a partir de neumáticos fuera de uso.

Así mismo, el proyecto elaboración del estudio de pre factibilidad para el montaje de una empresa productora de diésel sintético a partir de llantas usadas en Bogotá, se evidencia la oportunidad de negocio en el aprovechamiento de diversos factores como: 1) materia prima, disponible para transformar en un producto que se puede comercializar con un mayor valor de mercado, 2) tecnologías disponibles comercialmente y probadas en otros países para transformar las llantas usadas en diésel con bajos niveles de azufre, 3) crecimiento del parque automotor en Colombia durante la última década, que está directamente relacionado con la disponibilidad de llantas usadas debido a la rotación de las mismas al finalizar su vida útil, 4) baja competencia debido a que sólo se ha identificado un productor que está fuera de la zona de influencia del proyecto, beneficios tributarios en la importación de los equipos requeridos por el proyecto (Pulido, Rincón, & Castaño, 2016).

2.1. Concepto del negocio

Planta pirolítica que, mediante la degradación térmica de residuos desechables, llantas usadas, y por medio del proceso de pirólisis, obtenga aceite combustible pirolítico, que es combustible sintético, así como también negro de humo y acero. Se expone una alternativa ambientalmente sostenible para el aprovechamiento de estos desechos, mitigando el impacto de su abandono, asimismo, generando productos para las industrias del sector energético, sector

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

construcción, sector calzado, y de carreteras con la ventaja de que estos provienen de fuentes reciclables con procesos de alto rendimiento.

La recolección de materia prima se contempla a nivel nacional, se prevé gestionar con entidades ya constituidas y dedicadas al aprovechamiento y valorización de llantas usadas, entidades como la Corporación Rueda Verde, la cual, adelanta su labor en 20 de los 32 departamentos de Colombia con la colocación de 177 puntos de recolección de llantas y un balance de más de 6'500.000 llantas recogidas en los últimos cuatro años (Dinero, 2017). Uno de los rubros más importante de la viabilidad del proyecto es obtener la materia prima y homogenizarla para que ingrese al proceso junto con las especificaciones técnicas preestablecidas.

Con una propuesta de valor que asegura la contribución al cuidado del medio ambiente durante cada etapa del proceso de desarrollo de la idea de negocio, se logra proyectar las acciones que mitigan la contaminación de este iniciando con la recolección y el reciclaje de llantas usadas, que al ser un residuo con grandes antecedentes de contaminación en Colombia y una inadecuada disposición final se convierte en una problemática abordada, así como durante el proceso productivo, al aplicarse el proceso de pirolisis, que produce baja generación de gases contaminantes como óxidos de nitrógeno y azufre a diferencia de otros procesos como los producidos en la incineración o gasificación; Por último se resalta otro factor de mitigación de la contaminación ambiental durante la distribución, al brindar productos transformados e igualmente amigables con el medio ambiente.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

3. Análisis del sector

Los análisis micro y macro del sector, se realizaron en torno al sector industrial, específicamente para aquellas empresas que requieren cantidades considerables de combustible fuel oil y negro de humo, en la elaboración de productos. El comportamiento del sector está sujeto a factores que se relacionan y marcan la dinámica tanto de la demanda como la oferta, dando como resultado, tendencias y nuevas oportunidades.

3.1. Análisis del macroentorno PESTEL

3.1.1. Factores políticos.

El plan energético nacional “Colombia: Ideario energético 2050”, expresa y adopta como punto importante en toda su planeación la búsqueda y utilización de energías limpias y renovables, brindando acceso a beneficios tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida), por lo que se ve oportunidad para iniciar esta idea de negocio (Unidad de Planeación Minero Energetica, 2015).

En Colombia el sector energético, que incluye los combustibles líquidos, genera la mayor parte de emisiones contaminantes para el ambiente, por consiguiente el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece lineamientos de política de energéticos en los que motiva a introducir el uso de combustibles más limpios, y aplicar nuevas tecnologías, favoreciendo el desarrollo de esta idea de negocio.

Las grandes empresas que se instalan y establecen en Colombia, lo hacen, bajo un temor de la posibilidad de robo o extorción, de grupos armados al margen de la ley, que atemoriza al país, redes criminales dedicadas al narcotráfico, o al contrabando. Narcotráfico, robo de

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

combustible, extorsión, corrupción política, asesinatos, mercenarismo, son alguna de las fuentes de financiación y lucro de estos grupos armados. En Colombia es común el robo de combustible o diversidad de delitos alrededor del petróleo. (Pérez H. M., 2020).

Los registros de Ecopetrol señalan que entre enero y octubre del años 2018, han sido robados 1.160 barriles de petróleo en promedio al día, mientras que en refinados han sido 23,91 barriles diarios (El Tiempo, 2018). El país lucha una guerra interna, con la ilegalidad, contrabando y corrupción, esto se considera una amenaza para la idea de negocio, debido a la naturaleza de la empresa, en producir combustible, y la alta inversión que requiere el proyecto.

3.1.2. Factores económicos.

La crisis sanitaria mundial que actualmente se vive a causa del virus COVID-19, ha afectado en gran medida los indicadores económicos de cada país. En Colombia, desde el inicio de la cuarentena, el martes 24 de marzo a la media noche, se disminuyó considerablemente el ritmo de consumo y por ende, el ritmo industrial. Para marzo de 2020, de acuerdo con el Departamento Nacional de Estadística (DANE), la producción real de la industria manufacturera presentó una variación de -8,9% frente al mismo mes del año anterior (DANE, 2020). Para el año 2020 (enero-marzo), la industria manufacturera presentó una variación de -0,4% (DANE, 2020)

Teniendo en cuenta que la disponibilidad presente y futura de la materia prima (llantas usadas) es parte fundamental para la puesta en marcha del presente proyecto, se debe realizar un análisis de influencia con relación al consumo de este residuo y el cómo afectaría la idea de negocio. El Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), registra a corte del 31 de diciembre de 2019, un total del parque automotor de 15.337.965, dividido en 58% Motos, 41% vehículos y 1% de maquinaria, remolques y semirremolques.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

El sector energético significa el 12% de los ingresos del Gobierno colombiano y el 38% de la inversión extranjera directa. Además, existe en Colombia una tendencia monopolística en la producción del combustible concentrada en Ecopetrol y los precios que se imponen son regulados por el gobierno colombiano. También se debe considerar el precio del Petróleo WTI (Dólares por barril) (US\$39,82, Julio 1) es de interés en todo momento en el desarrollo y la puesta en marcha del proyecto, ya que, este producto, es la materia prima para los principales competidores del combustible sintético, fuel oil, y keroseno. Para navegar sobre un sector controlado por la oferta y la demanda se debe considerar siempre estos indicadores que pronostiquen el tiempo y respuestas del mercado.

El último informe de Tendencias de Inversión en Exploración y Producción (E&P) en Colombia, realizado por la Asociación Colombiana de Petróleo (ACP), revela que 26 compañías representan el 94% de la producción del país y el 81% de la exploración de combustibles. (Pérez K. C., 2020). Esto presenta una oportunidad porque se concentra la oferta, la competencia y los potenciales clientes.

3.1.3. Factores sociales.

En la actualidad se vive una crisis ambiental a nivel global, el mundo se ha sumergido en un consumismo desmedido, y las industrias en su mayoría no se hacen responsables de sus productos al terminar la vida útil. El reciclaje, ya no es para prevenir, ahora, es un medio correctivo, para mitigar el deterioro del planeta tierra. Reciclar debería ser obligatorio en Colombia, como lo es en Suiza, Austria, Alemania, o Bélgica, pero es una costumbre que hasta el momento empieza a tomar fuerza. Alrededor de esta premisa, los consumidores y los gobiernos apoyan procesos y productos que contribuyan a mitigar la contaminación, y en vista de esto, las empresas están

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

reformando sus estrategias alrededor de propuestas amigables con el medio ambiente, y así, ser competitivos contribuyendo en el cuidado del medio ambiente. Este factor se analiza como una ventaja en nuestra idea de negocio, debido a los productos que se ofrecen a esas empresas insumos (Materia prima) alrededor de una propuesta de reciclaje y con menor impacto atmosférico, en el caso del combustible sintético.

Colombia se encuentra en desarrollo constante, quiere entrar a competir como una potencia en el futuro, para lo cual debe fomentar una cultura sostenible ambientalmente. Los medios virtuales cada vez son más importantes, y los consumidores están conectados e informados de las cadenas de suministro que siguen sus productos habituales, es pertinente que las empresas desarrollen estrategias que incorporen energías sostenibles en sus procesos.

Además, debido al evidente incremento de la población y la movilidad social, según datos del Banco Interamericano de Desarrollo, la clase media en Colombia pasó de ser 18% de la población a ser el 55% en la última década. Esto significa que el ingreso per cápita ha crecido, lo que se traduce en mayor capacidad para adquisición de vehículos y, en consecuencia, uso de llantas, esto genera mayor consumo, aumentando la cantidad de materia prima que se tendrá disponible para el proceso.

3.1.4. Factores tecnológicos.

La pirólisis es una tecnología desarrollada y que ha sido probada en otros países. Una de las empresas que ha sido certificada por la Constitución Española (CE) y la Organización internacional de estandarización (ISO) es la Henan Mingjie Environmental Equipamiento Co., Ltd., empresa medioambiental de alta tecnología, que abarca la investigación y el desarrollo, la fabricación, las ventas y la exportación de plantas de pirolisis, con 20 años de experiencia en el

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

mercado y todos los productos de Mingjie. El desarrollo de nuevas tecnologías es una oportunidad para el negocio.

La pirólisis no es una tecnología nueva, sin embargo, Colombia no cuenta con empresas que se familiaricen con la instalación y puesta en marcha de una planta de este tipo. Al ser relativamente nueva en el país, se navega sobre una curva de aprendizaje, se debe considerar que la instalación y puesta en marcha es un reto, se dimensiona como amenaza, en vista que, el desarrollo y cumplimiento de metas está relacionado con las características propias que maneja el proceso e índice en la calidad del combustible sintético.

3.1.5. Factores jurídico-legales.

En la búsqueda de leyes y normativas que aplican en la puesta en marcha de esta idea de negocio, se resalta la Ley 1715 de 2014 que fomenta la utilización de fuentes no convencionales de energía brindando beneficios tributarios, siendo muy favorable para este proyecto que obtendrá combustible sintético de un desecho(llantas usadas). También se destaca la Resolución 1326 del 06 de julio de 2011, que establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas, facilitando la recolección de la materia prima principal.

Esta idea de negocio al obtener un combustible, acreditado por la Resolución 1488 de 2003 que establece el uso de las llantas usadas como combustible, debe tener en cuenta las normativas que rigen este sector industrial, tales como la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, del Ministerio del Medio Ambiente la cual regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial. Así como también la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995 artículo 10, que hace referencia de la

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

certificación de la calidad de los combustibles líquidos, son normativas que si son cumplidas no interfieren con el desarrollo del negocio.

3.1.6. Factores ambientales.

La Resolución 1457 de 2010 del Ministerio de Medio Ambiente establece el requerimiento de sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de las llantas usadas. Cualquier cambio en la regulación afecta directamente al proyecto puesto que es la materia prima de la planta para la producción de combustible sintético (Resolución N°1714, 2010). Lo que representa una oportunidad porque la materia prima se concentra en puntos de acopio.

Las llantas usadas son una fuente de contaminación ambiental y un problema sanitario a nivel nacional, principalmente en Bogotá. Al existir la necesidad de disposición final de llantas usadas, se convierte en una oportunidad para el proyecto, ya que, se da uso del desecho (llantas usadas) y aporta en la solución de la problemática brindando una oportunidad tanto para el medio ambiente como para la generación de ingresos.

El proyecto no requiere utilizar materia prima que disminuya recursos naturales, no es necesaria la utilización de agua, ni otro recurso de la tierra. Así mismo, se aprovecha el uso de un material que se considera un problema ambiental y sanitario, el cual se transforma en una fuente de energía alternativa y sostenible.

La obtención de combustible sintético presenta ventajas frente a los tradicionales fósiles, en vista que son más respetuosos con el medio ambiente al contener bajos niveles de azufre, generando menos emisiones de gases contaminantes y sustancias perjudiciales para la salud, como

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

dióxido de carbono, hollín o benceno y adicionalmente se puede transportar con más facilidad que el diésel. (Suárez, Andrade, & Olarte, 2019).

3.1.7. Conclusión análisis PELTEL

De acuerdo con el análisis macro del entorno se concluye que la idea de negocio presenta oportunidades frente a las legislaturas, ya que, el gobierno favorece las ideas de negocio que mitiguen la contaminación al medio ambiente y favorezcan su cuidado.

Respecto a los factores políticos, se encontraron contras debido a la corrupción y los peligros de extorsión y robo por parte de los grupos armados. En los factores económicos, a pesar de que ha caído la economía en Colombia con la emergencia de la Covid-19, hay oportunidades pues existe disponibilidad de materia prima y una gran demanda energética y de combustibles. Respecto a los factores sociales, Colombia va en aumento en la adquisición de automóviles y, por lo tanto, incrementan los desechos de llantas. Además, en el panorama nacional frente a la problemática mundial del cambio climático, el país debe necesariamente implementar medidas que sean amigables con el ambiente, por lo que este tipo de proyectos se están incentivando bastante. El espacio comprendido socialmente presenta oportunidad frente al negocio, puesto que, la cultura ciudadana y de consumo se ha reformado de tal forma que la responsabilidad ambiental de las empresas es de gran importancia a la hora de escoger un producto o servicio.

También, en vista que Colombia es un país en vía de desarrollo, prevé diferentes dificultades frente a una nueva tecnología, al ser relativamente nueva, se prevé una amenaza por la compleja búsqueda de instalación y mantenimiento en el territorio nacional, pero genera ventaja al negocio por ser pioneros en el desarrollo de esta forma de aprovechamiento y valorización de llantas usadas.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Por último, en lo referente a factores ambientales el panorama es muy favorable, puesto que hay una problemática en el país por el excesivo desecho de llantas, este proyecto no implica el uso de materias primas naturales, y ciertos decretos aventajan el combustible sintético frente a los fósiles.

3.2. Análisis del microentorno 5 fuerzas de Porter

El análisis de las 5 fuerzas de Porter es una herramienta propicia para analizar de cerca el comportamiento de la competencia y el mercado de interés. Los productos que se consideran en el análisis son: negro de humo, fuel oil (aceite de pirólisis combustible) y acero. No se considera el gas como un producto de venta, se espera obtener la menor cantidad de este, y lo que resulte se utilizará para alimentar el proceso y bajar costo de energía.

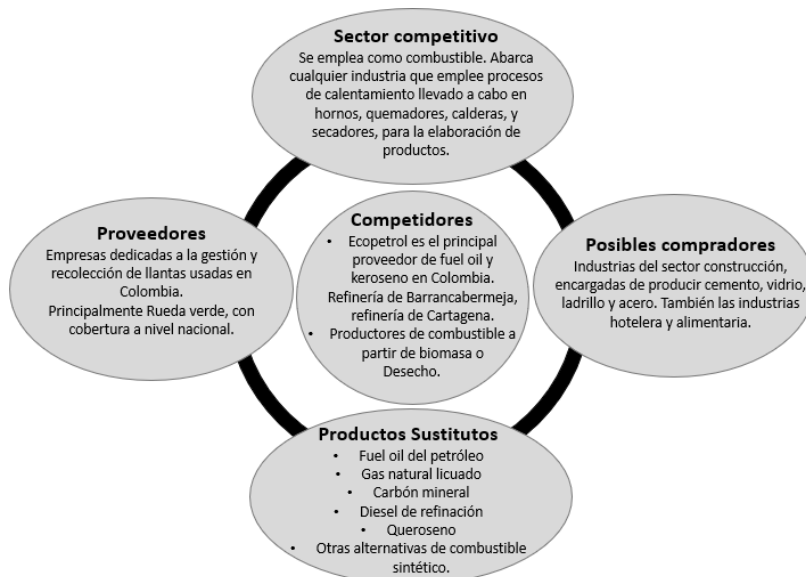
3.2.1. Aceite de pirólisis combustible.

Extraído a partir de llantas usadas, con un alto poder energético, pero menores emisiones de azufre, utilizado en todo tipo de industrias que requieran la producción de calor directo en quemadores de hornos, secadores y calderas, también usado como combustible de aviones, y para generar energía mecánica o eléctrica.

Figura 1.

Análisis 5 fuerzas de Porter para el aceite de pirólisis combustible.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLÍISIS

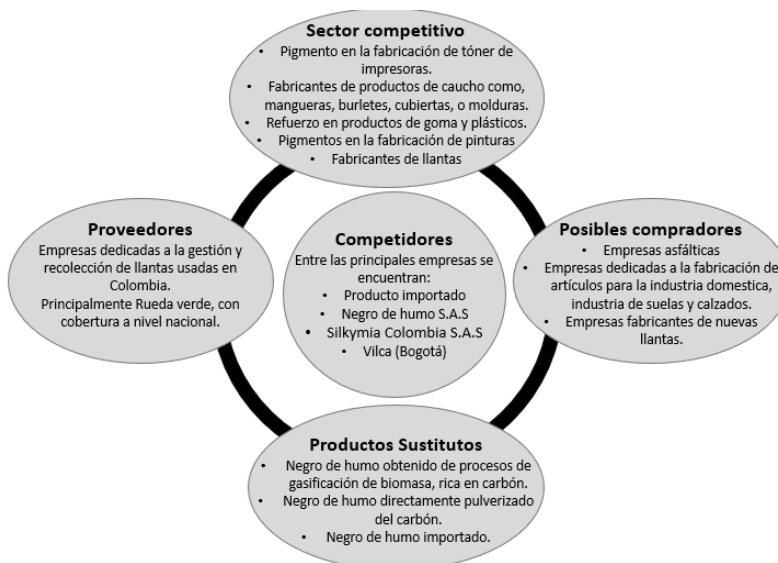


3.2.2. Negro de humo

El negro de humo es un producto que está en el mercado desde hace muchos años en aplicaciones industriales, debido a su amplia gama de usos.

Figura 2.

Análisis 5 fuerzas de Porter para el negro de humo.



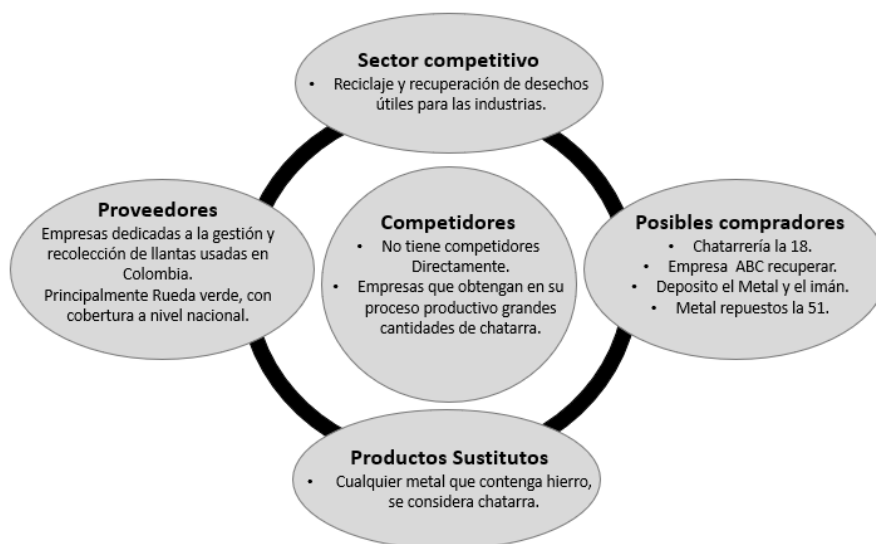
PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

3.2.3. Acero.

Su obtención hace parte del proceso de trituración, se verá como chatarra, y se venderá a empresas dedicadas al reciclaje y recuperación de este tipo de material en el área metropolitana de Bucaramanga. Útil para empresas orientadas a la producción, abastecimiento de barras y perfiles de acero laminado. Los filamentos de acero extraídos del proceso no tendrán tratamiento con respecto a la calidad, tipo, ni cantidad de acero, además, este producto se podrá utilizar en la fabricación de clavos y fierro para construcción.

Figura 3.

Análisis 5 fuerzas de Porter para el acero.



3.2.4. Conclusión análisis 5 fuerzas de Porter

En conclusión, el proyecto tiene una buena perspectiva, ya que, la revaloración de las llantas usadas comprende diversos productos que tienen salida en el mercado. Siendo el aceite de combustible el de mayor potencial, con un buen panorama de clientela, aunque también con

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

competencia en la oferta. Sin embargo, sigue siendo un producto novedoso en el país con salidas favorables. El negro de humo, por su parte, también tiene potencial demanda, pero con grandes competidores y productos sustitutos. Por último, aunque el acero no es el producto al que más se apunta, aun así, representa una ganancia al ser vendida como chatarra a diferentes empresas recicladoras.

3.3. Análisis DOFA

Se utiliza la herramienta DOFA para proporcionar una visión amplia del escenario de esta idea de negocio, los puntos fuertes, débiles, amenazas y oportunidad de la puesta en marcha de una planta transformadora de llantas fuera de uso en combustible sintético, negro de humo y acero.

Figura 4.

Análisis DOFA.

I N T E R N O	Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> • La materia prima principal son desecho contaminantes (llantas fuera de uso). • Se aplican procesos de máximo aprovechamiento de la materia prima. • El combustible a obtener contiene una propuesta ambiental y diferenciadora al provenir de una fuentes no convencional. 	Debilidades <ul style="list-style-type: none"> • La tecnología de pirólisis es nueva en Colombia, no se tiene referencia de plantas instaladas en el territorio nacional. • incertidumbre del mercado de combustibles sintético en Colombia.
	Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> • Los productos obtenidos son indispensables en cada una de las industrias o sectores a incursionar. • Las industrias están en proceso de cambio y conciencia ambiental. • Normativas que favorecen las alternativas de transformación y valoración de desechos. 	Amenazas <ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de los potenciales clientes sobre rendimiento y eficiencia de los productos a obtener. • Decaída en las industrias objetivo, por la crisis Covid-19. • Producción limitada.
E X T E R N O		

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Se concluye sobre el análisis DOFA que la idea de negocio tiene puntos muy favorables al tener una propuesta de valor alrededor de la transformación y valoración de un residuo desechable (llantas usadas), aplicando una tecnología de máximo aprovechamiento. También se destaca en las debilidades y amenazas que la desinformación es el principal actor, sin embargo es posible disminuir y neutralizar rápidamente con estrategias de mercadeo.

