Identificación y formulación de proyectos.

Planta de transformación de plástico recuperado PET, PEAD y PEBD, en la ciudad de Bogotá D.C.

Andrés Iván Amaya Giraldo

20172197072

Ana María Lamilla Cabrera

20172197055



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería
Bogotá D.C.
2018

Contenido

Introducción I
Abstract II
Justificación III
Objetivo General VI
Objetivos específicos VI
Glosario 7
1. Capítulo I: Marco teórico. 8
1.1 Economía circular. 8
1.2 Resinas Plásticas. 9
1.2.1 Polietilen Tereftalato (PET) 10
1.2.2 Polietileno de alta densidad (PEAD) y Polietileno de Baja Densidad (PEBD) 11
1.3 Reciclado del plástico. 11
2. Capítulo II: Estudio de mercado. 15
2.1 Definición del producto. 15
2.2 Definición y usos. 15
2.3 Especificaciones del producto 16
2.4 Análisis de la demanda. 16
2.5 Proyecciones optimistas y pesimistas de la demanda. 18
2.6 Mercado Objetivo y tamaño. 21
2.7 Reciclaje de plásticos en Bogotá. 24
2.8 Análisis de proveedores 26
2.9 Análisis de oferta y de las importaciones. 27
2.10 Análisis histórico de la oferta. 28
2.11 Estudio de comercialización del producto. 30
3. Capítulo II: Estudio técnico. 33
3.1 Localización del proyecto. 33
3.2 Ingeniería del proyecto. 34

3.3 Capacidad instalada óptima. 35
3.4 Cálculo de la mano de obra. 37
3.5 Proceso de producción. 38
3.6 Cursograma analítico. 40
3.7 Adquisición del equipo. 42
3.8 Distribución óptima de la planta. 47
3.9 Organización del recurso humano. 50
3.9.1 Objetivos estratégicos institucionales. 53
3.9.2 Balanced Scorecard. 53
3.10 Factores políticos y legales. 59
5. Capítulo IV: Estudio Económico. 62
4.1 Costos de Producción. 63
4.2 Presupuesto Gasto de Administración. 64
4.3 Costo total de operación de la empresa. 65
4.4 Inversión Inicial. 68
4.5 Depreciación y amortización. 69
4.6 Beneficio 70
4.7 Costo del capital, metodología CAMP. 71
4.8 Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC). 71
4.9 Punto de equilibrio. 72
4.10 Financiamiento de la Inversión. 73
4.11 Ingresos proyectados. 75
6. Capítulo V: Evaluación Financiera 78
6.1 Flujo de fondos con precios incrementales. 78
6.2 Análisis Flujo de fondos con precios incrementales. 79
6.3 Análisis de sensibilidad. 80
6.3.1 Escenario pesimista. 80
6.3.2 Escenario optimista. 81
7. Conclusiones 83

7.1 Estudio de Mercado. 83
7.2 Estudio Técnico. 86
7.3 Estudio Económico. 88
7.4 Evaluación Financiera. 90
8. Referencias 93

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1: Generalidades del plástico. 9
Ilustración 2 Proceso de reciclaje de plásticos por extrusión. 12
Ilustración 3 Proceso de reciclaje de plástico.. 13
Ilustración 4: Oferta de resinas plásticas proyectada optimista y pesimista. 30
Ilustración 5: Diagrama del proceso de reciclaje de plástico PET, PEBD Y PEAD. 40
Ilustración 6: Diagrama del proceso de reciclaje de plástico PET, PEBD Y PEAD Cursograma 41
Ilustración 7: Distribución de la planta 1, fábrica de proceso de reciclaje de plástico PET, PEBD Y PEAD.. 49
Ilustración 8: Organigrama de la empresa. 50
Ilustración 9: Balanced Scorcard Eco Plásticas SAS. 54
Ilustración 10: Marco normativo para Colombia respecto a la Gestión de Residuos Sólidos. 60
Ilustración 10 Flujo neto de fondos esperados(en miles de millones de pesos) 76
Ilustración 11 Producción de pellets de PET (en miles de pesos) 76
Ilustración 12 Producción de pellets de PEBD (en miles de pesos). 77
Ilustración 13 Producción de pellets de PEAD (en miles de pesos). 77

Listado de Tablas

Tabla 1 Principios de la economía circular. 8
Tabla 2 Resinas plásticas utilizadas en el proyecto 10
Tabla 3: Usos de plásticos reciclados. Fuente: 15
Tabla 4: Resinas de Polímeros Termoplásticos 16

Tabla 5 Consumo de resinas plásticas en el trienio 2013-2015 en miles de toneladas. 17
Tabla 6: Principales sectores consumidores de resinas plásticas 17
Tabla 7 Demanda de resinas plásticas PET, PEBD y PEAD recicladas en miles de toneladas- año. 18
Tabla 8 Proyección de la demanda de la resina PET-R pesimista y optimista..... 19
Tabla 9 Proyección de la demanda de la resina PEBD pesimista y optimista..... 20
Tabla 10 Proyección de la demanda de la resina PEAD pesimista y optimista.. 21
Tabla 11: Empresas transformadoras de residuos plásticos. 22
Tabla 12: Proyección de producción de resinas plásticas recicladas por la empresa. 24
Tabla 13: Cantidad de material recuperado por recicladores en Bogotá en el 2010. 25
Tabla 14 Producción total de residuos sólidos en Bogotá y alrededores..... 26
Tabla 15: Organizaciones recicladoras de Bogotá. 27
Tabla 16: Capacidad instalada para producción de resinas plásticas 28
Tabla 17: Grupos industriales que concentran el mayor número de establecimientos..... 28
Tabla 18: Colombia: evolución de la industria global y sectorial, 2015.. 29
Tabla 19: Precio de venta en pesos de las resinas recicladas PET, PEAB y PEAD..... 32
Tabla 20: Aplicación del método cualitativo para la elección de la localización..... 34
Tabla 21: Materia prima requerida para la producción anual y mensual durante el primer año. 35
Tabla 22 Proceso productivo caracterizado por operaciones y su maquinaria..... 36
Tabla 23 Operación de la maquinaria en horas por día 37
Tabla 24 Distribución de los operarios por operación y horas al día. 37
Tabla 25: Estimación de recolección de material plástico aprovechable en Kg.. 38
Tabla 26: Equipo clave y su capacidad máxima. 42
Tabla 27 Ficha técnica Molino de Martillo. 42
Tabla 28 Ficha técnica de la banda transportadora 43
Tabla 29 Ficha técnica de la Lavadora y Secadora 44
Tabla 30 Ficha técnica de la extrusora. 45
Tabla 31 Ficha técnica de la Peletizadora. 46
Tabla 32 Ficha técnica de la embolsadora..... 46
Tabla 33 Ficha técnica del montacargas eléctrico. 47

Tabla 34 Resumen de las áreas de la empresa. Elaboración propia. 47

Tabla 35 Proyección producción en toneladas y demanda total de las tres resinas plásticas producidas 62

Tabla 36 Sueldos del equipo operativo de la planta recicladora. 63

Tabla 37 Resumen cantidad y costos de materia prima requerida 63

Tabla 38 Resumen de costos operacionales y variables mensuales 64

Tabla 39 Resumen gastos de personal operativo y administrativo 65

Tabla 40 Resumen gastos administrativos mensuales 65

Tabla 41 Costo total de operación de la empresa en miles de pesos 67

Tabla 42 Resumen costos maquinaria y equipos. 68

Tabla 43 La depreciación de los activos fijos, 2016 69

Tabla 44 Depreciación de equipo de oficina y maquinaria. 70

Tabla 45 Resumen, beneficios de la producción proyectada en pesos. 70

Tabla 46 Resumen, beneficios de la producción PU en pesos. 70

Tabla 47 Costo del capital determinado por el modelo CAMP 71

Tabla 48 Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC). 72

Tabla 49 Puntos de equilibrio por producto y ponderado según ventas proyectadas para el primer año.. 72

Tabla 50 Entidades bancarias que pueden financiar el proyecto 73

Tabla 51 Diferenciación del préstamo por entidad bancaria y valor de las cuotas mensuales. 74

Tabla 52 Tabla del pago de la deuda (en pesos). 74

Tabla 53 Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento para la inversión 75

Tabla 54 Ingresos por ventas en miles de millones de pesos 75

Tabla 55 Flujo de caja con precio incrementales (en millones pesos) 78

Tabla 56 Flujo de caja. escenario pesimista (en millones pesos) 81

Tabla 57 Flujo de caja escenario optimista (en millones pesos) 82

Introducción

El incorrecto manejo de los residuos sólidos producidos por el ser humano es una problemática global que no sólo ocasiona graves consecuencias ambientales y sociales tales como la contaminación del suelo, agua y aire, sumado a las enfermedades producto del saneamiento básico insuficiente; sino que también genera un gran desperdicio de material que fácilmente podría ser la materia prima de un nuevo proceso productivo.

Gracias a la transformación del material residual mediante un tratamiento apropiado (que tiene cuenta la naturaleza del residuo, la tecnología disponible y la regulación estatal de residuos), los residuos sólidos pueden ser reincorporados a la cadena productiva al tiempo que se prolonga su vida útil.

Uno de los métodos más aplicados en el manejo integral de residuos sólidos alrededor del mundo es el reciclaje. En Bogotá se recicla aproximadamente un 17% de los residuos sólidos, un porcentaje mínimo comparado con las 6300 toneladas/día que ingresan actualmente al relleno sanitario de Doña Juana, según la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (2015). El 10,78% del total de estos residuos son plástico (DNP y BM, 2015).

Sin embargo, debido a la informalidad de la recuperación de material reciclable y la ausencia de una cultura de separación en la fuente, los niveles de recuperación no compensan la demanda del sector en términos de calidad y cantidad (Corredor, 2010)

Acorde al contexto socio- económico de Bogotá, ciudad región con un potencial de generación de los residuos plásticos 1176,85 Ton/día, se desarrolla un proyecto para transformar plásticos recuperados PET (Estaraftalato de baja densidad), PEBD (Polietileno de baja densidad) y PEAD (Polietileno de alta densidad), mediante la tecnología de extrusión en resinas plásticas recicladas listas para retornar al sistema productivo.

Abstract

The incorrect handling of solid waste produced by the human being is a global problem that not only causes serious environmental and social consequences such as pollution of soil, water and air, added to the diseases product of basic sanitation Inadequate; but also generates a huge waste of material that could easily be the raw material for a new production process. Thanks to the transformation of the residual material by means of an appropriate treatment (which has the nature of the residue, available technology and state regulation of waste), solid waste can be reinstated to the production chain while prolongs its useful life.

One of the most common methods applied in the comprehensive solid waste management around the world is recycling. In Bogotá recycles approximately 17% of a solid waste, a minimum percentage compared with the 6300 tonnes/day currently entering the landfill of DOÑA JUANA, according to the Special Administrative Unit for Public Services (2015). The 10.78% of the total of these residues are plastic (DNP and BM, 2015). However, due to the informality of the recovery of recyclable material and the absence of a culture of separation at source, the recovery levels do not compensate for the demand of the sector in terms of quality and quantity (Corredor, 2010)

According to the socio- economic development of Bogotá, city region with the potential for generation of waste plastics 1176,85 ton/day, develops a project to transform plastics recovered PET (Polyethylene terephthalate), LDPE (low density polyethylene) and HDPE (high density polyethylene), by means of the technology of extrusion in recycled plastic resins ready for return to the productive system.

Justificación

Garantizar el desarrollo sostenible de todas las naciones se ha convertido en uno de los objetivos mundiales de mayor trascendencia en los últimos años. Para ello es indispensable, dentro de muchas otras cosas, lograr patrones sostenibles de consumo y producción (objetivo número 12 del desarrollo sostenible), es decir cambiar la forma en que se demandan día a día más recursos y hacerse cargo de una forma ambiental y socialmente responsable de los residuos que se generan.

El consumo de recursos y la gestión de residuos sólidos se ha realizado tradicionalmente bajo un modelo lineal en la mayoría de países, como es el caso de Colombia (Conpes 3874, 2015). En este modelo las empresas extraen los recursos, se les aplica energía para la fabricación de productos, se venden dicho producto al consumidor final, quien luego lo descarta cuando ya no sirve al propósito del usuario.

Bajo este modelo, las economías avanzadas se han valido de un gran crecimiento económico en la mayor parte del siglo pasado, sin prestar mayor atención a la cantidad de recursos desperdiciados al final del ciclo de vida. Evaluando las tasas de aprovechamiento para la mayoría de los materiales, estas son bastante bajas en comparación con las tasas de fabricación primaria. En términos de volumen, pasó de demandar 22.000 millones de toneladas en 1970 a 70.000 millones de toneladas en 2010, cifra que se espera que crezca a cerca de 82 billones de toneladas en 2020 (Conpes 3874, 2015).

En Colombia, según la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, se estima que la generación de residuos sólidos urbanos y rurales fue de 13,8 millones de toneladas para el año 2014; es decir, cerca de 283 kilogramos por persona. La cifra se encuentra por debajo del promedio de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la cual es de 530 kilogramos por persona. Sin embargo, se estima un incremento del 13,4% en la producción per cápita de residuos sólidos para el país en el año 2030, lo que pone en urgencia el funcionamiento de un esquema de gestión de residuos sólidos que permita atender esa presión (Conpes 3874, 2015).

Respecto al tratamiento de estos residuos, en el 2015 el 83% de los residuos sólidos domiciliarios generados se dispusieron finalmente en rellenos sanitarios y solo el 17% fue recuperado por recicladores para su reincorporación al ciclo productivo (DNP y BM, 2015). De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), el 30% de los residuos generados está compuesto por materiales con potencial de aprovechamiento como papel, cartón, metal, vidrio, textiles o plástico. Cifra que demuestra que, pese a los esfuerzos realizados por entidades públicas y privadas por promover el reciclaje, un importante porcentaje de estos residuos llegan a disposición final sin ser reincorporados a la cadena productiva.

En Bogotá se recicla aproximadamente un 17% de los residuos sólidos, un porcentaje mínimo comparado con las 6300 toneladas/día que ingresan actualmente al relleno sanitario de Doña Juana, según la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (2015). El 10,78% del total de estos residuos son plástico (DNP y BM, 2015).

El plástico es un material poco biodegradable que tarda en promedio de 10 a 15 años para degradarse en un 25-50%, lo que lo convierte en un alto contaminante para el medio ambiente, ya que más del 70% de la producción total (BBC, 2017) se encuentra en los vertederos y en los océanos, es decir unos 6.300 millones de toneladas de plástico, a pesar de que las botellas PET podrían ser reciclables hasta 20 veces sin que se pierda propiedades en el material. Además, se debe tener en cuenta que al ser quemado (práctica frecuente) produce gases venenosos.

La Corporación Ambiental Empresarial filial de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) estimó en el 2008 el potencial de generación de los residuos plásticos para Bogotá y su Región en 1176,85 Ton/día, dentro de los cuales se destacan los municipios de Bogotá con 729,53 ton/día; Chía 4,98 ton/día; Soacha y Cajicá con 9,66 y 3,16 ton/día respectivamente (Corredor, 2010). Este potencial de aprovechamiento se determina, por una parte, por las cantidades generadas, lo cual garantiza un flujo adecuado de volúmenes para los esquemas de negocio y por otra, las posibilidades de negocio que brinda.

Otras cifras, muestran que el consumo de plásticos en Colombia desde 1997 al 2000 fue de aproximadamente 530.000 toneladas anuales, en tanto que el volumen de residuos

plásticos urbanos estimado por ACOPLASTICOS se encuentra entre 220.000 y 280.000 toneladas / año (MADVT, 2004).

Si se continúa generando la misma cantidad de residuos que en el año 2015, el DNP y el BM (2015) pronostican para el año 2030 la generación de 18,74 millones de toneladas anuales de residuos en las zonas urbanas y rurales; de las cuales 14,2 millones de toneladas deberán ser dispuestos en rellenos sanitarios que no cuentan con la suficiente capacidad para recibirlos, presentándose emergencias sanitarias en la mayoría de ciudades del país y una alta generación de emisiones de GEI (Conpes, 3874, 2015).

El llamado es a avanzar hacia una economía circular, la cual tiene como objetivo mantener el valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo. Con el reciclaje del plástico residual y su reincorporación al ciclo productivo como resina plástica, se genera valor y se minimiza el impacto ambiental y social que genera la disposición final de residuos sólidos.

Objetivo General

Analizar la viabilidad de implementar una planta de reciclaje mecánico para transformar los plásticos residuales Estaraftalato de baja densidad (PET), Polietileno de Baja Densidad (PBD), Polietileno de Alta densidad (PAD) generados en la ciudad de Bogotá.

Objetivos específicos

Valorar el mercado actual de las resinas plásticas recicladas a nivel local y nacional.

Evaluar el alcance técnico del sistema de reciclaje mecánico propuesto para PET, PEBD y PEAD residual.

Evaluar económica y financieramente el proyecto de implementación un sistema de reciclaje para PET, PEBD Y PEAD residual.

Glosario

Extrusión. Técnica de procesamiento en el que las resinas plásticas se funden, calientan y bombean. Utiliza un barril con un tornillo giratorio para desintegrar el plástico que ingresa a la extrusora.

LCA Life Cycle Analisis. El análisis de ciclo de vida es una metodología para evaluar las cargas medioambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, cuantificando energía, materiales usados, generación de residuos, para evaluar alternativas con mejor desempeño ambiental.

Peletizaje. Proceso consistente en la formación de granulado de material plástico.

Pelets. Cilindros diminutos de resina virgen o reciclada que están listos para fundirse.

Reciclador de oficio. Persona natural o jurídica que se ha organizado de acuerdo con lo definido en el artículo 15 de la Ley 142 de 1994

Reciclaje actividad de recuperar los residuos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos.

Residuo sólido. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios.

Termoplásticos: son polímeros macromoleculares que constan de cadenas lineales y ramificadas, que mantienen su cohesión mediante fuerzas intermoleculares. Su intensidad depende entre otros, del tipo y número de ramificaciones o cadenas laterales.

1. Capítulo I: Marco teórico.

1.1 Economía circular.

La economía circular es umbral bajo el cual se concibe este proyecto, ya que se propone cerrar el ciclo productivo reincorporando a la cadena productiva los residuos plásticos generados por usuarios de la ciudad de Bogotá, aplicando el principio de *aprovechamiento* de los residuos para transformarlos en resinas plásticas recicladas, insumo primario para otros procesos productivos.

A continuación, se presentan los principios que integran la economía circular:

Tabla 1 *Principios de la economía circular*. Tomado de la política pública nacional CONPES 3874 DE 2016 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

Ecoconcepción	Considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.
Ecología industrial y territorial	Establecimiento de un modo de organización industrial en un mismo territorio, caracterizado por una gestión optimizada de los *stocks* y de los flujos de materiales, energía y servicios.
Economía de la funcionalidad	Privilegiar el uso frente a la posesión y la venta de un servicio frente a la venta de un bien.
Segundo uso	Reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.
Reutilización	Reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de los mismos que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.
Reparación	Encontrar una segunda vida a los productos estropeados.
Aprovechamiento	Aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.
Valorización (tratamiento)	Aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.

El proyecto aplicará también el principio de *ecología industrial y territorial* en Bogotá y su región aledaña, realizando alianzas estratégicas con proveedores y compradores.

1.2 Resinas Plásticas.

Los plásticos son polímeros sintéticos derivados del petróleo y el gas natural, los cuales se clasifican en tres grupos según la disposición de las moléculas:

1. Termoestables: sus macromoléculas se encuentran formando una red, por ello sólo se les puede dar forma una vez.
2. Termoplásticos: las macromoléculas están dispuestas libremente sin entrelazarse. Puede ser moldeado varias veces mediante calor y presión.
3. Elastómeros: las macromoléculas se ordenan formando una red de pocos enlaces. Recuperan su fuerza y dimensiones.

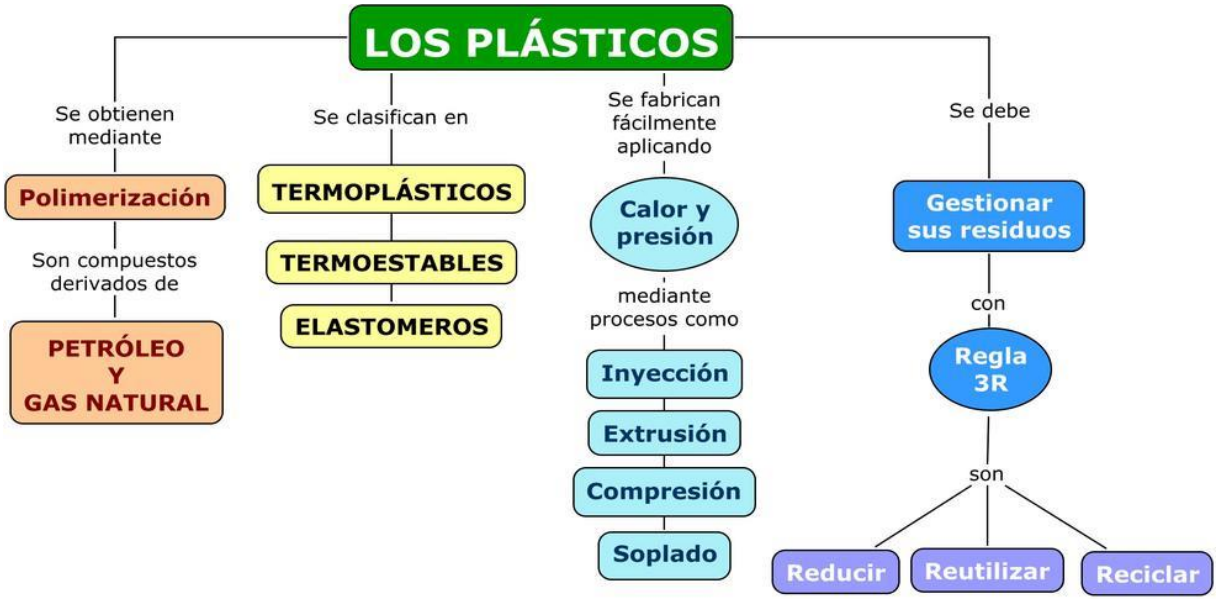


Ilustración 1: *Generalidades del plástico*. Tomado de: https://sites.google.com/site/theplastics11v3/presentacion

Dentro de los residuos plásticos más comunes se encuentran los PET (tereftalato de polietileno), polietileno (PEAD- PEBD), polipropileno (PP), polietileno (PS) y cloruro de polivinilo (PVC). El aprovechamiento a partir del reciclaje de los residuos plásticos antes de ser dispuestos en vertederos o ser incinerados, es la estrategia mejor fundamentada y común para realizar la reincorporación de este material a la cadena productiva.