4. Análisis de mercado

En este capítulo se analiza el histórico de precios, demanda y oferta del mercado actual de aceite combustible y negro de humo en Colombia, así como también los posibles proveedores de la materia prima, por medio de la investigación de fuentes secundarias. En vista que el fuel oil es el producto más similar al producto principal que produciremos, aceite combustible pirólítico, los datos e información utilizados serán en base a este, dado que, no se encuentran evidencias de estudios estadísticos publicados del mercado de combustibles sintéticos en Colombia para el producto producido por nuestra planta.

4.1. Objetivo

Identificar la demanda de los últimos años de fuel oil, los potenciales clientes, necesidades y oportunidades en Colombia alrededor de la venta del combustible sintético, así como negro de humo y acero, con el fin de estimar mercados objetivos y pronósticos de ventas.

4.2. Materia prima- proveedores

La materia prima que se utilizará como base para la elaboración de los productos, será caucho desechado, correspondiente a neumáticos fuera de uso. A través de un proceso pirolítico

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

se espera obtener aceite combustible o fuel oil, negro de carbón o carbón pirolítico y acero, la pirólisis es un método ambientalmente efectivo para el tratamiento de residuos de neumáticos. Además, las llantas son una materia prima óptima para realizar un proceso de pirólisis pues el caucho que se encuentra en la estructura del neumático está compuesto por hidrocarburos, y estos contienen grandes poderes caloríficos que permiten recuperar energía (Ochoa y Mahecha, 2018).

Para este proyecto se espera que los proveedores sean especialmente las empresas dedicadas a la recolección y valoración de llantas fuera de uso, los productos que resultan del proceso de pirólisis utilizan la misma materia prima. Lo ideal es generar una alianza estratégica con Rueda Verde, ya que, esta organización tiene un programa posconsumo de llantas desde el año 2012. Según la ANDI (2019), esta es una iniciativa que vincula a empresas fabricantes e importadoras de llantas, así como a ensambladoras e importadoras de vehículos, es un tipo de sistema colectivo para la recolección y gestión ambientalmente adecuada de llantas usadas en Colombia.

Desde el 2012, Rueda verde ha logrado la gestión de más de 12 millones de llantas, que equivalen alrededor de 140.000 toneladas de caucho y acero, estas ingresaron nuevamente al flujo de materias primas disponibles para la industria. Rueda verde cuenta con 216 puntos de recolección y tiene presencia en el 66% del territorio nacional mediante diferentes canales (ANDI, 2019).

4.3. Identificación de los productos

Los productos por analizar para el estudio de mercados son el fuel oil como producto principal, el negro de humo y acero como producto secundario; los productos son resultado de la transformación de neumáticos fuera de uso, por medio del proceso de pirólisis. Tanto el fuel oil,

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

como el negro de humo y acero son productos o bienes industriales usados como insumos en procesos de producción y manufactura industrial.

Unas de las aplicaciones más comunes de los productos son:

Uso de aceite combustible (fuel oil) en:

- Industria de acero
- Industria de vidrio
- Industria de cemento
- Industria de ladrillos

El fuel oil que se espera producir posee características que permiten que sea utilizado en industrias que requieran elevado calor en su proceso productivo, ya que este si servirá como combustible. De acuerdo con Reficar (2019), el combustóleo o fuel oil, es un combustible pesado para hornos, secadores y calderas. También puede utilizarse para calentadores (unidades de calefacción) y en plantas de generación eléctrica, y termoeléctricas. Se despacha bajo las modalidades de entrega por carrotanque, botes y buque tanques.

Uso del negro de humo en:

- Suelas de zapatos
- Neumáticos nuevos
- Carreteras
- Pistas de goma

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Adicional, el negro de humo se puede utilizar como relleno en productos de caucho, como pigmento en polímeros y tintes de impresión, también se utiliza como materia prima en la manufactura de carbón activado.

Uso del Acero:

Los potenciales compradores de este producto, empresas recicladoras de metal, venden la chatarra principalmente a compañías que fabrican:

- Clavos y tornillos.
- Bigas.
- Estanterías.
- Contenedores de metal
- Calderas y hornos.

El acero se obtiene del proceso de trituración, es una aleación de hierro y carbono, se extrae como filamentos y se entrega a los potenciales compradores tal cual se saca de la llanta.

4.4. Precio

4.4.1. Precio fuel oil

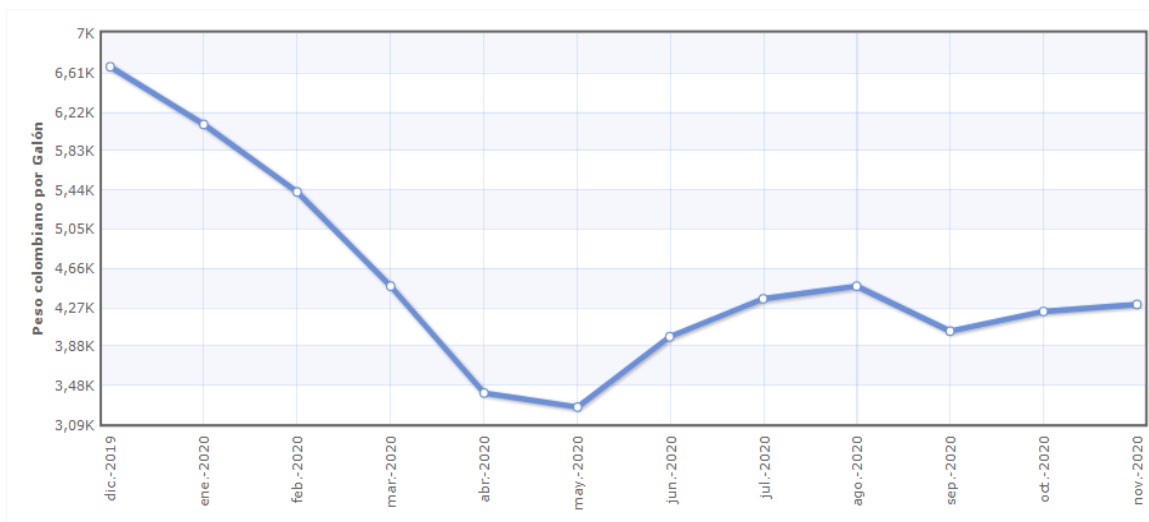
Para el año 2016 el precio promedio del fuel oil fue aproximadamente \$3.901,22 por galón, para el 2017 el valor promedio aumentó y fue de \$4.663,76/ galón, en el año 2018 el precio promedio por galón siguió aumentando y fue de \$6.075,99. Para el 2019 el precio promedio estuvo en \$6.682,59 (IndexMundi, 2020).

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLÍISIS

De acuerdo con IndexMundi, página que contiene estadísticas detalladas de países, gráficos y mapas compilados de múltiples fuentes sobre los precios de materias primas, el comportamiento que presenta el precio del fuel oil en pesos colombianos se muestra en la figura 5.

Figura 5.

Precio mundial del fuel oil, de Dic 2019 a Nov 2020.



Nota: Adaptado de (IndexMundi, 2020).

Lo que se puede evidenciar de la figura 5 es el comportamiento del último año del precio del fuel oil a nivel mundial en pesos colombianos. Se evidencia que desde finales del año 2019 e inicios de 2020, el precio sostuvo una fuerte caída, ya que, en diciembre del 2019 se registró un valor de \$6.668,77/galón y en mayo de 2020 el precio fue de \$3.256,80/ galón, es decir que su valor bajo 48.83% en 4 meses, como consecuencia de la crisis que vive el mundo con el tema del Covid-19 que inició junto con el año 2020, la cual afectó todos los sectores de la industria y de comercio.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

También se observa que, a pesar de la crisis, el valor del fuel oil ha venido recobrado fuerzas, puesto que inicia a recuperar su precio a mitad del año 2020, registrando un valor a julio de 4.3464,03 COP, y aunque este producto presente variaciones en su precio, como se puede observar en la tabla 5, siempre ha recuperado estabilidad, y además la necesidad de utilización de esta fuente de energía se hace muy importante para aquellas industrias que requieren alto poder calorífico.

Tabla 5.

Precios del fuel oil desde oct. 2019 hasta sep. 2020.

Mes	Precio
dic. 2019	6.668,77
ene. 2019	6.093,70
feb. 2019	5.418,20
mar. 2020	4.473,73
abr. 2020	3.396,55
may. 2020	3.256,80
jun. 2020	3.968,19
jul. 2020	4.346,03
ago. 2020	4.469,96
sep. 2020	4.016,29
oct. 2020	4.212,53
nov. 2020	4.383,34

Nota: Adaptado de IndexMundi, 2020

Además, la resolución número 18-0296 de febrero 26 del 2009, por la cual se modifica la Resolución 8-2438 del 23 de diciembre de 1998, se encarga de fijar la estructura de precios para importación, distribución y venta de la gasolina motor corriente, ACPM. Esta resolución, regula el mercado de forma clara e incentiva la llegada de nuevos competidores.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

De acuerdo con lo anterior se concluye que el precio de venta que será establecido para el fuel oil pirolítico de una u otra manera debe estar sujeto al precio que se establezca en el mercado de combustibles. Por lo tanto, se estima un precio de venta de 4.500 COP por galón. Se espera que aumente el precio conforme mejore la economía.

4.4.2. Precio negro de humo

De acuerdo con un sondeo de precios realizado por contacto directo con proveedores de negro de humo a nivel nacionales e internacional, se analiza que el precio de venta oscila entre \$3.000 y \$4.200 pesos colombianos por Kg, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

Sondeo de precios del negro de humo.

Empresa	Tipo de producto	Precio x Kg (COP)	Origen
Cabot Colombia S.A Cartagena	Negro de humo especial	\$4.200	Nacional
Cabot Colombia S.A Cartagena	Negros de humo para refuerzos del elastómero.	\$3.800	Nacional
Plastigoma S.A.S	Black Condor N550 ULTRA Negro de humo	\$3.800	Nacional
Hebei Yihao Chemicals Ltd.	Referencia N-660	\$3.000	International (China)
	Referencia N-550	\$3.200	
	Referencia N-330	\$3.400	
Oa Newton	Negro de humo	\$3.200	International (EE. UU)
Vilca	Negro de humo	\$3.500	Nacional
Chemicals México, S.A.	Negro de humo Referencia N-550	\$3.000	Internacional (México)

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Empresa	Tipo de producto	Precio x Kg (COP)	Origen
Silkymia Colombia S.A.S.	NegroVEN N-220	\$4.200	Nacional
	NegroVEN N-234	\$4.100	
	NegroVEN N-330	\$3.500	
	NegroVEN N-339	\$3.400	
	NegroVEN N-550	\$3.200	
	NegroVEN N-660	\$3.000	

Teniendo la información de la tabla anterior y el tipo de calidad de negro de humo que se obtiene, siendo este de tipo pirolítico, se fija su precio en 2.700 pesos colombianos para ser competitivos en el mercado.

4.4.3. Precio del acero

Se fija el precio igual al del mercado de la chatarra, ya que se trata de filamentos de acero que se venderán tal como se obtienen del proceso de destalonado y de trituración. De acuerdo con las cotizaciones realizadas por medio telefónico se escoge vender a empresas recicladoras que paguen el mayor precio por la chatarra, como se muestra en la tabla 7, aquellas que compran a 1.200 por Kg.

Tabla 7.

Cotización de precios de compra de chatarra en Bucaramanga.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Empresa	Teléfono	\$ x Kg	Cantidad máxima que reciben semanal	Dirección
ABC Recuperar	6710005	\$1200	-	Carrera 10#27-18
Chatarrería la mona	312 3796794	\$1150	-	-
Nuevo mundo S.A	7004793	\$900	-	-
C.I. Metales Nuevos Milenio S.A.	6712739	\$1300	5Ton	Cr19 #17-35
Chatarrería Las delicias	6379294	\$1100	-	Cra 15#104 ^a -35
Deposito el Metal y el Imán	315 8864925	\$1200	20ton	Cra 24 #15-65
Deposito donde Toño	6426929	\$1200	-	Calle 26 #12-43
El punto del Inoxidable	6335912	\$1080	-	Cra 14# 24-72
Chatarrería la Estrella	6333046	\$900	-	Cr 11#23-44
Tr Metales	6522201	\$1200	10ton	Cr 11 #23-35
Chatarrería la 25	6336013	\$1180	-	Calle 25 #10-14
Excedentes Chaverra	6719316	\$1100	-	Calle 5 #15b-15
Tubos y laminas	6335580	\$1200	-	Cr 14 #24-38
Cortes industriales	6424003	\$1100	-	-
Compraventa de metales y cartón Suarez	318 7886801	\$900	-	Av. Quebrada Seca ##No. 17-60
Metal repuestos la 51	6994917	\$1200	-	· Cl. 51a #18-28
Fundición Y Chatarrería	-	\$1100	-	Cl. 29 #1235
Chatarrería El Mono	-	\$800	2 ton	Cra. 16 #773

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLÍISIS

4.5. Mercado objetivo

4.5.1. Fuel oil

El combustible pirolítico por ofertar está destinado en el mercado a ser utilizado por las industrias de acero, vidrio, cemento y ladrillos, es decir que los potenciales cliente, y el mercado objetivo son las empresas que se dedican a estas actividades.

En el caso del fuel oil, su sector competitivo abarca cualquier industria que emplee procesos de calentamiento llevado a cabo en hornos, quemadores, y secadores, para la elaboración de sus productos. Específicamente se escogió industrias de acero, el sector cemento y construcción, encargadas de producir vidrio y ladrillo.

A continuación, en la tabla 8 conforme al Boletín estadístico de Minas y Energía 2018 se presentan datos históricos de la producción en miles de barriles, cantidad disponible a ofertar del fuel oil en Colombia durante los años 2012 a 2014.

Tabla 8.

Histórico de Producción para Fuel Oil en Colombia del año 2012 al 2018.

Año	Producción (Miles de barriles)
2012	70.356
2013	101.124
2014	64.915
2015	63.113
2016	60.221
2017	45.133
2018	41.901

Nota: Adaptado de (Minenergía, 2018)

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Se analiza de la tabla 9 que la producción presentó una disminución, sin embargo, de acuerdo con el crecimiento industrial a la fecha se proyectó un aumento en la producción debido al aumento del consumo que se verá evidenciado más adelante.

El Boletín estadístico de Minas y Energía 2018 también arroja el volumen de las exportaciones en miles de barriles de derivados del petróleo, específicamente el fuel oil se muestra en la tabla 9 los porcentajes de producción destinados cada año a exportación (Minenergia, 2018).

Tabla 9.

Porcentaje de exportación de la producción de fuel oil, 2015 – 2018.

Año	Porcentaje de exportación
2015	35,48%
2016	40,60%
2017	35,30%
2018	16,81%

Nota: Adaptado de (Minenergia, 2018)

De la producción de combustibles a nivel nacional en comparación a otros derivados del petróleo el fuel oil es el producto que presenta mayor porcentajes de exportación. Sin embargo a 2018 no hizo significativa la cifra en comparación a años anterior. También cabe resaltar que únicamente se importan el 0.005% de este producto, por lo que se infiere que la producción nacional cubre la demanda interna (Minenergia, 2018).

El Sistema de Información de Combustibles Líquidos, SICOM, arroja un boletín estadístico que presenta la cantidad en galones de combustibles consumidos en el territorio nacional en tiempo real, donde se obtiene la cifra de consumo de 3.449.984 miles de galones filtrada desde 1 de enero

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

a 29 de diciembre de 2020 , donde el fuel oil representa el 0.19% del consumo, un total de 6.554.969 galones alrededor de 156.070 barriles (SICOM, 2020).

Se analiza una demanda favorable alrededor del combustible pesado fuel oil para hornos y calderas que a pesar de la crisis que vive el país en la actualidad, se evidencian consumos representativos para la economía del país.

La producción de la planta propuesta por esta idea de negocio se encuentra alrededor de los 3.000 a 4.000 barriles de fuel oil pirolítico por lo que únicamente se alcanzaría a suplir aproximadamente el 3% del consumo de ese tipo de combustible.

Ahora, como se ha mencionado anteriormente, el fuel oil que se obtendrá del proceso de pirólisis tendrá como mercado objetivo los sectores de alto consumo energético como, el sector ladrillero, el cementero, así como el de vidrio, los cuales conforman parte fundamental del sector construcción el cual que genera un alto impacto financiero en el país, y continua estable a pesar de enfrentarse a la crisis.

Todas las empresas que se dedican al sector construcción son potenciales clientes, de acuerdo con la plataforma compite 360, en Colombia actualmente existen 32.076 empresas que se dedican al sector construcción en Santander se encuentran activas 5.578 y en el Área Metropolitana se registraron 4.037. En el anexo A, muestran los resultados arrojados por Compite 360, un listado de algunas empresas del sector construcción en Santander.

4.5.2. Negro de Humo

Existen muchos productos de caucho que necesitan el negro de humo como materia prima. Dado que se puede utilizar como relleno, pigmento en polímeros, pigmento en tintes de impresión,

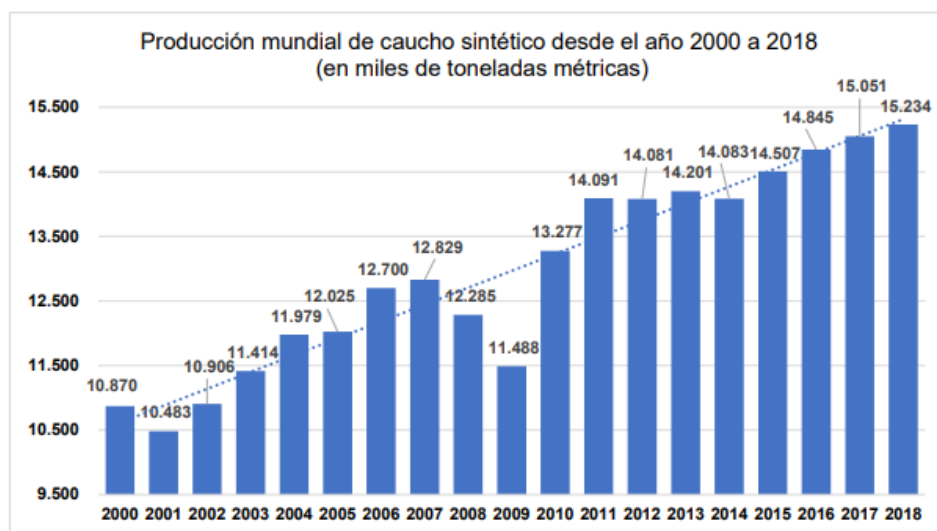
PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

también es usado como reforzante de otros materiales ya que agrega resistencia, y además como materia prima de menor calidad en la manufactura de carbón activado.

Según el estudio que realizó la alcaldía de Medellín (2019), para el año 2018, la producción mundial de caucho ascendió a 13.88 millones de toneladas métricas, como se muestra en la figura 6, con lo que se evidenció un aumento sustancial con respecto a años anteriores.

Figura 6.

Producción mundial de caucho desde el año 2000 hasta el 2018.



Nota. Adaptado de Alcaldía de Medellín, 2019

En cuanto al comportamiento de la producción de elementos de caucho a nivel nacional, de acuerdo con la Encuesta Mensual Manufacturera (EMM) 2018 que realiza el DANE, esta categoría aumentó la producción 95,5% en el mes de julio, mientras que entre enero y julio registró un crecimiento de 26,5%. Así mismo, las ventas y el empleo en el sector presentaron un panorama positivo, pues en julio, aumentó 20,2% en ventas y 1,3% en generación de empleo, entonces este

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

subsector tuvo el mejor desempeño la EMM. Finalmente, la encuesta reveló que en comparación de junio del 2017 la industria en general creció 3,5% en producción y las ventas crecieron en 2,8% (DANE, 2018).

Según la Encuesta Anual Manufacturera del DANE de 2014 el comportamiento de la producción y ventas en los años 2006 a 2013 se mantuvieron estables en el tiempo, como se muestra en la tabla 10, por lo que no se evidencio una tendencia clara de crecimiento en el mercado nacional, sin embargo se resalta la caída en el consumo interno dado el cierre de las plantas de Icollantas en Colombia, últimos fabricantes de llantas en el país .

Tabla 10.

Comportamiento de la producción y venta del fuel oil, 2006 a 2013.

Año	Producción (Kg)	Ventas (Kg)	Porcentaje de ventas por consumo interno.
2006	60.645.000	61.292.000	32%
2007	55.192.000	55.750.000	35%
2008	41.015.000	42.222.000	40%
2009	47.316.090	43.957.920	27%
2010	50.687.000	52.645.825	22%
2011	50.171.000	44.653.000	25%
2012	39.340.161	33.537.000	26%
2013	41.112.660	42.32.295	16%

Nota: Adaptado de Encuesta Anual Manufacturera del DANE de 2014

El cierre Icollantas en Colombia no solo produjo disminución en el consumo interno del negro de humo, también redujo los proveedores de esa materia prima a nivel nacional dejando el camino libre para ser aprovechado por proveedores extranjero.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Actualmente en Colombia la mayor parte de la demanda de negro de humo se debe suplir con importaciones, y estas en su mayoría provienen de China, Brasil Y Estados Unidos. A 2014 los mayores productores de negro de humo fueron China y Brasil con más de 832 mil USD anuales, seguidos por Estados unidos y Alemania con un rango entre 333 y 832 mil USD. En total en Colombia al año 2014 se importaron cerca de 4.902.000 UDS, equivalentes a 2.505 Toneladas, lo que demuestra que es un mercado con una amplia demanda nacional que no es suplida por proveedores nacionales (Vargas, Chavez, & Vacca, 2016).

En vista que la producción de negro de humo dispuesta por esta idea de negocio es considerablemente baja, aproximadamente de 162.000 kg anuales, se proyecta tener una demanda amplia, por ende acogida favorable por ser producto de origen nacional además por provenir de fuentes renovables.

4.5.3. Acero

El producto acero que se obtendrá de esta idea de negocio al ser un producto que se considera como chatarra tiene un mercado objetivo específico que son las empresas recicladora que compren metales. Al ubicar la idea de negocio en Bucaramanga, se realizó un sondeo de las chatarrerías en el área metropolitana y se hallaron 12 empresas dispuestas a comprar a el precio pactado de 1.200 pesos por Kg.

La mayoría de las empresas recicladoras no tienen un límite de cantidad de chatarra por comprar, por lo que se proyecta la venta del 100% del producto acero que se extraiga de la planta. Se considera que mientras existan mínimo 4 recicladoras en Bucaramanga se dará la venta de todo el producto a obtener.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

4.6. Productos sustitutos

4.6.1. Fuel oil

Como producto sustituto se considera el kerosene, el cual sostuvo un precio a 2019 de \$9.360 pesos por galón un 42% más alto que el precio del fuel oil a esa fecha. De kerosene el precio más alto se registró en enero en el municipio de Montería- Córdoba. Por otra parte, el precio más bajo fue de \$7.000 y se registró desde abril hasta noviembre en el municipio de Tierralta- Córdoba (Ministerio de Minas y Energía, 2019).

A pesar de ser un producto similar al fuel oil que podría desplazar parte de la demanda, esa brecha no es significativa teniendo en cuenta la producción por parte de esta idea de negocio, ya que como se menciona anteriormente únicamente se alcanza a suplir el 3% del consumo de fuel oil en Colombia, por lo que se hace viable la proyección de lograr vender el total del combustible que se obtendrá.

4.6.2. Negro de humo

El negro de humo exactamente no tiene productos sustitutos, sin embargo así como se muestra en la tabla 6 de la sección de mercados objetivos para el fuel oil, el negro de humo viene en diferentes calidades y por consiguiente los precios varían. No tendremos interferencia con otros tipos de negro de humo en vista que el expresado en la idea de negocio es de menor calidad y con un propuesta de valor renovable y sustentable para el medio ambiente.

4.6.3. Aero

Teniendo que este producto se dirige a empresas recicladoras, y será vendido como chatarra no se resaltan productos sustitutos más allá de otro tipo de chatarra.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

4.7. Análisis de competencias

De acuerdo con las investigaciones realizadas y un sondeo de las empresas a nivel nacional, se determina que la mayor competencia en el caso del fuel oil es la del sector petrolero, especialmente la compañía Ecopetrol, empresa con una tendencia monopolística en la producción de combustibles en Colombia y Santander. Esta junto a las refinerías de Barrancabermeja y de Cartagena son los mayores competidores para este proyecto. Para el caso del negro de humo, los competidores son empresas nacionales e internacionales, tales como Cabot Colombia S.A, Reacecol green S.A.S y Silkymia Colombia S.A.S, las cuales se dedican a la extracción de carbón mineral. Para el caso del acero no se cuenta con competencia específica puesto que se venderá como chatarra y existen 12 empresas recicladoras dispuestas a comprar a un precio de 1.200 pesos por Kg.

4.8. Canales de Comercialización

La comercialización de cada producto se hace por canal directo, el área comercial es la encargada de buscar e interactuar con los potenciales clientes. Se deberá crear un lazo de empresa a empresa considerando muy bien las necesidades y demandas de los clientes, de manera que no existe ningún tipo de desinformación o intermediario. Para el producto combustible sintético y negro de humo se deben tomar en cuenta que son mercados que requiere de ventas personales y estrategia de relacionamiento fuerte debido a los altos volúmenes de producto que se requieren. También se visualiza contratar publlirreportaje en espacios de revistas representativas de Colombia de desarrollo industrial, ambiental y económico, para dar a conocer el producto fuel oil pirolítico y negro de humo junto con sus características ambientalmente sostenibles.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Para el tema de la distribución y en vista que los productos serán vendidos en cantidades preferiblemente industriales, se realizará un convenio con el cliente, ya sea estos tengan su propia flotilla de carga de combustible o se hará la contratación de una empresa prestadora del servicio de transporte de combustible, que cuente con los vehículos necesarios, como la empresa Inverdoc. S.A.S. En el caso del negro de humo y al igual que el acero, su distribución será responsabilidad de la empresa o persona natural que compre el producto, puesto que no son productos principales de la planta no se incurrirá en gastos de flotillas dispuestas a repartirlos, aunque de acuerdo con la cantidad se puede llegar a un acuerdo con el comprador.

4.9. Conclusión análisis de mercado.

- Rueda verde es el principal proveedor de la materia prima (llantas usadas), cuenta con 216 puntos de recolección y tiene presencia en 66% del territorio nacional. Manifiesta que si el proyecto se ejecuta, ellos se comprometen a gestionar la recolección de este residuo para abastecer la planta.
- Los productos que serán comercializados por la idea de negocio se caracterizan por provenir de un residuo desechable, además la planta de pirólisis presenta baja emisión de gases contaminantes durante el proceso, lo que genera valor en el mercado al ser ambientalmente sostenible siendo un atractivo para los potenciales clientes.
- El mercado con mayor potencial para la venta del negro de humo pirolítico está dirigido a la industria del caucho, como materia prima para relleno de producto de caucho en la fabricación de mangueras, cinturones, calzado, o tela cauchutada. El fuel oil pirolítico impactara principalmente al sector construcción por medio de

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

otros sectores como el cementero, ladrillero y de vidrio que lo apoyan y requieren alto consumo de combustible en sus procesos. Y el acero abarca un mercado objetivo puntual, que son empresas recicladoras.

- Los productos combustible sintético y negro de humo son materias primas esenciales en el desarrollo productivo de los mercado interesados, por lo que mientras se encuentren activas se tienen un demanda favorable.
- Los precios de los productos sustitutos para el fuel oil y el negro de humo pirolítico no generan relevancia pues los precios designados para estos son bajos en comparación.
- Los precios de los productos son competitivos en relación con los precios establecidos por los mercados para cada producto, aceite pirolítico, negro de humo y acero.
- Cada producto tiene productos sustitutos, sin embargo no se consideran un amenaza significativa, debido a que la propuesta de valor está en generar un proceso ambientalmente sostenible y obtener productos amigables con el medio ambiente. Además que las cantidades demandas son considerablemente altas en comparación a las cantidades producidas.
- La distribución de los productos se realizará a conveniencia del cliente, de acuerdo con la cantidad o tipo de contrato. La planta no contará con flotilla para la distribución de los productos, sin embargo, tendrá a disposición un tercero que preste este servicio de transporte o ya sea que el cliente cuente con transporte propio, el costo de la distribución no estará inmerso en el precio de venta de los diferentes productos.

5. Estudio técnico

Elaborar un estudio técnico que permita dimensionar la capacidad de la empresa en términos de procesos productivos, localización, distribución de planta, recursos y viabilidad técnica de los productos.

5.1. Localización

Este proyecto se prevé ubicar en el departamento de Santander, Colombia, debido a las conexiones que tiene la empresa interesada con el departamento. Esta estará ubicada cerca de Bucaramanga, municipio declarado según el Banco Mundial en su estudio de "ciudades competitivas para estudios y crecimientos" de 2019 como la ciudad más próspera de América Latina y ejemplo para el mundo. A continuación, se presentan dos alternativas para la posible ubicación de este proyecto.

5.1.1. Descripción de alternativas

La localización de la planta se disputa entre dos posibles ubicaciones:

La primera, un terreno disponible por parte de la empresa interesada en este proyecto, que se ubica en el municipio de Floridablanca, Ruitoque, cuenta con un área total de 2000 m², y acceso

a la Ruta Nacional 45A, vía de tipo troncal que inicia en la ciudad de Bogotá y finaliza en el municipio de San Alberto, departamento del Cesar donde cruza con los tramos 4513 y 4514 de la Ruta Nacional 45. Este es un terreno vacío que no cuenta con infraestructura construida.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Figura 7.

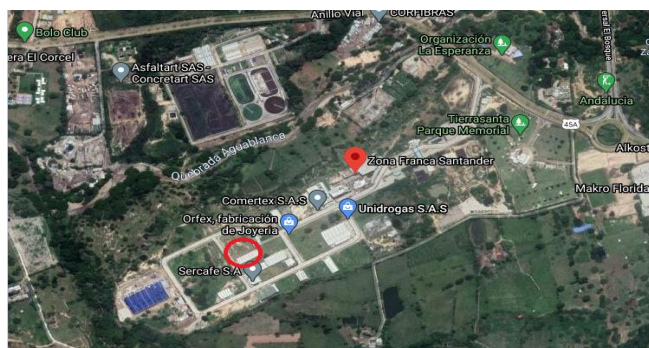
Ubicación terreno disponible por parte de la empresa interesada (Bioandes. S.A.).



La segunda, en la zona Franca Santander ubicada en el Km 4 Anillo Vial Floridablanca, teniendo en cuenta que se trata de una planta industrial con un proceso de pirólisis con reactor, es apropiado mantener un entorno industrializado. Un complejo de lotes y bodegas en conjunto cerrado, que cuenta con servicios de agua, luz y gas, seguridad las 24 horas, circuito cerrado de Tv., planta de tratamiento de agua potable (PTAP) y planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), báscula con capacidad para 80 Toneladas sin restricciones vehiculares entre la vía nacional a la costa y el centro del país, a escasos 25 minutos del aeropuerto Palonegro.

Figura 8.

Ubicación bodega de 1500m2 en la Zona Franca Santander.



PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.1.2. Criterios de selección de alternativas

Teniendo en cuenta la magnitud del proyecto y el costo de inversión de la planta, la localización es una decisión de gran importancia, puesto que una vez instalada, su reubicación se tornaría costosa e impráctica. A continuación, se muestran en la tabla 11, los principales criterios para la elección con el fin de elegir la alternativa correcta.

Tabla 11.*Criterios de selección.*

Alternativa Criterio	Terreno Ruitoque, Floridablanca.	Zona franca Santander.
Costo de tierra y construcción.	Terreno: Propio (Solo pago de impuestos y renta anual) Construcción de oficinas y adecuación del terreno: Alrededor de 400 millones COP.	Valor Actual del mt2 en parque industrial en lote, se encuentra sobre \$1.300.000 COP. Arriendo \$12.000.000 mensual.
Facilidades para transportación	Acceso a 20 minutos a la Ruta Nacional 45 ^a .	Sin restricciones vehiculares entre la vía nacional a la costa y el centro del país. Monitoreo de carga a la entrada y salida.
Disponibilidad cercana de materia prima	16 puntos de acopio en el Departamento de Santander de rueda verde, 2 del ministerio del medio ambiente, y se estima un punto de acopio propio cerca de la planta.	16 puntos de acopio en el Departamento de Santander de rueda verde, 2 del ministerio del medio ambiente. El punto de acopio propio deberá ser fuera de la zona Franca para fácil ingreso de los participantes al programa.
Ayudas gubernamentales	Sin beneficios por la ubicación del terreno.	Exenciones de impuestos diseñadas por el Gobierno Nacional que cobijarán a las empresas que se establezcan en la ZFS.
Servicios e infraestructuras	Accesibilidad a obtener servicios de agua, luz y gas. Los servicios	Dentro del propósito de disminuir el costo de la energía, la zona franca puede acogerse a lo previsto en la resolución CREG 046 de 1996. Al poder negociar libremente sus tarifas con cualquier empresa Distribuidora-Comercializadora, o Comercializadora, podrá obtener los mejores precios posibles en el mercado.
Afluencia de población civil	Tránsito de población civil aproximadamente a 300 metro de la entrada de la planta.	Muy poca afluencia de Población civil. Zona controlada y monitoreada.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Criterio	Terreno Ruitoque, Floridablanca.	Zona franca Santander.
Potencial de crecimiento	El área del terreno es limitada, se cuenta con 1500 m2.	Alternativa y disponibilidad de ampliar el contrato del terreno.
Calidad de mano de obra	Santander se encuentra por encima del promedio nacional en términos de su productividad laboral con 52%. Estará cerca de Bucaramanga que se caracteriza por estar rodeada de profesionales y Universidades.	Santander se encuentra por encima del promedio nacional en términos de su productividad laboral con 52%. Estará cerca de Bucaramanga que se caracteriza por estar rodeada de profesionales y Universidades.
Seguridad	Outsourcing	Seguridad las 24 horas, circuito cerrado de Tv.

5.1.3. Selección de Alternativa.

Para tomar una decisión definitiva de la localización de la planta de pirólisis, se utiliza el método de ranking de factores presentado en la Tabla 11, con el fin de determinar la opción más conveniente. A continuación, se muestra el porcentaje de ponderación para cada criterio en base a la importancia que representan para el proyecto, en el que 0 es la calificación más baja y 5 la calificación más alta.

5.1.3.1. Escala de calificación. Se mide en una escala de 0 a 5 con respecto a su importancia en general, donde 5 es la calificación más alta y 0 es la calificación más baja. Los críticos escogidos son fundamentales en la operación de la planta, se califica de acuerdo con el cumplimiento de la alternativa con el criterio por el interés en las necesidades y sostenibilidad de la empresa.

Tabla 12.

Selección de alternativa.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Criterio	Ponderación (%)	Terreno Ruitoque, Floridablanca.		Zona franca Santander.	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Costo de tierra y construcción	5	5	0.25	0	0.00
Ayudas gubernamentales	25	1	0.25	5	1.25
Facilidades para transportación	15	4	0.6	5	0.75
Disponibilidad cercana de materia prima	10	5	0.5	4	0.4
Servicios e infraestructuras	20	3	0.6	5	1
Afluencia de población civil	10	2	0.2	5	0.5
Seguridad	5	3	0.15	5	0.25
Calidad de mano de obra	5	5	0.25	5	0.25
Potencial de crecimiento	5	2	0.1	4	0.2
Total	100		2.9		4.60

5.1.3.2. Resultados. Tras realizar la comparación de criterios y la asignación de calificaciones de acuerdo con el cumplimiento de los factores, se obtiene el resultado de la metodología ranking de factores, dando como alternativa destacada, la segunda opción, zona franca de Santander, con una calificación de 4.6 de 5 posible. Es más propicio instalar una planta industrial, procesadora de combustible sintético, en una zona franca industrial que proporcione, mayor seguridad, garantías gubernamentales y la disponibilidad de plantas de tratamiento de aguas.

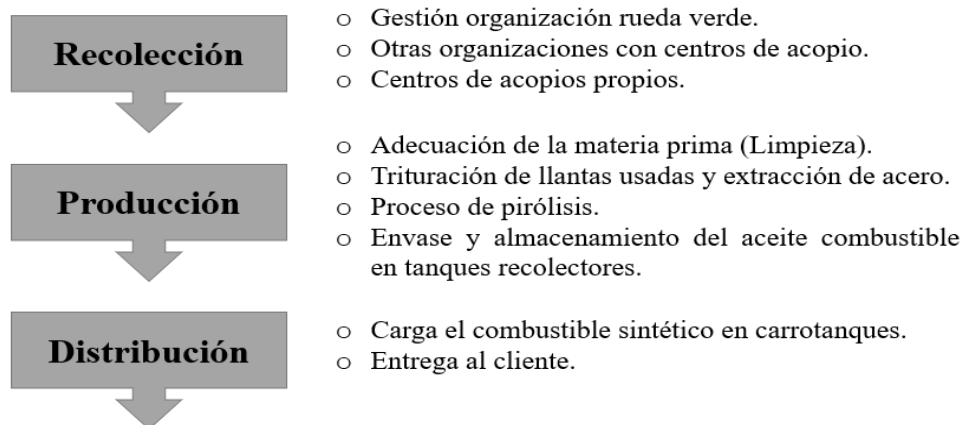
5.2. Diseño conceptual del proceso

El diseño conceptual del proceso se muestra en la figura 9, sobre la cual se muestra una perspectiva general del proceso desde la fase de recolección hasta la entrega final del producto.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Figura 9.

Diseño conceptual del proceso.



El proceso presenta tres aspectos fundamentales; Recolección, producción y distribución, dentro de los cuales influyen diversos aspectos técnicos, que se relacionan entre sí.

5.2.1. Recolección

De acuerdo con lo que Rueda Verde manifiesta, se instalarían nuevos puntos de recolección alrededor del departamento de Santander, para lograr la cantidad de materia prima comprometida para iniciar producción de 50 Toneladas, capacidad calculada que transformará nuestra planta. Rueda verde, se encargará de gestionar la recolección y redireccionar su disposición hacia la planta de aprovechamiento y valoración propuesta por este proyecto. Además, se espera contar con puntos de acopios locales y propios.

5.2.2. Materias primas: Neumáticos fuera de uso

Los neumáticos son en su mayoría una mezcla de cauchos naturales y sintéticos. La fabricación de neumáticos concentra el 60% de la industria de caucho anualmente.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.2.2.1. Poder energético de las llantas fuera de uso. La energía que está contenida en las llantas es de 35 MJ/kg, por lo que se trata de un combustible que permite ahorrar entre 10-12 kg de carbón, o 7,52 kg de petróleo por cada neumático usado como combustible. El aprovechamiento o la valoración energética, tiene por objetivo extraer el poder calorífico de los neumáticos usados, a fin de sustituir parte de los combustibles convencionales. (Aguado Alonso, 2010).

La mayor parte de un neumático, casi la mitad de su peso está constituida por cauchos y elastómeros, de ese compuesto es extraído el aceite pirólitico. En la tabla 13 se muestran los pesos medios de los diversos tipos de neumáticos que se fabrican en la actualidad.

Tabla 13.

Peso medio de los tipos neumáticos.

Tipo de neumático	Peso medio (kg/neumático)
Automóvil	5.91
Vehículos 4x4	13.15
Vehículos comerciales	10.58
Camiones	52.67
Vehículos agrícolas	12.53
Vehículos agrícolas (ruedas motrices)	64.72
Vehículos industriales (8-15")	22.75
Maquinaria (< 12-24")	52.41
Maquinaria (>12-24")	245.35
Motocicletas (> 50 cc)	4.10
Motocicletas (< 50 cc)	0.84

Nota. adaptado de (Ferraó, Ribeiro, & Silva, 2008)

Los neumáticos con mayor peso se encuentran en la industria agrícola, en maquinarias y vehículos pesados, conforme se menciona en la tabla 8. Estos tienen mayor porcentaje de caucho natural, por lo cual, es más atractivo para el proyecto en desarrollo, ya que, los productos a obtener

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

serán más amigables con el ambiente. El desarrollo del proyecto se centra en transformación de llantas usadas a partir del proceso de trituración en el que se extrae los filamentos de acero y luego en el proceso de pirólisis en el que se obtiene el combustible sintético, así como el negro de humo.

La materia prima que ingresaría mensualmente al proceso se estima en 50 ton manifestado por parte de Rueda verde, y 5 toneladas entre centros de acopio locales y puntos de recolección propios.

5.2.3. Producción

Para el proceso se requiere una planta industrial, la cual puede encontrarse en diferentes capacidades. Sin embargo, Colombia no cuenta con empresas especializadas en estos equipos. Por tanto, para la mayor eficiencia del proceso, y máxima obtención de producto líquido, se escoge un diseño de planta elaborado a una menor capacidad, pero con la disponibilidad de ampliarse a la capacidad necesaria para el proyecto. Se propone que la fabricación de la planta se lleve a cabo en una metalmecánica del área de Bucaramanga, así se reducirían los costos y maximizamos las garantías en el cumplimiento de los requerimientos de los productos a obtener.

5.2.4. La maquinaria

Los equipos más representativos del proceso productivo son:

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.2.4.1. Destalonadora de llantas. La etapa de clasificación se realiza para separar las llantas de automóviles de las llantas de camión o de maquinaria pesada, puesto que estas tienen en su interior un refuerzo de acero que aumenta la resistencia, y durabilidad. Se escoge un modelo de la empresa Gercons Colombia, destalonadora, quitadora de alambre, modelo LS 1200, que permite extraer mediante un gancho los dos anillos de acero que están ubicados en los aros y punta del talón de las llantas.

Figura 10.

Máquina Destalonadora LS 1200.



Nota. Cotización realizada en Alibaba.com

Tabla 14.

Información de la máquina Destalonadora.

Ítem	Destalonadora LS 1200
Electricidad	230V, 60Hz (se puede ajustar según la electricidad local)
Fuerza de tracción	13T
Capacidad	20 - 40 llantas
Turno de trabajadores	1 trabajadores / turno
Área ocupada	W780mmxL1200mmxH1002mm Aproximadamente 4m ²
Peso	1200 kg

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.2.4.2. Máquina de trituración. Se escoge, la serie de triturador ZERMA ZBS 600T, de la empresa Zerma. Ellos son fabricantes de máquinas especializadas, trituradoras y granuladoras industriales para diferentes desechos, entre esas llantas, con más de 70 años de experiencia, brindando tecnología alemana de alta calidad. Cuentan con sede en Latinoamérica y convenios favorables para la importación a Colombia.

Figura 11.

Máquina Triturador ZERMA ZBS 600T.



Nota. Cotización de empresa Zerma

Tabla 15.

Información de la máquina Trituradora.

Ítem	Triturador ZERMA ZBS 600T
Electricidad	380V, three-phase, 50Hz (se puede ajustar según la electricidad local)
Potencia total	35KW
Capacidad	200kg/h
Turno de trabajadores	2 trabajadores / turno
Área ocupada	W15MxL10MxH4M Aproximadamente 150m ² Área total: 200m ² (incluye almacén de caucho triturado)

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.2.4.3. Maquinaria de pirólisis. Se fabricará y construirá una planta con reactor de tornillo, con montaje similar al de una extrusora de plástico, semejante a la que se muestra en la figura 12. Se estiman las medidas, especificaciones, funcionamiento de la planta y rendimiento de los productos, de acuerdo con el diseño conceptual de una planta de pirólisis de llanta usada con reactor tipo Auger para el proceso de producción de combustible, para efectos prácticos del este proyecto y bajo un acuerdo de confidencialidad bajo la dirección de la experta en el proceso, Ingeniera Paola Maradei es escoge un diseño elaborado por estudiantes de química de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 12.

Modelo de planta con reactor de tornillo tipo extrusora.



Tabla 16.

Parámetros técnicos de la planta con reactor Auge.

Ítem	Planta con reactor Auge
Consumo máximo de energía	380V, three-phase, 50 Hz 100 (se puede ajustar según la electricidad local)
Potencia total	35KW
Presión	1-5 kPa
Capacidad	60kg/h
Turno de trabajadores	2 trabajadores / Turno

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Ítem	Planta con reactor Auge	
Área ocupada	W25MxL10MxH7M Aproximadamente 250m ² Área total: 500 ² (incluye almacén de materia prima y almacén de productos finales)	
Consumo de combustible	Gas natural: 100m ³ Carbón: 200kg LPG: 60kg Diesel: 80L	Solo en la fase inicial de calentamiento, se utiliza combustible. Tras iniciar el proceso, se genera gas combustible que puede sustituir el combustible
Agua de enfriamiento	60m ³ /hora agua reciclada	
Consumo de agua	1Tn/día	

5.2.5. Mano de obra

Se presenta en la tabla 17 la mano de obra necesaria para el correcto funcionamiento de la planta incluyendo operativos, administrativos y externos con los respectivos sueldos sin incluir las prestaciones de ley.

Tabla 17.

Mano de obra requerida al 100% de funcionamiento.