Tabla 2 *Resinas plásticas utilizadas en el proyecto*. Elaboración propia.

NOMBRE	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS
PET Politereftalato de etileno	1	Plástico completamente transparente o verde.	Botellas plásticas para bebidas, envases muy transparentes, delgados, verdes o cristal, recipientes de aderezo, medicinas, agroquímico. Reciclado se usa para fibra poliéster, flejes, láminas para termo formado y madera plástica.
PEAD Polietileno de alta densidad	2	Plástico opaco, blando, con densidad mayor a 0.94 g/cm³.	Envases para: detergentes, aceites para automotor, shampoo, lácteos; bolsas para supermercados, envases para pintura, helados, aceites; tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, láminas de drenaje y uso sanitario. Puede ser reciclado en recipientes que no sean para alimentos, fundas y mangueras.
PEBD Polietileno de Baja Densidad	4	Plástico relativamente transparente, con alto brillo y flexibilidad. Con densidad inferior a 0.925 gr/cm³	Películas flexibles, tales como bolsas plásticas y publicitarias, tapas, también se usa para tubería y otros. Puede ser reciclado en nuevas bolsas, mangueras para aguas servidas y fundas negras.

1.2.1 Polietilen Tereftalato (PET)

Polímero producto de la policondensación del ácido tereftálico y el glicol etilénico, Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. El paraxileno se extrae del petróleo crudo y luego se oxida con el aire para obtener ácido tereftálico. El etileno (que proviene de derivados del gas natural), es oxidado con aire para formar el etilenglicol. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004). Este material es el más recurrente para envasar bebidas y otros productos, desplazando paulatinamente a las botellas de vidrio.

El PET se desarrolló inicialmente en la década de 1940 para la industria textil y desde los años setenta se utiliza para los ya mencionados envases (Mansilla & Ruiz, 2009).

1.2.2 Polietileno de alta densidad (PEAD) y Polietileno de Baja Densidad (PEBD)

El polietileno se produce con el etileno derivado del petróleo o gas natural. El etileno se somete a un proceso de polimerización en un reactor en presencia de un catalizador, el cual permite la formación de polímeros. Dependiendo de las condiciones del proceso de fabricación existen varios tipos de polietileno. Los más conocidos son el polietileno de alta densidad PEAD y el polietileno de baja densidad PEBD; de éste último se producen dos tipos: el PEBD convencional y el PEBD lineal (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004).

El PEAD es conocido comúnmente como “soplado” y es utilizado en envases de detergentes, tanques, recubrimiento de cables y conos de señalización, se trata de un plástico con elevada dureza, pero tiene una baja resistencia al impacto y a la elongación. Por su parte, el PEBD es conocido como “película” y es usado para la fabricación de bolsas de basura, laminas adhesivas y contenedores (Gómez, 2017).

1.3 Reciclado del plástico.

Recogida Selectiva. Tarea desarrollada por recicladores de oficio o asociaciones de los mismos, quienes realizan la recolección desde los hogares (cuartos de basura o andenes), industrias y demás espacios en donde se depositan los residuos plásticos. Consiste en seleccionar los objetos con potencial de reciclar y posteriormente, separar según el tipo de plástico.

Almacenamiento. El material recuperado se traslada a las bodegas, donde se realiza nuevamente la clasificación de los residuos plásticos y se almacenan para vender a la industria pre-transformadora. La Asociación Nacional de Industriales del Reciclaje ANIR, estima que a 2008, estas bodegas eran del orden de 1200 en Bogotá, donde el 90% de las unidades de negocio son informales (Corredor, FUNDES, Colombia, 2010).

Transformación del residuo plástico.

Se inicia con un tratamiento primario, en donde por medio de operaciones mecánicas se reduce el tamaño y se limpia el material recuperado.

Generalmente, a nivel industrial se inicia con la alimentación de los fardos de forma manual o automáticamente con ayuda de cintas transportadoras. Posteriormente se transporta el material desde el fardo hasta el molino por una cinta transportadora en donde de forma manual o automática (imanes) se retiran materiales no aptos para el molido (metales, plásticos de otro tipo, etc.). Pueden haber dos tiempos de molido, el primero, la molienda gruesa, en el que se reduce el tamaño hasta 15 mm con molino de cuchillas; y el segundo, la molienda fina, en el que es tamaño puede llegar hasta 8 mm con molino de cuchillas.

El material molido, presentado en escamas se lava y centrifuga. La primera operación se realiza con agua en lavaderos o bateas, que a la salida llevan acoplada una centrífuga. Dependiendo del nivel de suciedad, esta etapa se puede duplicar o triplicar. Este lavado se puede complementar con un lavado químico. Las hojuelas secas y limpias se almacena en asilo.

En la transformación de PEAD, la molienda se sustituye por guillotinado, luego las hojuelas se aglutina el material para aumentar su densidad aparente.



Ilustración 2 *Proceso de reciclaje de plásticos por extrusión.* Tomado de: La ruta del reciclado de plásticos (Cicloplast, 2018).

Posteriormente, las hojuelas pasan a la extrusora, la cual está conformada por tres partes; la tolva, encargada de alimentar a la máquina con el material que se ha de transformar, los tornillos, los cuales desempeña las funciones de cargar, transportar, fundir y homogenizar el plástico. Por último, el dado o cabezal, se encarga de darle el perfil deseado al plástico procesado ya sea para fabricar pellets o rellenar moldes. Para pellets, se enfrían las tiras de plástico con agua en un tanque de enfriamiento y luego se hala el material por medio de un halador rotatorio y se parte en trozos pequeños con una máquina picadora (pelletizadora).

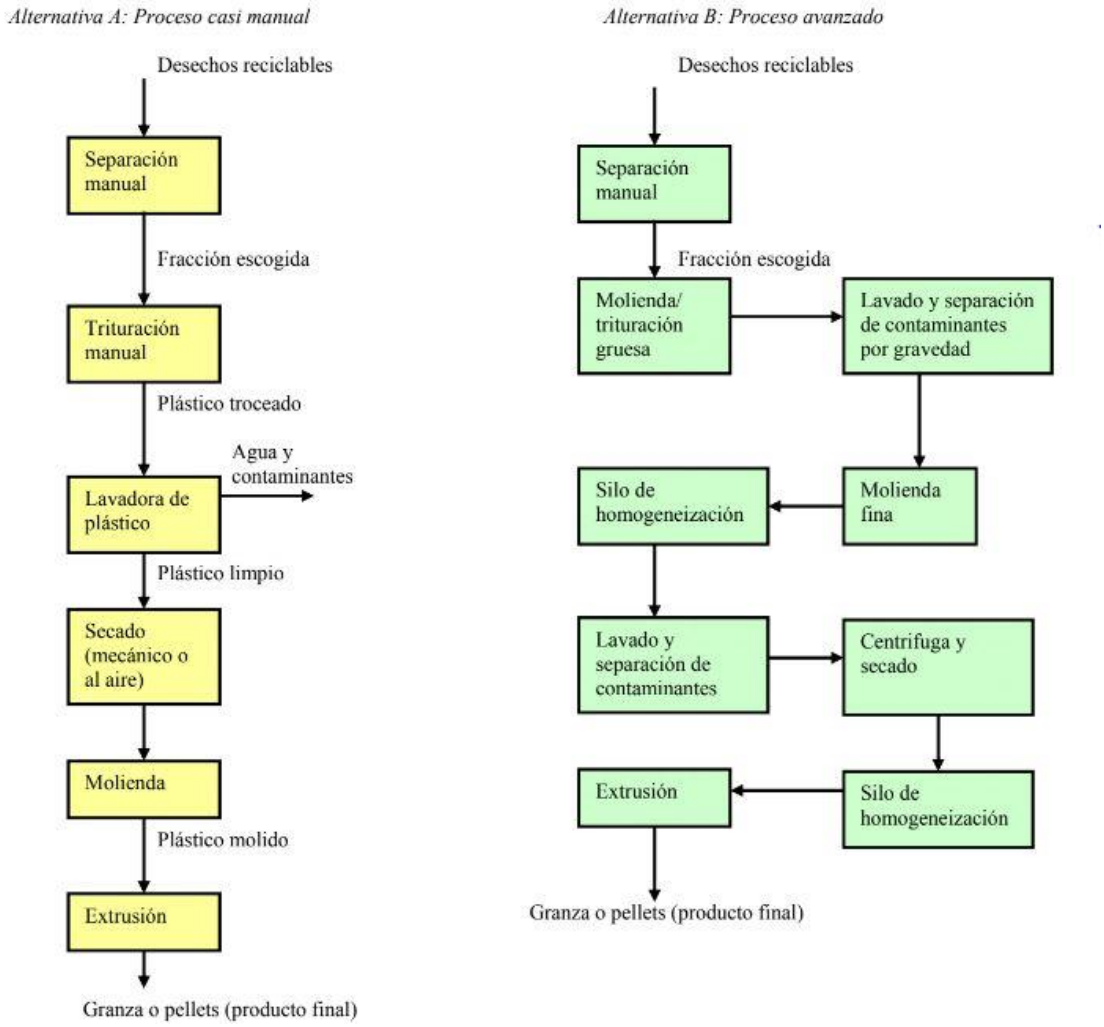


Ilustración 3 *Proceso de reciclaje de plástico*. Tomado de: El Reciclaje, Oportunidades para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico (Röben, 2003).

Finalmente, los pellets o granza se empacan para ser distribuidos a las empresas que realizan la transformación secundaria de los residuos plásticos, es decir que producen bienes terminados que llegan al consumidor final.

2. Capítulo II: Estudio de mercado.

2.1 Definición del producto.

Resultado del proceso de pre-transformación de los diferentes plásticos recuperados, se obtienen pellets de PET, PEBD y PEAD que pueden ser de distintos gramajes y colores, características que estarán en función de las necesidades del cliente.

2.2 Definición y usos.

Los pellets reciclados tienen diferentes usos, dependiendo de la materia prima utilizada:

Tabla 3: *Usos de plásticos reciclados*. Fuente: Estudio del mercado de productos plásticos reciclados (Domingo, 2011).

PET	Almohadas, bolsas de dormir, alfombras, láminas para carpetas, hilado para polar, vestimenta, botellas para bebidas.
PEAD	Recipientes reciclables, baldes, contenedores de detergentes, botellas, tubos, postes, cercas (madera plástica).
PEBD	Bolsas para residuos sólidos, revestimientos para tarros de basura, folios, protectores.
PP	Cuerdas, cajas o cajones, palillos, tubos, cajas de batería de automóviles, bandejas.
EPS	Partes de automóviles, bandejas, madera plástica.
OTROS	Otros Partes de automóviles, madera plástica.

Estos son algunos de los productos que pueden fabricarse con plástico reciclado a menor costo: conductores eléctricos, mangueras, bolsas para residuos, juguetes, utensilios domésticos, baldes, papeleras, ornamento urbano de diferente tipo (bancos, mesas, papeleras), asientos de transporte público, productos para la construcción como tubos de diferente tipo, y también productos para la industria tales como tarimas, marcos, embalajes, cajas, postes y perfiles de “madera plástica”, entre otros muchos productos. Asimismo, a partir del reciclado de PET puede generarse hilados para producir tejidos tipo polar. Por su parte a partir de los

envases plásticos provenientes de productos agroquímicos, que están compuestos por PEAD, pueden producirse otros envases agroquímicos (Domingo, 2011).

2.3 Especificaciones del producto

Las características del plástico reciclados aparecen a continuación:

Tabla 4: *Resinas de Polímeros Termoplásticos***.** Adaptado de: IDENTIFICACIÓN DE PLÁSTICOS (Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008).

Tipo de Plástico	Generalidades	Propiedades
 Estaraftalato de baja densidad Extrusión	Es claro, lavable y no absorbe la humedad.	Claridad, fuerza/dureza, resistencia a la grasa y al calor.
 Polietileno de baja densidad Extrusión	Es utilizado en películas flexibles y relativamente transparentes. Tiene un bajo punto de fusión.	Fácil de procesar, resistente a la humedad, flexible, fácil de sellar y bajo costo.
 Polietileno de alta densidad Extrusión	Presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico.	Es resistente a las bajas temperaturas, tiene alta resistencia a la tensión, compresión y tracción. Es impermeable e inerte (al contenido), baja reactividad. No tóxico.

2.4 Análisis de la demanda.

Las resinas plásticas de mayor uso en el país según Acoplásticos (Plásticos en Colombia, 2017) para el 2015, fueron los polietilenos (35%), los polímeros de propileno (20%), los policloruros de vinilo (18%), las resinas de poli-etilentereftalato PET (14%) y los poliestirenos (7%), los cuales representan en conjunto el 94% del total nacional; siendo algunos de estos materiales fabricados localmente y otros importados.

El consumo aparente de resinas plásticas en Colombia (27,6 kilos por habitante al año) y su distribución según los principales materiales, se muestra en la tabla Nº 3, en donde se resalta el crecimiento del sector.

Tabla 5 *Consumo de resinas plásticas en el trienio 2013-2015 en miles de toneladas*. Adaptado de (ACOPLÁSTICOS, 2017).

RESINA	Miles de toneladas		
	2013	**2014**	**2015**
Polímeros de propileno	220	230	240
Policloruros de vinilo	206	208	220
Polietileno de alta densidad	140	145	160
Polietileno de baja densidad	125	130	140
Resinas PET para envases y láminas	117	140	163
Polietileno lineal de baja densidad	100	110	119
Poliestirenos	72	75	78
Resinas poliéster insaturadas	16	20	20
Otras resinas	47	52	60
TOTAL	1043	1110	1200
Crecimiento		6,4	8,1

Durante 2013, la capital demandó 5 billones de pesos en artículos pertenecientes a la cadena de plásticos, de los cuales 45,9% estuvo constituido por el consumo intermedio del sector manufacturero. Las exportaciones al resto del país representaron 40,3%, posicionándose como el segundo componente estratégico de la cadena. Por su parte, las exportaciones al mercado exterior participaron con el 8,9% y el gasto de los hogares representó 4,2% (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).

Tabla 6: *Principales sectores consumidores de resinas plásticas*. Fuente: ACOPLÁSTICOS y Productores locales y estadísticas oficiales secundarias (Plásticos en Colombia, 2017).

	SECTOR DE CONSUMO	MATERIAS PLÁSTICAS CONSUMIDAS % en peso (promedio)
1.	Empaques y envases: para productos alimenticios, productos de higiene y aseo, productos industriales, lubricantes.	56
2.	Construcción: tubería, accesorios, pisos, tejas, perfiles, cables, bañeras.	22
3.	Institucional / consumidor: calzado, cepillos, escobas, artículos de mesa y cocina, colchones, muebles.	6
4.	Agricultura: película para invernaderos, acolchados y telas sombra, mangueras y tubos.	9
5.	Otros: láminas, partes industriales y para industria automotriz, deportes y varios.	7
	TOTAL	100

Para el trienio 2013- 2015 se resaltan como principales sectores consumidores de materias plásticas el sector de los empaques y envases (para alimentos, productos de higiene y

aseo, productos industriales, lubricantes, etc.), el de la construcción (tubería, accesorios, pisos, tejas, perfiles, cables, bañeras) y el institucional (calzado, cepillos, escobas, artículos de mesa y cocina, colchones y muebles).

En el mercado de Bogotá y su Región, según el estudio realizado por FUNDES (Corredor, 2010), la resina plástica recuperada que presenta mayor demanda es el polietileno de baja densidad, utilizado principalmente para elaborar bolsas de basura. En cuanto a los productos procesados, es el plástico aglutinado presenta la mayor demanda.

Tabla 7 *Demanda de resinas plásticas PET, PEBD y PEAD recicladas en miles de toneladas- año*. (ACOPLÁSTICOS, 2017).

AÑO	PET-R	PEBD-R	PEAD-R
2002	5,5	40,7	23,65
2004	8,25	38,5	25,3
2005	10,45	42,625	26,4
2006	12,65	45,925	29,425
2007	14,85	49,5	32,45
2008	15,95	46,75	30,8
2009	19,25	48,675	28,05
2010	23,1	50,6	29,15
2011	26,95	55	32,725
2012	31,625	58,3	36,575
2013	32,175	61,875	38,5
2014	38,5	66	39,875
2015	44,825	71,225	44

Nota: Las cantidades representan el 27,5% del total de toneladas demandadas a nivel nacional según Acoplásticos

2.5 Proyecciones optimistas y pesimistas de la demanda.

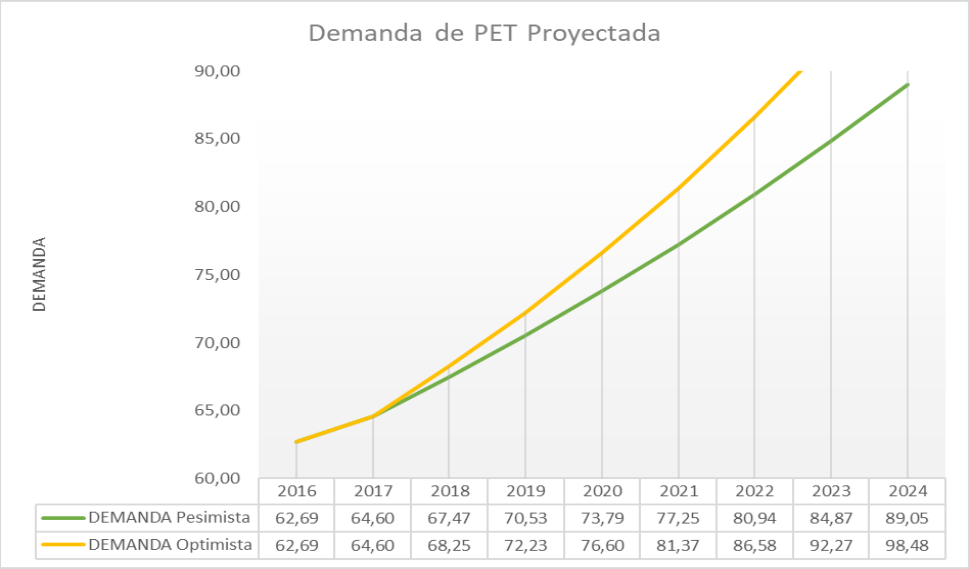
Teniendo en cuenta los informes del sector de plásticos en Colombia realizados por Acoplásticos desde el año 2002 hasta el 2015, y el indicador macroeconómico Producto

Interno Bruto (PIB), se pronosticó las demandas de las tres resinas plásticas recicladas PET, PEAB y PEBD a partir del año 2016 al 2024 y el PIB del país.

Las demandas pesimistas se proyectaron con un crecimiento de cero punto un (0.1) puntos anuales del PIB partiendo del crecimiento esperado para el 2018 de 2.6% según la Asociación Nacional de Instituciones Financieras- ANIF. Y las demandas optimistas, con un crecimiento del PIB anual de cero punto dos (0.2) puntos porcentuales a partir del crecimiento esperado para 2018 según el gobierno de 3,3%.

Tabla 8 *Proyección de la demanda de la resina PET-R pesimista y optimista*. Elaboración propia.

PROYECCIÓN DEMANDA PET- R (Miles Ton/ año)				
AÑO	**DEMANDA Pesimista**	**PIB Pesimista**	**DEMANDA Optimista**	**PIB Optimista**
2016	62,69	542.116	62,69	542.116
2017	64,60	551.701	64,60	551.701
2018	67,47	566.045	68,25	569.907
2019	70,53	581.328	72,23	589.854
2020	73,79	597.606	76,60	611.678
2021	77,25	614.936	81,37	635.534
2022	80,94	633.384	86,58	661.591
2023	84,87	653.019	92,27	690.039
2024	89,05	673.916	98,48	721.091



El coeficiente de correlación entre la demanda histórica y el PIB es de 0,98, por ello la ecuación de la recta nos permite proyectar la demanda a partir del año 2016 hasta el 2024.

La demanda de la resina PET y su crecimiento según las proyecciones es mayor a la de las resinas PEBD y PEAD, sin embargo, el crecimiento se mantiene consistente en los tres tipos de resinas.

Tabla 9 *Proyección de la demanda de la resina PEBD pesimista y optimista*. Elaboración propia.