Propuesta	Cantidad	Salario
Operativos de tiempo completo	8	8.225.578
Operarios de maquina	4	1.100.000
Operarios empaque	1	908.526
Servicio generales y aseo	1	908.526
Almacenista	1	908.526
Gestores comercial	1	1.100.000
Administrativos	4	7.908.526
Gerente general	1	3.000.000
Asistente de gerencia	1	980.657
Líder de operaciones	1	2.000.000
Director financiero	1	2.000.000
Externos	2	700.000
Contador	1	200.000
Revisor de calidad del combustible	1	500.000

Referente al presupuesto de mano de obra necesaria, se requerirán cuatro administrativos de tiempo completo con una nómina de obligaciones administrativas fijas de \$ 7.908.526 COP

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

más las prestaciones de ley; además de 2 externos que no generan parafiscales. El personal administrativo por sus cargos cumplirá el horario de 8 horas, y así garantizar tanto el abastecimiento de materia prima como optimizar el proceso productivo y las ventas, en especial tratándose de productos diferenciadores e innovadores.

La planta de pirolisis tendrá un funcionamiento las 24 horas del día, por lo cual requiere mínimo de un operario que alimente el proceso cada hora y efectúe revisiones periódicas para garantizar que el equipo funcione correctamente, este es el único equipo que trabajara de forma continua. La nómina mensual de los 8 operarios, 6 de planta, y 2 con funciones específicas es \$ 8.225.578 COP más las prestaciones de ley, la mano de obra esencial para la capacidad que se proyecta producir y por el grado de automatización del proceso productivo. Teniendo en cuenta los equipo de trituración y pirólisis son automatizados los operarios podrán cumplir su jornada de 10 horas realizando las diferentes actividades que se presenten en el transcurso del día. Se contará inicialmente con un turno completos de 8am a 6pm y 2 turnos completos partidos que se asignaran en horarios que no generan tiempos muertos.

5.2.1. Infraestructura

El tamaño total del espacio alquilado en la zona franca Santander es de 1.500 m², incluye bodega de un solo ambiente de 900m², espacio contenido alrededor para adecuaciones, y parqueadero. Por lo cual se designan el tamaños necesarios para cada área, que sea óptimo, eficiente y armónico, obteniendo la siguiente distribución.

- 100 m² bodega de materia prima
- 500 m² para la zona de máquinas.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

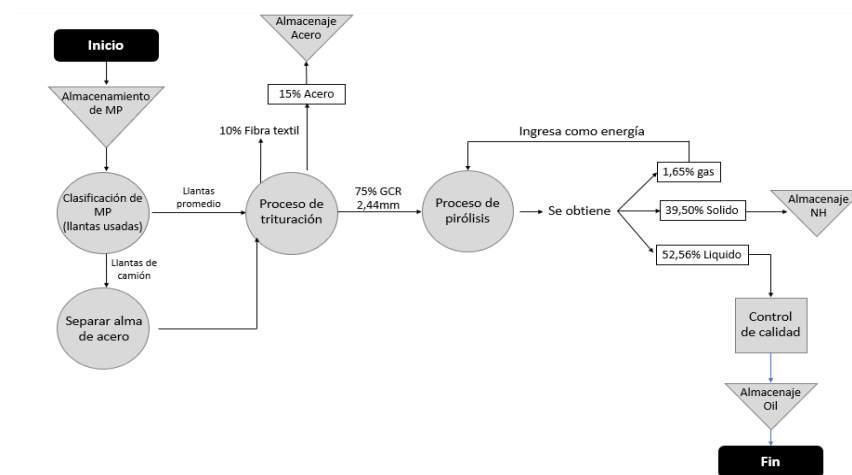
- 300 m² para almacenamiento de producto final y materia prima del reactor.
- 100 m² oficinas administrativas.
- 100 m² parqueadero
- 50 m² espacio para contenedores de acero y fibra textil.
- 100 m² en vías de acceso, transporte de materia prima y producto final.
- Altura de la bodega entre 5m y 7.4m
- 50 m² zonas comunes de trabajadores.
- 200 m² para ampliaciones futuras (técnicas, social, cultural, investigación)

5.3. Análisis y descripción del proceso

A continuación, en la figura 13 se muestra el diagrama de proceso que representa la actividad económica de la planta, desde la llegada de la materia prima hasta la obtención de los productos finales.

Figura 13.

Diagrama de proceso de la planta transformadora de neumáticos fuera de uso.



PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Inicia con la llegada de la materia prima, llantas usadas, luego estas se clasifican de acuerdo con su tamaño, para ser ingresadas a trituración. En el proceso de trituración el caucho se desprende del acero y de la fibra textil, se corta y reduce su tamaño a 2.44mm, para ingresar al proceso de transformación termoquímica. El caucho triturado entra al reactor de tornillo continuo e inicia el proceso de pirólisis, generando la transformación de la materia prima de forma constante y en un ciclo continuo.

Se obtienen 3 productos, aceite pirólítico (combustible sintético), el de mayor interés comercial, y también negro de humo y acero. En vista que el aceite pirólítico es el producto de mayor rendimiento en el proceso, se le aplica un control de calidad, hecho por un agente externo para garantizar a nuestros clientes el cumplimiento en su poder calorífico. Este producto será almacenado en tanques de combustible. La cotización de este se muestra en el Apéndice B.

En la etapa de distribución se proyecta llegar a un acuerdo con el comprador o realizar una tercerización con una empresa prestadora de ese servicio para el caso del aceite pirolítico; para el negro de humo y acero se espera que el cliente se haga cargo del transporte.

5.4. Ingeniería del proyecto. Selección de planta pirólisis

5.4.1. Rendimiento teorico de productos pirolíticos.

El rendimiento de los productos a obtener depende de las características bajo las que se reproduce el proceso de pirólisis. En la tabla 18, se muestran las principales características de los diversos tipos de pirólisis generados a baja temperatura, ya que, a temperaturas moderadas de 500°C se obtiene mayor proporción de productos condensables (aceite).

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 18.

Comparación de los tipos de pirólisis.

Proceso	Temperatura °C	Velocidad de calentamiento °C/s	Tiempo residencia	Producto mayoritario
Convencional	500	2	Gases 5 s Sólido horas	Condensables y char
Rápida	400 a 800	>2	Gases: < 2 s	A temperaturas moderadas, 500°C, condensables
Instantanea	>600	>200	Gases: < 5 s	Gases e hidrocarburos ligeros

Nota: adaptado de (Castells & Velo, 2012)

Para efectos de este proyecto, el tipo de pirólisis escogido depende del rendimiento que presenta el producto líquido (combustible sintético), siendo este, de mayor interés para la generación de utilidades de la empresa. En la tabla 19 se muestran los procesos de pirólisis convencional y rápida elegibles para ser aplicadas en el proyecto; sin embargo, la pirólisis convencional genera mayor proporción de producto char, lo mismo que negro de humo, por lo que se descarta. La pirólisis rápida tiene mayor porcentaje de obtención de condensables, llamados también, aceite pirolítico, o combustible sintético.

El rendimiento del proceso productivo de la planta de pirólisis está sujeto a las condiciones de su funcionamiento. Estas condiciones inéditas de cada tipo brindan proporciones teóricas de los productos a obtener, presentados en la tabla 19.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 19.

Comparación de rendimientos (expresados en % peso/peso) de las fracciones obtenidas (líquidos, char y gas) en función del tipo de proceso termoquímico.

Proceso	Rendimiento %		
	Líquidos	Char	Gas
Pirólisis rápida	75	12	13
Pirólisis convencional	50	20	30
Carbonización	30	35	35
Gasificación	5	10	85

Nota. adaptado de (Balat, Balat, Kirtay, & Balat, 2009).

De acuerdo con el análisis de los diversos tipos de procesos termoquímicos, con los que se obtienen, liquido, char y gas, se concluyó, que la pirólisis rápida es el tipo que teóricamente brinda el mayor rendimiento de producto liquido cercano a 75% de acuerdo con la teoría, por lo tanto, se escoge este tipo para efectos de este proyecto. Los tipos de procesos termoquímicos como, carbonización y gasificación no se tienen en cuenta, puesto que presentan altos grados de contaminación y bajo porcentaje de producto liquido en las fracciones obtenidas.

5.5. Análisis de pirólisis rápida

El rango de temperatura para desarrollar este tipo de pirólisis está entre 300-600°C, a presión atmosférica y en un ambiente inerte. De los productos obtenidos, el rendimiento del producto líquido se ve favorecido debido a los altos coeficientes de transferencia de calor y tasas de calentamiento de la biomasa que se presentan en el reactor con un buen control de temperatura, seguido por el rápido enfriamiento, separación y condensación. El tiempo de residencia en el reactor es muy corto (normalmente menor a 2-3s), evitando la fragmentación térmica y catalítica

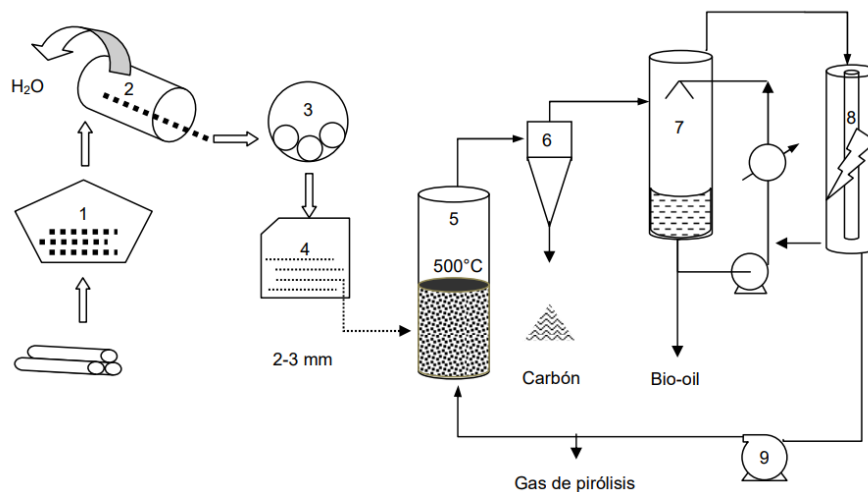
PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

subsiguiente de vapores que dan lugar principalmente a productos gaseosos no condensables (Niels Müller, 2016).

Las condiciones óptimas necesarias para alcanzar la pirólisis rápida se dan mezclando fuertemente bajo una alta y constante transferencia de calor, con un portador de energía caliente e inerte, ya sea arena de cuarzo, en un reactor de lecho fluidizado o utilizando uno de mezclado mecánico tipo tornillo. En la figura 14, se muestra el esquema general de una planta de pirólisis rápida que utiliza un lecho de arena fluidizado con gases de pirólisis. Estas condiciones favorecen el arrastre y remoción del carbón que se va formando durante el proceso.

Figura 14.

Esquema general de una planta de pirólisis rápida.



Nota. 1) Reducción de tamaño 2) Secado 3) Molienda 4) Almacenamiento y alimentación 5) Reactor de pirólisis de lecho fluidizado 6) Ciclón 7) Enfriador quench 8) Precipitador electrostático 9) Soplador.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.6. Tecnología de reactores de pirólisis

La pirólisis puede usar muchos tipos de reactores, sea térmica o catalítica. Así mismo como en los tipos de pirólisis, los reactores, tienen características que depende de algunos factores, entre ellos, el tiempo de residencia, el tipo de contacto entre la muestra a degradar (directo - indirecto), el catalizador o las cinéticas de reacción permitiendo que el rendimiento del producto de interés sea mayor. Para efectos de este proyecto, el interés se centra en la obtención de la fracción líquida. Sin embargo, entre los distintos tipos de reactores se pueden destacar los siguientes reactores:

5.6.1. Reactor batch

Este tipo de reactor se caracteriza por trabajar por lotes; es en esencia un reactor donde no existe flujo de entrada ni de salida, es simplemente un reactor con un agitador que homogeneiza la mezcla. Una ventaja es que la materia prima que ingresa puede tener mayor tamaño e impurezas. Luego de finalizar el ciclo del lote, se vacía y prepara para tratar un segundo lote. Las condiciones de funcionamiento que presenta este reactor no son favorables para la máxima obtención del producto líquido, ya que, la materia prima permanece mucho tiempo en la reacción a temperaturas relativamente bajas. Se diferencia por no tener flujos gaseosos inertes que vayan arrastrando los volátiles desprendidos durante la reacción. De tal forma que, se han percibido reacciones secundarias (como lo son aromatizaciones o ciclaciones) que afectan el correcto desempeño del equipo en el sentido de que se obtienen productos no deseados. (Obando, 2015)

Dado lo anterior, este reactor no cumple con las condiciones necesarias para obtener el mayor rendimiento de producto líquido, y por tanto para el desarrollo de este proyecto.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Figura 15.*Reactor batch.*

Nota. Adaptado de (Obando, 2015).

5.6.2. Reactor semi-batch.

Este tipo de reactor tiene características muy parecidas al tipo batch, con la diferencia de que tiene un flujo de gas inerte (por lo general es nitrógeno) capaz de desplazar y guiar a los volátiles generados a otros sectores, disminuyendo las reacciones secundarias en el volumen del equipo, por tanto, tiene un mejor desempeño en el rendimiento de los productos a obtener (Coronel Aguilar, 2014; Acosta y Pérez 2012). Se caracteriza dada la sencillez que significa su diseño e implementación, lo que en muchos casos viene acompañado de un ahorro en los costos de la confección del equipo. Sin embargo, al ser en lotes se requieren tiempos de reacción elevados, lo que aumenta los costos operacionales.

Debido a las condiciones de funcionamiento similares a las del tipo batch, se disminuye la efectividad del catalizador, haciendo que los rendimientos obtenidos del producto líquido sean bajos, por lo tanto, este tipo de reactor semi-batch no se tiene en cuenta para efectos de este proyecto.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

5.6.3. Reactor de lecho fijo.

Es un tipo de equipo que utiliza un material sólido particulado en una posición fija con respecto al reactor, permaneciendo inmóvil. Este tipo de equipo es utilizado ampliamente en muchas reacciones catalíticas heterogéneas, aunque presenta desventajas asociadas a las reacciones de pirólisis de residuos plástico o de caucho. Este reactor es propenso a sufrir bloqueos y las consiguientes pérdidas de presión del equipo, lo que puede representar fallas o reprocesos (Szegedi, 2013).

De acuerdo con lo anterior, se determina que este tipo de reactor no es una opción para el desarrollo del presente proyecto, además que estos equipos no poseen una implementación sencilla a escala industrial.

5.3.2. Reactor de lecho fluidizado

En el reactor de lecho fluidizado existe un flujo ascendente que hace que las partículas del lecho se dispersen mejorando tremendamente la transferencia de calor y de masa en su volumen de reacción (Flores y Posada, 2007; Arauzo et al, 2014; Ángel et al, 2013). Además, el flujo de reactivos no provoca movimiento en el lecho de sólidos.

El reactor de lecho fluidizado, debe sus ventajas a factores como: el buen contacto entre el material sólido particulado y el reactivo, ocupando gran parte del volumen de reacción en llevar a cabo la pirólisis. Aunque también se presentan desventajas debido a la necesidad de altos contenidos de catalizador para homogenizar el volumen del reactor y el desgaste de los sólidos y del reactor mismo producto de la fricción generada por el movimiento de las partículas en el lecho. por tanto, se descarta para efectos de este proyecto.

5.6.4. Reactor de tornillo.

Es un reactor que puede operar en modo continuo y batch. El reactor tipo tornillo, es un equipo sencillo, que básicamente consiste en una tolva de entrada, por donde ingresa la materia prima para llegar a un tornillo sinfín, encargado de conducir la materia prima, caucho triturado, a través de un barril calefaccionado, donde se llevan a cabo las reacciones de transformación.

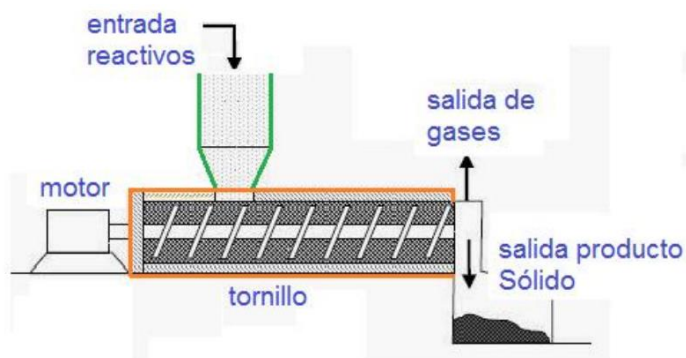
Se caracteriza por tener la ventaja de controlar el tiempo de residencia mediante la velocidad del giro del tornillo sinfín (Conesa, 2001; Díaz et al, 2015). Esto permite que se pueda otorgar una mayor orientación a los rendimientos de los productos deseados, para efectos de este proyecto, del producto líquido. A diferencia de los otros tipos de reactores, el de tornillo, no presenta aparentes problemas en el escalamiento, por lo que se considera una alternativa interesante desde un punto de vista industrial.

Por tanto, teniendo en cuenta que el reactor de tornillo es un equipo que en general cubre todas las necesidades anteriores y que nos facilita las tecnologías analizadas anteriormente es escogido como el reactor con el cual se desarrolla el proyecto. En la figura 16 se muestra el esquema común de un reactor de tornillo.

Figura 16.

Reactor de tornillo.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS



Nota. Adaptado de (Obando, 2015)

De acuerdo con el análisis de los diferentes tipos de reactores utilizados en la pirólisis, se determinó que el reactor de tipo tornillo o tipo extrusora es el más conveniente para la degradación química de neumáticos triturados, pues el tornillo sinfín da una gran ventaja sobre los otros puesto que ayuda a obtener mayor rendimiento del producto líquido y controlar el tiempo de residencia a través de la velocidad del giro, lo que favorece a la idea de negocio.

5.6.5. Planta con reactor de tornillo

De acuerdo, con la necesidad de máxima eficiencia del producto líquido, se determina que el reactor tipo tornillo es el más completo para lograr los rendimientos deseados, por tanto, se escoge para el montaje de la planta de pirólisis. A continuación, se enumeran las etapas del proceso general de una planta con reactor tipo tornillo:

1. Descenso de la mezcla de materia prima a través de la tolva de entrada.
2. Transporte de esta, a través del tornillo sinfín (el movimiento se obtiene mediante un motor con caja reductora).
3. Fusión del caucho triturado mediante la adición de calor por medio de chaquetas calefactoras.

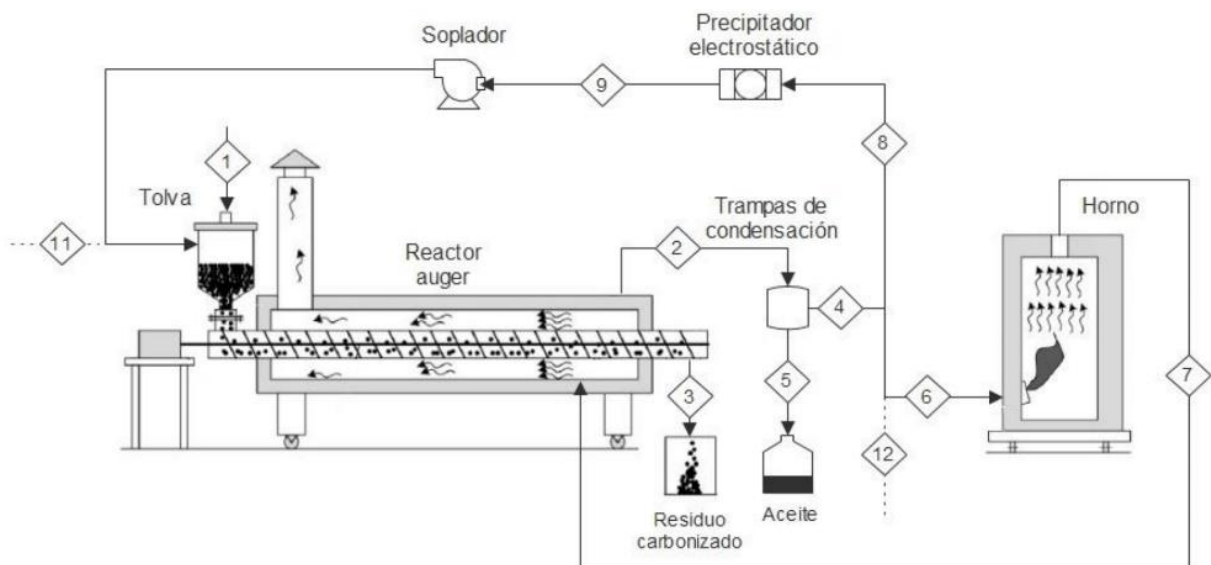
PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

4. Aumento en el volumen del tornillo sinfín, para generar aumento de presión en el medio.
5. Paso del caucho triturado fundido a través de una placa rompedora y un dado.
6. Condensación de los gases de la reacción.
7. Obtención de producto final.

En la figura 17, se observan los elementos del diseño conceptual de una planta de pirólisis con reactor de tornillo. Se observa desde que ingresa la materia prima (granos de caucho reciclado de 2.44mm), hasta la extracción de sus diferentes componentes.

Figura 17.

Diseño conceptual planta de pirólisis de llanta usadas.



Nota. Sahez J. (2015). Diseño conceptual planta de pirólisis de llanta usadas.

El caucho triturado ingresa en una tolva que lo envía gradualmente a un tornillo sinfín, el cual se calienta a 580°C rápidamente, desintegrando la materia prima y transformándola en

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

producto sólido, líquido y gaseoso. El producto sólido, residuos carbonizados o negro de humo se almacena en un compartimiento de la planta y los gases son enviados a las trampas de condensación para realizar la correspondiente separación de acuerdo con la utilidad de estos. La mayor parte será transformada en producto líquido, aceite pirolítico y los gases no condensables serán direccionados a una parte a la tolva para reducir el uso de nitrógeno, y la otra al horno que realiza la combustión, con el fin de suplir los requerimientos de energía del proceso, aportando en el diseño una alternativa autosostenible.

5.6.6. Proveedor de la planta

Se realizó una extensa investigación en el mercado de plantas de pirólisis especializadas en la transformación de residuo de llantas, sin embargo, la mayoría son de origen oriental (China), lo que altera drásticamente el costo de inversión del proyecto, por la importación, los costos de compra, flete, aranceles, impuestos e instalación en Colombia serían muy altos; además las más comercializadas en el mercado están instaladas con reactores tipo bath, lo cual no garantiza el mayor rendimiento del producto líquido, ya que sus tiempos en reacción son más largos y la temperatura es más baja, no realizando pirólisis rápida. Por tanto, se decide optar por aumentar la capacidad del diseño conceptual de la planta elaborada internamente por parte de la UIS con la misma finalidad y los rendimientos necesarios para desarrollar este proyecto (Maradei, Guevara, & Sanchez., 2017).

Por beneficios económicos del proyecto y teniendo en cuenta la estructura de la planta, siendo un diseño sencillo sin mayores instalaciones eléctricas o mecánicas, se considera la fabricación e instalación de la planta, por parte de una metalmecánica del área metropolitana de Bucaramanga, llamada Inal Industrias Acuña LTDA.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Se escoge Inal Industrias Acuña LTDA, por ser una empresa colombiana con más de treinta años de vida institucional, además con antecedentes de trabajos realizados para la UIS con alta satisfacción en la prestación de sus servicios. También contaron con la disposición para realizar la cotización de la planta de acuerdo con el diseño suministrado por la UIS, bajo condiciones de confidencialidad y con las dimensiones necesarias para el proceso de obtención del producto, adaptando la capacidad del diseño original a la requerida, 60kg/hora.

5.6.7. Capacidad de producción

La capacidad de producción está asociada con cada una de las etapas que intervienen en el proceso productivo. Sin embargo, para efectos de este proyecto la capacidad estará sujeta a la planta de pirólisis, puesto que esta trabajaría de forma continua las 24 horas del día, 30 días de la semana por los 12 meses del año y además la trituradora cotizada excede poco más del doble la capacidad de ese proceso. En la tabla 20, se muestra las capacidades diseñadas por hora de la maquinaria de cada proceso.

Tabla 20.

Capacidades diseñadas de los equipos representativos de producción.

Proceso	Capacidad diseñada (hora)
Destalonado	20-40 Llantas
Triturado	300 kg
Pirólisis	60 kg

El proceso de destalonado se les aplica exclusivamente a llantas con tamaños superiores a R9”, las cuales representan aproximadamente el 20% de la materia prima que ingresaría al sistema, capacidad que está dada como mínimo de 20 llantas/hora, por lo cual se requiere de una conversión

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

a kg/hora tomando un dato promedio de 25kg por llanta. Lo que indica, que esta máquina aproximadamente tardaría solo 20 horas al mes.

La máquina de trituración cotizada excede aproximadamente 3 veces la capacidad de la planta de pirólisis, se escogió puesto que fue la más pequeña que brinda el tamaño deseado de material (2.44mm) que ingresa al proceso de pirólisis, y extrae la fibra textil en simultáneo con el acero. Esta máquina trabajaría aproximadamente 275 horas al mes, 68.75horas a la semana.

5.6.7.1. Capacidad instalada. La capacidad instalada dispuesta para el diseño conceptual de la planta de pirólisis con reactor tipo tornillo realizada por parte de la UIS es de 13kg/h, ya que, esta se calculó exclusivamente para lograr suplir la necesidad de combustible de los vehículos de uso institucional UIS. Para efectos de este proyecto se amplía esa capacidad 4.5 veces para alcanzar a procesar el máximo de materia prima que se pronosticó ingresaría en esta etapa del proceso, un 75% de la materia prima que ingresa inicialmente, restando acero y fibra textil.

La capacidad de la planta de pirólisis se definió por la cantidad disponible de materia prima que se espera recolectar. Rueda Verde, principal gestor de materia prima a nivel nacional, manifestó estar dispuesta a proporcionar 50Ton mensuales de llantas usadas recolectadas en el departamento de Santander, además también se espera una recepción de 5ton directamente de proveedores de llantas y centros de acopio propios. Por tanto, la capacidad instalada de la planta de pirólisis teniendo en cuenta la reducción de peso que se realiza a la materia prima en los procesos anteriores será de 58.5kg de caucho triturado por hora, un total de 1404 kg por día.

La planta de pirolisis se espera que trabaje de forma continua las 24 horas del día, 30 días de la semana por los 12 meses del año, en vista que esta será la que define la extracción del producto principal, combustible sintético, y su interrupción o apagado, generaría gastos

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

adicionales de energía para el arranque. Cabe resaltar que la inversión de esta maquinaria se relaciona con la capacidad que requiere la planta y esta a su vez con la fabricación de esta.

5.6.7.2. Capacidad utilizada. Para el primer año de funcionamiento se pronostica alcanzar el 75% de la capacidad instalada, teniendo en cuenta que se dará inicio a una nueva gestión de recolección por parte de Rueda Verde, quienes no cuentan con bodegas de almacenamiento. Esta entidad realiza convenios con proveedores de llantas, talleres mecánicos y montallantas para que su recolección de llantas usadas sea dirigida exclusivamente a la planta de valoración propuesta por este proyecto.

Por tanto la capacidad instalada para la planta de pirólisis sería alrededor de 43.875kg por hora, un total de 1.053kg por día. Con un aumento paulatino en la producción del 5% para los años siguientes.

Cabe resaltar que la cantidad de combustible proyectada a alcanzar por esta idea de negocio en comparación a otros productores es mínima, y no genera gran impacto en la demanda. Por esta razón se supone la venta total.

5.6.8. Rendimiento de productos

Conforme a las condiciones propias de la pirólisis rápida utilizada en el diseño original de la planta con reactor de tornillo, se realiza la estimación de rendimientos obtenidos para cada producto teniendo en cuenta un estudio asociado a la construcción del trabajo de grado del diseño conceptual utilizado.

Los rendimientos máximo y características de los productos obtenidos están influenciados por el ajuste de las variables de proceso, tales como, el tamaño de las partículas, la temperatura y

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

el tiempo de reacción. Si se utilizan las condiciones de la tabla 21, los rendimientos máximos serían de 52.56wt% aceite pirolítico, 39.50wt% de carbón pirolítico, y 1.6% de gases no condensables. (Acosta, Tavera, Gauthier-Maradei, & Nabarlatz, 2015).

Tabla 21.

Condiciones esenciales para el rendimiento máximo de fracción líquida.

Condición	Parámetro
Temperatura	580 °C
Tiempo de reacción	Entre 20 y 180 minutos
Tiempos de residencia del gas en el reactor	Entre 10 y 28 s
Densidad aproximada de la masa de caucho utilizada	343kg/m ³

Nota. Adaptado de (Acosta, Tavera, Gauthier-Maradei, & Nabarlatz, 2015)

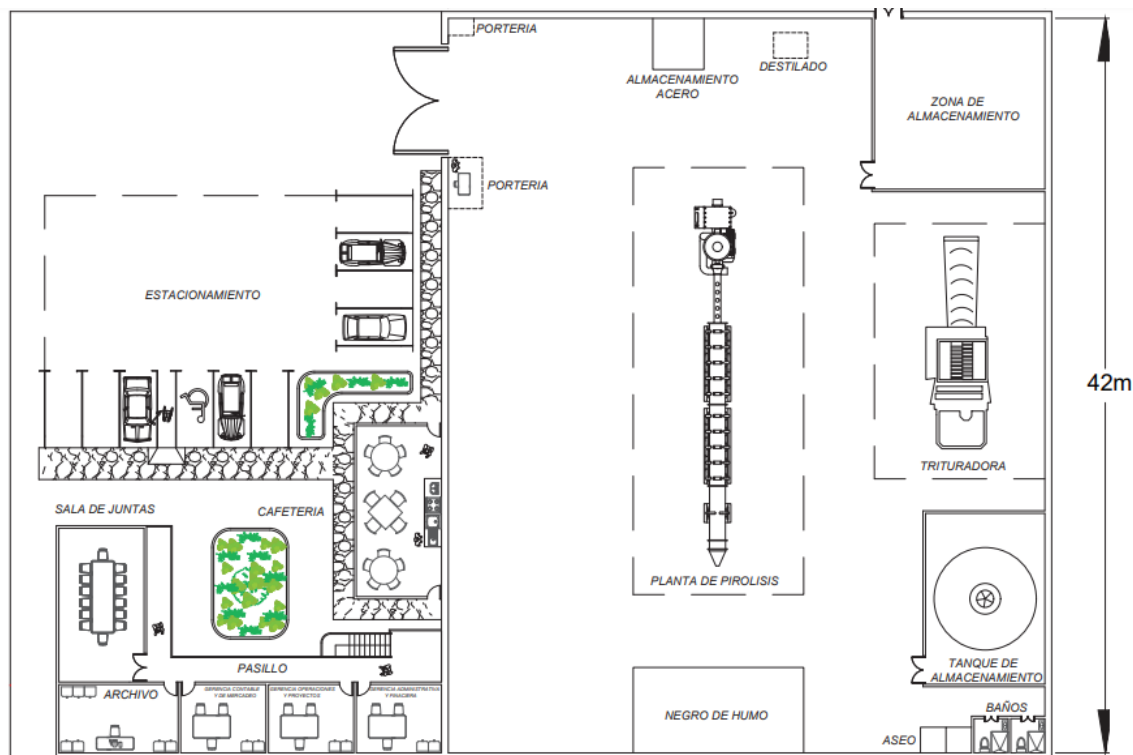
5.6.9. Distribución de planta

El área que se espera ocupar para la instalación de la planta de producción, las oficinas administrativas y áreas comunes es de 1500m² en total. La figura 18 muestra la posible distribución de la planta, cuartos de almacenamiento de materia prima, productos terminados, oficinas administrativas y zonas comunes.

Figura 18.

Distribución de planta.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLISIS



6. Estudio Legal

La viabilidad legal del proyecto se dividirá en el análisis de los siguientes cuatro aspectos:

6.1. Constitución legal de la Empresa

La empresa adoptará una posición jurídica de Sociedad de Responsabilidad Limitada, y se registrará a lo dispuesto en la Ley 222 de 1995. Las características propias de esta Sociedad son:

- Debe conformarse con un número plural de socios (Art. 359 Código de Comercio).
- Los socios solo responden hasta el monto de sus aportes iniciales. Sin embargo, en los estatutos podrá concertarse para alguno de los socios una mayor responsabilidad (Art. 353 del Código de Comercio).

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- El capital de aporte debe pagarse en su totalidad al momento de constituirse la sociedad. (Art. 354 del Código de Comercio).
- Se divide el capital en cuotas iguales y cada socio tendrá un voto de igual valor. (Art. 354 del Código de Comercio).
- La cesión de cuotas involucra una reforma estatutaria. (Art. 354 del Código de Comercio).
- La sociedad paga un porcentaje sobre las utilidades anuales.
- Los impuestos sobre la renta y el patrimonio se fijan sobre cada uno de los socios de acuerdo con su participación en la empresa.
- La representación de la sociedad está en cabeza de todos los socios, a menos que estos deleguen por democracia a uno de ellos o a un tercero. (Art.358 del Código de Comercio).

6.2. Régimen tributario

El tipo de sociedad escogida se acoge al Estatuto Tributario de Colombia para todo efecto que aplique.

6.3. Normatividad Ambiental

Teniendo como referencia la problemática actual que se vive en Colombia con el uso inadecuado de los residuos tanto en industrias como en los hogares, se hace necesaria la creación de normas y leyes que garantizan y ayudan a la preservación y conservación del medio ambiente, y de la vida misma, entendiéndose estas como dos componentes indispensables para que el Estado garantice el derecho fundamental a la vida y que está citado en la Constitución Política de 1991

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

en el artículo 11, y sin embargo, esta no es la única norma, toda esta constitución adopta un modelo de imposición de los deberes para la protección de los recursos naturales en cabeza del Estado tal como lo indica el artículo 8. En el artículo 79, se dispone de igual forma como deber del Estado que todas las personas gocen de un ambiente sano en donde se garantice la protección de la diversidad e integridad del ambiente, la conservación de las áreas de importancia ecológica y la creación de espacios de formación frente a dichos temas.

Es importante resaltar que Colombia posee convenios internacionales que permiten el control fronterizo del manejo de los desechos peligrosos y su eliminación, como en el convenio de Basilea del 22 de marzo de 1989, suscrito por el país mediante la ley 253 de 1996, por tal razón la disposición de dichos desechos no solo se limita a la normatividad colombiana sino también a la internacional, por lo cual las soluciones a dichas situaciones deben tener en cuenta este contexto.

Lo anterior implica tener como soporte en Colombia una norma que permita el control y la prevención del deterioro ambiental, a través de sanciones legales y reparación de daños por los que el Estado se ampara en los artículos 80 y 267 de la Constitución, en donde se establece la función pública de control financiero y gestión de resultados basado en la economía, la equidad, la eficiencia y el valor que se le da a los costos ambientales.

En la parte general del artículo 339 se señalan los propósitos y objetivos nacionales a largo plazo, las metas y prioridades de la unión estatal a mediano plazo y orientaciones generales de la política económica y ambiental que son adoptadas por el gobierno en un Plan Nacional de Desarrollo y con el fin de buscar mecanismos para favorecer el aprovechamiento de los recursos naturales, el financiamiento de programas para la gestión de residuos y el uso de las tecnologías limpias, tal como lo dispone el principio 32 de la ley 99 de 1993, en la cual se promueve la

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

formulación de planes de reconversión industrial y la realización de actividades de descontaminación, reciclaje y reutilización de recursos sólidos.

La ley 2811 de 1974 en sus artículos 34 y 36 establece que para el manejo de los recursos sólidos se deben utilizar los mejores métodos y procesos, teniendo como referencia los avances tecnológicos y científicos que puedan mejorar en demasía la calidad del manejo de los mismos, usando estrategias que permitan evitar el deterioro del medio ambiente y de la salud humana, la producción de nuevos bienes, el uso adecuado del suelo y la reutilización de los componentes; así mismo a través del del Decreto 1713 de 2002 y el Decreto 1045 de 2003, el estado asignó la responsabilidad del tratamiento y buen uso de este tipo de recursos, a los departamentos y municipios dando la obligación a los mismos de generar e implementar PGIRS (Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos), para generar un impacto positivo en la buena utilización de estos residuos, y favorecer procesos industriales en diferentes sectores económicos del país mediante el decreto 1713 de 2002 y en el decreto 1045 de 2003 en donde se adopta la metodología de elaboración de dichos planes.

Las llantas usadas en Colombia y como residuo sólido, aunque no son consideradas como un riesgo, se encuentran enmarcadas bajo diferentes normativas que indican que estas sean devueltas a los productores, con el fin de favorecer el reciclaje, su aprovechamiento como agregado asfáltico, su vida útil como reencauche, el aprovechamiento de todas sus propiedades a través de procesos específicos como la pirólisis, entre otros, al igual que evitar su mala disposición a nivel nacional.

Por lo anterior la ley 2811 de 1974, suscita que quienes las producen tienen la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de dichos residuos, teniendo en cuenta que la Ley 1259 de

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

2008 instaure en todo el territorio nacional, la aplicación de sanciones a quienes infrinjan las normas de aseo, recolección de escombros y limpieza, dispuestas en el artículo 6, igualmente con el ánimo de prevenir y controlar la degradación del medio ambiente, la Resolución 1457 de 2010, establece sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas por parte de quienes las producen; dicha resolución aplica para los productores de 200 o más unidades al año de distintas denominaciones.

Existen otras alternativas de aprovechamiento de las llantas usadas como el caso del aprovechamiento energético mediante la incineración o combustión y que requiere de procesos específicos como la pirólisis y que pueden generar emisiones no tan favorables para el medio ambiente, por lo que el ministerio de ambiente y conforme a la ley 99 de 1993 dictamina las regulaciones ambientales de carácter general como función para controlar y reducir la contaminación atmosférica a nivel nacional, estableciendo los niveles máximos permisibles de emisión que afecten el medio ambiente o los recursos renovables teniéndose en cuenta estudios científicos realizados en otros países y que sirven como referencia para el aprovechamiento viable de estos desechos en pro del ambiente y la vida misma, y a su vez la resolución 058 de 2002 indica normas y límites máximos permitidos de emisión para hornos crematorios e incineradores de residuos sólidos y líquidos y que permiten también mitigar y eliminar el impacto negativo de dichos procesos para con el medio ambiente.

El principal producto que se obtiene es el aceite pirolítico, combustible sintético. El uso de las llantas como combustible está regulado por la resolución 1488 de 2003 en la que se establecen los requisitos y condiciones para el aprovechamiento favorable de las mismas y los límites

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

máximos permitidos de emisión. La ley 1715 fomenta la utilización de fuentes no convencionales de energía que ofrece beneficios como exclusividad de Iva y exención de gravamen arancelaria.

Igualmente, para regular la certificación de calidad de los combustibles, se aplica la resolución 898 del 23 de agosto de 1995. Los Decretos 6982 de 2011 y 948 de 1995, reglamentan disposiciones legales para el control y cuidado de las emisiones que puedan afectar la calidad del aire y la salud de las personas y que están bajo vigilancia y monitoreo por parte de las autoridades ambientales y bajo lo dispuesto en el Decreto 2041 de 2014.

Dicho todo lo anterior es importante tener en cuenta y resaltar que bajo toda esta normatividad vigente de la Constitución política del país y del Ministerio del Medio Ambiente de Bogotá se garantiza que los procesos se cumplan de manera limpia y oportuna en favor del medio ambiente y de la vida como derecho fundamental en procesos de aprovechamiento de los componentes de las llantas como la pirólisis, que descompone el caucho en componentes constitutivos de aceites, gases y negro de carbono, solicitando la expedición de la Licencia Ambiental correspondiente a los emisores de material particulado que afecten la calidad del aire y comprometerse a cumplir todas las disposiciones que están dispuestas y señaladas en Decreto 6982 de 2011.

6.4. Patentes y Marcas

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Ente público de autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, es el encargado de la gestión y conservación del medioambiente y los recursos naturales renovables. Este manifestó que la ejecución del presente proyecto no requiere licencia o permisos especiales debido a que la materia

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

prima que se emplea son residuos desechados y los procesos que se desarrollarán son para el reciclaje de llantas teniendo en cuenta de igual forma que estará dentro de una zona franca, lo que hace que la planta este exenta de seguimiento o monitoreo por vencimiento de agua.

7. Estructura organizacional

La estructura organizacional viable para el funcionamiento del presente proyecto es de una empresa, donde los trabajadores se hacen cargo de múltiples funciones dentro de sus áreas designadas, en beneficio del cumplimiento de los objetivos y su óptimo funcionamiento.

Se contará con una estructura organizacional jerárquica, como se presenta en la figura 22, ya que, al ser una planta industrial, los procesos, actividades o tareas deben estar bajo mandos alineados y especializados.

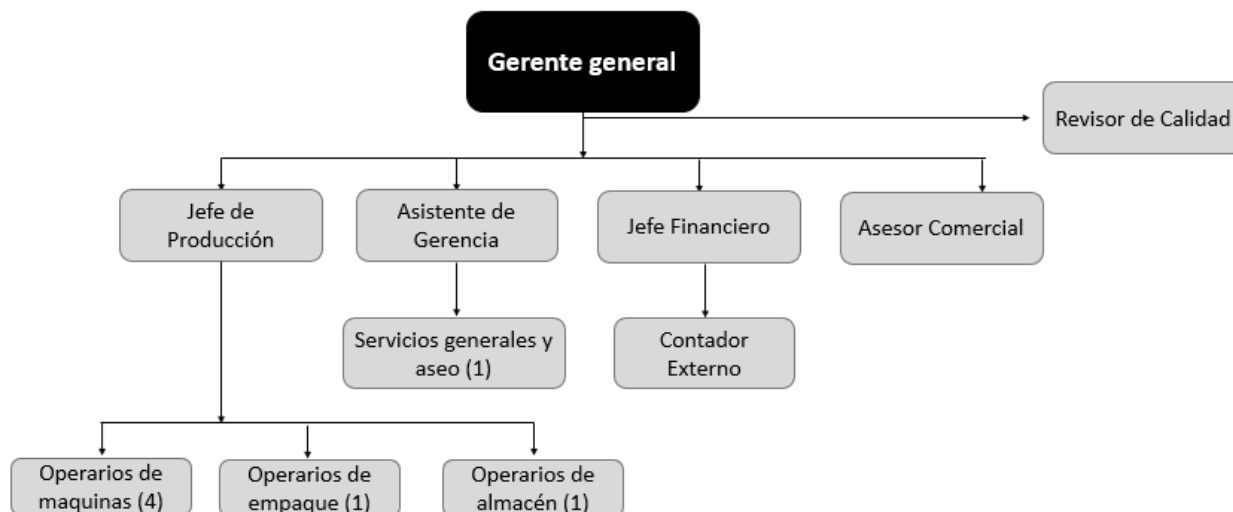
7.1. Organigrama.

La planta de transformación de neumáticos fuera de uso, en su organigrama tiene en cuenta lo fundamental para los primeros 5 años de funcionamiento, organizando su recurso humano de acuerdo con el cumplimiento de las actividades necesarias para el correcto funcionamiento.

Figura 19.

Organigrama de la empresa.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS



El organigrama que se observa es de una estructura sencilla, dadas las características de la empresa y el funcionamiento de esta, lo que permite una rápida y directa comunicación entre todos los involucrados del proceso productivo, cargos operativos.

El organigrama presenta una organización funcional que resalta el área administrativa, área financiera y compras, área de operación.

7.2. Descripción y perfil de cargos.

Los perfiles de cargo se analizan de acuerdo con la necesidad de la empresa y sobre el cumplimiento del direccionamiento estratégico. El Anexo E presenta la descripción de cada cargo, con funciones a cumplir y especificaciones.

7.3. Asignación salarial

Las compensaciones laborales se establecen con relación al salario promedio designado en el mercado para esa clase de actividades, asignándose de la siguiente forma:

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 22.*Asignación salarial.*

Cargo	Tipo de contrato	Salario	Cantidad	Transporte	Prestaciones (48.76)	Valor al mes	Valor al año
Gerente general	Nomina	3.000.000	1		1.495.800	4.495.650	53.947.800
Asistente de gerencia	Nomina	908.526	1	106.454		1.520.998	18.251.979
Líder de operaciones	Nomina	2.000.000	1		997.100	2.997.100	35.965.200
Director financiero y compras	Nomina	2.000.000	1		997.100	2.997.100	35.965.200
Operario de maquinaria	Nomina	908.526	4	106.454	601.478	1.807.932	86.780.719
Operario de almacenamiento	Nomina	908.526	1	106.454	506.018	1.520.998	18.251.979
Operario de empaque	Nomina	908.526	1	106.454	506.018	1.520.998	18.251.979
Gestor comercial	Nomina	1.100.000	1	106.454	601.478	1.807.932	18.251.979
Contador	Honorarios	200.000	1			200.000	2.400.000
Revisor de calidad	Honorarios	400.000	1			400.000	4.800.000
Total			13				247.357.193

7.4. Base de liquidar aportes y seguridad social**Tabla 23.***Aportes y seguridad social.*

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Prestaciones sociales	Factor
Prestaciones de pago directo	
Cesantías	8.33%
Intereses de cesantías	1.00%
Vacaciones anuales	4.17%
Prima de servicios	8.33%
Total prestaciones de pago directo	21.83%
Prestaciones de pago indirecto	
Seguro social	
Aportes a E.P. S	8.5%
Aporte a A.F.P. año 2021	12%
Riesgos profesionales	2.436%
Aportes Parafiscales	4%
Total Prestaciones de pago indirecto	26.936%
Total factor prestacional a cargo del patrono	48.766%

Se considera una categoría grado III para los riesgos profesionales, dado que los colaboradores del área de producción no operan manuales los equipos pero existen riesgos por ser un planta industrial que extrae combustible.