PROYECCIÓN DEMANDA PEBD (Miles Ton/ año)				
AÑO	**DEMANDA Pesimista**	**PIB Pesimista**	**DEMANDA Optimista**	**PIB Optimista**
2016	51,77	542.116	51,77	542.116
2017	52,73	551.701	52,73	551.701
2018	54,16	566.045	54,55	569.907
2019	55,69	581.328	56,54	589.854
2020	57,32	597.606	58,72	611.678
2021	59,05	614.936	61,11	635.534
2022	60,89	633.384	63,71	661.591
2023	62,86	653.019	66,56	690.039
2024	64,95	673.916	69,66	721.091

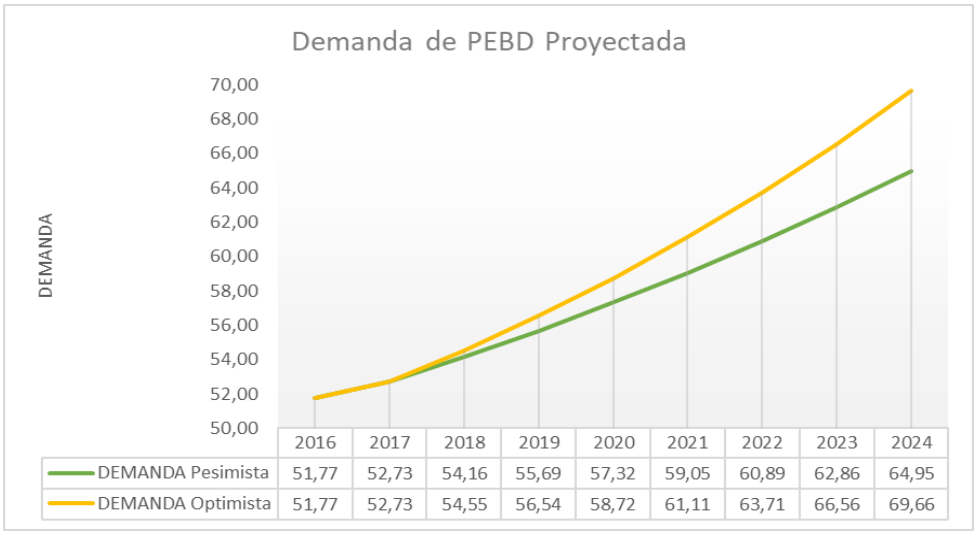
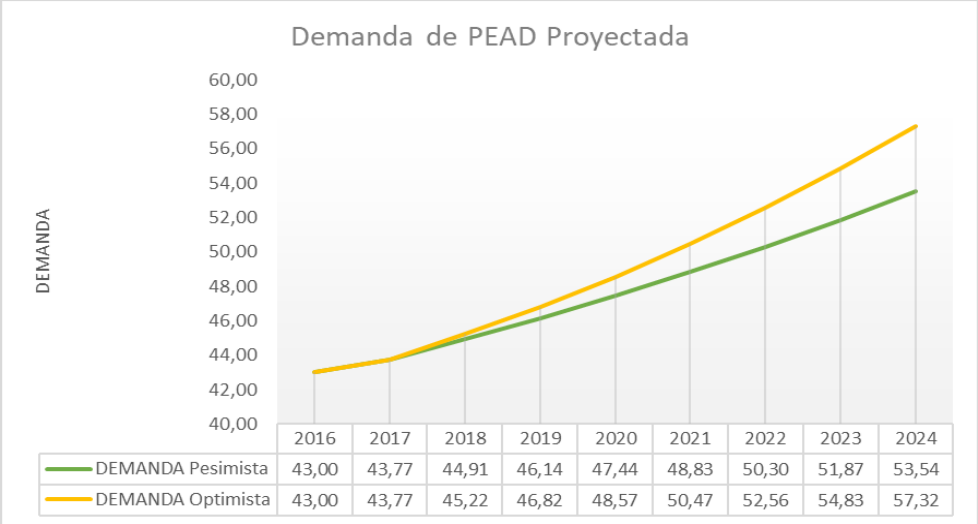


Tabla 10 *Proyección de la demanda de la resina PEAD pesimista y optimista*. Elaboración propia**.**

PROYECCIÓN DEMANDA PEAD (Miles Ton/ año)				
AÑO	**DEMANDA Pesimista**	**PIB Pesimista**	**DEMANDA Optimista**	**PIB Optimista**
2016	43,00	542.116	43,00	542.116
2017	43,77	551.701	43,77	551.701
2018	44,91	566.045	45,22	569.907
2019	46,14	581.328	46,82	589.854
2020	47,44	597.606	48,57	611.678
2021	48,83	614.936	50,47	635.534
2022	50,30	633.384	52,56	661.591
2023	51,87	653.019	54,83	690.039
2024	53,54	673.916	57,32	721.091



2.6 Mercado Objetivo y tamaño.

El mercado objetivo se encuentra a nivel nacional y está conformado por las empresas pertenecientes a los tres primeros sectores que consumen materias plásticas en Colombia: empaques y envases, construcción y el institucional/ consumidor.

Actualmente, el mercado de productos terminados con resinas recicladas y/o mezcladas se encuentra en desarrollo, pues este requiere de la apertura de nuevos mercados, tecnologías y financiamiento, actividades que sólo empresas con alta tecnología pueden realizar, como es el caso de Vaniplast, Tejas Cristal, Tejas Koyo, Luciplast y ANRT (Corredor, 2010).

Por otro lado, existen MIPYMES que utilizan plástico reciclado para la elaboración de bolsas, tacones y mangueras, las cuales se ubican principalmente en el municipio de Soacha y en las localidades de Antonio Nariño, Bosa y Kennedy de Bogotá.

Según la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), las fábricas que tienen como materia prima, para la fabricación de sus productos, el pellet plástico, son 14 en Bogotá. Por otro lado, Acoplásticos reporta alrededor de 38 establecimientos transformadores de materias primas obtenidas de residuos plásticos, de los cuales 24 se ubican en la ciudad de Bogotá (Aluna Consultores Limitada, 2011).

Sin embargo, la investigación realizada por Arévalo y Gómez (2011) resalta que las fábricas informales en Bogotá podrían estar por alrededor de 65. Es decir que las fábricas formalmente constituidas sólo representan un 37% de la totalidad del tamaño de mercado en Bogotá.

A continuación, se presenta un listado de los posibles clientes a nivel nacional que procesan las resinas plásticas recicladas para transformarlas en productos finales:

***Tabla 11**: Empresas transformadoras de residuos plásticos*. Fuente: ACOPLÁSTICOS (Aluna Consultores Limitada, 2011)

No	NOMBRE DE LA EMPRESA	CIUDAD
1	AICARAL	PEREIRA
2	ARRIGAR SA	ITAGUI
3	COMERCIALIZADORA DE RESIDUOS PLÁSTICO	BOGOTÅ
4	DISTRIBUIDORA PROCOPLAST	MEDELLÍN
5	EAT FLEXIFORM	BOGOTÅ
6	ECORPLASTE E.U	BOGOTÅ
7	FABRICA DE MANGUERAS AGRICOLAS RC	BOGOTÅ

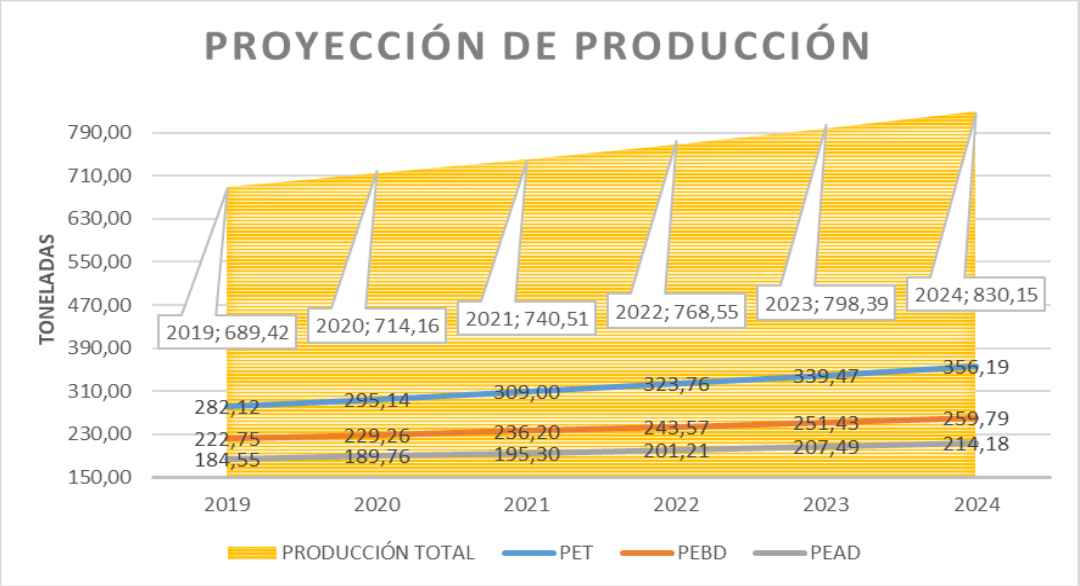
No	NOMBRE DE LA EMPRESA	CIUDAD
8	FUNDACIÓN CODESARROLLO	MEDELLÍN, CALI, BARRANQUILLA Y BOGOTÅ
9	GBC PLASTICOS LIMITADA	BOGOTÅ
10	INDUSTRIAS CANOPLAST LIMITAD	BOGOTÅ
11	INDUSTRIAS COARMOPLAST	BUCARAMANGA
12	INDUSTRIAS PLÁSTICAS DEL PACÍFICO	CALI
13	INDUSTRIAS QUALITY PRODUCTS LTDA	BOGOTÅ
14	INDUSTRIAS SIMODA LTDA	BOGOTÅ
15	INVERPLAST	LA ESTRELLA
16	INVERSIONES QUPLAS LTDA	BOGOTÅ
17	LUCIPLAST LTDA	BOGOTÅ
18	MADERPLAST S.A	BOGOTÅ
19	MANGUERAS Y MADERAS PLÁSTICAS LTDA	MEDELLÍN
20	MERPLAS LIMITADA	BOGOTÅ
21	MODUPLAST LTDA	DOS QUEBRADAS
22	PEGANTES DEL EJE CAFETERO & ClA LTDA.	DOS QUEBRADAS
23	PITIPLASL LTDA	BOGOTÅ
24	PLASTICOS ABC	LA ESTRELLA
25	PLÁSTICOS MAPLAS LIMITADA	BOGOTÅ
26	PLÁSTICOS AM LTDA	LA ESTRELLA
27	PLASTHLUS	BOGOTÅ
28	POLIMPLAST LTDA	BOGOTÅ
29	PROMAPLAST LTDA	BOGOTÅ
30	PROVISPOL LIMITADA	BOGOTÅ
31	RECICLAJE DE POLÍMEROS LTDA	BOGOTÅ
32	RECUPERADOR DE PLASTICOS RECOPLAST LTDA	CALI
33	ROLLOS PLASTICOS CARLOS PARRA	BOGOTÅ
34	SERVANDO SUAREZ COY	BOGOTÅ
35	SKIPLAST	BOGOTÅ
36	SOPLASCOL LIMITADA	BOGOTÅ
37	SUPERPLAST	BOGOTÅ
38	WIPLAS	MEDELLÍN

Con este modelo de negocio, aunque la composición de los residuos se mantenga estable, las cantidades de residuos generados aumentan proporcionalmente a razón del crecimiento de la población y el producto interno bruto del país. Por ello se considera una variable determinante para la evolución del mercado objetivo, el cual tendría una tendencia de

crecimiento, como se muestra en las siguientes proyecciones, si se toma el 0,04% de la demanda para cada tipo de resina.

***Tabla 12**: Proyección de producción de resinas plásticas recicladas por la empresa*. Elaboración propia.

AÑO	PRODUCCIÓN RESINA TON/AÑO			PRODUCCIÓN TOTAL
	PET	PEBD	PEAD	
2019	282,12	222,75	184,55	689,42
2020	295,14	229,26	189,76	714,16
2021	309,00	236,20	195,30	740,51
2022	323,76	243,57	201,21	768,55
2023	339,47	251,43	207,49	798,39
2024	356,19	259,79	214,18	830,15



2.7 Reciclaje de plásticos en Bogotá.

Bogotá ofrece la mayor concentración actividad comercial, de servicios y financiera, de la mano de la industrial, grandes cantidades de materias primas son demandadas diariamente en los bajo diversos procesos se convierten en productos de consumo los cuales producen desechos.

En la ciudad se recicla aproximadamente un 17% de los residuos sólidos generados, un porcentaje mínimo comparado con las 6300 toneladas/día que ingresan actualmente al relleno sanitario de Doña Juana, según la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (2015). El 10,78% del total de estos residuos son plástico (DNP y BM, 2015).

La generación de los residuos plásticos en la región corresponde a 1176,85 Ton/día., principalmente en los municipios de Bogotá con 729,53 ton/día; Chía 4,98 ton/ día; Soacha y Cajicá con 9,66 y 3,16 ton/día respectivamente. Según la UAESP, para la ciudad de Bogotá se presenta la siguiente distribución porcentual con respecto al total de residuos plásticos que se generan anualmente: 10,45% residuos residenciales y 17,83% pequeños y grandes generadores.

A pesar del gran potencial que posee la región, debido a la informalidad de la recuperación de material reciclable y la ausencia de una cultura de separación en la fuente, los niveles de recuperación no compensan la demanda del sector en términos de calidad y cantidad. Por ejemplo, para el 2010 la cantidad de material recuperado por los recicladores en Bogotá fue de 1363,53 Ton/día, que representan el 23.89% del total dispuesto en el Relleno de Doña Juana. En la tabla número 12 se muestran las cantidades de material recuperado en Ton/día por cada segmento de recicladores.

Tabla 13: *Cantidad de material recuperado por recicladores en Bogotá en el 2010*. Fuente: (Aluna Consultores Limitada, 2011)

PARAMETRO	VALOR
Total de Residuos Dispuestos, Tn/día (1)	5,89
Número de Recicladores Asociados, RA (2)	2,315
Número de Recicladores Independientes, RI (2)	8,815
Total Recicladores	11,13
Número de Habitantes de Calle, HC (3)	4,843
Cantidades Recuperadas por RI (Tn/día)	881.50
Cantidades Recuperadas por RA (Tn/día)	312.53
Cantidades Recuperadas por Recicladores HC (Tn/día)	169,51
Total Material Recuperado (Tn/día)	1363,53

(1) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Fichas de Residuos Sólidos Ciudad, 2010

(2) Asociación Nacional de Recicladores, PGIRS, Trabajo de Campo

(3) Alcaldías Municipales

Por otro lado, la mayor parte de las empresas dedicadas al almacenamiento y pre-transformación de residuos se encuentran ubicadas en Soacha y Funza; y dentro de Bogotá se destacan las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito y Puente Aranda.

El PIB de Colombia Para el año 2012, reportó un crecimiento del 4,2% frente al del año, las ramas de actividad con mayor participación dentro del PIB de Bogotá fueron los establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas que representaron el 36,8%; los servicios sociales, comunales y personales el 19,3%, comercio, reparación, restaurantes y hoteles el 15,5% y la industria manufacturera con el 10,3%.

Tabla 14 *Producción total de residuos sólidos en Bogotá y alrededores* Fuente: Fundes 2010-Sector reciclaje en Bogotá y alrededores.

Provincia	**Producción Total Ton/día**			
	2008	**2009**	**2010**	**2011**
Ciudad de Bogotá	4 261,3	4 351,6	4 434,7	4 508,9
Sabana Centro	248,5	254,1	259,7	265,4
Sabana Occidente	25,6	25,9	26,3	26,7
Guavio	55,4	55,8	56,2	56,6
Oriente	49,1	49,3	49,5	49,6
Soacha	248,5	254,5	260,6	266,7
Sumapaz	26,7	26,8	29,6	29,6
TOTAL	4 915,1	5 018,0	5 116,6	5 203,5

Teniendo en cuenta la proyección de la población del DANE 2001-2008 y teniendo en cuenta que la generación progresiva de residuos está relacionada con el crecimiento poblacional; se estima que la producción total de residuos sólidos generados por el sector domiciliario en Bogotá y su Región “para el año 2008 fue de 4 915,1 Ton/día, para el año 2009 de 5 018 Ton/día, para el año 2010 de 5 116,6 Ton/día y para el año 2011 de 5 203,5 con un incremento anual del 2%.

2.8 Análisis de proveedores

Los proveedores se componen por recicladores de oficio organizados e independientes, organizaciones sociales, comercializadores de material reciclable organizados en micro, pequeñas y medianas bodegas, generadores industriales y ONGs.

Tabla 15: Organizaciones recicladoras de Bogotá. Fuente: (Aluna Consultores Limitada, 2011).

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	NO. ASOCIADOS	TIPO DE MATERIAL	ESLABON
ASOCIACIÓN COOPERATIVA DE RECICLADORES DE BOGOTA	1020	Todos los materiales	Recolección, almacenamiento, clasificación
ARAMBIENTAL	375	Todos los materiales	Recolección, almacenamiento, clasificación
ARUB	423	Todos los materiales	Recolección, almacenamiento, clasificación
FEDERINCOL	18	Todos los materiales	Recolección, almacenamiento, clasificación
ORGANIZACIONES INDEPENDIENTES	479	Todos los materiales	Recolección, almacenamiento, clasificación

La recolección de los residuos sólidos reciclables en Bogotá está siendo atendida por una organización nacional de tercer nivel, la ANR, 6 organizaciones de segundo nivel: Asociación de Recicladores Unidos de Bogotá ARUB, Asociación de Recicladores Ambientalistas ARAMBIENTAL, Federación de Recicladores de Colombia FEDERINCOL, Asociación Nacional de Industriales del Reciclaje ANR y la Asociación Colombiana de Recicladores Industriales ACORIN.

2.9 Análisis de oferta y de las importaciones.

La encuesta anual manufacturera del DANE en el 2016 muestra que el grupo industrial de los Productos de Plásticos tenía para este año 606 establecimientos, representando el 7,2% de participación. En cuanto a producción bruta, el sector logró 10.092.811 millones de pesos, es decir el 4,1% de participación.

La capacidad instalada total para la producción de resinas plásticas en Colombia pasó, de 1,22 millones de toneladas en 2013 a 1,33 millones en 2015, como puede apreciarse en la tabla Nº 15. Esta expansión se explica principalmente por la ampliación de la capacidad productiva del poli cloruro de vinilo en 62 mil toneladas, del polietileno de baja densidad en 10 mil toneladas y otras resinas en 13 mil toneladas.

Tabla 16: *Capacidad instalada para producción de resinas plásticas*. Fuente: Acoplásticos (Aluna Consultores Limitada, 2011).

COLOMBIA: CAPACIDAD INSTALADA PARA LA PRODUCCIÓN DE RESINAS PLÁSTICAS, 2013 - 2015

Miles de toneladas

RESINA	2013	2014	2015
Policloruro de vinilo 1_/	420	480	482
Poliestirenos 2_/	110	110	110
Polietileno de baja densidad	56	56	66
PET para envases y láminas 3_/	55	55	55
Polímeros de propileno 4_/	500	500	500
Resinas poliester insaturadas	40	50	60
Otras resinas 5_/	42	47	55
TOTAL	**1.223**	**1.298**	**1.328**

Fuente: ACOPLASTICOS y productores nacionales

1_/ Grados emulsión y suspensión y copolímeros
2_/ Propósito general y alto impacto
3_/ Comprende síntesis química y recuperación
4_/ Homopolímero y copolímeros
5_/ Abarca polioles - poliéteres y sistemas de poliuretano; policaprolactama y resinas fenólicas.

2.10 Análisis histórico de la oferta.

Al analizar la industria del plástico en Colombia se concluye que se caracteriza por la actividad manufacturera más dinámica de las últimas tres décadas, con un crecimiento promedio anual del 7%. Grupos industriales que concentran el mayor número de establecimientos en CIIU Rev.4 A.C.* 2016.

Tabla 17**:** *Grupos industriales que concentran el mayor número de establecimientos.* Fuente: DANE. Encuesta anual.

Grupo industrial CIIU Rev.4	Descripción	Número de establecimientos	Part.%
Total	**18 grupos**	**6.240**	**73,7**
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	864	10,2
108	Elaboración de otros productos alimenticios	690	8,2
222	Productos de plástico	606	7,2
181	Actividades de impresión y actividades de servicios relacionados con la impresión	453	5,4
239	Productos minerales no metálicos n.c.p.	429	5,1

Las industrias del plástico representan el 7,2% del total industrial del país de la mano de la industria textil suman 17.8%, para la industria PET su principal consumidor es la industria textil debido a que en muchos de sus procesos usan resinas y pellets PET, esta cifra

significativa está enmarcada en la dependencia de insumos de la industria textil y el posible mercado que esto significa para el los pellets y resinas PET.

Se evidencia que las importaciones de PET de países como China, Ecuador y Perú han aumentado modificando el mercado debido a la falta de suministros en el mercado local. Los productos de plástico con valores de 585 millones de dólares en los años 2013, 2014 y de 552 en 2015, tuvieron una reducción del 5,6% en el último año.

Al interior del grupo, las exportaciones de las formas básicas de plástico cayeron 6,6% en 2014 y otro 0,5% en 2015. A su vez, los artículos plásticos diversos (clase 2229) registraron una expansión del 9,6% en el valor de los despachos al exterior en 2014 y una contracción del 12,1% en 2015.

Tabla 18: *Colombia: evolución de la industria global y sectorial*, 2015. Fuente: Acoplásticos (Aluna Consultores Limitada, 2011).

COLOMBIA: EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA GLOBAL Y SECTORIAL, 2015

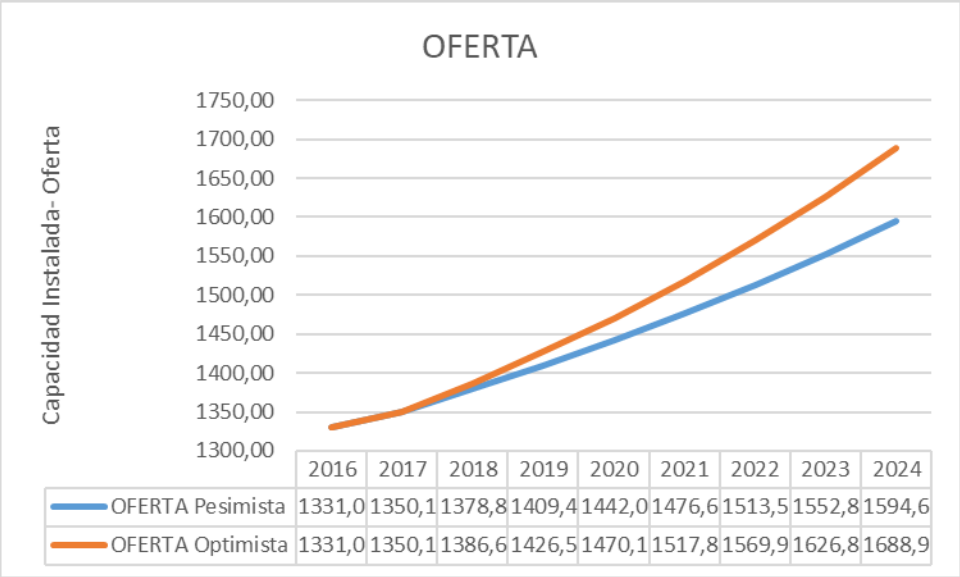
Variación anual en porcentaje

INDICADORES	2015
152 Fabricación de calzado	
Producción real	(5,80)
Ventas reales	(3,00)
Empleo total	1,50
201 Sustancias químicas básicas	
Producción real	4,30
Ventas reales	4,90
Empleo total	0,70
221 Productos de caucho	
Producción real	(14,20)
Ventas reales	(15,10)
Empleo total	1,50
222 Productos de plástico	
Producción real	5,00
Ventas reales	4,70
Empleo total	2,50
TOTAL INDUSTRIA MANUFACTURERA	
Producción real	0,9
Ventas reales	1,40
Empleo total	1,00

Fuente: Acoplásticos con base en datos de la Encuesta Mensual Manufacturera de diciembre de 2015 del DANE.

Con los datos de capacidad instalada a partir del año 2005 al 2015 y los datos del Producto Interno Bruto en los mismos años, se determinó una correlación de 0,96, la cual permite establecer, a partir de la ecuación de la recta, el pronóstico de la oferta optimista y pesimista a partir del año 2018 hasta el 2024. La oferta optimista se calculó a partir de un

crecimiento de cero como dos (0.2) puntos anuales del PIB partiendo del crecimiento esperado para el 2018 de 3,3%. Y la oferta pesimista, con un crecimiento del PIB anual de cero como un (0.1) punto a partir del crecimiento esperado para 2018 de 2,6%, como se muestra a continuación:



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
OFERTA Pesimista	1331,0	1350,1	1378,8	1409,4	1442,0	1476,6	1513,5	1552,8	1594,6
OFERTA Optimista	1331,0	1350,1	1386,6	1426,5	1470,1	1517,8	1569,9	1626,8	1688,9

Ilustración 4: *Oferta de resinas plásticas proyectada optimista y pesimista*. Fuente: Autores

2.11 Estudio de comercialización del producto.

Eco Plásticas S.A.S. será una empresa privada de socios anónimos ubicada en la ciudad de Bogotá, que tiene como propósito cerrar el ciclo productivo, reintegrando resinas plásticas recicladas en procesos de varias industrias a nivel nacional como empaques, línea de aseo, mangueras, calzado entre otros artículos.

2.11.1 Canales de distribución.

Para la distribución del producto, se propone la utilización del canal “fabricante-consumidor”. Ya qué, resultado de un proceso de pre-transformación de residuos plásticos, se genera un producto que es utilizado como materia prima en otros procesos industrias del

plástico. De esta manera no se prevé la implementación de puntos de venta externos, permitiéndole al cliente encontrar el precio justo por un producto de calidad.

Debido a que el mercado objetivo se encuentra distribuido en su mayoría sobre la región andina del país, es necesario la utilización de automotores para el transporte de la mercancía, costo que se planea, asuma el comprador.

2.11.2 Producto.

El producto a realizar son pequeñas porciones de material de plástico comprimido (pellet plástico), obtenidos después de diferentes tratamientos de reciclaje para la transformación de residuos plásticos recuperados en resina plástica reciclada, la cual se comercializa como materia prima para realizar productos finales en plástico, los cuales son demandados por el público en general.

El pellet de PET, PEAD y PEBD posee las características mencionadas anteriormente, asegurándole al cliente la calidad necesaria para sus procesos productivos, con un alto nivel de pureza y dureza.

2.11.3 Precio.

La industria procesadora del plástico está en pleno crecimiento, lo que hace necesario saber entrar rápidamente el producto al mercado y aprovechar las ventajas de la poca competencia en el momento y la oportunidad de adquirir los clientes antes de la entrada de nuevas empresas, además de saber aprovechar la oportunidad de estar constituidos formalmente y con la implementación de alta tecnología.

Para establecer el precio por Kg de las tres resinas se desarrolló una encuesta a 15 empresas en el mercado de Bogotá, pregunta específica para precio fue: “¿A qué precio vende usted el kilo de pellet plástico?”. Además se consultó la plataforma de venta de productos Mercado libre (es el sistema en el que el precio de los bienes es acordado por el consentimiento entre los vendedores y los compradores, mediante las leyes de la oferta y la demanda.). Finalmente, se evidencio que el precio que mejor acepta el mercado es de $ 1495

por kilo de PET según la plataforma de mercado libre y bajo el análisis de los diferentes valores obtenidos de la encuesta los precio que se manejan en el mercado oscilan de $1.400 a $1.700 pesos el kilo. De acuerdo a lo anterior el precio de venta fijado para este proyecto de los tres productos será:

Tabla 19: *Precio de venta en pesos de las resinas recicladas PET, PEAB y PEAD.* Elaboración propia.

PET (1 Kg)	PEAB (1 Kg)	PEAD (1 Kg)
$ 1500	$ 2200	$ 2300

2.11.4 Lugar

Los lugares estratégicos para instalar la planta de reciclaje y obtener un flujo constante de materia prima y demás materiales de la Bogotá- Región son: Localidad de Kennedy- barrio Carvajal, la localidad de Puente Aranda- barrio la alquería y el municipio de Mosquera. Teniendo en cuenta la ubicación de los potenciales clientes y competidores dentro de la ciudad de Bogotá, habría que evaluar los precios y las rutas logísticas para la venta y entrega de los pellets a los clientes que se ubican a nivel nacional, especialmente sobre la región andina y el departamento del Cauca. Dicha evaluación se presenta en el siguiente capítulo: Estudio Técnico.

2.11.5 Promoción y publicidad.

Es sumamente importante para el proyecto dar a conocer el producto y la excelente calidad de este, lo cual permite, generar en la mente del consumidor, que la empresa busca ser una organización confiable y de esta forma generar una relación económica estable y duradera. Debido que el sector de reciclaje plástico trabaja en su mayor parte en la informalidad es muy difícil establecer una comunicación por medio de publicidad, es por esto que el contacto debe ser directo, entre la empresa y sus clientes.

Como estrategia de producto, siempre se resaltará que nuestro producto contribuye al mejoramiento del medio ambiente a través del aprovechamiento de residuos sólidos.

3. Capítulo II: Estudio técnico.

El presente estudio pretende describir ampliamente el proceso de producción de resinas plásticas recicladas de Estaraftalato de baja densidad (PET), Polietileno de Baja Densidad (PBD), Polietileno de Alta densidad (PAD), a partir de la tecnología de extrusión.

Así mismo se define localización del proyecto y los parámetros que se utilizaron para ello, la cantidad de resina que se quiere producir, el tamaño óptimo de la planta recicladora, la necesidad en la mano de obra, los turnos de trabajo, la optimización física de la distribución del equipo (plano) y la capacidad individual de la maquinaria, para finalmente determinar la organización humana y jurídica que requiere el proyecto

3.1 Localización del proyecto.

La elección de la localización óptima del proyecto se realizó a través de un método cualitativo, el cual mide el peso o importancia relativa de cada factor determinante, posteriormente se pondera el puntaje y la opción con mayor calificación será la establecida para establecer la planta de reciclaje.

Para el proyecto se requiere una bodega de 500 metros cuadrados en adelante, con mínimo 400 metros cuadrados disponibles para la instalación de las máquinas y el almacenaje de materia prima e inventarios, dotada de mínimo dos oficinas, con excelente ventilación e iluminación, servicios públicos domiciliarios, redes eléctricas trifásicas y monofásicas, que se encuentre ubicada en un sector industrial y/o comercial de fácil acceso, cercana a la mano de obra recuperadora de residuos plásticos. También es importante que cuente con una puerta de ingreso para tractomulas y camiones, ya que son el principal vehículo para movilizar el producto final y el ingreso de los insumos. Finalmente es crucial que tenga espacio suficiente para proyectar la expansión del proceso productivo cuando se empiece a abarcar más mercado y /o la demanda del producto lo requiera.

Para ello se evaluaron tres opciones de localización, la primera en la Zona Occidental, junto a la zona franca, segundo en el barrio la Alquería, tradicionalmente industrial donde se encuentra una de las mayores bodegas de almacenaje y alistamiento de residuos reciclables y

tercero, el barrio Carvajal, tradicional en la producción de resinas plásticas vírgenes y recicladas.

Tabla 20: *Aplicación del método cualitativo para la elección de la localización*. Elaboración propia.

Factor	Peso Asignado	Zona Occidental		La Alquería		Carvajal (Kennedy)	
		Calificación	Calificación Ponderada	Calificación	Calificación Ponderada	Calificación	Calificación Ponderada
Materia Prima disponible	0.1	60	6.0	85	8.5	90	9.0
Calidad de la materia prima	0.12	70	8.4	85	10.2	85	10.2
Mano de obra disponible (recicladores y asociaciones)	0.15	70	10.5	85	12.8	88	13.2
Costo del transporte de materiales a la planta	0.1	70	7.0	80	8.0	78	7.8
Facilidad de transportar el producto fuera de Bogotá	0.15	75	11.3	60	9	60	9
Costo de servicios públicos	0.1	52	5.2	52	5.2	52	5.2
Costo de arrendamiento	0.1	55	5.5	70	7.0	65	6.5
Tipo de vecindario (comercial, industrial, mixto)	0.08	80	6.4	80	6.4	75	6
Actividades empresariales conexas	0.1	80	8.0	86	8.6	90	9.0
Espacio disponible para expansión.	0.09	50	4.5	60	5.4	55	5.0
TOTAL	1		72.8		81.1		80.9

Esta bodega tiene un costo de arriendo de $7.200.000, los servicios públicos son comerciales y se localiza en la localidad de Puente Aranda, barrio la Alquería.

3.2 Ingeniería del proyecto.

A partir de las proyecciones de la demanda de las tres resinas que se procesaran en la planta: PET, PEBD y PEAD se propone una producción anual de 689 toneladas distribuidas

así: 41% PET (285 toneladas anuales) a un precio estimado por tonelada de $ 1,500,000; por otro lado, el 32% de la producción será de PEBD, con 223 Ton/año y el 27% será PEAD, con 185 Ton/año a un precio por tonelada de $ 2,200,000.

Tabla 21: *Materia prima requerida para la producción anual y mensual durante el primer año.* Elaboración propia.

Material	Kg Mensual	Kg Anual
PET	24000	288000
PEBD	18930	227160
PEAD	15690	188280
TOTAL	58620	703440

La materia prima necesaria es igual a 58.62 toneladas mensuales durante el primer año, dentro de las cual se prevé un desperdicio en el proceso del 2%. Con el procesamiento y venta de este material transformado se garantiza generen la ganancia necesaria para cubrir los costos y obtener utilidades, y logra cancelar el préstamo en un plazo de 48 meses.

3.3 Capacidad instalada óptima.

Para lograr este proyecto es necesario invertir en maquinaria clave: partiendo de dos molinos de martillo que procesan el plástico recuperado, disminuyen su tamaño, y homogenizan la materia prima. Segundo, la lavadora y secadora del plástico molido, que elimina impurezas y seca el material para que pueda pasar a la extrusora de tornillo, la cual, con el flujo continuo del material, la presión, temperatura y empuje permiten fundir el material y homogenizar la mezcla para luego pasar a la peletizadora, otra máquina clave que corta las tiras de plástico extruido, en pequeños pedazos llamados pellets. Finalmente, la embolsadora del material es importante para la presentación del producto que el consumidor final recibirá.

Por otro lado, la recepción e inspección de la materia prima es fundamental en el proceso de producción, después de ello, el material se traslada de operación a operación por medio de bandas transportadoras y montacargas y se transforma gracias a las máquinas mencionadas anteriormente.

A continuación, se presenta la tabla número 20, la cual resume el proceso de transformación detallado por operaciones, el equipo necesario para llevarlo a cabo, la capacidad máxima de la máquina, el número de repeticiones de la actividad y el tiempo estimado por día de operación.

Tabla 22 *Proceso productivo caracterizado por operaciones y su maquinaria.* Elaboración propia.

Operación		**Tiempo de operación**	**Capacidad máxima máquina**	**Número de máquinas**	**Frecuencia por día**	**Número de obreros**	**Tiempo total por día**
1	Recepción de residuos plásticos	2,4 Ton Plástico/ día horas por día	Báscula de 1,5 Ton	1	Las veces que sea necesario	1,5	2 h/día.
2	Inspección de residuos plásticos	2,4 Ton Plástico/ día 1 hora por día	Operación manual asistida con banda transportadora 1000 Kg/h	2 banda transportadora de 5 metros.	Una vez	2	2 h/ día
3	Molienda Gruesa	1 h/día	500 Kg/ h	1	2 corridas al día	2	6 h/ día.
4	Lavado	0,5 h/día	800 Kg/ h	1	2 corridas al día	1	1,5 h/ día.
5	Secado	0,5 h/día	500 Kg/ h	1	2 corridas al día	1	2,4 h/ día.
6	Molienda Fina	1 h/día	500 Kg/ h	1	2 corridas al día	2	6 h/ día.
7	Extrusión	1 h/día	450 Kg/ h	1	De corrido	1,5	6 h/ día.
8	Enfriado	10 m/ día	2400 Kg/ h	1	De corrido	1	0,5 h/ día.
9	Peletizado	1 h/día	500 Kg/ h	1	1 corrida al día	1	6 h/ día.
10	Embolsado	1 h/día	200 Kg/ h	2	2 corrida al día	2	12 h/ día.

Se considera una jornada laboral de 10 horas diarias con una hora intermedia de almuerzo, para cumplir con la meta de producción mensual de 57.5 toneladas repartidas entre los tres tipos de plástico PET, PEBD y PEAD, el trabajo de las máquinas se desarrollará de la siguiente manera:

Tabla 23 *Operación de la maquinaria en horas por día.* Elaboración propia.

Maquina/ horas laborales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Eficiencia
Báscula											100%
Banda Transporta-dora 1											180%
Molino Grueso											90%
Lavadora											80%
Secadora											80%
Molino Fino											90%
Extrusor											89%
Tanque enfriamiento											80%
Peletizadora											80%
Embolsadora											100%

3.4 Cálculo de la mano de obra.

Después de evaluar la capacidad de cada máquina, el tipo de proceso: manual, semiautomático y automático y los tiempos de trabajo requerido para satisfacer la demanda de las tres resinas se plantea la necesidad de 5 operarios en planta y un supervisor.

Tabla 24 *Distribución de los operarios por operación y horas al día.* Elaboración propia.

Actividad	Horas Jornada Laboral									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3							C			
4							C			L
5										L
6							C			
7							C			
8							C			
9							C			
10										

El trabajo de dichos operarios se distribuye en las operaciones descritas en la tabla 20, cumpliendo un horario de 9 horas de trabajo diarias. La tabla No. 22 muestra la distribución de los trabajadores, cada uno representado por un color diferente.

.

3.5 Proceso de producción.

La empresa integra a los recicladores de oficio y sus asociaciones en el proceso productivo, con el fin de asegurar un proveedor constante de materia prima, con un promedio de recolección de 300 Kg diarios por reciclador, la planta proyecta generar una ocupación para 18 recicladores, logrando un acumulado de materia prima cercana a las 5.8 toneladas mensual, generando empleo indirecto y contando con el amplio conocimiento y vasta experiencia que los recicladores poseen sobre la industria, enriqueciendo el conocimiento de la organización.

Tabla 25: *Estimación de recolección de material plástico aprovechable en Kg.* Adaptado de Revista semana.

Personal Recuperador	**Recolección por Reciclador (Kg)**			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
1	300	900	3600	43200
18	5400	16200	64800	777600

Después de mantener un flujo constante de materia prima, es necesario procesar el material mediante el siguiente proceso de reciclaje:

1. Como ya se mencionó, la primera etapa consiste en la recolección de la materia prima, efectuada por los recicladores de oficio, siendo la empresa un centro de acopio para los recicladores que deseen vender el producto.

2. El material es almacenado y se continúa con una segunda clasificación manual menor, del material por parte del personal operativo de la planta destinados para esta labor. Esta clasificación se hace por características del material como tipo de plástico, deterioro y color. El transporte del material se realiza por medio de una banda transportadora que llega a la tolva de almacenamiento del molino.

3. Este material se lleva el molino el cual es alimentado por medio de una tolva que se encuentra en la parte superior, la molienda se realiza con el fin de reducir al máximo el tamaño de los residuos, para facilitar su manejo. Este proceso se realizará en un molino el cual producirá plástico molido uniforme (aprox. 3-6 mm) según especificaciones de la máquina enfocadas a homogenizar el tamaño del material, esta fase del proceso se ve afectada por el grado de dureza, condiciones y calidad del plástico.

4. El material molido (hojuelas) es lavado las veces que se requiera hasta alcanzar el grado de limpieza óptimo, el proceso inicia con el lavado y separación de los agentes contaminantes, que en ocasiones requiere ser repetido dependiendo de las impurezas que se encuentren presentes en el plástico (2 ciclos de lavado máximo), consiste en lavar plástico molido con agua y detergentes, para eliminar cualquier tipo de suciedad o impureza.

Después de la limpieza el plástico molido será introducido en una centrífuga la cual se utilizan para eliminar los restos de humedad luego del proceso de lavado.

5. Una vez el producto esté triturado, homogenizado, limpio y seco ira a una extrusora, que dispone de un sistema de alimentación del material, un sistema de fusión, sistema de bombeo y presurización para dar finalmente la forma del material fundido, en este caso la boquilla presenta varios orificios circulares por donde sale el material extruido en forma de cable.

6. Ya que el material haya logrado su forma, pasa por un proceso de enfriamiento con agua, lo que permite su solidificación y evita deformaciones. El sistema de enfriamiento consta de un circuito cerrado de canal que conduce el material hasta la máquina peletizadora por medio de un halador rotatorio.

7. Una vez frío será cortado en pequeños pedazos, peletizado, que es el producto final. Si el producto final no cumple con los tamaños predefinidos el material regresa a la extrusora.

8. Los pellets inician su empaquetado según las especificaciones de la máquina (peso por bolsa) y se procede al almacenaje del producto o su expendido.



Ilustración 5: *Diagrama del proceso de reciclaje de plástico PET, PEBD Y PEAD.* Elaboración propia.

3.6 Cursograma analítico.

Es tipo de diagrama es comúnmente usado para la distribución en una fábrica, debido a que muestra la trayectoria lineal del proceso productivo para PET, PEAD y PEBD, señalando las acciones sujetas a cada proceso.

Diagrama no. 1	Hoja: 1		MATERIAL/EQUIPO						
Producto:		de 1	RESUMEN						
Pellets de PET, PEBD y PEAD			Actividad		Actual		Actividad		Actividad
			Operación				9		
			Inspección				5		
Actividad:			Espera				0		
Reciclaje de PET, PEBD y PEAD			Transporte				5		
			Almacenamiento				1		
Metodo:									
Actual/Propuesto									
			Distancia (mts)						
Lugar: ÁREA DE PRODUCCIÓN			Tiempo (h)						
Operario(s): 5			Costo						
			Mano de obra						
Compuesto por:		Fecha:	Material						
Aprobado por:		Fecha:							
			Total						

Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad	Observaciones
Selección					Selección a criterio según línea de producción
Transporte					Mediante cinta transportadora
Colocación					Maquina de Molienda
Transporte					Transporte en contenedores
Lavado					Maquina de Lavado y secado
Secado					Que no haya humedad
Transporte					Cinta transportadora
Molienda					Molienda
Sacar material triturado					Trozos con dimensiones predeterminadas
Trasladar material					Contenedor
Verter material triturado					Máquina de extrución
Extrución					Material homogenizado
Peletizador rotatorio					Que no presente grumos
Enfriado					Tubos de agua
Peletización					Máquina peletizadora
Sacar material Peletización					Tamaño requerido
Material Empaquetado					Alineado
Trasladar material					Montacargas
Guardar mateial					Almacen de producto terminado
TOTAL				9 5 0 5 1	

Ilustración 6: *Diagrama del proceso de reciclaje de plástico PET, PEBD Y PEAD Cursograma. Elaboración propia.*

3.7 Adquisición del equipo.

El equipo solicitado, su cantidad, capacidad y proveedor, se presenta a continuación:

Tabla 26: *Equipo clave y su capacidad máxima*. Elaboración propia.

EQUIPO CLAVE	CANTIDAD	CAPACIDAD MÁXIMA	PEOVEEDOR
Molino de martillos	2 unidades	500 Kg/ h	WIBA Colombia S.A.S
Banda transportadora	2 unidades	1000 Kg/ h	Sinemco S.A.S.
Túneles de fricción y limpieza	3 unidades	-	WIBA Colombia S.A.S
Extrusora de tornillo	1 unidad	450 Kg/ h	Sinemco S.A.S.
Halador rotatorio	1 unidad	500 Kg/ h	WIBA Colombia S.A.S
Peletizadora	1 unidad	500 Kg/ h	WIBA Colombia S.A.S
Embolsadora	2 unidad	200 Kg/ h	Sinemco S.A.S.
Montacargas eléctrico	1 unidades	2 Ton	Hyster

Tabla 27 *Ficha técnica Molino de Martillo.*

Molino de martillos	
Capacidad	300-500 Kg/h
Potencia del motor	30kW
Motor de suministro	1.5 kW
Cuchillas fijas	4
Cuchillas móviles	6
Diámetro	400mm
Longitud del eje	800mm
Dimensiones	2000 x 1800 x 2800 mm
Peso	1800 Kg
Mantenimiento Preventivo	Cada 4 meses durante los primeros 7 años.

Molino de martillos


Tabla 28 *Ficha técnica de la banda transportadora*

Banda Transportadora	
Longitud de transporte	10 m
Potencia del motor	Peso 1.5kW
Ancho de la cinta	600 mm
Gama de velocidades	0-3 m/s
Material de la correa	PVC
Capacidad de transporte	0-1000 Kg/h
Dimensiones	5000 x 860 x 3500 mm
Peso	550 Kg
Mantenimiento Preventivo	Cada 6 meses durante los primeros 4 años.
	