7.5. Conclusiones de la estructura organizacional del proyecto

- La estructura organizacional es congruente, apoya al cumplimiento de la misión, objetivos, valores, políticas y viabilidad financiera de la empresa.
- Se constituye bajo un esquema practico y funcional
- Los perfiles de cargos están claramente definidos para que no se presenten ninguna clase de inconsistencias en la ejecución de las funciones.
- Los cargos de contador y revisor de calidad se pagarán por honorarios.
- Todos los operarios de la planta recibirán su dotación tres veces al año.

8. Análisis de impacto ambiental y social

Debido a las características del proyecto, la identificación de los impactos más importantes ambiental y social, se centran en las acciones que favorecen y desfavorecen el medio ambiente en todo el proceso de valoración de llantas usadas desde la recolección de materia prima hasta la entrega y utilización del producto final, con un estudio preliminar.

8.1. Recolección. Beneficio social

Las llantas usadas en Colombia son un desecho con altos índices de contaminación, debido a la inadecuada disposición final, actualmente representan un problema ecológico, ambiental y de salubridad, estas piezas son desechadas en quebradas o lugares baldíos, otras incineradas en espacios a cielo abierto y aquellas que se reciclan en su mayoría no son aprovechadas en su totalidad. Las llantas usadas son la materia prima principal del proceso productivo para el presente proyecto, contribuyendo a una disposición final con alto rendimiento de aproximadamente 100% de utilización.

Conforme a lo anterior se refleja que el presente proyecto logrará un impacto positivo en la comunidad, dada la disminución de las llantas usadas, favoreciendo al cuidado del medio ambiente y por tanto mejorando la calidad de vida en poblaciones con vulnerabilidad y pobreza, ya que, en su mayoría esta basura se desecha y acumula cerca de estas poblaciones, haciendo espacios propicios para zancudos, dengue, y otras plagas e infecciones.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

8.2. Valoración ambiental del proceso de pirolisis

Tomando como guía metodología para la evaluación de impactos ambientales establecidos por la Secretaria Distrital de Ambiente, la matriz para la evolución de aspectos e impactos ambientales, en la que se han presentado los de mayor relevancia en cada etapa del proceso de valoración.

En la matriz de riesgos (Apéndice D), se pudo evidenciar que dentro de las actividades 2 y 4, siendo estas las más significativas de proceso productivo, la clase de impacto que se genera es Moderado, mostrando esto, que el tema correspondientes a vertimientos se realizan con una intensidad alta y con una periodicidad continua, con más significancia en el proceso de pirólisis, ya que la planta trabajara de manera continua, para lo cual se requiere realizar la respectiva prevención y mitigación de dicho riesgo.

Por otra parte, las demás actividades del proceso se sitúan con un impacto normal, indicando que tienen una intensidad baja, lo cual no ocasiona daños considerables al medio ambiente, por lo que no se gestionan medidas de prevención.

8.3. Normativas asociadas a los impactos

A continuación, en la tabla 24. se presenta en una matriz las normativas que rigen los aspectos más significantes en el análisis ambiental.

Al considerar el montaje de una planta transformadora de residuos desechables, y además por ser una planta que realiza un proceso termoquímico, con un considerable consumo de agua, es pertinente conocer y aplicar las normas que se rigen alrededor del cuidado del medio ambiente.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Sin embargo, al realizar la instalación dentro de una zona franca los tratamientos de aguas llevan un mayor control, puesto que la zona en particular Franca de Santander Girón cuenta con plantas de tratamientos de aguas que reducirían lo impactos a el recurso hídrico natural.

Se resalta que el consumo de energía se reduce considerablemente, ya que el equipo de mayor funcionamiento, planta de pirólisis tiene la capacidad de direccionar los gases no condensables a las chaquetas de calentamiento para mantener la alta temperatura que se requiere en este proceso.

Tabla 24.

Matriz Legal.

Tema	Entidad que regula	Norma	Titulo	Permiso	Plazos-Cumplimiento
Agua - vertimientos	Ministerio de Ambiente - Presidencia de la Republica	Decreto 1076 de 2015	Por el cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiental y sostenible.	si	inmediato
	Presidencia de la Republica	Decreto 1594 de 1984	Usos del agua y residuos líquidos	no	no
	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución 631 de 2015	Parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales	no	no
	Presidencia de la Republica	Decreto 1713 de 2002	Gestión integral de residuos solidos	no	no
Tierra – Residuos solidos	Ministerios de Medio Ambiente	Pgir	Planes de gestión integral de residuos solidos	no	no
	Ministerio de Medio Ambiente	Política	Política para la gestión integral de residuos solidos	no	no

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tema	Entidad que regula	Norma	Título	Permiso	Plazos-Cumplimiento
	Ministerios de Medio ambiente	Resolución 1457 de 2010	Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se adopta otras disposiciones	no	Inmediato
Aire – Control Atmosférica	Ministerios de Medio ambiente	Decreto 948 de 1995	Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire	si	inmediato

9. Análisis de viabilidad financiera

Usando como referencia los estudios técnico y de mercadeo, se logran definir los recursos que se necesitan para la ejecución del proyecto y así medir la actividad productiva encontrando las condiciones de requerimiento para su adecuado funcionamiento; convirtiendo en el estudio financiero todos estos factores en valores representados en pesos y que definen el monto de los recursos que se requieren para implementar, operar y poner en marcha la planta.

Luego de conocer los recursos financieros que se necesitan, se debe entrar en la búsqueda de medios de aporte y revisar las condiciones para tal fin, estableciendo las más convenientes para el desarrollo del presente proyecto. En el apéndice C, se muestran los detalles de los cálculos.

9.1. Inversiones

Se conocen como todos los aportes que se deben hacer para comprar y adquirir los elementos necesarios para la implementación de la planta y el inicio de su operación, siendo estas el resultado de un estudio técnico y de mercadeo. Se comprenden entonces, tres grandes categorías:

- Activos fijos.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLISIS

- Activos intangibles.
- Capital de trabajo.

9.1.1. Inversión Fija

Esta se realiza en bienes tangibles usados para garantizar el funcionamiento óptimo de la planta, representados en maquinaria y equipo, muebles, enseres, herramientas y equipos de oficina.

- **Maquinaria y equipo.** La maquinaria que se requiere es altamente especializada y corresponde a la mayor parte de la inversión fija total del proyecto.

Tabla 25.

Maquinaria y equipos.

Concepto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Triturador ZERMA ZBS 600T	1	\$528.598.000	\$ 528.598.000
Planta Pirólisis	1	\$301.100.000	\$ 301.100.000
Destalonadora de llantas pesadas	1	\$17.000.000	\$ 17.000.000
Tanques de combustible	1	\$36.890.000	\$ 36.890.000
Total			\$ 846.698.000

- **Muebles y enseres.** Estos solo se hacen necesarios en el área administrativa de la planta.

Tabla 26.

Muebles y enseres.

Concepto	Cantidad	Valor unitario	valor total
Sillas ejecutivas	5	\$474.000	\$ 2.370.000
Escritorios	5	\$399.000	\$ 1.995.000
Sillas sala de juntas	8	\$90.000	\$720.000
Mesa central sala de juntas	1	\$800.000	\$ 800.000
Archivadores 6 puestos	4	\$285.000	\$1.140.000
Mesas metálicas de comedores x5sillas	4	\$250.000	\$1.000.000
Sillas de descanso	20	\$ 45.000	\$ 900.000
Total			\$8.925.000

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- **Equipo de oficina.** Se requiere para el desarrollo de la actividad administrativa, la venta y el registro contable.

Tabla 27.*Equipo de oficina.*

Concepto	Cantidad	Valor unitario	valor total
Teléfonos fijos	5	\$ 170.000	\$ 850.000
Proyector	1	\$309.000	\$ 309.000
Nevera	1	\$ 900.000	\$ 900.000
Dispensador de agua	1	\$ 580.000	\$ 580.000
Microondas	1	\$ 180.000	\$ 180.000
TOTAL			\$ 2.819.000

- **Herramientas.** Set de herramientas manuales, carretillas transportadora, herramientas básicas y propias para el mantenimiento de las máquinas y equipos necesarios en la planta.

Tabla 28.*Herramientas.*

Set de herramientas manuales	1	\$	\$
		190.000	190.000
Carretilla carreta de 2 llantas	2	\$ 280.000	\$ 560.000
Cizalla Tijera 24 Pulgadas	1	\$ 65.900	\$ 65.900
Hidrolavadora Eléctrica Industrial	1	\$ 650.000	\$ 650.000
Escalera de aluminio tijera 6 pasos	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Gato Mecánico tipo tijera	1	\$ 150.000	\$ 150.000
Extractor de tornillos	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Juego destornillador de impacto	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Juego de llaves para válvulas de moto	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Juego de llaves mixtas	1	\$ 70.000	\$ 70.000
Total			\$ 1.990.900

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- **Total Inversión Fija.** La inversión fija no contempla compra de terreno. A continuación, en la tabla 29 se resumen la inversión fija necesarios para iniciar con la idea de negocio:

Tabla 29.*Inversión total fija.*

Concepto	Valor
Maquinaria y Equipos	\$ 846.698000
Muebles y enseres	\$8.925.0000
Equipos de oficina	\$2.819.000
Herramientas o Equipos menores únicamente para Producción	\$1.990.900
TOTAL	\$860.432.900

9.1.2. Inversión diferida

Los bienes no físicos, aquellos que no se pueden tocar, pesar y medir, los derechos de la empresa necesarios para su funcionamiento como, nombres comerciales, inversiones, gastos preoperativos que incluyen estudios de prefactibilidad, gastos de organización, adecuación, instalación y de puesta en marcha, intereses causados en la implementación, gastos de entrenamiento de personal y estudios de ingeniería son considerados como activos intangibles y por sus características estos pueden ser soportados generalmente durante los cinco primeros años de operación. La planta necesita de las inversiones diferidas que se encuentran representadas en la tabla 30. El valor amortizado anual (por cinco años) es de 5.096.180 pesos colombianos.

Tabla 30.*Inversión diferida.*

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Detalle	Valor
Estudio de factibilidad	\$ 1.700.000
Escritura de constitución	\$ 1.000.000
Registro de libros y documentos	\$ 400.000
Registro Mercantil	\$ 1.261.000
Software de inventario	\$ 1.200.000
Adecuación de oficinas en la bodega, Zona franca Santander	\$ 15.000.000
Barriles de metal x 10unidades	\$ 1.919.900
Publicidad Lanzamiento	\$ 3.000.000
Total	\$ 25.480.900

9.1.3. Inversión de capital de trabajo

La inversión de capital de trabajo es 76.302.719 COP. En el siguientes numeral se expondrán detalladamente los costos y gastos.

- **Costos de producción.** El costo de producción está determinado principalmente por el valor de la materia prima necesaria (llantas usadas) que son obtenidas a un bajo costo pues son consideradas como desecho. Lo anterior teniendo en cuenta lo manifestado por la Corporación Rueda Verde y un sondeo en los montallantas de Bucaramanga.
 - **Materia Prima.** Incluye la materia prima que se requiere para la elaboración de los 3 productos a obtener mediante el proceso productivo.

Tabla 31.

Costo materia prima.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLÍISIS

Materiales	Cantidad mensual requerida	Valor por unidad	Valor Anual	Valor mensual
Llantas usadas - Aceite pirolítico	16260,8	\$325	\$ 48.782.250	\$ 4.065.187,50
Nitrógeno	50	\$15	\$ 2.274.000,00	\$ 189.500,00
Llantas usadas - Negro de humo	13500	\$276	\$ 40.500.000	\$3.375.000,00
Bolsas plásticas resistentes abre fácil 10cm	12220	\$30	\$ 4.399.312	\$ 366.609,30
Etiqueta con descripción del producto para el NH 10cmx20cm blanco y negro	12220	\$18	\$ 2.639.655	\$ 219.971,25
Llantas usadas - Acero	7500	\$303	\$22.500.000,00	\$ 875.000,00
Total			\$121.095.216,60	\$10.091.268,05

- **Mano de obra directa.** Los actores que participan directamente en el proceso productivo.

Tabla 32.

Mano de obra Directa.

Cargo (Operación)	Cantidad	Valor mes	Valor año
Operarios de maquina	4	\$7.420.609	\$89.047.308
Operario de empaque	1	\$1.560.725	\$18.728.695
Operario de Almacén	1	\$1.560.725	\$18.728.695
Total		\$8.689.294	\$104.271.526

- **Costos indirectos de fabricación (CIF).** Entre esos tenemos.

Depreciación. Se calcula de acuerdo con el tiempo en que se deprecia cada ítem esencial para la producción.

Tabla 33.

Depreciación.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Ítem		Valor	Tiempo por depreciar (Año)	Valor depreciación año
Maquinaria y equipo	Cuadro 3	\$846.698.000	35	\$ 152.405.640
Muebles y enseres	Cuadro 4	\$9.025.000	10	\$1.624.500
Equipos de oficina	Cuadro 5	\$2.819.000	5	\$507.420
Herramientas	Cuadro 6	\$1.990.900	3	\$358.362
Total		\$937.224.900		\$154.895.922

La depreciación mensual de los activos de producción tiene un valor de \$12.907.993,5 pesos colombiano (\$154.895.922/12).

- **Otros Costos indirectos de fabricación.** Se tienen en cuenta los siguientes que no intervienen directamente con la producción.

Tabla 34.

Otros Costos indirectos de fabricación.

Ítem	Valor mensual	Valor anual
Mantenimiento	10%	\$ 1.275.741
Seguros	5%	\$ 637.870
Depreciación Maquinaria y Equipos		\$ 12.700.470
Depreciación Muebles y enseres		\$ 27.075
Depreciación Herramientas o Equipos menores		\$ 29.864
Servicios Públicos		\$ 5.865.000
Arrendamiento inmuebles		\$ 8.400.000
MO indirecta – Contador		\$ 400.000
MO indirecta – Revisor de calidad		\$500.000
Total		\$ 29.385.675
		\$ 352.628.097

- **Total costos de producción.** Son la suma de los costos que intervienen en el proceso productivo.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 35.*Total costo de producción.*

Ítem	Valor mensual	Valor anual
Materia Prima	\$ 10.091.268,08	\$ 121.095.217
Mano de Obra Directa	\$ 8.689.294	\$ 104.271.526
Costos Indirectos	\$ 29.385.675	\$ 352.628.097
Total	\$ 48.166.237	\$ 577.994.840

- **Gastos.** A continuación se detallan los gastos que se aplican en la ejecución de la idea de negocio.
 - **Gastos de administración y ventas.** Se incluyen los relacionados al área de administración de acuerdo con el porcentaje asignado de utilización.

Tabla 36.*Gastos de administración y ventas.*

Ítem		Valor mensual	Valor anual
Mantenimiento	10%	\$ 15.059	\$ 180.702
Seguros	5%	\$ 7.529	\$ 90.351
Depreciación Muebles y enseres		\$ 108.300	\$ 1.299.600
Depreciación Equipos de oficina		\$ 42.285	\$ 507.420
Arrendamiento de inmuebles		\$ 3.600.000	\$ 43.200.000
Servicios públicos		\$ 785.000	\$ 9.420.000
Amortización de Diferidos		\$ 424.682	\$ 5.096.180
Total		\$ 4.982.854	\$ 59.794.253

- **Gasto personal de administración y ventas.** En la tabla 39, se detallan los gastos de administración y ventas.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 37.*Gasto personal de administración y ventas.*

Cargo	Cantidad	Valor mes	Valor año
Gerente General	1	\$ 4.613.070	\$ 53.556.840
Asistente de Gerencia	1	\$ 1.509.976	\$ 18.119.707
Líder de producción	1	\$ 2.975.380	\$ 35.704.560
Director financiero y de compras	1	\$ 2.975.380	\$ 35.704.560
Asesor comercial	1	\$ 1.794.830	\$ 21.537.955
Servicios generales	1	\$ 1.509.976	\$ 18.119.707
Total		\$ 15.228.611	\$ 182.743.329

9.1.4. Inversión total

Para esta se tiene en cuenta todas lo correspondiente a la inversión fija, inversión diferida y a la inversión de capital de trabajo (Correspondientes a un año de actividades productivas de la nueva planta).

Tabla 38.*Inversión total.*

Inversión total	Valor
Inversión Fija	\$ 860.532.900
Inversión Diferida	\$ 25.480.900
Inversión en Capital de Trabajo	\$ 74.998.735
Total	\$ 961.012.535

9.1.5. Fuentes de financiación

Para la ejecución del proyecto, se cuenta con las siguientes fuentes financieras, en la tabla 41 se detallan la amortización del crédito:

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- **Recursos propios.** Para poner en marcha el proyecto se cuenta con unos recursos propios por valor de \$384.405.014 que corresponden al 40% de la inversión total.
- **Recursos de terceros.** Para la obtención del 60% restante que se requiere para satisfacer los costos para la producción de combustible sintético, así como negro de humo y acero, y los gastos de operación inicial, se recurrirá a un préstamo con la entidad financiera, Banco de Occidente el cual maneja una de las tasas más bajas en el mercado 12.51% EA.

Tabla 39.*Amortización del crédito.*

Año	Pagos	Intereses	Abono a capital	Saldo
1	\$ 160.077.688,88	\$ 71.830.174,95	\$ 88.247.513,93	\$ 495.408.814,32
2	\$ 160.077.688,88	\$ 59.450.266,87	\$100.627.422,01	\$ 394.781.392,31
3	\$ 160.077.688,88	\$ 45.333.628,57	\$114.744.060,31	\$ 280.037.332,00
4	\$ 160.077.688,88	\$ 29.236.620,78	\$130.841.068,10	\$ 149.196.263,89
5	\$ 160.077.688,88	\$ 10.881.424,99	\$149.196.263,89	\$ 0,00
Total	\$ 800.388.444,41	\$ 216.732.116,16	\$ 583.656.328,25	

9.2. Costos

Se refieren a todos los costos que intervienen para obtener las unidades de producto proyectadas. Para el primer año con una capacidad utilizada del 75% se alcanzará las unidades detalladas en la tabla 40 , con la utilización de 495 Toneladas de llantas fuera de uso

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 40.

Unidades de producto proyectas para el año 1.

	Aceite pirolítico	Negro de humo	Acero
	Galones	Kg	Kg
Unidades proyectadas Año	150289,49	146643,75	74250,00
Unidades proyectadas mes	12.524,12	12.220,31	6.187,50

A continuación se detallan los costos:

9.2.1. Costos fijos

Son aquellos que no tienen variación durante el año.

Tabla 41.

Costos fijos.

Costos fijos		Valor anual
Mano de Obra Directa MOD		\$104.271.526
Costos Indirectos Fijos		\$341.832.237
Arriendo	\$ 100.800.000	
Servicios	\$ 64.980.000	
Depreciación	\$ 153.088.902	
Mantenimiento	\$ 15.308.890	
Seguros	\$ 7.654.445	
Gastos de administración y ventas		\$228.961.022
Total		\$675.060.645

9.2.2. Costos variables

Hace referencia a los costos requeridos para el funcionamiento que tienen variación durante el año.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 42.*Costos variables.*

Costos variables		Valor anual
Materia Prima		\$ 121.095.217
Costos Indirectos Variables		\$ 51.984.000
Servicios	\$ 51.984.000	
Total		\$ 173.079.217

9.2.3. Costos totales Unitarios

Se calcula el costo total por unidad para cada uno de los productos que se obtienen del proceso producto, aceite pirolítico, negro de humo y acero. Para poder distinguir que porcentaje de participación tienen estos productos sobre los costos totales de producción se realiza una relación entre las ventas totales y las ventas individuales de cada producto dando como resultado los porcentajes presentes en la tabla 43.

Tabla 43.*Porcentaje de participación en la producción de los productos obtenido.*

	Porcentaje de participación en ventas
Aceite pirolítico	58.2%
Negro de humo	34.1%
Acero	7.7%

Tabla 44.*Costos unitarios para el aceite pirolítico.*

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Costos totales unitarios		Valor anual	Costo por unidad
Total Anual de Costos Fijos		\$393.119.166	\$2.615,75
Total Anual de Costos Variables	Materia Prima	\$100.792.066	\$670,65
	Servicios	\$30.272.698	\$201,43
Total		\$ 524.183.930	\$3.286,4

El costo por unidad del producto principal combustible sintético, aceite pirolítico se calcula infiriendo que el costo para producirlo es un 58.2% de los totales. De acuerdo con ese porcentaje se obtiene un costo de \$3.246 COP por galón.

Tabla 45.

Costos unitarios para negro de humo.

Costos totales unitarios		Valor anual	Costo por unidad
Total Anual de Costos Fijos		\$230.149.703	\$1.569,45
Total Anual de Costos Variables	Materia Prima	\$59.008.225	\$402,39
	Servicios	\$17.723.004	\$120,86
Total		\$306.880.932	\$ 2.093

Se obtiene un cantidad significativa de este producto (negro de humo), por tanto se debe valorar y tener en cuenta para los ingresos operacionales. Se considera teniendo en cuenta las ventas totales una participación en los costos totales del 34.7%. Se obtiene para el negro de humo un costo unitario por Kg de 2.115 pesos colombianos.

Tabla 46.

Costos unitarios para Acero.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLÍISIS

Costos totales unitarios			Valor anual	Costo por unidad
Total Anual de Costos Fijos		Cuadro 27	\$51.791.776	\$ 697,53
Total Anual de Costos Variables	Materia Prima	Cuadro 28	\$13.278.925	\$ 178,84
	Servicios	Cuadro 28	\$3.988.299	\$ 53,71
	Total		\$69.059.000	\$ 930

Teniendo en cuenta los porcentajes de participación de las ventas de cada producto respecto a las ventas totales se obtiene costo por unidad de los productos anteriormente expuestos, obteniendo para el acero un costo unitario por Kg de 901 pesos colombianos.

9.2.3.1. Análisis costos totales unitarios. Se concluye de los costos unitarios obtenidos para cada producto, que los costos fijos representan el 79% de los costos totales y los variables el 21%, teniendo la empresa un alto riesgo porque todavía tendrá que pagar los grandes costos fijos como el interés por el endeudamiento o alquiler. Esto se genera debido a los altos costos de la maquinaria y el bajo costo de la materia prima.

9.2.4. Precio de venta

Para determinar los márgenes de utilidad tanteando valores que brindaran un precio competitivo con los del mercado y fueran favorables para el cumplimiento del objetivo básico financiero. Por lo tanto los márgenes se fijan en 26% para el fuel oil pirolítico, y 20% para el negro de humo y el acero.

$$\text{Precio de venta} = \frac{\text{Costo unitario}}{(1 - \%Utilidad)}$$

De acuerdo con la anterior expresión, el precio de venta calculado es el siguiente:

Para el aceite pirolíticos:

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

$$\text{Precio de venta} = \frac{3.286,4}{(1 - 26\%)} = 4.441,08 \approx \mathbf{4.500}$$

Para el negro de humo:

$$\text{Precio de venta} = \frac{2.092,70}{(1 - 20\%)} = 2.615,87 \approx \mathbf{2.700}$$

Para el acero:

$$\text{Precio de venta} = \frac{9}{(1 - 20\%)} = 1.126,25 \approx \mathbf{1.200}$$

Es necesario obtener el cálculo para cada producto debido a que todos tienen una participación significativa en la operación del proyecto y por tanto en las utilidades de este.

9.3. Proyección de ingresos y egresos

Analizando los cálculos efectuados, se presentan proyecciones financieras que corresponden a ingresos y egresos de los primeros 5 años de funcionamiento de la planta; dichas proyecciones se trabajan en pesos constantes. Después del primer año de funcionamiento se espera un crecimiento de producción de un 5% para los años siguientes.

9.3.1. Egresos proyectados

La relación de egresos para esta proyección se presenta a continuación:

- Costos de producción (tabla 35), que comprenden la materia prima, costos indirectos de fabricación sin depreciación, y mano de obra directa.
- Gastos de administración y ventas sin depreciación.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- Obligaciones financieras.
- Impuestos que se aplican 33%

En la tabla 47, se observan los cálculos proyectados en pesos.

Tabla 47.

Egresos proyectados.

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Egresos operacionales	\$619.178.840	\$621.778.040	\$624.507.200	\$627.372.818	\$630.381.716
Gastos administrativos	\$223.817.875	\$ 223.817.875	\$ 223.817.875	\$ 223.817.875	\$ 223.817.875
Impuesto	\$78.374.268	\$100.643.448	\$124.390.974	\$149.741.952	\$176.834.922
Obligación financiera	\$71.057.818	\$58.811.026	\$44.846.177	\$28.922.253	\$10.764.422
Total	\$ 992.428.801	\$ 1.005.050.389	\$ 1.017.562.226	\$ 1.029.854.898	\$ 1.041.798.935

9.3.2. Ingresos proyectados

Se determinan conforme con los siguientes aspectos:

- Precio de venta del combustible sintético, aceite pirolíticos es de \$4.500 por galón.
- Adicionalmente las ventas de los productos negro de humo y acero, con un precio fijado en \$2.700 y \$1.200 respectivamente.
- La capacidad utilizada en el proceso productivo.

Tabla 48.

Ingresos proyectados.

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
---------	-------	-------	-------	-------	-------

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Venta aceite pirolítico	\$676.302.699	\$710.117.834	\$745.623.725	\$782.904.912	\$822.050.157
Venta negro de humo	\$395.938.125	\$ 415.735.031	\$436.521.783	\$458.347.872	\$ 481.265.266
Venta acero	\$89.100.000	\$93.555.000	\$98.232.750	\$103.144.388	\$ 108.301.607
Total	1.161.340.824	\$1.219.407.865	\$1.280.378.258	\$1.344.391.171	\$1.411.617.030

9.4. Estado De Resultados Proyectado

A el primer año de funcionamiento la idea de negocio proyectado ventas totales, a pesar de los altos costos fijos indirectos por causa de la depreciación, arriendo y servicios, se logran ganancias del ejercicio del negocio, con una utilidad positiva al primer año de 143.211.162 COP y va aumento en el transcurso de los siguientes años. Se detalla todo los actores que intervienen en la tabla 51.

Tabla 49.

Estado de resultados proyectado.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIROLISIS

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Operacionales por ventas - Aceite pirolítico	676.302.699	710.117.834	745.623.725	782.904.912	822.050.157
Ingresos Operacionales por ventas - Negro de humo	395.938.125	415.735.031	436.521.783	458.347.872	481.265.266
Ingresos Operacionales por ventas - Acero	89.100.000	93.555.000	98.232.750	103.144.388	108.301.607
TOTAL INGRESOS	1.161.340.824	1.219.407.865	1.280.378.258	1.344.397.171	1.411.617.030
Mano de Obra Directa MOD	104.271.526	104.271.526	104.271.526	104.271.526	104.271.526
Materia Prima	121.095.217	121.095.217	121.095.217	121.095.217	121.095.217
Costos Indirectos Fijos	341.828.097	341.828.097	341.828.097	341.828.097	341.828.097
Costos Indirectos Variables	51.984.000	54.583.200	57.312.360	60.177.978	63.186.877
COSTOS DE VENTAS	619.178.840	621.778.040	624.507.200	627.372.818	630.381.716
Utilidad bruta	542.161.984	597.629.825	655.871.059	717.024.354	781.235.313
Gastos de Personal	161.205.374	161.205.374	161.205.374	161.205.374	161.205.374
Gastos de Administración	46.217.693	46.217.693	46.217.693	46.217.693	46.217.693
Gastos de Personal de Ventas	21.537.955	21.537.955	21.537.955	21.537.955	21.537.955
Gastos de administración y ventas	228.961.022	228.961.022	228.961.022	228.961.022	228.961.022
Utilidad operacional	313.200.962	368.668.803	426.910.037	488.063.332	552.274.291
Gastos Financieros	71.057.818	58.811.026	44.846.177	28.922.253	10.764.422
Gravamen del 4 x 1.000	4.645.363	4.877.631	5.121.513	5.377.589	5.646.468
Otros Ingresos					
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	237.497.781	304.980.146	376.942.347	453.763.490	535.863.401
Provisión para Impuestos	78.374.268	100.643.448	124.390.974	149.741.952	176.834.922
UTILIDAD NETA	159.123.513	204.336.698	252.551.372	304.021.538	359.028.479
Reservas	15.912.351	20.433.670	25.255.137	30.402.154	35.902.848
UTILIDAD DEL EJERCICIO	143.211.162	183.903.028	227.296.235	273.619.385	323.125.631

9.5. Flujo De Caja Proyectado

De acuerdo con lo detallado en la siguiente tabla, se visualiza que a partir del primer año se refleja un flujo positivo, mostrando una buena liquidez, por lo que la empresa estará en condiciones de seguir con su plan de negocios.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Tabla 50.

Flujo de caja.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos operacionales		1.161.340.824	1.219.407.865	1.280.378.258	1.344.397.171	1.411.617.030
Total de Ingresos Operacionales		1.161.340.824	1.219.407.865	1.280.378.258	1.344.397.171	1.411.617.030
Pago de Materia Prima		121.095.217	121.095.217	121.095.217	121.095.217	121.095.217
Pago de Mano de Obra Directa		104.271.526	104.271.526	104.271.526	104.271.526	104.271.526
Pago Costos Indirectos Fijos		341.828.097	341.828.097	341.828.097	341.828.097	341.828.097
Depreciaciones		-153.085.302	-153.085.302	-153.085.302	-153.085.302	-153.085.302
Pago Costos Indirectos Variables		51.984.000	54.583.200	57.312.360	60.177.978	63.186.877
Total Pagos de Costos Operacionales		466.093.538	468.692.738	471.421.898	474.287.516	477.296.414
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL BRUTO		695.247.286	750.715.127	808.956.361	870.109.656	934.320.615
Pago de Gastos de Administración		207.423.067	207.423.067	207.423.067	207.423.067	207.423.067
Amortizaciones		-5.096.180	-5.096.180	-5.096.180	-5.096.180	-5.096.180
Depreciaciones		-1.792.620	-1.792.620	-1.792.620	-1.792.620	-1.792.620
Pago de Gastos de Ventas		21.537.955	21.537.955	21.537.955	21.537.955	21.537.955
Pago de Impuestos		0	78.374.268	100.643.448	124.390.974	149.741.952
Total Pago de Gastos Operacionales		222.072.222	300.446.490	322.715.670	346.463.196	371.814.174
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL NETO		473.175.064	450.268.638	486.240.690	523.646.459	562.506.442
Inversión Fija	860.432.900					
Inversión Diferida	25.480.900					
Inversión en Capital de Trabajo	76.387.101					
Total de Inversiones	962.300.901	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA LIBRE	-962.300.901	473.175.064	450.268.638	486.240.690	523.646.459	562.506.442
Aportes de los socios	384.920.361					
Crédito Financiero	577.380.541					
Total Ingresos de Financiación	962.300.901	-	-	-	-	-
Abonos a capital		87.298.629	99.545.422	113.510.270	129.434.194	147.592.025
Pago de Intereses		71.057.818	58.811.026	44.846.177	28.922.253	10.764.422
Gravamen del 4 x 1.000		4.645.363	4.877.631	5.121.513	5.377.589	5.646.468
Total Egresos de Financiación	-	163.001.811	163.234.079	163.477.960	163.734.036	164.002.915
FLUJO DE CAJA DE FINANCIACIÓN	962.300.901	-163.001.811	-163.234.079	-163.477.960	-163.734.036	-164.002.915
FLUJO NETO DE CAJA	0	310.173.254	287.034.559	322.762.730	359.912.423	398.503.526
Flujo de caja del período	-962.300.901	310.173.254	287.034.559	322.762.730	359.912.423	398.503.526
Saldo anterior de Caja y Bancos		76.387.101	386.560.355	673.594.914	996.357.644	1.356.270.068
SALDO FINAL DE CAJA Y BANCOS	\$-962.300.901	\$ 620.346.507	\$574.069.118	\$ 645.525.460	\$719.824.846	\$797.007.052

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

9.6. Balance General Proyectado

Desde el primer año de funcionamiento la idea de negocio muestra activos favorables sobre los pasivos, dejando un saldo positivo en el patrimonio total. Los pasivos a medida que pasan los años sostienen deducción, al reducirse las obligaciones financieras, por lo que se aumenta considerablemente el valor de la empresa.

Tabla 51.*Balance general.*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Caja y Bancos	76.387.101	386.560.355	673.594.914	996.357.644	1.356.270.068	1.754.773.594
Total Activo Corriente	76.387.101	386.560.355	673.594.914	996.357.644	1.356.270.068	1.754.773.594
Maquinaria y Equipo	846.698.000	846.698.000	846.698.000	846.698.000	846.698.000	846.698.000
Muebles y Enseres	8.925.000	8.925.000	8.925.000	8.925.000	8.925.000	8.925.000
Equipos de Oficina	2.819.000	2.819.000	2.819.000	2.819.000	2.819.000	2.819.000
Herramientas y Equipos menores	1.990.900	1.990.900	1.990.900	1.990.900	1.990.900	1.990.900
Depreciación Acumulada	0	-154.877.922	-309.755.844	-464.633.766	-619.511.688	-774.389.610
Total Activo Fijo Neto	860.432.900	705.554.978	550.677.056	395.799.134	240.921.212	86.043.290
Inversión diferida	25.480.900	25.480.900	25.480.900	25.480.900	25.480.900	25.480.900
Amortización diferida		-5.096.180	-10.192.360	-15.288.540	-20.384.720	-25.480.900
Activo Diferido Neto	25.480.900	20.384.720	15.288.540	10.192.360	5.096.180	0
ACTIVO TOTAL	962.300.901	1.112.500.053	1.239.560.510	1.402.349.138	1.602.287.460	1.840.816.884
Impuestos por pagar		78.374.268	100.643.448	124.390.974	149.741.952	176.834.922
Total Pasivo Corriente	0	78.374.268	100.643.448	124.390.974	149.741.952	176.834.922
Obligaciones de Largo Plazo	577.380.541	490.081.912	390.536.490	277.026.220	147.592.025	-1,45286E-07
PASIVO TOTAL	577.380.541	568.456.179	491.179.938	401.417.194	297.333.977	176.834.922
Aportes Sociales	384.920.361	384.920.361	384.920.361	384.920.361	384.920.361	384.920.361
Utilidades Ejercicios Anteriores		0	143.211.162	327.114.190	554.410.425	828.029.810
Utilidades del Presente Ejercicio		143.211.162	183.903.028	227.296.235	273.619.385	323.125.631
Reservas (10% de las utilidades del ejercicio)		15.912.351	36.346.021	61.601.158	92.003.312	127.906.160
PATRIMONIO TOTAL	384.920.361	544.043.874	748.380.572	1.000.931.944	1.304.953.483	1.663.981.961
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	962.300.901	1.112.500.053	1.239.560.510	1.402.349.138	1.602.287.460	1.840.816.884

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

9.7. Conclusiones sobre la viabilidad financiera del proyecto

La viabilidad financiera para el proyecto del montaje de una planta de aprovechamiento de llantas usadas, que obtiene aceite pirolítico, negro de humo y acero, se considera favorable según los demuestran los resultados relevantes encontrados en el análisis financiero.

- El préstamo que se requiere realizar es de \$5767.380.541 COP. Este es un valor con medias posibilidades de ser aprobado por el Banco de Occidente, teniendo en cuenta el riesgo que representa el funcionamiento operacional de la planta, sin embargo al ser un proyecto innovador y amigable ambientalmente aumenta la probabilidad de aprobación.
- Se evidencia en el estado de resultados que para el primer año se obtiene una utilidad del ejercicio de \$146.211.162 COP.
- Los costos fijos representan la mayor parte de los que intervienen en los productos, siendo estos del 80%, presentando un riesgo.
- Los precios de venta establecidos se ajustan a los precios de venta del mercado para cada producto, haciéndolos competitivos en precio.
- Se requiere una inversión total para el montaje de la planta de \$962.300.901 valor que estará soportado en 40% socios, 60% entidad financiera (Banco de Occidente).

9.8. Evaluación financiera del proyecto

La planta de aprovechamiento de llantas usadas, enfocada en la obtención de aceite pirolíticos, negro de humo y acero ubicada en la zona franca de Bucaramanga, será evaluada financieramente con el panorama más probable teniendo en cuenta los siguientes indicadores.

- Valor Presente Neto

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- Tasa Interna de Retorno
- Periodo de recuperación

9.8.1. Valor presente neto (VPN)

Es el valor monetario que se obtiene de restar la suma de los flujos netos descontados a la inversión, mide el rendimiento del proyecto frente a la inversión con relación a las variables económicas y financieras del mercado, con una tasa de interés de oportunidad (TIO) o la tasa mínima atractiva de retorno.

TIO = Tasa de interés de oportunidad del mercado, está dada por:

- La tasa de interés de captación diarias de los CDT a 360 días es de 6.52%
- Un factor de riesgo de 10%, valor obtenido sobre el riesgo que implica desarrollar una actividad de producción.

$$Tasa\ de\ evaluacion = ((1 + 0,0652)(1 + 0,10) - 1) * 100$$

$$Tasa\ de\ evaluacion = ((1,0652)(1,10) - 1) * 100$$

$$Tasa\ de\ evaluacion = (1.17172 - 1) * 100$$

$$Tasa\ de\ evaluacion = 17.172\%$$

El VPN se obtendrá por medio de la siguiente fórmula matemática.

$$VPN = \sum(X)(1 + I)^{-t}$$

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Teniendo en cuenta el flujo de caja neto, para cada año, presente en el ANEXO C, y con una TIO de 17.172%, con un periodo de 0 hasta 5. Aplicando y reemplazando estos valores en la formula se obtiene por medio de una la herramienta Excel con los cálculos programables, que el VPN del proyecto es el que se presenta a continuación.

$$\text{VPN} = \$604.244.940 \text{ COP}$$

Al ser un valor positivo se concluye que la inversión del proyecto renta a una tasa superior a la tasa de interés de oportunidad; por lo tanto, el proyecto es factible y debería aceptarse.

9.8.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Nos da una medida relativa de la rentabilidad del proyecto. La TIR es el tipo de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, y así determinar si un proyecto es favorable.

La TIR se obtiene mediante la siguiente fórmula matemática.

$$\text{VPN} = \sum (X)(1 + r)^{-t}$$

Donde:

$$\text{VPN} = 0$$

X= Flujo neto de caja para cada año. ANEXO C.

$$r = \text{TIR} = ?$$

t = Periodo de 0 a 5 años

Empleando y reemplazando estos valores en la formula se obtiene por medio de una la herramienta Excel con los cálculos programables, que el TIR del proyecto es el siguiente:

$$\text{TIR} = 41.40\%, \text{ Efectivo anual}$$

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Esto quiere decir que por cada \$1 COP invertido en la producción del proyecto de valoración de llantas usadas para la obtención de aceite pirolítico, negro de humo y acero, a la empresa le retornarían \$0.4140 COP.

La tasa interna de retorno de 41,40% en relación con la tasa de mercado financiero y las demás variables económicas es más alta, por lo tanto se concluye que el proyecto desde el punto de vista económico es rentable.

9.8.3. Periodo de recuperación.

Mide el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial.

Siempre que las condiciones estimada y proyectadas para el proyecto se den adecuadamente, el monto de \$961.072.651 se recupera al año y 8 meses, un tiempo favorable para el monto de la inversión.

En la tabla 52, se observan los cálculos realizados para la estimación del periodo de recuperación.

Tabla 52.

Periodo de recuperación.

Periodo	Inversión	Flujo Caja Anual	Inversión - F.Caja
Año 0	-\$ 961.072.651		-\$ 961.072.651
Año 1		\$ 408.230.696	-\$ 552.841.955
Año 2		\$ 330.461.556	-\$ 222.380.399
Año 3		\$ 304.395.498	\$ 82.015.099
Año 4		\$ 279.632.946	\$ 361.648.045
Año 5		\$ 256.249.478	\$ 617.897.523

9.8.4. Otro escenarios

9.8.4.1. Pesimista. En el cual la idea de negocio solo alcanza a vender el 80% de los productos combustible sintético y negro de humo, manteniendo la misma capacidad utilizada del 75%. El panorama del producto acero no cambia ya que los compradores, empresas recicladoras no tienen un límite de compra. Para este escenario los indicadores toman valores de:

- **VPN:** 38.929.035 COP
- **TIR:** 18.81%
- **El periodo de recuperación:** 41 meses

A pesar de suponer una disminución del 20% en las ventas el negocio continúa siendo favorable, ya que la VPN es positiva, la TIR es mayor a la tasa de descuento. El tiempo de recuperación es más largo pero se sigue sosteniendo una liquidez para el pago de obligaciones financieras.

Si las ventas llegaran a caer un 5% más, el panorama cambiaria, al tener costos fijos del 80%, la empresa no lograría pagar el endeudamiento que adquirió para la puesta en marcha del negocio por lo que trabajaría con pérdidas.

6.1.1.1. Optimista

Para el escenario optimista suponemos que la entrega de los proveedores de materia prima supera las exceptivas y se de inicio con un 90% de la capacidad utilizada, suponiendo también las ventas totales de los productos a obtener. Para este escenario los indicadores toman valores de:

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- **VPN:** 1.063.283.454
- **TIR:** 58.56%
- **El periodo de recuperación:** 12 meses

Así como pasa con el escenario pesimista, los costos juegan un rol importante, puesto que un aumento favorable en las ventas genera un gran impacto positivo sobre los indicadores de rendimiento, al ser los costos variables bajos del 20%, producir y vender mas no me altera los costos fijos que representan la mayor proporción de costos.

9.8.5. Razones financieras.

A continuación, se realiza el análisis de las razones financieras de liquidez y endeudamiento para el año uno, de acuerdo con el Balance General.

- **Razón corriente**

Activo Corriente / Pasivo Corriente = \$4.93 COP

Se interpreta que por cada \$1 COP que la empresa debe a corto plazo, durante el primer año, tiene \$4.93 declarado en activos corrientes para responder. Siendo favorable porque es un respaldo frente a proveedores y entes financieros.

- **Razón de capital de trabajo**

Activo Corriente – Pasivo corriente = \$308.186.088 COP

Indica que la empresa cuenta con \$308.186.088 COP de capital de trabajo disponible para la operación del primer año.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- **Nivel de endeudamiento**

$$\text{Pasivo Total} / \text{Activo Total} = 0.5110 \text{ COP}$$

El proyecto presenta un nivel de endeudamiento relativamente alto, puesto que la inversión requerida es considerablemente alta. Por cada peso que la empresa tiene invertido en activos, se han financiado \$0.51 COP. Por la naturaleza de la empresa este nivel de endeudamiento es favorable, sin embargo no se tiene mucho margen para un deuda futura.

- **Cobertura de interés**

$$\text{Utilidades antes de impuestos} / \text{Gastos financieros} = \$3.34 \text{ COP}$$

Es favorable, sin embargo se percibe baja, da como resultado que por cada peso de interés pagado hay utilidades de \$3.34 COP. Al tratarse del primer año de funcionamiento es beneficioso porque indica que el prestado se justifica y fluye con buenos pronósticos.

- **Apalancamiento total**

$$\text{Pasivo total} / \text{Patrimonio total} = \$1.499 \text{ COP}$$

Indica que para el año uno por cada peso en el patrimonio se tienen deudas de \$1.499 COP, representado un alto riesgo al funcionamiento de la planta, sin embargo este apalancamiento mantiene una reducción constante al transcurrir los siguientes años, al quinto año el apalancamiento proyecta que por cada un peso en el patrimonio se tienen deudas de \$0.1 COP.

El negocio presenta riesgos, pero las retribuciones son muy favorables.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- **Rentabilidad con relación de inversión.**

Utilidad neta / Activo Bruto = \$0.16 COP

A pesar de que al primer año no generará una utilidad neta tan representativa con respecto a cada peso invertido, es favorable porque se presenta una utilidad que va ascendente. Brinda seguridad a los inversores, ya que pueden evidencias en este indicar beneficios económicos.

9.8.6. Punto de equilibrio

Se calcula el punto de equilibrio en unidades para cada uno de los productos, teniendo en cuenta la aplicación del porcentajes de participación de las ventas individuales con las ventas totales. El punto de equilibrio para los productos se debe calcular aplicando la siguiente formula:

$$Qu = \frac{CF}{(Pvu - Cvu)}$$

En la tabla 53 se presentan los puntos de equilibrio para cada producto.

Tabla 53.

Punto de equilibrio.

PUNTO DE EQUILIBRIO	Aceite pirolítico	Aceite pirolítico	Aceite pirolítico
Costos Fijos	\$ 390.126.483	\$228.397.652	\$51.397.503
Precio de venta	\$4.500	\$2700	\$1200
Costo Variable Unitario	\$872	\$523,249224	\$232,5552107
Qu	107.535	104.926	53.127

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Esto indica que al vender 108.359 galones de Aceite pirolítico, 105.731 Kg de Negro de humo y 53.535 Kg de acero, se logra cancelar todos los costos y se percibir utilidades. Analizando los números de las unidades proyectadas, todas están por encima del punto de equilibrio al primer año de funcionamiento al 75% de capacidad utilizada.

10. Direccionamiento estratégico de la organización.

10.1. Misión

Somos una empresa comercializadora de productos provenientes de la transformación de desechos, en este caso, llantas usadas, en productos de alta calidad valorados por la industria, como lo son el combustible, el gas y el negro de humo. Buscamos con esto mitigar, en la mayor medida y con un mejoramiento continuo, el impacto ambiental generado por las grandes cantidades de residuos de llantas de caucho y el alto uso de hidrocarburos. Por último, la razón para llevarlo a cabo radica en el análisis de la problemática ambiental expuesta y la visualización de una propuesta de negocio que ayude a solventarla.

10.2. Visión

La mayor aspiración de este proyecto es que para el 2027 se abarque una cobertura del 5% al 10% de la energía calorífica empleada por plantas industriales en el departamento de Santander. Se espera que para la fecha la planta esté proyectando una imagen progresista y amigable con el medio ambiente. Además, se pretende una alta producción en cantidad de los productos deseados, así como oportunidades de empleo para la comunidad santandereana.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

10.3. Valores

Los principios éticos de nuestro proyecto están orientados a la protección del medio ambiente y la contribución social. Puesto que creemos en alternativas viables para la mitigación de la problemática ambiental generada por el alto consumo de combustibles fósiles. Nuestro compromiso es reducir los impactos ambientales que puedan producirse en las diferentes etapas de elaboración de nuestro combustible, generar empleo para la comunidad y cambiar la visión que se tiene de los desechos de llantas mostrando su alto poder energético.

10.4. Políticas institucionales.

- Orientación de la operación de la planta enfocada hacia el aseguramiento continuo de la calidad de los productos obtenidos y el servicio al cliente.
- Eficiencia y capacidad competitiva en las actividades realizadas, de tal manera que los productos obtenidos sean suministrados al menor costo posible.
- Promover de forma oportuna las buenas relaciones y proporcionalidad entre los recursos humanos y los objetivos empresariales.
- Desarrollar y aplicar los indicadores para evaluar la gestión y buen funcionamiento de la empresa.
- Promover la capacitación del personal de la planta en concordancia con los objetivos de la empresa.
- Cumplir con eficiencia, eficacia y efectividad los procesos de carácter administrativo y sustantivo, en un marco moral y ético de la gestión de sus colaboradores.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- La administración y los colaboradores de la planta deben promover el cuidado y preservación del medio ambiente, mediante las buenas prácticas en la ejecución de las labores asignadas.

10.5. Política de Calidad

Garantizar el buen funcionamiento de la planta, mediante un efectivo tratamiento del producto principal (aceite pirolítico), cumpliendo con los niveles establecidos requeridos para el calentamiento de hornos, calderas y quemadores favoreciendo el cuidado y la preservación del medio ambiente dado que la materia prima utilizada contiene parte natural, lo cual disminuye los niveles de emisiones de gases contaminantes como el azufre.

Lo anterior será verificado por un agente externo, revisor de calidad, que se encargará de monitorear el cumplimiento de la efectividad en la labores desarrolladas en la planta y a su vez generar un plan de acción cuando sea necesario para cumplir satisfactoriamente la obtención del producto.

De igual manera, se apropia un Sistema Integrado de Calidad en la gestión y en la inteligencia de riesgos, mediante la implementación de modelos de participación, la aplicación de buenas prácticas y tecnologías limpias y el cuidado del medio ambiente asegurando así el mejoramiento constante y continuo de la empresa.

10.6. Política de Medio Ambiente

La planta se dedica a la recuperación de las llantas usadas y tiene como pilar aportar al cuidado del medio ambiente, adquiriendo compromisos en la generación de una producción limpia

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

y de mejora continua. Por otro lado, la planta centrara su preocupación ambiental minimizando el impacto ambiental que se pueda presentar frente al manejo de los vertimientos dentro del proceso de producción, para lo que se generaran mecanismos de mitigación y control evitando un impacto negativo frente al medio ambiente.

Así mismo se compromete a aplicar cumplimiento de cada una de las legislaciones y normativas vigentes ajustándose a los requisitos y requerimientos que contribuyan al cuidado del medio ambiente. Fomentando en Colombia la utilización de nuevas alternativas de combustible e incentivando a las empresas a introducir energías más limpias en sus procesos, siendo una empresa que contribuye al desarrollo sostenible de los recursos naturales.

11. Conclusiones

Al finalizar este análisis de investigación se concluye que la ejecución y puesta en marcha de la planta pirolítica para el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso, de acuerdo con los estudios realizados es económicamente factible de llevar a cabo.

De acuerdo con los datos alusivos a las industrias de interés por la idea de negocio, se evidencia una acogida favorable debido a que los productos a ofrecer son de carácter indispensable, materias primas que no se pueden obviar. En relación con las ventas anuales de combustible fuel oil a nivel nacional, la producción de la planta del proyecto únicamente alcanzaría a suplir un 12%. El aceite pirólítico por ser un producto diferenciador, ambientalmente sostenible y con efectos amigables con el ambiente después de su uso se convierten en una energía atractiva y competitiva en mercados.

Se concluye, en términos de tasa interna de retorno (TIR) conforme al análisis financiero realizado que la idea de negocio es rentable con un resultado del 41.40% calculada con proyecciones a 5 años, y un incremento de 5% de producción en los siguientes años después del primero.

El estudio técnico representa el punto diferenciador del proyecto al llevarse a cabo un proceso innovador de transformación de desechos (llantas usadas) en energía combustible. Se escoge el tipo de pirolisis rápida por su alto rendimiento de fracción líquida, este tipo presenta características propias por lo que se selección un reactor de tornillo para mejorar los resultados de este. Con relación a la capacidad instalada del proceso productivo, se resalta el proceso de pirólisis como el cuello de botella, quien define la producción diaria de producto.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

La maquinaria de destalonado y trituradora excede más del triple de la capacidad del cuello de botella, por lo que su operación se dará cuando sea necesario, dejando tiempos muertos de estos equipos que representa el 56% de la inversión total. Sin embargo son indispensables para adecuar la materia prima que ingresaría al proceso de pirólisis.

El proyecto se acoge a las normativas legales de funcionamiento. Además existen leyes que favorecen la puesta en marcha de este tipo de alternativas asociadas al aprovechamiento de residuos con la utilización de nuevas tecnologías.

En la matriz de riesgo se resaltan riesgos moderados en base a la utilización y vertimientos de aguas, y otros que podrían pasar a moderados si no se tratan con extremo cuidado y seguimiento como en consumo de energía. Por ser un proceso de aprovechamiento y valoración de desechos, no requiere licencia especial.

La estructura organizacional de la planta se percibe sencilla, se contempla exclusivamente el personal necesario para la puesta en marcha del proyecto.

El direccionamiento estratégico se orienta al cumplimiento de la propuesta de valor de la planta, motivando al cumplimiento de objetivos propuestos y manteniendo procesos sostenibles ambientalmente así como productos.

12. Recomendaciones

Es esencial desarrollar estrategias de marketing personalizada y de contacto directo con el cliente, principalmente sobre el producto principal, aceite pirolítico, así también se hacer especialmente énfasis en participar en eventos sobre energía, sostenibilidad, e innovación.

Garantizar los parámetros especialmente establecidos para el proceso de pirólisis, así brindar la calidad y rendimiento del combustible que se espera comercializar. Estar sujetos a un mejoramiento continuo con relación a las revisiones de calidad de este producto.

Capacitar a todo el personal de producción en el manejo, funcionamiento, y parámetros de la planta de pirólisis, al ser un proceso innovador es automatizado, pero requiere constante control y vigilancia.

Alimentar la integración y motivación de los trabajadores, tanto operarios como administrativos en dirección al cumplimiento de los objetivos individuales y comunes.

Teniendo en cuenta que el costo más representativo de la inversión inicial del proyecto está sujeto a la maquinaria de trituración, y esta máquina es necesaria para obtener un tamaño de partícula de grano de caucho de 2.44mm se recomienda que para la ejecución del proyecto se considere retirar este equipo del proceso así como la destalonadora y comprar el grano de caucho a un tercero, quitando el acero como producto a obtener.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, M. C., Gamboa, C. A., Díaz, F. Z., & Alvis, C. G. (2004). *Diferencias Y Similitudes En Las Teorías Del Crecimiento Económico*. . Medellín: Escuela De Administración - Universidad Eafit. Obtenido de file:///C:/Users/KARI/Downloads/1321-Texto%20del%20artículo-4302-1-10-20120803.pdf
- Acosta, R., Tavera, C., Gauthier-Maradei, P., & Nabarlatz, D. (2015). *Production of Oil and Char by Intermediate Pyrolysis of Scrap Tyres: Influence on Yield and Product Characteristics*. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1515/ijcre-2014-0137>
- Aguado Alonso, L. (2010). *Reciclado de neumáticos para la fabricación de láminas impermeabilizantes en la construcción Tesis de maestría*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de <http://oa.upm.es/5497/>
- AMADOR, W. B. (20 de 07 de 2018). A pasos firmes camina la industria del calzado. *Vanguardia*(<https://www.vanguardia.com/economia/500-empresas-generadoras/a-pasos-firmes-camina-la-industria-del-calzado-JEVL439437>).
- Arya, S., Sharma, A., Rawat, M., & Agrawal, A. (2020). Tyre pyrolysis oil as an alternative fuel: A review. *ScienceDirect*, 1. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.797>
- Balat, M., Balat, M., Kırtay, E., & Balat, H. (2009). Main routes for the thermo-conversion of biomass into fuels and chemicals. Parte 1: Pyrolysis Systems. En *Energy Conversion and Management* (Vol. 50, págs. 3147-3157). Board.
- Betancourt, D. F. (2018). Ciclo de Deming (PDCA): Qué es y cómo logra la mejora continua. *Ingenio Empresa*. Obtenido de www.ingenioempresa.com/ciclo-pdca
- Bridgwater, A. V. (1999). *Principles and practice of biomass fast pyrolysis processes for liquids*, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, (Vols. 51 (1-2)). Board.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- Business school, Harvard Deusto.* (2015 de Noviembre de 2015). Obtenido de <https://retos-directivos.eae.es/en-que-consiste-el-analisis-pestel-de-entornos-empresariales/>
- Castells, X. E., & Velo, E. (2012). *Monografía. La pirólisis.* Madrid: Dias de santos. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:4259/es/ereader/uis/32162>
- Castro, I. G. (2008). *Materiales Y Compuestos Para La Industria Del Neumatico.* Departamento De Ingenieria Mecanica F.I.U.B.A. Obtenido de https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Castro, I. G. (2008). *Materiales y compuestos para la industria del neumático.* Departamento de ingenieria mecanica F.I.U.B.A. Obtenido de https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Chavitá, D., & Duarte, C. (2018). *Diseño conceptual de una planta para el aprovechamiento de caucho molido de neumáticos usados a partir de pirólisis.* Bogota: Fundacion Universidad de américa. doi:<http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/6705/1/6131974-2018-1-IQ.pdf>
- DANE. (14 de mayo de 2020). *DANE Infomacion para todos.* Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipi/bol_ipi_marzo_20.pdf
- Demirbas, A. (2007). *The influence of temperature on the yields of compounds existing in bio-oils obtained from biomass samples via pyrolysis* (Vol. 6). Fuel Processing Technology.
- Dinero. (9 de 10 de 2017). Para las llantas usadas sí hay una vida después de la muerte. *Dinero.*
- El Tiempo, E. y. (22 de 10 de 2018). Refinerías ilegales: el dolor de cabeza de petroleras en el país. *El Tiempo.* Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/empresas/robo-de-petroleo-y-gasolina-en-colombia-284362>

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Energetica, Unidad de Planeacion Minero. (2018). *PLAN INDICATIVO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES*. Bogotá D.C – Colombia: Ministerio de Minas y Energía.

Escudero, F. J. (2011). *evaluación de prefactibilidad de una planta de elaboración de diesel sintético a partir de desechos de plásticos y neumáticos*. Santiago de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104209>

Estadísticas de la AIE © OCDE/AIE. (2015). *Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (% del total)*. Mundial: Agencia Internacional de la Energía. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.COMM.FO.ZS>

Ferrao, P., Ribeiro, P., & Silva, P. (2008). *A management system for end-of-life tyres: A Portuguese*. Waste Management. Obtenido de <http://www.energia2012.es/sites/default/files/Aprovechamiento%20energético%20de%20residuos,el%20caso%20de%20los%20neumáticos%20fuera%20de%20uso.pdf>

Gómez, D. P. (2014). *Corrupción Y Colusión: Asuntos Del Sector Empresarial En Colombia*. *Revista Prolegómenos - Derechos y Valores*, 17, 33, 43-56.

Islam, M., Islam, M., Mustafati, N., Rahim, M., & Haniun, H. (2013). Thermal recycling of solid tire wastes for alternative liquid fuel: the first commercial step in Bangladesh. *Procedia Engineering*, 56, 573-582.

Laresgoiti, M. F. (9 de 11 de 2010). *SINC, la ciencia es noticia*. Recuperado el 14 de 3 de 2020, de <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Verifican-la-validez-de-la-pirolisis-como-tecnica-de-reciclado-de-neumaticos>

López, F., A.LópezDelgado, & Manso, F. y. (2006). *Situación Actual Del Tratamiento De Neumáticos Fuera De Uso Y Posibilidades De Obtención De Negro De Humo De Alta Pureza*. Madrid: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM). Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/17979>

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- M. Fatih Demirbas, M. B. (2009). Potential contribution of biomass to the sustainable energy development. *Energy Conversion and Management*, 1. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890409000946>
- Mancheno, M., Arévalo, P., Romero, J., Malo, I., Matute, D., & Ramos, R. (2017). Análisis fisicoquímico de combustibles líquidos obtenidos en el proceso de pirólisis de caucho vulcanizado. *La Granja, Revista de ciencias de la vida*.
- Maradei, P., Guevara, D., & Sanchez., J. (2017). *Diseño onceptual Planta de Pirólisis de Llantas Usadas*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Mariño, A. P., & Suárez, D. P. (2018). *Evaluación Del Proceso De Pirólisis Para La Obtención De Combustibles A Partir De Llantas Usadas*. Bogota: Universidad Libre.
doi:<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15885/Proyecto%20de%20Grado-%20Andrea%20Ochoa-%20Derly%20Mahecha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mariño, A. P., & Suárez, D. P. (2018). *Evaluación Del Proceso De Pirólisis Para La Obtención De Combustibles A Partir De Llantas Usadas*. Bogota: Universidad Libre.
- Minambiente, M. d. (29 de Julio de 2010). *Resolucion, numero 1457 del 29 de julio*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Programa_posconsumo_existente/RESOLUCION_1457_de_2010_llantas.pdf
- Mincomercio, M. d. (2019). *Industria manufacturera a enero del 2019*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/433a0476-f1ef-4a27-8af5-b2783c341509/Enero.aspx>
- Mincomercio, M. d. (2019). *Mincomercio, Ministerio de Comercio*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/433a0476-f1ef-4a27-8af5-b2783c341509/Enero.aspx>

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Minenergía. (2018). *Boletín Estadístico*. Ministerio de Minas y Energía.

doi:https://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Llantas usadas en Colombia*.

Niels Müller, C. T. (2016). *Pirólisis rápida de biomasa*. Unidad de Desarrollo Tecnológico, U. de Concepción, Chile. Obtenido de
file:///C:/Users/KARI/Downloads/Pirlisisrpidadebiomasa.pdf

Obando, G. A. (2015). *Condiciones de diseño de un Reactor de Pirolisis a escala de laboratorio para la obtención de Biocarbón a partir de Residuos Orgánicos Sólidos (ROS)*.

Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.

doi:https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2590/informe%20final%20trabajo%20investigacion%20Gabriel_Obando_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OCDE/FAO. (2017). *"Biocombustibles" en OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026*.

Paris: OECD Publishing. doi:http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-13-es

Özbay, N., Varol, E. A., Uzumn, B., & Pütünb, A. (2008). Characteriation of bio-oil obtained from fruit pulp pyrolysis. *Energy*.

Pérez, H. M. (24 de 1 de 2020). La Oreja Roja. Recuperado el 30 de 05 de 2020, de

<https://www.laorejaroja.com/su-empresa-ha-financiado-a-los-paramilitares-enterese-de-cuales-lo-han-hecho2/>

Pulido, M. A., Rincón, B. N., & Castaño, J. M. (2016). *Estudio de pre factibilidad para el montaje de una empresa productora de diésel sintético a partir de llantas usadas en Bogotá*. Bogotá: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO.

Pulido, M. A., Rincón, N. H., & Castaño, J. M. (2016). *Elaboración del estudio de pre factibilidad para el montaje de una empresa productora de diésel sintético a partir de*

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

llantas usadas en Bogotá. BOGOTA D.C: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO.

Rolando Andrés Acosta, S. J., Gauthier-Maradei, P., & Nabarlatz, D. A. (2013). *estudio preliminar de la producción de aceite y carbón me-diante pirólisis intermedia de caucho de llantas usadas.* Universidad Industrial de Santander, Grupo de Investigación INTERFASE, Escuela de Ingeniería Química, Bucaramanga. Obtenido de <https://ojs.uniquindio.edu.co/ojs/index.php/riuuq/article/view/215/202>

Romera, R. (2015). *Facturas energéticas de los combustibles fósiles: dependencias y desigualdades.* Barcelona, España: Octaedro.

SICOM, S. d. (2020). *Boletín Estadístico Sector Combustibles Líquido.* Bogota: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de <https://www.sicom.gov.co/index.php/boletin-estadistico>

Silkimia, C. S. (2011). *Silkimia Colombia S.A.* Obtenido de <http://silkymia.com/pirolisis-de-neumaticos-fuera-de-uso>

Staff deGerencia.com. (28 de Septiembre de 2018). *deGerencia.com.* Obtenido de <https://degerencia.com/articulo/que-es-la-matriz-dofa-foda-o-dafo/>

Suárez, .. O., Andrade, D. F., & Olarte, M. A. (2019). *Implementacion de una planta para la generacion de Diesel Sintetico a partir de llantas usadas por medio del proceso de pirolisis, en la ciudad de Bogota.* Bogota: Universidad Piloto de Colombia, Facultad de ciencias sociales y empresariales.

Suárez, E. J. (2018). *Obtención De Productos Adhesivos A Partir De Pirólisis de.* Cundinamarca. Chia,Bogota: Universidad de la Sabana. Obtenido de <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/35572/Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sullivan, A. L., & Ball, R. (2012). *Thermal descomposition and combustion chemistry of cellulosic biomass.* (47 ed.). Atmospheric Environment.

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- Szegedi, P. J. (2013). *Diseño e implementación de un reactor continuo para la degradación química de polímeros*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116265/cf-garrido_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Torres, L. P. (2013). *Análisis De Tendencias En Biocombustibles Para La Definición De Lineas Estratégicas De Investigación Y Desarrollo En COLOMBIA*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12386/PinillaTorresLiliana2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Unidad de Planeación Minero Energética, U. (2015). *Plan Energético nacional*. Bogotá: UPME. doi:http://www.upme.gov.co/docs/pen/pen_idearioenergetico2050.pdf
- Unión Temporal INCOMBUSTION, R. d. (2014). *Caracterización y cuantificación del consumo energético en las empresas seleccionadas según el diseño muestral*. MEDELLÍN: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. UPME. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INFORME_III_Caracterizacion_energetica_VerPub.pdf
- UPME, U. d. (2018). *PLAN INDICATIVO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES*. Bogotá D.C – Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
- Vargas, R. R., Chavez, G. A., & Vacca, C. C. (2016). *Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de producción de negro de humo a partir del reciclaje de llantas usadas*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Villanta, K. L. (2015). Universidad Nacional de Colombia (National University of Colombia), Departamento de Ingeniería de Sistemas y Industrial, Faculty Member.
- Vreugdenhil, B., & Zwart, R. (2009). *Tar formation in pyrolysis and*. Obtenido de <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--08-087>

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

- William Ramírez, C. d. (20 de Febrero de 2019). Primera planta de combustible sintético en el país sería en Cali. (Portafolio, Entrevistador) Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/primera-planta-de-combustible-sintetico-en-el-pais-seria-en-cali-526610>
- Ochoa, A. & Mahecha, D. (2018). Evaluación del proceso de pirólisis para la obtención de combustibles a partir de llantas usadas. Bogotá, Colombia. Universidad Libre. Obtenido de: <https://repository.unilibre.edu.co/>
- Asociación Nacional de Industriales. (2018). Informe del sector siderurgico. ANDI. Bogotá, Colombia. Tomado de: <http://www.andi.com.co/Uploads/INFORME%20ACERO%20MAYO%207%20BAJA.pdf>
- Asociación Nacional de Industriales. (2019). ANDI. Bogotá, Colombia. Tomado de: <http://www.andi.com.co/Home/Noticia>
- Alcaldía de Medellín. (2019). Componente: estudios de mercado sectoriales, en línea con la política pública de desarrollo económico de Medellín- estudio de mercado: fabricación de productos del caucho. Medellin, Colombia. Tomado de: https://empesarismo.medellindigital.gov.co/images/inteligencia_mercados/PDF/Fabricacion-de-productos-de-caucho.pdf
- Compite 360. (2020). Empresas del sector construcción. Tomado de: <http://www.compite360.com/sitio/reporte/reporte.html>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2020). Encuesta Mensual de Manufactura- 2018. Colombia. Tomado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmm/bol_emm_nov18.pdf
- La nota económica. (2019). Las empresas de caucho con más ventas en Colombia. Colombia. Tomado de: <https://lanotaeconomica.com.co/negocios/las-empresas-de-caucho-con-mas-ventas-en-colombia.html>

PLAN DE NEGOCIOS DE UNA PLANTA DE PIRÓLISIS

Refinería de Cartagena. (2019). REFICAR. Cartagena, Colombia. Tomado de:
<https://www.reficar.com.co/en/productos>

IndexMundi. (2020). IndexMundi. Recuperado de: <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=fueloil&meses=60&moneda=cop>

Ministerio de minas y energia. (2019). GOV.CO, Datos abiertos. Colombia. Tomado de:
<https://www.datos.gov.co/Econom-a-y-Finanzas/Precios-de-Combustibles-MinEnerg-a/7pcy-5vx9>