Tabla 29 *Ficha técnica de la Lavadora y Secadora*

Lavadora y Centrifugadora	
MODELO	BWS 1622
Dimensiones de la cámara utilizables W x H x D (mm)	1600 x 2200 x 2000
Volumen de la cámara (m^3)	704
Dimensiones exteriores W x H x D (m)	3,95 x 3,4 x 2,76 Aprox 4m3
Altura de carga (mm)	700
Máquina en boxes / Altura de carga (m)	-700
Número de puertas	1 o 2
Puerta abierta	horizontalmente
Volumen del tanque (L)	180
Agua fría	DN25 2 - 3 bar
Agua tibia	DN25 2 - 3 bar
Electricidad	400 V 3N 50 Hz
Vapor	DN65 3 bar 143 ° C
Secado Capacidad L/h	700 a 1000
Lavado Capacidad K/h	500 a 800
Salida de aire	DN250
Mantenimiento Preventivo	Cada 3 meses durante los primeros 4 años.



Lavadora



Centrifugadora

Tabla 30 *Ficha técnica de la extrusora.*

Extrusora	
Producción (K/h)	350 a 450
Potencia Instalada (cv)	150 / 175
Hélice (mm)	400
Presión de extrusión (kg/cm²)	18 a 28
Cantidad de martillos (pz)	9
Medidas de salida del embudo (mm)	400 X 600
Medidas soporte de la boquilla (mm)	390 X 630
Peso Neto (Kg)	5.25
Volumen (m3)	6,90
Mantenimiento Preventivo	Cada 6 meses durante los primeros 5 años.
	

Tabla 31 *Ficha técnica de la Peletizadora.*

Peletizadora	
Capacidad	0-500 Kg/h
Potencia del motor	37 kW
Velocidad de tornillo	30 rpm
Material	38 CrMoAl Nitrurado
Diámetro del tornillo	110 mm

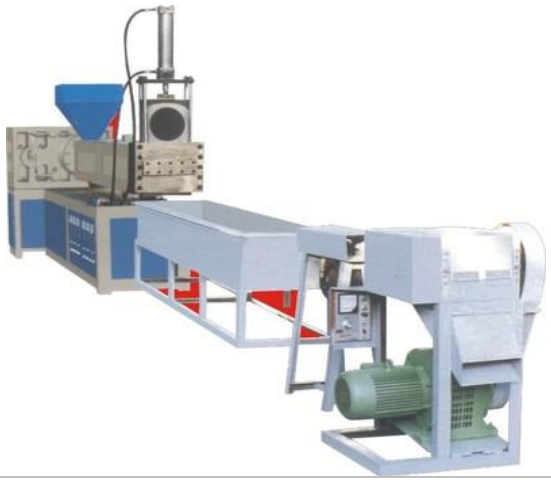


Tabla 32 *Ficha técnica de la embolsadora.*

Embolsadora	
Capacidad	100-200 Kg/h
Diámetro de almacenamiento	800 mm
Dimensiones	1.5 m3
Material	Acero inoxidable
Altura	3 m
Mantenimiento Preventivo	Cada año durante los primeros 5 años.



Tabla 33 *Ficha técnica del montacargas eléctrico.*

Montacargas Eléctrico	
Altura hasta	6.500 mm.(Estándar)
Capacidad	1,30 a 2,00 Ton.
Mantenimiento Preventivo	Cada año durante los primeros 5 años.
	

3.8 Distribución óptima de la planta.

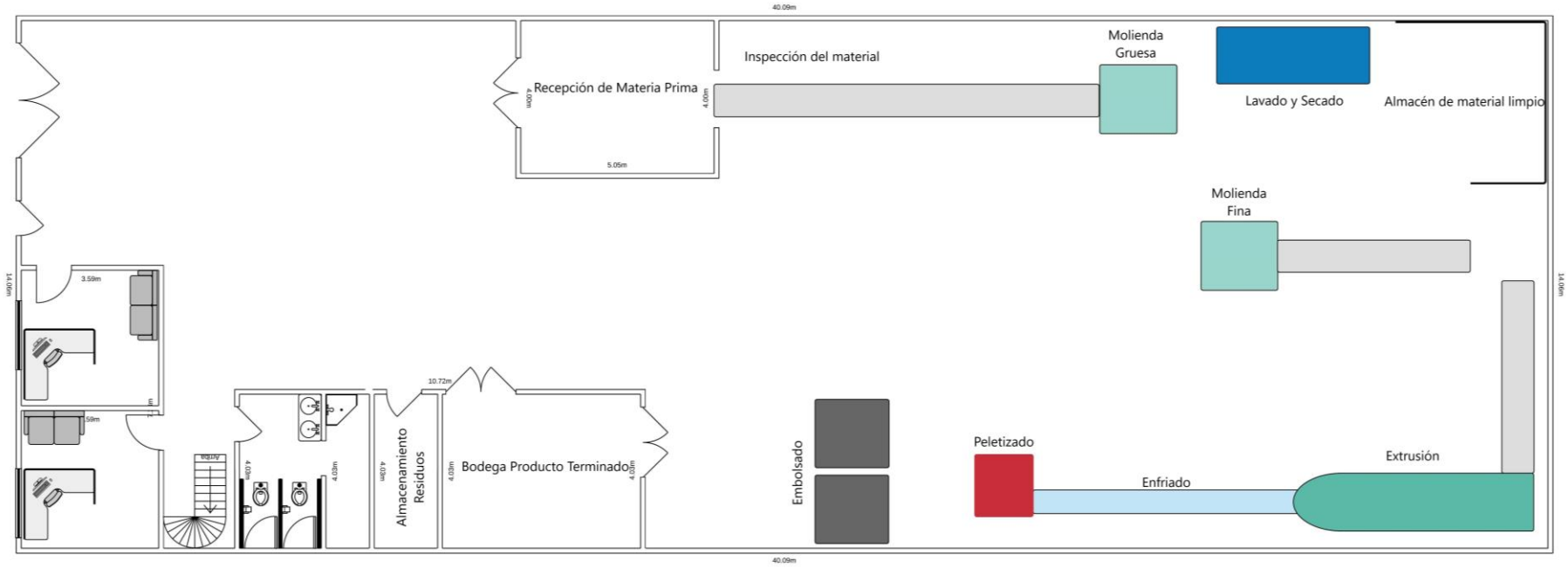
La distribución de la planta se hace con el objetivo de minimizar los recorridos de los materiales y que se garanticen las mejores condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Dentro de la distribución se contemplan las áreas de producción, la administrativa, las áreas comunes y de bienestar.

Tabla 34 *Resumen de las áreas de la empresa.* Elaboración propia.

Resumen de las áreas de la empresa.	
Área total de la bodega	600 m²
Área administrativa (planta baja y alta)	180 m²
Área de producción	400 m²
Área de almacenamiento	20 m²

Dentro del área administrativa se encuentran cuatro oficinas y una batería de baños, dichas oficinas están destinadas para la gerencia general, la oficina de producción, la sala de juntas, la oficina comercial, cocineta y comedor.

En el área de producción se encuentra la recepción de materiales, la zona de clasificación del material, la de molido, lavado y secado, la zona de extrusión y peletizado, la zona de empacado, los almacenes de materia prima, almacén de las hojuelas limpias y la de producto terminado. Finalmente, también se encuentra el almacenamiento temporal de residuos.



Convenciones			
	Banda Transportadora		Túnel de enfriamiento
	Molino		Peletizadora
	Lavadora y centrifuga		Empacadora
	Extrusora		

Ilustración 7: *Distribución de la planta 1, fábrica de proceso de reciclaje de plástico PET, PEBD Y PEAD.* Elaboración propia.

3.9 Organización del recurso humano.

La empresa se ajustará a las leyes y normas definidas por el código laboral colombiano para la contratación del personal, el cual se integrará de la siguiente manera: 1 Gerente General, 1 Supervisor de producción, 5 Operarios, 1 Secretaria y 2 Técnicos comerciales.

Los servicios de contaduría, mantenimiento y celaduría se contratarán externamente para reducir gastos y contar con personal especializado, en el caso de la vigilancia.

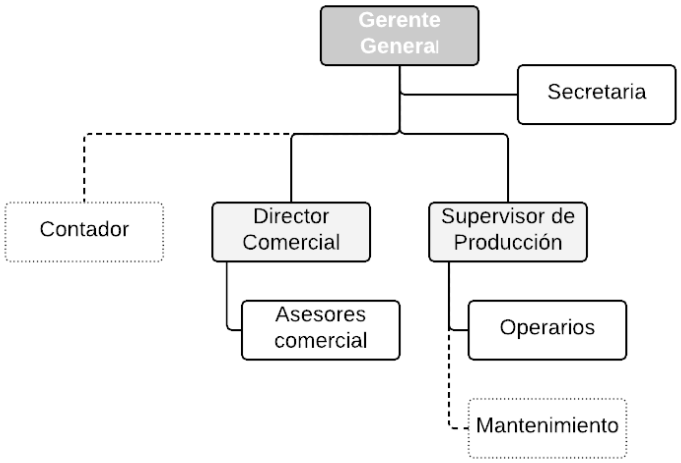


Ilustración 8: *Organigrama de la empresa.* Elaboración propia.

Se prevé que cada cargo debe cumplir como mínimo con las siguientes funciones:

Gerente general

- Formular y gerenciar las políticas de la empresa.
- Representar a la compañía en su trato con los aliados y clientes.
- Establecer la estrategia desde la perspectiva de desarrollo de los productos en el mercado, con la responsabilidad de definir los medios a utilizar para alcanzar los objetivos fijados.
- Definir los presupuestos de todas las actividades relacionadas con las de estratégicas a implementar en el mercado.

- Asegurar el desarrollo operacional de la actividad de la fábrica, facilitando el trabajo de la fuerza de ventas garantizando la capacidad de la empresa para cumplir los contratos.
- Administrar los recursos de la empresa de la forma más óptima posible.
- Dirigir el trabajo de todos los operarios del departamento de operaciones, distribuyendo el trabajo entre ellos y señalando la forma de desarrollarlo.

Técnico comercial

- Conocer el mercado, para tomar las medidas necesarias para adaptarse a las necesidades o tendencias de sus clientes.
- Seguir las políticas de precios de la compañía y las condiciones de venta.
- Captación y atención de clientes en su área comercial.
- Apertura al mercado, incrementando la cartera de clientes y mantener o potenciar los ya existentes.
- Relacionarse con los Distribuidores.
- Reportar la gerente los resultados obtenidos.
- Brindar asistencia técnica, postventa y marketing.

Supervisor de producción

- Se encargará del control y vigilancia de cada etapa del proceso que se esté ejecutando, asegurando que se cumplen las condiciones de trabajo en cada sección del proceso.
- Encargado de la correcta recepción de la materia prima.
- Encargada de llevar a cabo el registro de los pellets producidos en la fábrica, para lo cual deberá llevar un concienzudo recuento de cada producto saliente.
- Supervisar a los operarios en los diferentes procesos en la fábrica.
- Controlar las cantidades producidas del producto cada día.
- Encargado de las pruebas de control de calidad.
- Actuar bajo normas de correcta fabricación de seguridad y ambientales.

Operario

- Inspección y recepción de la materia prima.
- Registro de los valores de material “control de entrada”.
- Etiquetado, carga, cierre y encajado del producto terminado.
- Limpieza, engrase y mantenimiento leve de las máquinas.
- Inspección y reinserción de la materia prima a su respectivo proceso o reproceso si es necesario.
- Transporte de los paquetes del producto terminado hasta la zona de almacenamiento.
- Operación del montacargas para cargar los camiones de los clientes con el producto terminado.
- Operación de todas las máquinas incluidas en el proceso de producción del producto.
- Verificar que no haya problemas en las máquinas o comunicarle las fallas al

Secretaria

- Coordinar, promover y evaluar el desarrollo general de las actividades financieras.
- Proponer y ejecutar las políticas financieras y administrativas de la empresa.
- Elaborar, ejercer y controlar los presupuestos de ingresos y de egresos de la empresa de acuerdo con las directrices del gerente y el contador
- Proponer y ejecutar la política de capacitación y desarrollo del personal.
- Preparar, tramitar, y controlar la documentación generada en la gerencia general.
- Realización de cartas, escritos, informes, contratos, acuerdos, actas, informes, facturas, y documentos en general.
- Convocar a sesiones o reuniones.
- Llevar el control de la agenda del gerente.
- Coordinar las funciones y actividades del mensajero interno, tales como: entrega y distribución documentos, ir a bancos, empresas, clientes entre otros.
- Atender a proveedores y entregar las órdenes de compra.
- Comunicar la participación a reuniones a interesados.
- Controlar presupuesto de publicidad con la facturación.
- Mantener discreción sobre los asuntos confidenciales de la empresa.

- Evacuar las consultas que estén a su alcance.
- Preparar los informes que se le soliciten.
- Llevar controles administrativos vía expedientes, archivos, catálogos, computador u otros similares.

3.9.1 Objetivos estratégicos institucionales.

1. FINANCIERA

   Realizar una asignación eficiente de recursos en base a las prioridades de la empresa.

   Maximizar el rendimiento sobre la inversión.

2. CLIENTES

   Aumentar la participación en el mercado.

   Implementar programas de servicio al cliente.

3. PROCESOS INTERNOS

   Implementar el direccionamiento estratégico de la empresa.

   Aumentar el nivel de producción y el nivel de ventas de pellets de PET, PEAD y PEAB.

4. FORMACIÓN, APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO

   Implementar incentivos para los empleados del área de ventas y operarios.

   Capacitar a los empleados en el uso de elementos de protección.

3.9.2 Balanced Scorecard.

El Balanced Scorecard es un instrumento que permite a las compañías gestionar de manera eficaz las estrategias. Este debe ser considerado como una herramienta para transformar la visión de las organizaciones y sus estrategias en metas concretas susceptibles de ser medidas y controladas por medio de indicadores.

A continuación, se presenta el Balanced Scorecard propuesto para la empresa Eco Plásticas S.A.S.

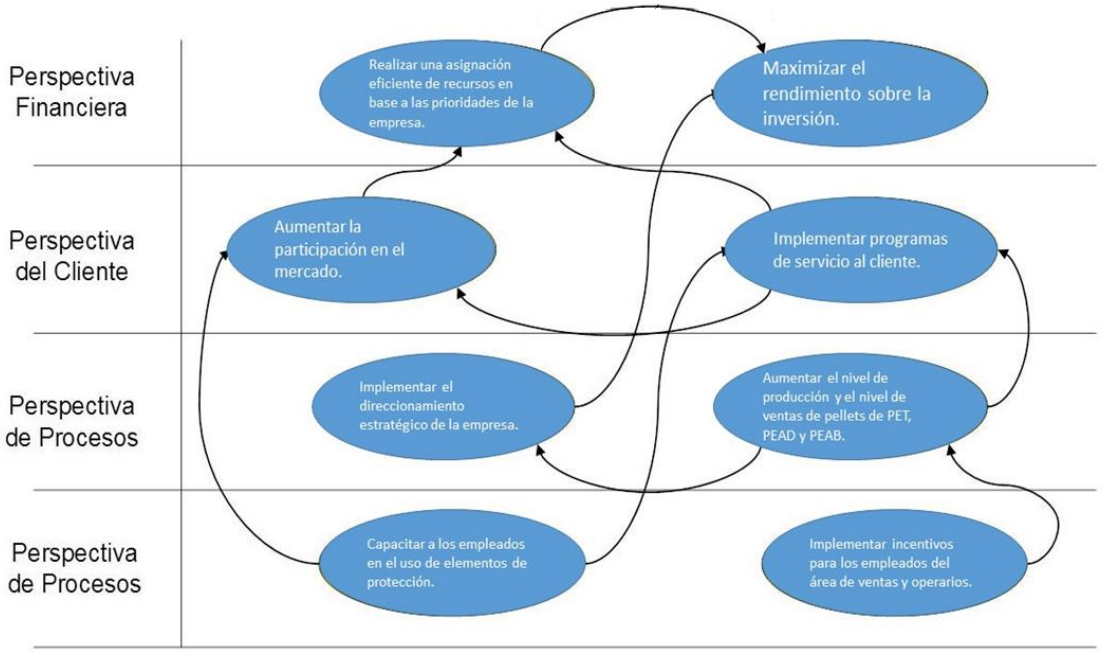
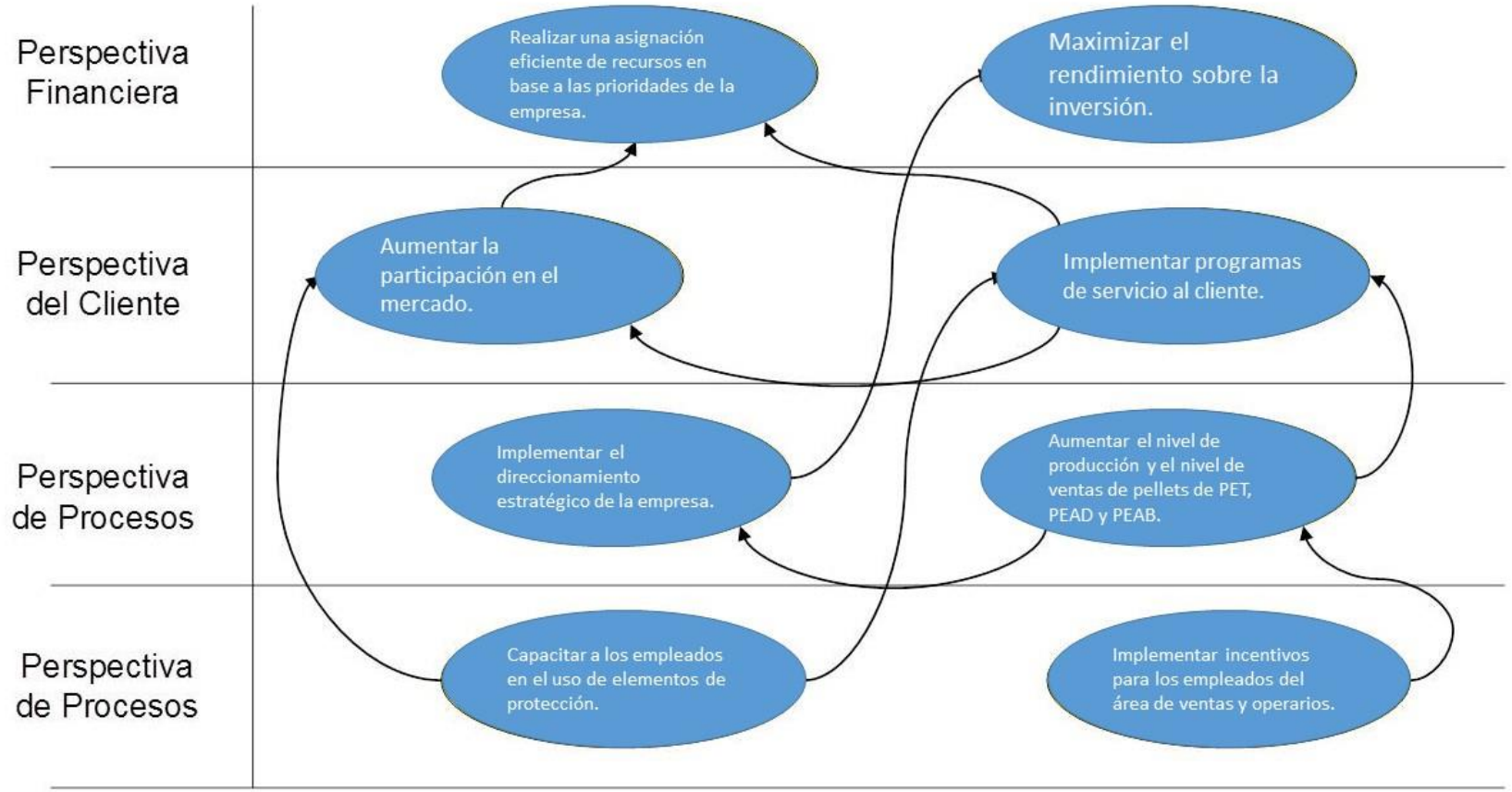


Ilustración 9: Balanced Scorcard Eco Plásticas SAS.

Tabla 35 *Balanced Scorcard Eco Plásticas SAS*

PERSPECTIVA	OBJETIVOS	INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	METAS	INICIATIVAS	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
FINANCIERA	Realizar una asignación eficiente de recursos en base a las prioridades de la empresa.	Eficiencia de asignación de recursos (%).	(Recursos asignados/recursos presupuestados)*100.	Conseguir un porcentaje de eficiencia superior al 78% en un periodo de seis meses.	1. Definir los problemas prioritarios. 2. Definir las estrategias de solución. 3. Elaborar un presupuesto. 4. Ejecutar el presupuesto.	Gerente general y contador.	Semestral.
	Maximizar el rendimiento sobre la inversión.	ROI=Rendimiento sobre la inversión (%).	(Utilidad/activos)*100	Lograr un aumento superior al IPC sobre la inversión en seis meses.	1. realizar una evaluación de la inversión en activos. 2. Reunir a la gerencia y contador para determinar cambios financieros que logren un aumento en las utilidades.		

PERSPECTIVA	OBJETIVOS	INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	METAS	INICIATIVAS	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MEDICIÓN



PERSPECTIVA	OBJETIVOS	INDICADOR	FORMA DE	METAS	INICIATIVAS	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
PROCESOS INTERNOS	Implementar el direccionamiento estratégico de la empresa.	Cumplimiento del plan estratégico planteado (%).	(Plan estratégico ejecutado/plan estratégico planteado)*100	Cumplimiento del 20% (parcial)	1. Reunión con gerencia y demás 2. Realizar diagnostico interno y 3. Definir plan 4. Ejecutar.	Gerente general y Supervisor de producción.	Semestre.
FORMACIÓN, APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO	Implementar incentivos para los empleados del área operativa.	Nivel de satisfacción	(Número de vendedores satisfechos/número total de vendedores) *100 (Número de operarios satisfechos/número total de operarios) *100	Aumentar el nivel de satisfacción de los vendedores y operarios al 100%.	1. Evaluar la eficacia de la implementación del programa de incentivos para mejorar el nivel de satisfacción de los vendedores y operarios.	Supervisor de producción y Director comercial.	Trimestral.

	Capacitar a los empleados en el uso de elementos de protección.	Nivel de uso del equipo de seguridad.	(No. operarios que usan los equipos/Total de operarios)*100	Lograr que el 100% de los operarios hagan uso de sus implemento s de seguridad.	1. capacitar a los empleados respecto a los riesgos a los que están expuestos por no hacer uso de los equipos de seguridad.	SENA y ARL	Anual.

3.10 Factores políticos y legales.

El marco global de legislación es la Constitución Política De Colombia de 1991, con la cual se constituye "un estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista" (Asamblea Constituyente de 1991, 1991). Por otro lado otorga funciones y competencias a una serie de entidades de orden nacional, regional y municipal en cuanto al manejo de los residuos y la prestación del servicio público de aseo.

El desarrollo de la gestión de los residuos sólidos, que articula la visión ambiental con el componente de servicio público, es prioritario en la política pública nacional **CONPES 3874 DE 2016**, donde se definen lineamientos y estrategias del Gobierno Nacional para (i) prevenir la generación de residuos;(ii) minimizar aquellos que van a sitios de disposición final;(iii) promocionar la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y (iv) evitar la generación de gases de efecto invernadero. Como complemento, el segundo eje apunta a mejorar la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos sólidos (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

Según el COMPES 3874 (2016), para asegurar el cumplimiento de lo determinado en la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (**Ley 142 de 1994**), se da el desarrollo reglamentario de este servicio con los decretos 838 de 2005, el 2981 de 2013 y el 596 de 2016, hoy todos compilados en el Título 2 del Decreto 1077 de 2015. El **Decreto 838 de 2005** hace énfasis en las condiciones técnicas de diseño, ubicación y operación de rellenos sanitarios.

Por su parte, el **Decreto 2981 de 2013** reglamenta las actividades principales y complementarias del servicio público de aseo y, entre otros aspectos, señala la obligatoriedad para los usuarios de realizar la separación en la fuente y para los municipios de elaborar y mantener actualizado un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

En la ciudad de Bogotá D.C., se adoptó el el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- del Distrito Capital por medio del **decreto 495 de 2016.**

Es importante mencionar el **Auto 275 de 2011** de la Corte Constitucional, con el que se ordenó a la Alcaldía de Bogotá y a otras entidades llevar a cabo acciones afirmativas a favor de la población recicladora en aspectos como formalización, regularización y definición de parámetros generales para la prestación de las actividades de separación, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos. Años después el **Decreto 596 de 2016** reglamenta el esquema de operación de la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

El **Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico– RAS 2000**, adoptado mediante la **Resolución 1096 de 2000**, establece los criterios para el diseño, construcción, supervisión técnica, operación y mantenimiento de todos los sistemas sanitarios urbanos.



Ilustración 10: *Marco normativo para Colombia respecto a la Gestión de Residuos Sólidos*. Tomado de: (Castro, 2015).

También se han llevado a cabo avances en los aspectos ambientales de la gestión integral de residuos sólidos, según el COMPES 3874, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formuló la **Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible** en el año 2010. Esta política actualiza e integra la **Política Nacional de Producción Más Limpia** y el **Plan Nacional de Mercados Verdes** como estrategias del Estado Colombiano que

promueven y enlazan el mejoramiento ambiental y la transformación productiva con la competitividad empresarial (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

Colombia participó en diciembre de 2015 en la vigésima primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP 21) de la **Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)** y se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 20% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030. Para cumplir con esta meta, se formularon ocho planes de acción sectoriales de mitigación, cuyo objetivo es maximizar la carbono-eficiencia de la actividad económica del país, y a su vez contribuir al desarrollo social y económico. Los planes de acción por sectores son: sector Transporte, Minas, Energía Eléctrica, Hidrocarburos, Industria, Agropecuario, Vivienda y Residuos sólidos y Aguas residuales. Su elaboración se hizo bajo el marco de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y fueron aprobados por los ministerios sectoriales correspondientes (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

5. Capítulo IV: Estudio Económico.

El siguiente estudio se elaboró con el fin de determinar los precios de producción, el consumo de insumos como materia prima, agua y energía, establecer los presupuestos de costo de producción, gastos de administración y gastos de venta, calcular el costo total de la operación de la fábrica, establecer la inversión inicial en activo fijo y diferido y su financiación.

Por otra parte, se determinará la TMAR de la empresa, el capital de trabajo, el pasivo circulante, el punto de equilibrio de la producción, y el balance general inicial.

Para ello, se debe tener en cuenta los siguientes supuestos:

- Se trabajó con precios corrientes de cada año, utilizando el parámetro de la inflación anual 3,37% (Banco de la República, 2018), la cual, a partir del segundo año se estimó de 3.7% por año.
- En el estudio de mercado se estableció una correlación entre el PIB y el consumo de plástico, de allí se proyectó la demanda anual de estas resinas (tablas 7, 8 y 9) y se asume, teniendo en cuenta la capacidad instalada, abarcar el 0.04% del mercado de las resinas plásticas recicladas, iniciando con una producción de 689 toneladas en 2019 e incrementando al ritmo del crecimiento del mercado, como se presenta a continuación:

Tabla 36 *Proyección producción en toneladas y demanda total de las tres resinas plásticas producidas.* Elaboración propia**.**

Año	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Producción (Ton)	689,60	714.16	768.55	798.39	830.15
Demanda de Resinas (Ton)	164,51	178,54	175,35	192,14	188,52
BIP	581.328	597.606	614.936	633.384	653.019

Nota: La ANIF pronostica un crecimiento anual del PIB del 2.6% en el año 2018, a partir del año 2019 se supone un crecimiento de cero puntos un (0.1) punto porcentual al año.

- No se considera la generación de inventarios, toda la materia prima y otros materiales se compran bajo necesidad y se transforman en producto terminado.
- La tasa de interés de oportunidad para el proyecto sin financiamiento se calculó a través del modelo de CAMP.

- El escenario real del proyecto contempla un financiamiento del 61% con recursos externos (tres entidades financieras), para lo cual se utilizó el Modelo Gordon para hallar el costo de la deuda (Kd).
- Para realizar el análisis de sensibilidad, se realiza la aplicación de indicadores en dos (2) escenarios adicionales: uno pesimista y el otro optimista, en los cuales se modifican los valores críticos del proyecto, como es el valor del producto en el mercado, la producción y los costos operativos de la empresa.

4.1 Costos de Producción.

Para garantizar la producción mensual establecida en el estudio técnico de PET, PEAD y PEBD, es necesario la contratación de cinco operarios y un supervisor de producción. Sus salarios corresponden a los siguientes rubros:

Tabla 37 *Sueldos del equipo operativo de la planta recicladora.* Elaboración propia.

No	CARGO	Valor Unitario	Horas extra	Carga prestacional	Valor Total
5	Operario	$ 800,000	$ 227,880	$ 524,219	$ 7,760,494
1	Supervisor de producción	$ 1,500,000	$ 187,500	$ 860,625	$ 2,548,125
				TOTAL MENSUAL	$ 10,308,619

La materia prima requerida de PET, PEAD Y PEBD corresponde a las ventas proyectadas por cada material según su mercado (tabla No. 12), más un desperdicio del 2% por cada resina, como se evidencia a continuación:

Tabla 38 *Resumen cantidad y costos de materia prima requerida.* Elaboración propia.

MATERIAL REQUERIDO	Costo pesos/ Kg	Kg Mensual	Kg Anual	Costo total
PET	$ 300	24000	288000	$ 7,200,000
PEBD	$ 400	18930	227160	$ 7,572,000
PEAD	$ 400	15690	188280	$ 6,276,000
TOTAL	$ 1,100	58620	703440	$ 21,048,000

Por otra parte, se plantean unos costos operacionales como: los materiales de embalaje y aditivos, arriendo, servicios públicos (agua, energía, gas), capacitaciones, mantenimiento preventivo periódico y dotación. Dichos costos se presentan en la tabla No. 38.

Tabla 39 *Resumen de costos operacionales y variables mensuales.* Elaboración propia**.**

RUBRO	TOTAL
Costos Operacionales Fijos	
Materia prima recuperada	$ 21.048.000
Embalaje	$ 2.600.000
Otros materiales	$ 1.300.000
Mano de obra directa	$ 7.760.494
Carga prestacional M.O.Dire.	$ 3.957.852
Mano de obra indirecta	$ 2.548.125
Carga prestacional M.O.Indire	$ 1.299.544
Arriendo	$ 7.500.000
Total gastos operacionales fijos	$ 48.014.015

RUBRO	TOTAL
Costos Operacionales Variables	
Consumo de agua	$ 2.250.000
Consumo de energía	$ 1.875.000
Consumo de gas	$ 750.000
Capacitación (2)	$ 250.000
Mantenimiento programado anual	$ 375.000
Dotación	$ 100.000
Total costos operacionales variables	$ 5.600.000
Total costos operacionales	$ 53.614.015

4.2 Presupuesto Gasto de Administración.

De acuerdo con el organigrama de la empresa presentado en el estudio técnico, se tendría un Gerente General, un técnico comercial y una secretaría.

Por otro lado, se incurrirán en gastos administrativos como el pago del servicio de seguridad, de aseo, contabilidad y publicidad, se contratará telefonía fija y móvil, internet y una póliza de seguros y se compraran insumos de oficina. La relación de estos gastos se presenta a continuación:

Tabla 40 *Resumen gastos de personal operativo y administrativo.* Elaboración propia.

Cargo	Valor Unitario	Carga Prestacional	Valor Total
Técnico comercial	$ 1,200,000	$ 612,000	$ 1,812,000
Gerente	$ 4,000,000	$ 2,040,000	$ 6,040,000
Secretaria	$ 900,000	$ 459,000	$ 1,359,000
Total			$ 9,211,000

Tabla 41 *Resumen gastos administrativos mensuales.* Elaboración propia.

Costos Administrativos Fijos	
Seguridad	$ 2.000.000
Telefonía Fija e Internet	$ 130.000
Telefonía Celular	$ 65.000
Suministros de Oficina	$ 100.000
Suscripción Revistas	$ 100.000
Póliza de Seguros	$ 416.667
Servicio de Aseo	$ 1.000.000
Publicidad	$ 800.000
Servicio de Contaduría	$ 800.000
Personal Administrativo	$ 9.211.000
Total Costos Administrativos	$ 14.622.667

4.3 Costo total de operación de la empresa.

Los costos de operación de la planta de reciclaje se componen de sus costos operativos, los cuales ascienden a $53.614.015 mensuales, los gastos administrativos de

$14.622.667 mensuales y unos imprevistos cuantificados en $510.000; para un total de $68.746.681 mensuales.

Estos costos, traducidos a montos anuales se observan en la siguiente tabla (tabla No. 41), la cual contiene la discriminación de todos los costos operativos y administrativos del proyecto en ejecución en los primeros cinco (5) años de operación, teniendo en cuenta la variación de los precios año a año debido al producto interno bruto y su crecimiento anual pronosticado.

Tabla 42 *Costo total de operación de la empresa en miles de pesos Elaboración propia***.**

Costos Operacionales Fijos				
RUBRO	2019	2020	2021	2022
MATERIA PRIMA RECUPERADA	$ 252,576,000	$ 265,204,800	$ 278,465,040	$ 292,666,
ENVALAJE	$ 31,200,000	$ 32,760,000	$ 34,398,000	$ 36,152
OTROS MATERIALES	$ 15,600,000	$ 16,380,000	$ 17,199,000	$ 18,076
MANO DE OBRA DIRECTA	$ 93,125,928	$ 96,571,587	$ 100,144,736	$ 103,850,
CARGA PRESTACIONAL M.O.DIRE	$ 47,494,223	$ 49,251,510	$ 51,073,815	$ 52,963
MANO DE OBRA INDIRECTA	$ 30,577,500	$ 31,708,868	$ 32,882,096	$ 34,098
CARGA PRESTACIONAL M.O.INDIRE	$ 15,594,525	$ 16,171,522	$ 16,769,869	$ 17,390
ARRIENDO	$ 90,000,000	$ 94,500,000	$ 99,225,000	$ 104,285,
Total gastos operacionales fijos	$ 576,168,176	$ 602,548,287	$ 630,157,556	$ 659,483,
DEPRECIACIÓN	$ 78,540,000	$ 78,540,000	$ 78,540,000	$ 78,540
Costos Operacionales Variables				
CONSUMO DE AGUA	$ 27,000,000	$ 28,350,000	$ 29,767,500	$ 31,255
CONSUMO DE ENERGÍA	$ 22,500,000	$ 23,625,000	$ 24,806,250	$ 26,046
CONSUMO DE GAS	$ 9,000,000	$ 9,450,000	$ 9,922,500	$ 10,418
CAPACITACIÓN (2)	$ 3,000,000	$ 3,150,000	$ 3,307,500	$ 3,472
MANTENIMIENTO PROGRAMADO ANUAL	$ 4,500,000	$ 4,725,000	$ 4,961,250	$ 5,209
DOTACIÓN	$ 1,200,000	$ 1,260,000	$ 1,323,000	$ 1,389
Total gastos operacionales variables	$ 67,200,000	$ 70,560,000	$ 74,088,000	$ 77,792
TOTAL COSTOS OPERACIONALES	$ 643,368,176	$ 673,108,287	$ 704,245,556	$ 737,275,
Costos Administrativos Fijos				
SEGURIDAD	$ 24,000,000	$ 25,200,000	$ 26,460,000	$ 27,809
TELEFONÍA FIJA E INTERNET	$ 1,560,000	$ 1,638,000	$ 1,719,900	$ 1,807
TELEFONÍA CELULAR	$ 780,000	$ 819,000	$ 859,950	$ 903
SUMINISTROS DE OFICINA	$ 1,200,000	$ 1,260,000	$ 1,323,000	$ 1,390
SUSCRIPCIÓN REVISTAS	$ 1,200,000	$ 1,260,000	$ 1,323,000	$ 1,390
PÓLIZA DE SEGUROS	$ 5,000,000	$ 5,250,000	$ 5,512,500	$ 5,793
SERVICIO DE ASEO	$ 12,000,000	$ 12,600,000	$ 13,230,000	$ 13,904
PUBLICIDAD	$ 9,600,000	$ 10,080,000	$ 10,584,000	$ 11,123
SERVICIO DE CONTADURÍA	$ 9,600,000	$ 10,080,000	$ 10,584,000	$ 11,123
PERSONAL ADMINISTRATIVO	$ 110,532,000	$ 116,058,600	$ 121,861,530	$ 128,076,
TOTAL COSTOS ADMINISTRATIVOS	$ 175,472,000	$ 184,245,600	$ 193,457,880	$ 203,324,
IMPREVISTOS	$ 6,120,000	$ 6,426,000	$ 6,747,300	$ 7,089,
COSTOS TOTALES	$ 760,020,176	$ 795,592,887	$ 832,854,386	$ 872,441,
TOTAL COSTOS FIJOS	$ 751,640,176	$ 786,793,887	$ 823,615,436	$ 862,807,

4.4 Inversión Inicial.

Dentro de la inversión inicial que contempla el proyecto se presenta el costo de la maquinaria operativa: bandas transportadoras, molinos de martillo, lavadora y secadora de plástico, extrusora, peletizadora, embolsadora y un montacargas eléctrico. También se incluyen los equipos de oficina, centros de cómputo y sus respectivas licencias de software, impresora, sillas, mesas y estanterías. En la tabla a continuación se presentan los rubros que conforman la inversión inicial necesaria.

Tabla 43 *Resumen costos maquinaria y equipos. Elaboración propia.*

EQUIPO OFICINAS	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Computadores	2	$ 1,700,000	$ 3,400,000
Computadores portátiles	2	$ 1,900,000	$ 3,800,000
Impresora	1	$ 600,000	$ 600,000
Archivador	2	$ 300,000	$ 600,000
Escritorios	4	$ 900,000	$ 3,600,000
Sillas	6	$ 200,000	$ 1,200,000
Licencias			$ 5,000,000
TOTAL			$ 18,200,000

MAQUINARIA	Cantidad	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Banda Transportadora	2	$ 1,000,000	$ 2,000,000
Molino	2	$ 8,000,000	$ 16,000,000
Peletizadora	1	$ 160,000,000	$ 160,000,000
Túneles de fricción y limpieza	1	$ 130,000,000	$ 130,000,000
Embolsadora	2	$ 100,000,000	$ 200,000,000
Montacargas eléctrico	1	$ 56,000,000	$ 56,000,000
Extrusora	1	$ 45,000,000	$ 45,000,000
Lavadora y secadora	1	$ 140,000,000	$ 140,000,000
TOTAL			$ 749,000,000

Por otra parte, asumiendo el riesgo de que la empresa no alcance su punto de equilibrio y/o no deje las ganancias suficientes para cubrir el total de los gastos de operación, se prevé un préstamo por el valor de la amortización de 3 meses de operación de la empresa. Cada mes,

la operación tiene un costo de $ 68.746.681, si se utilizara por los tres meses previstos, tendría un valor total de $ 206.240.044.

En total, si se suma la inversión en maquinaria y equipo junto con la operación de tres meses, se necesitará una inversión inicial de $ 973.440.044.

4.5 Depreciación y amortización.

La depreciación para equipos de oficina se asume a 5 años y en maquinaria se estima en 7 años. En las depreciaciones de las máquinas los valores se incluyen en los flujos de fondo del proyecto, ya que actúan como ahorro fiscal, disminuyendo el valor pagado en cada año de Impuesto a las Ganancias.

Para las depreciaciones, en Colombia se toman las reglas de depreciación lineal (una misma depreciación constante en cada año, hasta agotar el valor residual de cada equipo), Con la última reforma tributaria, Ley 1819 de 2016.

Tabla 44 *La depreciación de los activos fijos*, 2016. Fuente: Ley 1819 de 2016

Concepto de Bienes a Depreciar	% de Depreciación Fiscal Anual	Vida Útil en Años
Construcciones y Edificaciones	2,22%	45,05
Acueducto, Plantas y Redes	2,50%	40,00
Vías de Comunicación	2,50%	40,00
Flota y Equipo Aéreo	2,33%	42,92
Flota y Equipo Férreo	5,00%	20,00
Flota y Equipo Fluvial	6,67%	14,99
Armamento y Equipo de Vigilancia; Equipo Eléctrico; Flota y Equipo de Transporte Terrestre; Maquinaria y Equipo y, Muebles y Enseres	10,00%	10,00
Equipo Médico Científico	12,50%	8,00
Envases, Empaques y Herramientas	20,00%	5,00
Equipo de Computación; Redes de procesamiento de datos y, Equipo de comunicación	20,00%	5,00

Las vidas útiles se tomaron de 10 años para maquinarias, 5 años para computadoras y equipos de oficina. Con estos datos se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 45 *Depreciación de equipo de oficina y maquinaria.* Elaboración propia**.**

DEPRECIACIÓN	Mensual	Anual
Equipo oficinas 5 años	$ 303.333	$ 3.640.000
Maquinaria 10 años	$ 6.241.667	$ 74.900.000
Total	$ 6.545.000	$ 78.540.000

4.6 Beneficio

Los beneficios se calculan tomando el costo de la producción de cada línea PET PEBD y PEAD, más el costo de la materia prima y a esto se le resta al costo de venta, lo que genera cuanto se percibe de benéfico al transformar las diferentes toneladas de materia prima por línea de producción.

Tabla 46 *Resumen, beneficios de la producción proyectada en pesos.* Elaboración propia**.**

	PELLETS MENSUALES (TN)	COSTO MATERIA PRIMA	COSTO DE TRANSFORMACIÓN	COSTO TOTAL PRODUCCIÓN	COSTO DE VENTA	BENEFICIOS
PET	23.5	$ 8,602,226	$ 25,982,516	$ 34,584,742	$ 35,250,000	$ 9,267,484
PEBD	18.6	$ 6,808,570	$ 20,564,885	$ 27,373,455	$ 40,920,000	$ 20,355,115
PEAD	15.4	$ 5,637,203	$ 17,026,840	$ 22,664,043	$ 35,420,000	$ 18,393,160
TOTAL	57.5	$ 21,048,000	$ 63,574,240	$ 84,622,240	$ 111,590,000	$ 48,015,760

Tabla 47 *Resumen, beneficios de la producción unitario en pesos. Elaboración propia*

	PELLETS MENSUALES (TN)	COSTO MATERIA PRIMA	COSTO DE TRANSFORMACIÓN	COSTO TOTAL PRODUCCIÓN	COSTO DE VENTA	BENEFICIOS
PET	1	$ 300,000	$ 1,105,639	$ 1,405,639	$ 1,500,000	$ 394,361
PEBD	1	$ 400,000	$ 1,105,639	$ 1,505,639	$ 2,200,000	$ 1,094,361
PEAD	1	$ 400,000	$ 1,105,639	$ 1,505,639	$ 2,300,000	$ 1,194,361
TOTAL	3	$ 1,100,000	$ 3,316,917	$ 4,416,917	$ 6,000,000	$ 2,683,083

NOTA: Costo total de producción = Costo de materia prima + Costo de transformación

4.7 Costo del capital, metodología CAMP.

La metodología del CAPM (Capital Asset Pricing Model) es utilizada para determinar una tasa de retorno teóricamente apropiada para un activo. Es un modelo que tiene en cuenta la sensibilidad del activo a los riesgos (de mercado o ajenos a él), los cuales se representan con un coeficiente β. También considera la tasa de retorno de mercado esperada y la tasa de retorno de un activo libre de riesgo (teóricamente) (Parra, 2015).

$$E(R_i) = R_f + \beta_i[E(R_M) - R_f]$$

Tabla 48 *Costo del capital determinado por el modelo CAMP.* Elaboración propia.

Factor de sensibilidad al riesgo del mercado β	25,58%
Tasa libre de riesgo	6,00%
Riesgo del mercado	30%
Costo del Capital	**12,14%**

La tabla muestra los factores determinantes para el cálculo del costo de capital propio por el modelo CAMP. El costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento para la inversión en este proyecto es de 12,14%, la cual debe ser comparada con la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto para visualizar el margen de rentabilidad del proyecto.

4.8 Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC).

La metodología del WACC (Weighted Average Cost of Capital) es ampliamente utilizada para estimar tasas de retorno sobre el capital invertido en un negocio (Parra, 2015). Su fórmula es la siguiente: **WACC = Wd * Kd + We * Ke**

Dónde: Kd: costo de la deuda, Ke: costo del capital propio o equivalente, Wd = D/(D+E): peso ponderado de la deuda, We = E/(D+E): peso ponderado del capital propio, D = valor de la deuda, E = valor del capital propio o equivalente, D/E = estructura de capital.

Tabla 49 *Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC).* Elaboración propia.

D	$ 632.584.695	E	$ 287.000.000
Kd	33,03%	Ke	12,14%
Wd	0,69	We	0,31
WAAC			0,25

Los datos resumidos en la tabla fueron calculados previamente, exceptuando el valor del costo de la deuda que se presenta en la tabla No. 48. Al aplicar la operación WACC, se determinó un Costo Promedio Ponderado de Capital de 0.25.

4.9 Punto de equilibrio.

Con base en el presupuesto de ingresos y de los costos de producción, administración y ventas, se clasifican los costos como fijos y variables, con la finalidad de determinar cuál es el nivel de producción donde los costos totales se igualan a los ingresos, es decir el punto de equilibrio en producción.

Tabla 50 *Puntos de equilibrio por producto y ponderado según ventas proyectadas para el primer año.* Elaboración propia.

	PET	**PEBD**	**PEAD**	**TOTAL**
Unidades	282	223,2	184,8	690
%Participación	41%	32%	27%	100%
Precio Venta (Ton)	$ 1.500.000	$ 2.200.000	$ 2.300.000	$ 6.000.000
Ingresos	$ 423.000.000	$ 491.040.000	$ 425.040.000	$ 1.339.080.000
Costos Variables	$ 274.643	$ 217.377	$ 179.979	$ 672.000
CVU	$ 974	$ 974	$ 974	
Costos Fijos				$ 751.640.176
Margen de contribución	$ 1.499.026	$ 2.199.026	$ 2.299.026	
MC Ponderado	$ 612.645	$ 711.337	$ 615.739	$ 1.939.722
Punto Equilibrio General Producto				387
Punto Equilibrio Producto	158	125	104	387
Ingreso Equilibrio	$ 237.553.716	$ 275.764.484	$ 238.699.366	$ 752.017.567

La anterior tabla evidencia que para alcanzar el punto de equilibrio general se deben producir 387 Ton anuales para el primer año de operación. La capacidad instalada óptima permite una producción de 689 Ton anuales, obteniendo ingresos de $ 1.339.080.000, los cuales se encuentran $ 587.062.433 por encima del ingreso de equilibrio total.

4.10 Financiamiento de la Inversión.

El capital de los inversores es de $ 578.000.000 y para llevar a cabo el proyecto se necesita una inversión inicial de $ 767.200.000 en maquinaria y equipos de oficina. Además, se prevé una amortización del costo de funcionamiento de los primeros tres meses de operación por un total de $ 206.240.044.

La financiación del proyecto se hará a través de tres entidades bancarias, esto con el fin de amortizar las diferentes inversiones (maquinaria de producción, equipo de oficina y costos de funcionamiento por tres meses) con beneficios especiales que aporta cada entidad bancaria.

Tabla 51 *Entidades bancarias que pueden financiar el proyecto.* Elaboración propia**.**

Entidad Bancaria	**Beneficios**	**Tasa de Interés Efectiva Anual**
Banco Caja Social- Financiamiento Capital de Trabajo	• Liquidez inmediata, una vez aprobado. • Facilidad de amortización de acuerdo con el ciclo productivo de su empresa. • Financiación de necesidades a corto, mediano y largo plazo. • Tasas de interés competitivas.	30.04%
Bancolombia, Línea Verde- Financiación de la Maquinaria	• Financiación de uno a cinco años para tasas variables. • La periodicidad de pago de interés es: DTF: mensual, trimestral, semestral o anual. • IBR: se fija de acuerdo al crédito. • IBR Mensual: pago de intereses únicamente mensuales. • IBR Trimestral: pago de intereses trimestrales. • El pago de capital mensual, trimestral, semestral, anual o con plan de pagos si el pago no es regular.	29,04%

Entidad Bancaria	Beneficios	Tasa de Interés Efectiva Anual
Multibank- cartera ordinaria para equipo de oficina	• Rápida aprobación. • Estudio de crédito sin costo. • Plazos según sus necesidades hasta 60 meses. • Tasas competitivas. • Sistema de amortización según flujo de caja de cada empresa. • El monto de crédito está sujeto a la capacidad de pago y a las garantías aceptadas por el Banco	28,04%

La siguiente tabla muestra el monto financiado por cada entidad, el número y valor de la cuota mensual, la cual será de monto fijo para el total de cuotas establecidas.

Tabla 52 *Diferenciación del préstamo por entidad bancaria y valor de las cuotas mensuales.* Elaboración propia.

	Banco Caja Social- Financiamiento Capital de Trabajo	**Bancolombia, Línea Verde- Financiación de la Maquinaria**	**Multibank- cartera ordinaria para equipo de oficina**
Préstamo	$ 206.240.044	$ 171,000,000	$ 18,200,000
No. cuotas mensuales	36	48	24
Valor cuota mensual	$ 8.788.161	$ 6.088.057	$ 999,342

La siguiente tabla resume la anualidad total (suma de los tres préstamos), durante los primeros cuatro (4) años (tiempo en el cual se pagaría la totalidad de los préstamos solicitados) y el costo de la deuda calculado bajo el Modelo Gordon.

Tabla 53 *Tabla del pago de la deuda (en pesos).* Elaboración propia.

AÑO	INTERÉS	ANUALIDAD	SALDO	Kd
1	$ 106.882.199	$ 190.506.705	$ 4.226.105.979	30,33%
2	$ 78.290.812	$ 190.506.705	$ 3.045.110.448	30,85%
3	$ 41.584.499	$ 178.514.605	$ 1.545.321.103	32,54%
4	$ 10.387.141	$ 73.056.679	$ 362.675.562	33,84%

El costo de la deuda (Kd) varía para cada año ya que el número de cuotas y el porcentaje de interés varía para cada préstamo. Ahora se presenta el valor de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento para la inversión, es decir la inflación más el premio al riesgo.

Tabla 54 *Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento para la inversión*. Elaboración propia.

TMAR				
Banco	**Valor del Préstamo**	**Interés**	**Participación**	**TMAR Mixta**
Multibank	$ 18.200.000	28%	32%	9%
Bancolombia	$ 171.000.000	29%	33%	10%
Banco Caja Social	$ 206.240.044	30%	34%	10%
Total	$ 395.440.044	0,8712	1	29%

4.11 Ingresos proyectados.

Los ingresos totales que surgen de las ventas de pellets de PET, PEBD Y PEAD son representados en la siguiente tabla.

Tabla 55 *Ingresos por ventas en miles de millones de pesos.* Elaboración propia.

Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
$ 520	$ 416	$ 462	$ 511	$ 565

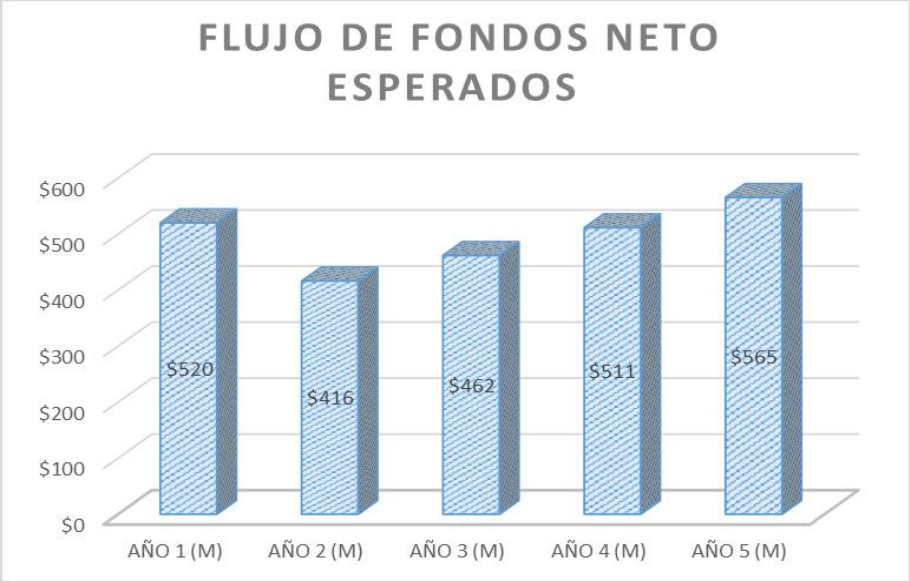


Ilustración 11 *Flujo neto de fondos esperados(en miles de millones de pesos**).** Elaboración propia*

En las siguientes ilustraciones se presentan las ventas esperadas de PET, PEBD Y PEAD y durante los primeros 5 años de operación de la fábrica, para la venta es necesario precisar que se considera una pérdida de material es mínima debido al modelo de recolección de los recicladores en donde se paga por kilo de PET, PEBD Y PEAD.

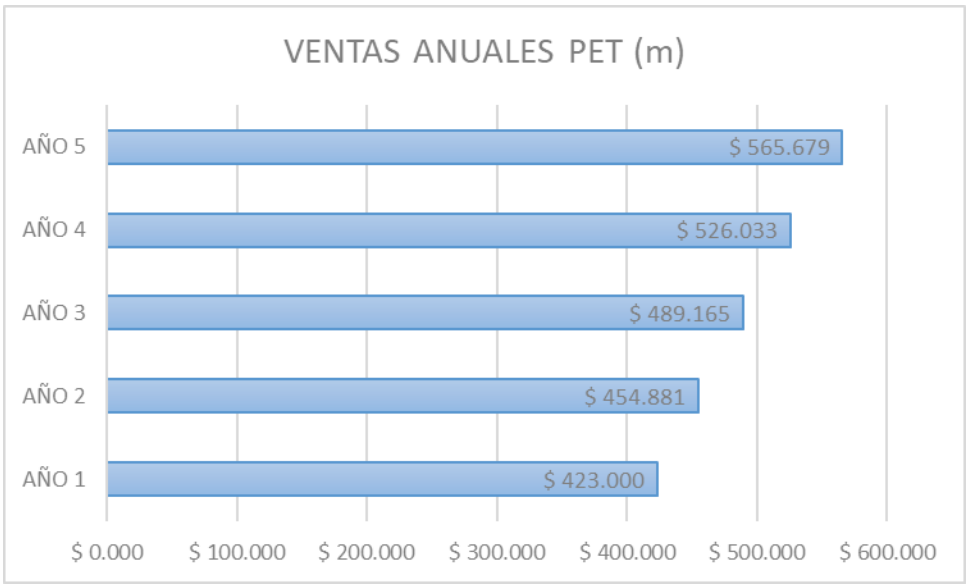


Ilustración 12 *Producción de pellets de PET (en miles de pesos). Elaboración propia.*

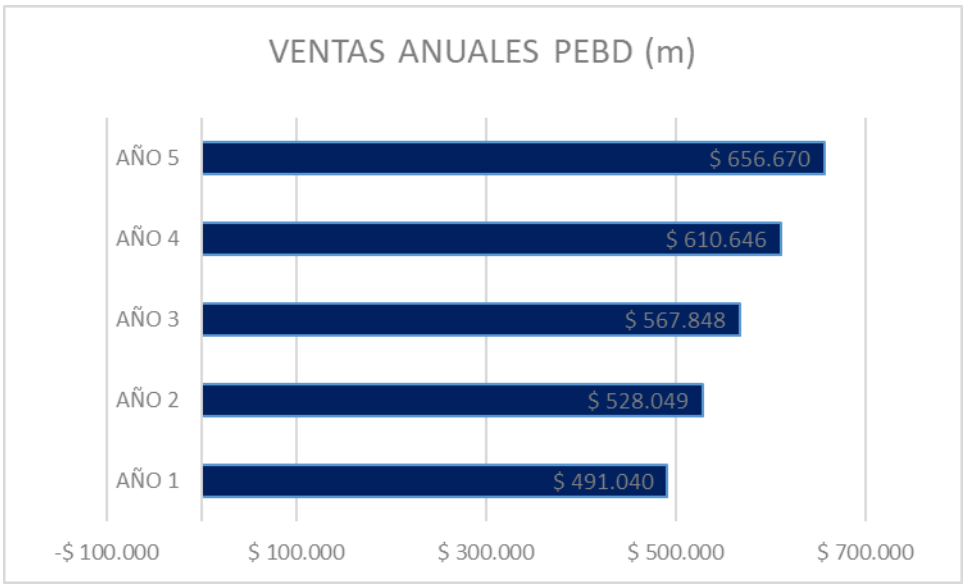


Ilustración 13 *Producción de pellets de PEBD (en miles de pesos). Elaboración propia.*

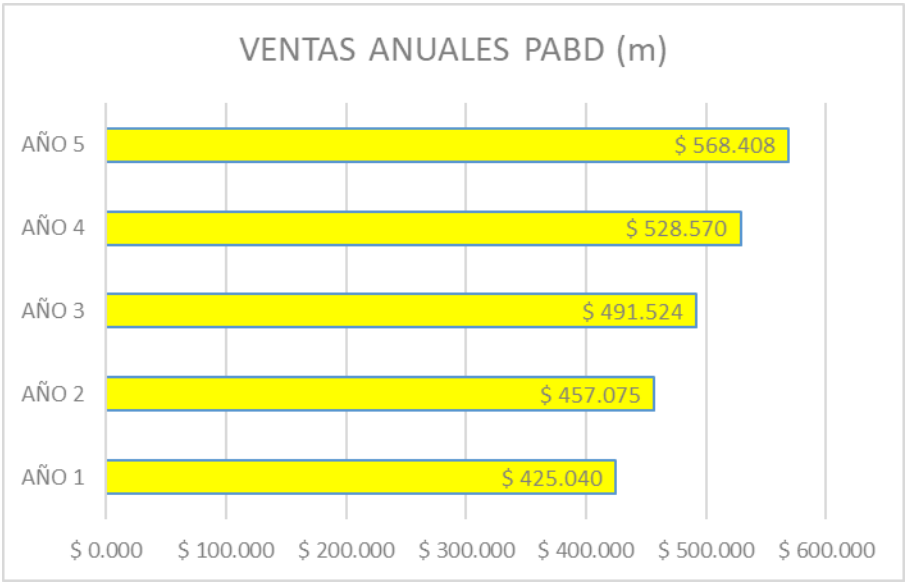


Ilustración 14 *Producción de pellets de PEAD (en miles de pesos). Elaboración propia.*

6. Capítulo V: Evaluación Financiera

En este capítulo se realizó un estudio de flujo de caja y escenarios iniciando desde el primer año donde se tendrán en cuenta los gastos de inversión para llevar a cabo la empresa. En general todo el registro monetario que conlleva la implantación de este proyecto, lo cual se ha hecho de acuerdo a la cantidad que se pretende reciclar y producir para ser analizados por medio de escenarios que varían condiciones críticas del proyecto.

6.1 Flujo de fondos con precios incrementales.

Ordenando los costos operacionales, los gastos administrativos y financieros, proyectados a precios corrientes, se obtiene el siguiente flujo de caja en millones de pesos, con el cual se puede calcular el valor presente neto de la inversión (VAN) y la tasa interna de retorno de la inversión (TIR).

Para el cálculo de la VAN se utiliza una tasa interna de oportunidad del 12.04%, la cual equivale al costo del capital propio (Ke). Cuando se presenta el flujo de caja con inversión externa, también se evalúa la VAN con una tasa interna de oportunidad del 30.33%, equivalente al costo de la deuda (Kd).

Tabla 56 *Flujo de caja con precio incrementales (en millones pesos).* Elaboración propia.

PROYECTO CON RECURSOS PROPIOS- INVERSIONISTAS						
Item	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas PET		423	455	489	526	566
Ventas PEBD		491	528	568	611	657
Ventas PEAD		425	457	492	529	568
Costos Operacionales Fijos		-576	-603	-630	-659	-690
Costos Operacionales Variables		-67	-71	-74	-78	-82
Utilidad bruta	**0**	**696**	**767**	**844**	**928**	**1,019**
Gastos de administración		-175	-184	-193	-203	-214
Depreciación		-79	-79	-79	-79	-79
Flujo de fondos antes de impuestos	**0**	**442**	**504**	**572**	**646**	**727**
Impuesto sobre la renta 33%			-166	-189	-213	-240
Flujo de fondos después de impuestos	**0**	**442**	**338**	**383**	**433**	**487**
Inversión Inicial	-973					
Depreciación		79	79	79	79	79
Flujo de fondos netos	**-973**	**520**	**416**	**462**	**511**	**565**
TIR	**41%**					
VAN	**795**					

PROYECTO CON FINANCIAMIENTO						
Ítem	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas PET		423	455	489	526	566
Ventas PEBD		491	528	568	611	657
Ventas PEAD		425	457	492	529	568
Costos Operacionales Fijos		-576	-603	-630	-659	-690
Costos Operacionales Variables		-67	-71	-74	-78	-82
Utilidad bruta	**0**	**696**	**767**	**844**	**928**	**1,019**
Gastos de administración		-175	-184	-193	-203	-214
Depreciación		-79	-79	-79	-79	-79
Intereses del préstamo		-107	-78	-42	-10	0
Flujo de fondos antes de impuestos	**0**	**335**	**426**	**531**	**636**	**727**
Impuesto sobre la renta			-128	-159	-191	-218
Flujo de fondos después de impuestos	**0**	**335**	**298**	**371**	**445**	**509**
Inversión Inicial	-973					
Préstamo	395					
Depreciación		79	79	79	79	79
Amortización de la deuda		-84	-112	-137	-73	0
Flujo de fondos netos	**-393**	**330**	**264**	**313**	**450**	**587**

TIR	**52%**
VAN (TIO 12,14%)	**764**
VAN (Kd 30.33%)	**284**

6.2 Análisis Flujo de fondos con precios incrementales.

El proyecto puro (sin fuentes de financiación externa), presenta excelentes indicadores financieros:

Primero, utilizando una tasa interna de oportunidad (TIO) de 12.04% (equivalente al valor del capital propio) para calcular el valor presente neto (VPN), se transforman todos los ingresos y egresos futuros a pesos de hoy, de tal manera que se puede observar fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. En el caso del proyecto puro, el VPN es mayor que cero y se interpreta que se obtiene una ganancia de 795 mil millones de pesos.

Segundo, el proyecto presenta una tasa interna de retorno (TIR) del 41%. La TIR es la tasa a la cual se gana un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento dentro del tiempo de ejecución del proyecto. Por otro lado, se puede interpretar que, cuando se presenta una tasa interna de retorno de la inversión del 41% en el proyecto, el valor presente neto es igual a $ 0.

Ahora bien, cuando se presenta una inversión externa de 393 mil millones de pesos con el 61% de recursos propios, y se calcula la VAN con una TIO de 12.04%, la ganancia sería de 949 mil millones de pesos.

Por otro lado, en el capítulo Estudio Económico, se calculó el valor de la deuda (Kd), el cual representa la tasa de interés a la cual el proyecto obtiene financiación. Teniendo en cuenta los tres préstamos y sus tasas de interés, se obtiene un Kd de 30.33%. Por ello también se calculó la VAN con esta tasa, obteniendo un resultado de 469 miles de millones.

Esta variación se debe a que la VAN decrece a medida que la tasa de interés aumenta. En este caso, a pesar de que la tasa del préstamo es mucha más alta que el costo del capital propio, se presentan ganancias.

6.3 Análisis de sensibilidad.

Para el desarrollo del análisis de sensibilidad se plantearon dos (2) escenarios adicionales al ya presentado (tabla 54) donde se modificaron los siguientes parámetros: valor del producto en el mercado, producción de PET, PEBD y PEAD y costos operativos de la empresa, con los cuales se pretende evaluar el proyecto en dos situaciones hipotéticas: optimista y pesimista.

6.3.1 Escenario pesimista.

Se plantean las siguientes condiciones del funcionamiento y del mercado:		
Producción disminuye en un 15%	Precio de venta disminuye en un 10%	Costos Operativos aumentan en un 5%

En este escenario debido a las condiciones en las que se modela, el valor presente neto es menor a 0 (-$ 133 miles de millones sin financiamiento y -$ 6 mil millones de pesos con financiamiento), lo que implicaría pérdidas a la tasa de interés propuesta (12.04%). Si el VPN fuera igual a 0, se diría que el proyecto es indiferente.

Con una tasa de oportunidad mayor (Kd= 33.33%) se aumenta el valor de la pérdida a -$ 178 mil millones.

Tabla 57 *Flujo de caja. escenario pesimista (en millones pesos).* Elaboración propia.

PROYECTO CON RECURSOS PROPIOS- INVERSIONISTAS						
Ítem	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas PET		324	348	374	402	433
Ventas PEBD		376	404	434	467	502
Ventas PEAD		325	350	376	404	435
Costos Operacionales Fijos		-565	-591	-618	-646	-676
Costos Operacionales Variables		-67	-71	-74	-78	-82
Utilidad bruta	**0**	**392**	**440**	**493**	**550**	**612**
Gastos de administración		-175	-184	-193	-203	-214
Depreciación		-79	-79	-79	-79	-79
Flujo de fondos antes de impuestos	**0**	**138**	**177**	**221**	**268**	**320**
Impuesto sobre la renta 33%			-59	-73	-88	-106
Flujo de fondos después de impuestos	**0**	**138**	**119**	**148**	**179**	**214**
Inversión Inicial	-973					
Depreciación		79	79	79	79	79
Flujo de fondos netos	**-973**	**217**	**197**	**226**	**258**	**293**
TIR	**7%**					
VAN	**-133**					

PROYECTO CON FINANCIAMIENTO						
Ítem	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas PET		324	348	374	402	433
Ventas PEBD		376	404	434	467	502
Ventas PEAD		325	350	376	404	435
Costos Operacionales Fijos		-565	-591	-618	-646	-676
Costos Operacionales Variables		-67	-71	-74	-78	-82
Utilidad bruta	**0**	**392**	**440**	**493**	**550**	**612**
Gastos de administración		-175	-184	-193	-203	-214
Depreciación		-79	-79	-79	-79	-79
Intereses del préstamo		-107	-78	-42	-10	0
Flujo de fondos antes de impuestos	**0**	**31**	**99**	**179**	**258**	**320**
Impuesto sobre la renta			-30	-54	-77	-96
Flujo de fondos después de impuestos	**0**	**31**	**69**	**125**	**180**	**224**
Inversión Inicial	-973					
Préstamo	395					
Depreciación		79	79	79	79	79
Amortización de la deuda		-84	-112	-137	-73	0
Flujo de fondos netos	**-393**	**26**	**36**	**67**	**186**	**302**
TIR	**-3%**					
VAN (TIO 12,14%)	**-262**					
VAN (Kd 30.33%)	**-409**					

6.3.2 Escenario optimista.

Se plantean las siguientes condiciones del funcionamiento y del mercado:		
Producción aumentan en un 15%	Precio de venta aumentan en un 10%	Costos Operativos disminuye en un 5%

En el escenario optimista, debido a las condiciones mejoradas del proyecto, sin superar la capacidad máxima instalada, se incrementa el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) para el proyecto puro y con financiamiento.

Tabla 58 *Flujo de caja escenario optimista (en millones pesos).* Elaboración propia.

PROYECTO CON RECURSOS PROPIOS- INVERSIONISTAS						
Ítem	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas PET		535	575	619	665	716
Ventas PEBD		621	528	568	611	657
Ventas PEAD		538	457	492	529	568
Costos Operacionales Fijos		-583	-610	-638	-668	-700
Costos Operacionales Variables		-67	-71	-74	-78	-82
Utilidad bruta	**0**	**1,043**	**880**	**966**	**1,059**	**1,159**
Gastos de administración		-175	-184	-193	-203	-214
Depreciación		-79	-79	-79	-79	-79
Flujo de fondos antes de impuestos	**0**	**789**	**617**	**694**	**777**	**867**
Impuesto sobre la renta 33%			-204	-229	-256	-286
Flujo de fondos después de impuestos	**0**	**789**	**413**	**465**	**520**	**581**
Inversión Inicial	-973					
Depreciación		79	79	79	79	79
Flujo de fondos netos	**-973**	**868**	**492**	**543**	**599**	**660**
TIR	**64%**					
VAN	**1,332**					

PROYECTO CON FINANCIAMIENTO						
Ítem	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas PET		535	575	619	665	716
Ventas PEBD		621	528	568	611	657
Ventas PEAD		538	457	492	529	568
Costos Operacionales Fijos		-583	-610	-638	-668	-700
Costos Operacionales Variables		-67	-71	-74	-78	-82
Utilidad bruta	**0**	**1,043**	**880**	**966**	**1,059**	**1,159**
Gastos de administración		-175	-184	-193	-203	-214
Depreciación		-79	-79	-79	-79	-79
Intereses del préstamo		-107	-78	-42	-10	0
Flujo de fondos antes de impuestos	**0**	**682**	**539**	**652**	**766**	**867**
Impuesto sobre la renta			-162	-196	-230	-260
Flujo de fondos después de impuestos	**0**	**682**	**377**	**457**	**536**	**607**
Inversión Inicial	-973					
Préstamo	395					
Depreciación		79	79	79	79	79
Amortización de la deuda		-84	-112	-137	-73	0
Flujo de fondos netos	**-303**	**677**	**343**	**398**	**542**	**686**
TIR	**90%**					
VAN	**1.311**					
VAN (Kd 30.33%)	**693**					

7. Conclusiones

7.1 Estudio de Mercado.

1. Al investigar un grupo de empresas en la localidad de Kennedy- Bogotá, dedicadas a la producción de artículos en plástico reciclado, se identificó que el porcentaje de rechazo en estas plantas de producción es una porción mínima comparada con el total de toneladas procesadas y que en muchos casos este rechazo no representa ni el 3% del plástico tratado.
2. Se decide captar material residual plástico proveniente de la recuperación de recicladores de oficio y asociaciones, el cual permite un flujo alto y constante de materia prima.
3. La cantidad de residuos generados aumentan proporcionalmente a razón del crecimiento de la población y del producto interno bruto del país.
4. En la ciudad se recicla aproximadamente un 17% de los residuos sólidos generados, un porcentaje mínimo comparado con las 6300 toneladas/día que ingresan actualmente al relleno sanitario de Doña Juana.
5. La generación de los residuos plásticos en Bogotá-Región es de 1176,85 Ton/día, individualmente, los municipios que más generan son: Bogotá con 729,53 ton/día; Chía con 4,98 ton/ día; Soacha y Cajicá con 9,66 y 3,16 ton/día respectivamente.
6. La mayor parte de las empresas dedicadas al almacenamiento y pre-transformación de residuos se encuentran ubicadas en Soacha y Funza; y dentro de Bogotá se destacan las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito y Puente Aranda.

7. Las resinas plásticas más demandadas a nivel Nacional según el estudio de 2017 de Acoplásticos son: los polímeros de propileno (PP), el policloruro de vinilo (PVC), el polietileno de alta densidad (PEAD), el polietileno de baja densidad (PEAD) y el Polietilen Tereftalato PET.
8. Comúnmente la resina de PET reciclada se utiliza para la fabricación de envases de productos no alimenticios, suelas de zapatos, como fibra de poliéster utilizada en relleno térmico, alfombras, ropa y material de relleno y madera plástica.
9. La resina PEBD se reutiliza en bolsas para residuos sólidos y la resina reciclada de PEAD se implementa en la elaboración de mangueras, recipientes, baldes, contenedores de detergentes, botellas, tubos, postes, cercas (madera plástica).
10. Los sectores de la economía que más consumen plástico son: empaques y envases (para alimentos, productos de higiene y aseo, productos industriales, lubricantes, etc.), construcción (tubería, accesorios, pisos, tejas, perfiles, cables, bañeras) y el institucional/ consumidor institucional (calzado, cepillos, escobas, artículos de mesa y cocina, colchones y muebles).
11. En el mercado de Bogotá y su Región, según el estudio realizado por FUNDES (Corredor, 2010), la resina plástica recuperada que presenta mayor demanda es el polietileno de baja densidad, utilizado principalmente para elaborar bolsas de basura
12. Los proveedores de materia prima se componen por recicladores de oficio organizados e independientes, organizaciones sociales, comercializadores de material reciclable organizados en micro, pequeñas y medianas bodegas, generadores industriales y ONGs.

13. Para el 2010, en el mercado de Bogotá y su Región la resina plástica recuperada que presentaba mayor demanda era el polietileno de baja densidad, utilizado principalmente para elaborar bolsas de basura.
14. La cantidad de PET, PEBD y PEAD reciclado en Colombia crece año a año. Lo cual se puede relacionar con 3 factores que explican este comportamiento: (i) el aumento del cuidado ambiental en el país, el cual considera cada vez más importante proteger el medio ambiente. (ii) el aumento del precio del petróleo y del gas natural en los últimos años, lo cual obliga cada vez más a los transformadores de plástico a buscar otra fuente de materia prima más económica y (iii) el consumo de plásticos en general aumenta y en consecuencia hay mayor disponibilidad de residuos idóneos para ser reciclados, lo cual motiva a diferentes empresas a ingresar al mercado alimentándose del crecimiento del plástico reciclado.
15. A pesar de que el sector plástico tiene un alto nivel de competitividad desde la informalidad, el aumento en el consumo de este material permite vislumbrar un mercado insatisfecho a nivel nacional e internacional.
16. Después de pronosticar las demandas de las tres resinas plásticas recicladas PET, PEBD y PEAB desde el año 2016 al 2024, se determinó que la tendencia del mercado y la oferta es de crecimiento, lo que le permite a la empresa transformadora, abarcar el 0,04% del mercado de las resinas recicladas a nivel nacional.
17. Los precios de venta por Kg, fijados para las resinas recicladas PET, PEAB y PEAD respectivamente son: $1500, $2200 y $2300.

7.2 Estudio Técnico.

18. Los factores determinantes para la elección de la localización de la planta fueron, entre otros: materia prima disponible y su calidad, mano de obra, costo del transporte de materiales hasta la planta, facilidades para enviar el producto final fuera de Bogotá y costo de los servicios públicos y el arriendo de la bodega.
19. Se determinó la factibilidad de una planta reciclaje de PET, PEBD y PEAD con una producción de 360 kg/h de pellets, para un total de 689 Ton en el primer año de funcionamiento, ofreciendo materia prima esencial para otros sectores de producción.
20. El proyecto pretende aumentar la cantidad a tratar de plástico con el paso de los años, logrando una expansión a nivel nacional y una posible internacionalización, para ello se ha cotizado maquinaria apropiada tecnológicamente y al emplearla se asegura una mayor producción, comparada con las demás empresas oferentes de reciclaje en el sector. Esto se traduce en calidad del producto, rentabilidad económica y generación de fuentes de trabajo en diferentes etapas del proceso.
21. Gran parte de la inversión inicial del proyecto consta de la maquinaria clave: dos molinos de martillo, una lavadora y secadora de plástico, una extrusora de tornillo, una peletizadora, y dos embolsadoras del producto final.
22. Se prevé una jornada laboral de 10 horas diarias para cumplir con la meta de producción mensual de 57.5 toneladas, con una hora de almuerzo intermedia y un grupo de trabajo conformado por 5 operarios y un supervisor de producción.

23. La empresa integra a los recicladores de oficio y sus asociaciones en el proceso productivo, con el fin de asegurar un proveedor constante de materia prima, con un promedio de recolección de 300 Kg diarios por reciclador.
24. La empresa generará empleo indirecto de forma permanente para alrededor de 18 recuperadores de material plástico residual
25. En la distribución de la planta física de la empresa se contempló un espacio que funcionara como centro de separación del plástico para los trabajadores que recolectan el material a transformar, lo que permite brindar unas mejores condiciones de trabajo, con un lugar adecuado y exclusivo para estos socios.
26. Como dicta el estudio económico, la inversión se verá amortiguada entre los primeros 4 años, no obstante, se percibirán beneficios durante toda la vida útil del proyecto, lo cual es un punto positivo para la implantación de la industria en el mercado.
27. El personal administrativo requerido es: 1 Gerente General, 1 Contador, 1 Secretaria y 1 técnico comercial.
28. La política pública nacional CONPES 3874 DE 2016, define lineamientos y estrategias del Gobierno Nacional para (i) prevenir la generación de residuos;(ii) minimizar aquellos que van a sitios de disposición final;(iii) promocionar la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos y (iv) evitar la generación de gases de efecto invernadero.

7.3 Estudio Económico.

29. Los costos administrativos del proyecto consideran el siguiente personal: un técnico comercial, un gerente y una secretaria financiera, cuyos salarios mensuales en conjunto, ascienden a $ 9.211.000 mensuales.
30. Se incurrirán en gastos administrativos como el pago del servicio de seguridad, de aseo, contabilidad y publicidad, telefonía fija y móvil, internet y una póliza de seguros, más la compra de insumos de oficina.
31. Para garantizar la producción mensual establecida en el estudio técnico de PET, PEAD y PEBD, es necesario la contratación de cinco operarios y un supervisor de producción. Sus salarios corresponden a $ 10.308.619 mensuales, donde se incluyen 40 horas extras mensuales para operarios y 20 horas extras para el supervisor, además de la carga prestacional.
32. El costo de la materia prima se proyecta en $ 20,800,000 anuales, para la compra de 703.392 Kg de residuos plásticos recuperados.
33. Se plantean costos operacionales como: los materiales de embalaje y aditivos, arriendo, servicios públicos (agua, energía, gas), capacitaciones, mantenimiento preventivo periódico y dotación, para un total mensual de $ 53.614.015.
34. Los costos de operación de la planta de reciclaje se componen de sus costos operativos, los cuales ascienden a $53.614.015 mensuales, los gastos administrativos de $14.622.667 mensuales y unos imprevistos cuantificados en $510.000; para un total de $63.335.015 mensuales.

35. Dentro de la inversión inicial que contempla el proyecto se presenta el costo de la maquinaria operativa y los equipos de oficina: centros de cómputo y sus respectivas licencias de software, impresora, sillas, mesas y estanterías. El costo de estos bienes muebles es de: $ 767.200.000.
36. Asumiendo el riesgo que la empresa en los primeros 3 meses no alcance su punto de equilibrio y/o no deje las ganancias suficientes para cubrir el total de los gastos de operación, se prevé un préstamo por el valor de la amortización de 3 meses de operación por un valor total de $ 190.005.044.
37. De no ser necesario cubrir los gastos de los 3 meses de amortización de la empresa enmarcados en el préstamo, se destinará los $ 190.005.044 a adelantar los pagos de arriendo de la bodega, con el fin buscar un descuento importante en los pagos de este rubro.
38. La cantidad de producto vendido que permite alcanzar el punto de equilibrio son 387 Ton anuales para el primer año de operación. La capacidad instalada óptima permite una producción de 689 Ton anuales, obteniendo ingresos de $ 1.339.080.000, los cuales se encuentran $ 587.062.433 por encima del ingreso de equilibrio total.
39. La producción planeada para el primer año de 689 toneladas supera en un 44% al punto de equilibrio en el que no se obtendrían ni perdidas ni ganancias.
40. La distribución en planta y la maquinaria contemplada en la inversión inicial permite ampliar la producción en un 20% para el año 2024, sin embargo, se tendría que ampliar los horarios de trabajo y el personal operativo.

41. En total, la inversión en maquinaria y equipo junto con la operación de tres meses, suma una inversión inicial de $ 957.205.044. La cual va ser financiada en un 39% ($377.205.044) por tres entidades financieras Colombianas: Multibank, Bancolombia y Banco Caja Social. El 61% restante lo aportarán los socios.
42. Después de realizar el préstamo con las tres entidades bancarias, la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento para la inversión, es decir la inflación más el premio al riesgo es del 29%.
43. El costo de capital propio o tasa mínima aceptable de rendimiento para la inversión en este proyecto es de 12,14% (Ke). Por otra parte, al aplicar la operación WACC, se determinó un Costo Promedio Ponderado de Capital de 0.24.

7.4 Evaluación Financiera.

44. Para el cálculo del valor presente neto de la inversión (VAN) con recursos propios, se utiliza una tasa interna de oportunidad del 12.04%, la cual equivale al costo del capital propio (Ke). En este caso la VAN del proyecto puro es de 795 miles de millones.
45. La tasa interna de retorno (TIR) para el proyecto puro (sin préstamos) es del 41%, la cual, comparada con el costo promedio ponderado del capital (Ke) del 12,14% entrega un amplio margen de movimiento rentable entre ambos porcentajes.
46. Cuando se presenta el flujo de caja con inversión externa, se evalúa la VAN con una tasa interna de oportunidad del 30.33%, equivalente al costo de la deuda (Kd). La VAN en este caso es de 469 miles de millones. Pero cuando se evalúa con

una tasa interna de oportunidad equivalente al 12,14%, la VAN aumenta a 949 miles de millones.

47. Cuando se presenta el apalancamiento financiero con el préstamo de las tres entidades las TIR aumenta al 80%.
48. Se observa que la inversión necesaria para la puesta en marcha de este proyecto es de $957.205.044. así como todos los costos y gastos necesarios para el desarrollo del mismo durante 3 meses. En cuanto al Estado de Resultado, en él se elaboran y proyectan las operaciones de la empresa, observando que la Utilidad Neta para el primer año es de $344,767,824 alcanzado el pago total de la deuda en el 4 año, el Flujo Neto después del último pago es $ 422,214,010 para el quinto año.
49. Del análisis de sensibilidad llevado a cabo en los 3 escenarios, se concluye que en todos los escenarios se perciben ganancias y un margen considerable de rentabilidad, sin embargo, el proyecto es más sensible a la producción debido a que una disminución del 29.79% con una TIR del 4%, generaría que el proyecto no fuera económicamente rentable, de igual forma si el precio de venta de los productos cayera un 24.16% con una TIR del 4% se tendría el mismo escenario y por último si aumenta los gastos operacionales en un 56.16% con una TIR del 6% el proyecto no sería rentable.
50. El proyecto es de bajo riesgo debido a que la tasa mínima aceptable de rendimiento es de 12,14% y la TIR (tasa interna de retorno) es de 41% lo que permite un margen de movimiento del 28.86%, es decir es alrededor de 3 veces y media lo que esperaría un inversor que rentara su capital.

51. De la evaluación de las tres materias primas a fabricar PET, PEAD y PEBD la línea de producción que menos genera ganancias es la de PET y las líneas de producción de PEAD y PEBD en comparación triplican los beneficios del PET, no obstante, los pelets de PET son los que más proporción de la demanda abarcan.

8. Referencias

ACOPLÁSTICOS. (2017). Plásticos en Colombia. Bogotá: PUBLICACIÓN DE ACOPLÁSTICOS. Recuperado el 04 de marzo de 2018 de: http://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-nos/mnu-pyr/mnu-pyr-pi

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. Bogotá: KOKUSAI KOGYO CO., LTD. y EX RESEARCH INSTITUTE LTD. Recuperado de: http://www.uaesp.gov.co/Uaesp_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf

Álvarez, Hernando, British Broadcasting Corporation-BBC Mundo (2017). "Hay tantos residuos de plástico en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina": la advertencia de un grupo científicos sobre la contaminación que acecha al nuestro planeta. Recuperado el 17 de septiembre de 2017 de: http://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725

Aluna Consultores Limitada. (2011). Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas. Bogotá. Recuperado el 12 de marzo de 2018 de: http://cempre.org.co/wp-content/uploads/2017/05/3926-estudio_nacional_de_reciclaje_aproximacicn_al_mercado_de_reciclables_y_las_experiencias_significativas_0-1.pdf

Arévalo, J., & Gómez, A. (2011). Plan de negocios para una empresa de reciclaje que vincule a recicladores de oficio con inversionistas privados en la ciudad de Bogotá. *Repositorio institucional, Pontificia Universidad Javeriana*. Recuperado el 9 de marzo de 2018 de: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9484/tesis580.pdf

Castro, F. (2015). Plan de negocios de una empresa de reciclaje. Obtenido de Universidad Internacional de la Rioja.

Cicloplast. (2018). cicloplast.com. Obtenido de La ruta del reciclado de plásticos: http://www.cicloplast.com/index.php?accion=ruta-del-reciclado&subAccion=reciclado-envases

Colombia, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2015). “Carvajal” la cadena productiva del plástico. Obtenido de Observatorio de Desarrollo Económico: http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/directorio/documentosPortal/Cuadernillo5WEB.pdf

Colombia, Asamblea Constituyente de 1991. (1991). Constitución Política de Colombia. Bogotá.

Colombia, Banco de la República. (2018). Boletín de indicadores económicos. Bogotá: Banco de la República Obtenido de Observatorio de: http://www.banrep.gov.co/es/bie

Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004). Sector Plásticos, Guías Ambientales. Bogotá- Colombia. Recuperado el 19 de septiembre de 2017 de: https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plc3a1sticos.pdf. Hanser: Bogotá D.C.

Colombia, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP (2015). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016- 2027. Bogotá- Colombia. Recuperado el 21 de septiembre de 2017 de: http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/direccion/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf. Hanser: Bogotá D.C.

Corredor, Martha (2010). El Sector Reciclaje en Bogotá y su Región: Oportunidades para los Negocios Inclusivos. Serie Guías Sectoriales No. 2 – 2010. Recuperado el 19 de septiembre de 2017 de: http://asociacionrecicladoresbogota.org/wp-content/uploads/2012/04/El_sector_reciclaje_en_Bogota_y.pdf. Avina: Bogotá D.C.

Domingo, R. (23 de Septiembre de 2011). Estudio del mercado de Productos Plásticos Reciclados. Obtenido de United Nations Environment Programme: http://www.unep.fr/scp/procurement/pilotcountries/files/uruguaymraplastic.pdf

Escuela Colombiana de Ingeniería. (2008). Identificación de Plásticos. Bogotá. Recuperado el 04 de marzo de 2018 de: https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/1960_idplasticosr2.pdf

Gómez, L. (2017). el reciclaje de PET, PEAD, PEBD, PS Y PP en estibas plásticas como modelo de negocio. Obtenido de Universidad del Rosario: http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/13097/1101693416.pdf

Junxia Zhang, Xifei Yang, Hailong Su and Xinting Wang, (2011) "A new EVA/PET film separation recycling process," *The 2nd International Conference on Information Science and Engineering, Hangzhou, China, 2010,* pp. 1-3. doi: 10.1109/ICISE.2010.5689425. Disponible en: http://ieeexplore.ieee.org/document/5689425/?reload=true

Letcher, T. M., & Vallero, D. (11 de Noviembre de 2011). Waste: a handbook for management. ProQuest. Obtenido de: https://ebookcentral.proquest.com

Li, X., Guo, Y. W., Ruan, J. L., Qiao, Q., & Zhang, J. Q. (2015). Impacts of different wetting agents on the density separation of waste plastic mixtures. Applied Mechanics and Materials, 768, 418-425. doi:

http://dx.doi.org.kuleuven.ezproxy.kuleuven.be/10.4028/www.scientific.net/AMM.768.418

Mansilla, L., & Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. Ingeniería Industrial, 123-137.

Parra, M. (2015). Secretaría Distrital de Planeación. Obtenido de Estimación de Rentabilidad de Referencia para el sector de la construcción: www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/.../rentabilidad_07-03-2017.pdf

Quintana, M. P. G. A., Benitez, E. O., González, S. A. P., del Castillo, Ana Lucía Muñoz Gómez, & Vega, R. M. (2013). An application of routing models for PET pickup for recycling. IIE Annual Conference.Proceedings,1-10. Retrieved from: https://search-proquest-com.kuleuven.ezproxy.kuleuven.be/docview/1471958449?accountid=17215

Röben, E. (2003). El Reciclaje. Loja: Municipio de Loja y Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica.