

Plan de negocio para la creación de una empresa productora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados por los restaurantes en la ciudad de Bucaramanga.

Hernando José Londoño Garrido, Luis Fernando Tovar Herrera

Trabajo de Grado presentado como requisito para Optar el título de Ingeniero Químico

Director

Gustavo Emilio Ramírez Caballero

Ingeniero Químico, PhD

Codirectora

Ivonne Paola Hincapié Zárate

Ingeniera Industrial, MSc.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2020

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo darle Gracias a Dios por guiarme a lo largo de este proceso, por la fortaleza que me brindo en cada paso que di durante.

Gracias a mis padres Martha Herrera Jiménez y Luis Fernando Tovar Madera por ser un ejemplo de superación, por amarme y apoyarme incondicionalmente durante este proceso, por los valores y principios que me inculcaron desde muy niño para asumir esta responsabilidad.

A mis hermanos Laura Tovar y Jenssen Tovar por su cariño, por estar conmigo en todo momento y llenar mi vida de felicidad

A toda mi familia por sus oraciones y palabras de aliento, en especial a mi Primo Elver Madera y la señora Carmen Polanco por brindarme su vivienda, atención y apoyo que fue fundamental en este proceso.

A mis amigos por hacer de esta una fase inolvidable, llena de diversión y grandes experiencias compartiendo buenos momentos.

A mi director Gustavo Ramírez y codirectora Ivonne Hincapié por acompañarme durante el proyecto y guiarme de la mejor manera para culminarlo con éxito.

A la Universidad Industrial de Santander, a sus directivos, profesores y técnicos por la formación integral y por todo el aprendizaje que me llevo de cada uno.

Luis Fernando Tovar Herrera.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Hernando Londoño y Delcy Garrido, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A mis hermanos José y Karelys por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas, especialmente a mi tía Nelly y la señora Alicia.

Hernando Jose Londoño Garrido.

Tabla de contenido

Introducción 15

1. Objetivos 17

1.1 Objetivo general..... 17

1.2 Objetivos específicos 17

2. Estado del arte 18

3. Fuerzas de Porter y análisis Pestel. 19

4. Metodología 21

4.1 Modelo CANVAS..... 21

4.1.1 Segmento de clientes..... 21

4.1.2 Propuesta de valor..... 21

4.1.3 Canales. 21

4.1.4 Relación con clientes..... 22

4.1.5 Flujo de ingresos. 22

4.1.6 Recursos claves..... 22

4.1.7 Actividades claves..... 22

4.1.8 Asociaciones claves. 22

4.1.9 Estructura de costos..... 22

4.2 Plan de negocios del fondo emprender Sena. 22

5. Estudio de mercado 23

5.1 Producto y sus características..... 23

5.2 Sector económico..... 24

5.3 Análisis de demanda y oferta..... 25

5.4 Análisis de la demanda..... 25

5.5 Clientes potenciales..... 26

5.6 Análisis de la oferta..... 27

5.7 Competidores potenciales..... 28

5.8 Importaciones y exportaciones de plástico..... 29

5.9 Análisis de la demanda insatisfecha..... 30

5.10 Participación de la empresa en el mercado nacional..... 32

5.11 Plan comercialización del producto..... 34

5.12 Tendencias..... 34

6. Estudio técnico	35
6.1 Materia prima y proveedores.	35
6.2 Capacidad de la planta.	37
6.3 Localización de la planta.	38
6.3.1 Macro localización.	38
6.3.2 Micro localización.....	39
6.4 Análisis DOFA.	40
6.5 Ficha técnica del producto.	41
6.6 Proceso productivo.	41
6.7 Descripción del proceso productivo.	42
6.8 Balances de masa de las unidades del proceso.	43
6.9 Escalamiento a nivel industrial.	44
6.10Maquinaria y Equipos.....	45
6.10.1 Fase de obtención del almidón.....	45
6.10.2 Fase de producción de la resina de bioplástico.	48
7. Estudio ambiental.....	51
8. Estudio legal.....	53
8.1 Paso a paso para la creación de una empresa en Colombia.	53
8.2 Leyes para la creación de una empresa en Colombia.	54
9. Estudio financiero	54
9.1 Inversión inicial.	54
9.1.1 Activos fijos.	54
9.1.2 Activos diferidos.....	56
9.2 Estructura de costos.	57
9.2.1 Costos de materia prima e insumos.....	57
9.2.2 Costos de mano de obra directa e indirecta.....	58
9.2.3 Costo de servicios públicos y mantenimiento.....	59
9.2.4 Depreciaciones y amortizaciones.....	61
9.2.5 Gastos asociados a las ventas.....	61
9.3 Ventas	61
9.3.1 Precio de venta del producto.....	61
9.3.2 Nivel de producción de la planta.....	62
9.4 Impuesto sobre la renta.	62

9.5 Inflación.....	62
9.6 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).....	63
9.7 Flujo de caja.....	63
10.Conclusiones.....	64
Referencias Bibliográficas.....	66
Apéndices.....	71

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Fuerzas de Porter	19
Tabla 2. Cuadro de análisis de PESTEL.....	20
Tabla 3. Empresas productoras de empaques plásticos en Colombia.....	26
Tabla 4. Cantidad de resina plástica producida en Colombia en toneladas.....	27
Tabla 5. Empresas productoras de plásticos biodegradables en Colombia.	28
Tabla 6. Importaciones de plástico primario en Colombia.....	29
Tabla 7. Exportaciones de plástico primario en Colombia.....	30
Tabla 8. Consumo de empaques de plástico en Colombia.....	31
Tabla 9. Estimación de la demanda insatisfecha histórica de resinas de plástico en Colombia. ..	31
Tabla 10. Porcentaje de participación de una empresa.	33
Tabla 11. Características fisicoquímicas de la papa y la cáscara de papa.	36
Tabla 12. Proyecciones de la demanda insatisfecha a 2029.	38
Tabla 13. Matriz de micro localización de la empresa.	39
Tabla 14. Matriz de análisis DOFA.....	40
Tabla 15. Cantidad de insumos necesaria para producir 1 kg de resina de bioplástico seca.	44
Tabla 16. Cantidades de insumos necesarios para producir 1,12 Ton/día de resina de bioplástico.	45
Tabla 17. Dimensiones calculadas para el segundo secador.....	48
Tabla 18. Volumen de insumos y volumen real del tanque de mezclado.....	49
Tabla 19. Relaciones molares y conversión alcanzada dentro del reactor de acetilación.....	50
Tabla 20. Dimensiones y parámetros de diseño del tercer secador.	51
Tabla 21. Afectaciones ambientales generadas por la planta y sus posibles soluciones.	52
Tabla 22. Costos y especificaciones de los equipos principales de la planta. Tomado de cotizaciones en Alibaba.	55
Tabla 23. Lista de equipos de oficina necesarios y sus precios	55
Tabla 24. Gastos indirectos asociados a la planta de proceso.....	56
Tabla 25. Costos diarios asociados a la materia prima e insumos.....	58
Tabla 26. Estructura del salario mínimo legal vigente para el año 2019 en Colombia.	59

Tabla 27. Mano de obra indirecta y sus respectivos salarios mensuales.	59
Tabla 28. Costos asociados al consumo de agua y alcantarillado en un día de producción.	60
Tabla 29. Tiempo de utilización de cada equipo principal en una jornada de 10 h.	60
Tabla 30. Costo de producción de 1 Ton de resina de bioplástico.	61
Tabla 31. Comparación entre los precios de venta de la resina de PET y el costo de producción de la resina de bioplástico, por tonelada.	62

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema plan de negocios fondo emprender SENA.....	23
Figura 2. Curvas de biodegradación de algunos plásticos estudiados. Adaptado de (Conn, 2014)	24
Figura 3. Ventas de empaques plásticos en Colombia entre los 2013 y 2019. Adaptado de (Procolombia, 2014)	25
Figura 4. Principales sectores de consumo de resinas de plástico en Colombia. Adaptado de (Mundo, 2017)	28
Figura 5. Plan de comercialización.....	34
Figura 6. Proyección de la demanda insatisfecha.	37
Figura 7. Ficha técnica de la resina de bioplástico distribuida por la empresa.....	41
Figura 8. Reacción de acetilación del almidón. Adaptado de (Cardona, 2019).....	43
Figura 9. Equipos principales en la fase de obtención del almidón de las cáscaras.	46
Figura 10. Equipos identificados en la fase de producción de la resina de bioplástico.	49
Figura 11. Flujo de caja del proyecto.....	63
Figura 12. Indicadores financieros del proyecto.....	64

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Proceso productivo de la resina de bioplástico a nivel laboratorio (prototipo).	71
Apéndice B. Balances de masa correspondientes a la fase de obtención de almidón de las cáscaras.	71
Apéndice C. Balances de masa correspondientes a la fase de producción de la resina.	72
Apéndice D. Factores de costos de Chilton.	72
Apéndice E. Matriz para el cálculo del número de operarios de la planta.....	73
Apéndice F. Cuadro de depreciaciones de activos fijos contemplados por la Ley 1819 de 216..	73
Apéndice G. Precios de las resinas plásticas en dólares por tonelada.	74
Apéndice H. Inflación histórica y proyectada en Colombia.	74
Apéndice I. Leyes parafiscales que rigen a una empresa.....	75
Apéndice J. Leyes, decretos y resoluciones aplicables para la industria del plástico vigentes en el ámbito nacional.	75
Apéndice K. Activos fijos y diferidos del proyecto ingresados en la plantilla de análisis financiero	76
Apéndice L. Ingresos generados por las ventas durante los 10 años de estudio.....	76
Apéndice M. Estructura de costos durante los 10 años de estudio del proyecto.	77
Apéndice N. Presupuesto de inversión del proyecto.	77
Apéndice O. Costos de operación durante los 10 años de estudio.....	78
Apéndice P. Presupuestos de ganancias por producción en los 10 años de estudio.	78
Apéndice Q. Flujo de caja del proyecto en los 10 años de estudio.....	79

Resumen.

Título: Plan de negocio para la creación de una empresa productora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados por los restaurantes en la ciudad de Bucaramanga. *

Autores: Luis Fernando Tovar Herrera – Hernando José Londoño Garrido. **

Palabras clave: Viabilidad económica, cáscara de papa, resina de bioplástico.

Descripción: Se realizó el estudio de viabilidad financiera para la construcción, puesta en marcha y operación de una planta productora de resina de bioplástico, a partir de los residuos de cáscara de papa, los cuales serán obtenidos principalmente de restaurantes y empresas productoras de frituras de la ciudad de Bucaramanga – Colombia. De esta primera fase se obtuvieron los estudios de mercado, técnico y financiero, los cuales arrojaron que la planta operará a una capacidad total de 390 toneladas de bioplástico por año, la cual tendrá un costo total de inversión de 890'299.366 COP, además, se analizó la demanda, oferta, datos de exportación, importación, plan de comercialización y el porcentaje de participación que tendrá la empresa en el mercado, al igual, se evaluaron los indicadores financieros Tasa interna de Retorno (TIR) y Valor Presente Neto (VPN) arrojando valores de 59,12% y 1.068'059.106 COP, llegando a la conclusión que el proyecto es financieramente viable. Adicionalmente, se realizó la producción a escala laboratorio del bioplástico, obteniéndose un rendimiento de producción de 0,29 g de bioplástico por cada gramo de cáscara de papa, además, se realizaron pruebas mecánicas y de densidad de la resina obteniéndose una resistencia a la tensión de 0,83 Mpa y una densidad de 0,41 g/cm³.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Gustavo Emilio Ramírez Caballero, M.Sc., PhD.

Abstract

Title: Business plan for the creation of a biodegradable plastic production company from organic waste generated by restaurants in the city of Bucaramanga. *

Authors: Luis Fernando Tovar Herrera – Hernando José Londoño Garrido. **

Keywords: Economic viability, potato peel, bioplastic resin.

Description: The financial feasibility study was conducted for the construction, launch and operation of a bioplastic resin-producing plant, from residues potato peel, from the potato peel residues, which will be obtained mainly from restaurants and frying companies in the city of Bucaramanga - Colombia. In this first phase, the market, technical and financial studies were obtained, which showed that the plant will operate at a total capacity of 390 tons of bioplastic per year, which will have a total investment cost of 890'299,366 COP; furthermore, the demand, supply, export data, import, marketing plan and the percentage of the company's share of the market were analyzed, as well as, the financial indicators Internal Rate of Return (IRR) and Net Present Value (VPN) were evaluated, yielding values of 59.12% and 1,068'059.106 COP, concluding that the project is financially viable. Additionally, the laboratory-scale production of bioplastic was carried out, resulting in a production yield of 0.29 g of bioplastic for each gram of potato peel. Moreover, mechanical and density tests of the resin were performed, obtaining a tensile strength of 0.83 Mpa and a density of 0.41 g/cm³

* Bachelor thesis.

** Faculty of Physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Gustavo Emilio Ramírez Caballero, M.Sc., PhD.

Introducción

En la actualidad los residuos sólidos generados por las grandes ciudades han ocasionado una emergencia ambiental, debido a la mala disposición de los desechos, las cifras muestran que hasta el 2015 se generaron aproximadamente 6.300 millones de toneladas de residuos de plásticos, de los cuales 9% fue reciclado, 12% incinerado y el 79% acumulado en vertederos o entornos ambientales. Siguiendo esta tendencia para el año 2050 habrá aproximadamente 12.000 millones de toneladas de basura plástica en vertederos o medios ambientales (Mundo, 2017). El tiempo de biodegradación varía según el tipo de plástico, el vaso de polietileno es de 50 años y la botella de plástico es de 450 años (Grant, 2017).

Actualmente Colombia presenta una problemática referente a la capacidad de los rellenos sanitarios en ciudades como Bucaramanga, Armenia, Manizales y Neiva (Bejarano, 2016). El caso más alarmante se presenta en la ciudad de Bucaramanga, donde se muestra que por cada individuo la cantidad de residuos generados es de 366 kg/año, siendo la media nacional de 219 kg/año (E, 2016). La tasa de generación de residuos es aproximadamente 1.000 toneladas de basura al día (J., 2018)

Es necesario investigar alternativas con el fin de mitigar el impacto ambiental ocasionado por la disposición final de estos residuos, una de las alternativas es la producción de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos.

El ingeniero químico está en capacidad de realizar análisis, administración, dirección, supervisión y control de procesos, en los cuales se efectúan cambios físicos, químicos y bioquímicos para transformar materias primas en productos elaborados o semielaborados.

El presente proyecto busca, con ayuda del PND y el pacto global red Colombia de la ONU, que tienen como fin incentivar el desarrollo de proyectos para mejorar la problemática ambiental e impulsar el emprendimiento de forma legal, dar una solución al impacto que se está generando por los residuos orgánicos y la mala disposición final del plástico convencional, mediante el estudio de factibilidad de un proyecto de producción industrial de plástico biodegradable a partir del uso cáscara de papa.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Elaborar un plan de negocio para la creación de una empresa productora y comercializadora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados en los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga.

1.2 Objetivos específicos

Analizar el micro y macro entorno por medio de las cinco fuerzas de PORTER y de PESTEL, con el fin de conocer las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades del negocio.

Identificar el entorno de desarrollo de la empresa mediante la realización del estudio de mercados y elaborar con base en este elaborar el estudio técnico y ambiental.

Elaborar un estudio y evaluación financiera a través del análisis de los indicadores TIR y VPN.

Elaborar un prototipo de laboratorio de plástico biodegradable con el fin realizar pruebas como elasticidad, dureza y flexibilidad.

2. Estado del arte

El análisis del estado del arte se abordó en base a dos temas, recopilación de investigaciones sobre la producción de plásticos biodegradables y empresas que han realizado la producción industrial de plástico biodegradable en diferentes productos de uso diario.

La transformación de residuos orgánicos en plásticos biodegradables ha sido ampliamente estudiada a través de los años, ya que ésta problemática se hace cada vez mayor; Tsanga et al. (2019) aseguran que las tecnologías actuales para la producción de bioplásticos (PHAs), además del estudio de los pretratamientos para mejorar la producción de dicho plástico; Pizá, Rolando, Ramirez, Villanueva, y Zapata (2017) evaluaron el uso de cáscara de plátano como materia prima para la producción de bioplástico, obteniendo un prototipo de plato biodegradable elaborado a partir del almidón de la cáscara; Cardona (2019) estudió la producción de bioplásticos usando el almidón de la papa, obteniendo un producto con un peso de $0,41 \text{ g/cm}^3$ con una resistencia mecánica de 4,1 Mpa y una dureza de 71,2.

La primera empresa productora y comercializadora de líneas de plástico biodegradables en Colombia son GreenPack, en colaboración con BASF empresa española, que han innovado en el uso de Ecovio® plástico compuesto por ecoflex® (polímero) y ácido poliláctico (PLA), obtenido a partir residuos de maíz. Los productos fabricados con esta materia prima pueden desaparecer, en condiciones de compostaje, en hasta 90 días (BASF, 2017).

3. Fuerzas de Porter y análisis Pestel.

Tabla 1.
Fuerzas de Porter

Fuerza 1. Rivalidad entre competidores.
<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la industria. (Baja): Actualmente esta área se encuentra en crecimiento, debido a que son muy pocas las empresas dedicadas a la producción del plástico biodegradable, se estima que para el 2020 se superaran los 500 millones de toneladas anuales de plástico convencional en el mundo, lo que significa que, en relación a el plástico biodegradable, es muy baja la tasa de producción. • Concentración y equilibrio de competidores (medio): El mercado del plástico biodegradable es muy amplio, debido a que son muy pocas las empresas que se dedican a la producción de este, por lo tanto, se permite el ingreso a muchos competidores. • Grado de Diferenciación del Producto (medio): Es un producto nuevo, se encuentra en desarrollo y es una alternativa con buenas expectativas, debido a que no afecta el medio ambiente y reduce en gran parte de los residuos orgánicos.
Fuerza 2. Amenaza de nuevos competidores.
<p>Barreras de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de marcas (Alto): debido a que es un mercado nuevo, es muy importante el nombre y la marca de la empresa, debe ser llamativo y que le genere mucha confianza al cliente. • Acceso a canales de distribución (medio): será una venta directa con todas las empresas que disponen del plástico biodegradable para la producción de productos (Empaques, bolsas, botellas, vasos, platos, cubiertos, etc.) también se contará con una página web y redes sociales para facilitar el contacto con el cliente. • Requerimiento de capital (alto): Para un empresario que quiera comprar acciones o asociarse a la empresa, el capital requerido es un factor importante, la inversión de la maquinaria para la producción del plástico biodegradable es elevada. <p>Barrera de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de salida (bajo): se tendrá solo el costo que implica la disposición final de los residuos en la producción del plástico.
Fuerza 3. Poder de los proveedores.
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de Sustitutos para los Productos de los Proveedores (Alta): la materia prima es bastante alta, por lo tanto, no se tendrá inconveniente con los proveedores, para eso se dispondrá de todos los restaurantes que se encuentran en la ciudad de Bucaramanga. Existe la posibilidad con cualquier proveedor que disponga de residuos orgánicos de papa. • Costo de cambio (Baja): El hecho de llegar a cambiar de proveedor, no afectará a la empresa, puesto que no se genera un costo elevado en la materia prima. • Impacto de insumos (Alta): Aplicará a la compra de los insumos, los cuales son glicerina y ácido acético, la cual se hará con proveedores fijos
Fuerza 4. Amenazas de los sustitutos.
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de Sustitutos Cercanos (alto): Los sustitutos serian todos los diferentes plásticos convencionales que se mueven en el mercado, actualmente se produce mucho más, al darle el mismo uso y cumplir las mismas funciones que el plástico biodegradable, la gran diferencia está en el impacto generado al medio ambiente. • Costos de Cambio para los Usuarios (alto): Sera un cambio un poco drástico para los usuarios, teniendo en cuenta que es un poco más costosa la producción del plástico biodegradable, por lo tanto, se hará enfoque en que el precio de venta no sea tan elevado en comparación al plástico convencional, todo se basa en concientizar a las personas del cuidado que merece el medio ambiente al cambiar este plástico por uno biodegradable.
Fuerza 5. Poder de negociación de los consumidores
<ul style="list-style-type: none"> • Número de compradores significativos (ALTO): La lista de clientes es bastante extensa, se encuentran todas las productoras de botellas, bolsas, y productos desechables que deseen emprender con una nueva alternativa, como el plástico biodegradable, nos enfocaremos en vender directamente el cuero de plástico. • Disponibilidad de Sustitutos (BAJO): existen muchos sustitutos que puedan reemplazar este producto, se encuentran todas las empresas productoras de plástico convencional, respecto al plástico biodegradable, hay diversas formas de producirlo. • Costos de Cambio del Comprador (ALTO): Este costo es un poco más alto debido a la producción del plástico biodegradable, los seres humanos debemos ser conscientes del bienestar que le estamos generando al medio ambiente al momento de adquirir estos productos, en cambio el plástico convencional demora años para poder llegar a su descomposición.

Tabla 2.
Cuadro de análisis de PESTEL.

	Factor	Concepto	Impacto
Político	Tratados internacionales	Tratado comercial con los países de centro América para exportar nuestro producto e importar insumos	Muy positivo
	Elección de presidente	Plan de desarrollo nacional	Indiferente
	Leyes	Ley de Emprendimiento Juvenil	Positivo
Económico	Mercado de divisas	Pérdida de valor de la moneda frente al aumento del dólar	Muy negativo
	Tasa de inflación nacional	Aumento de la inflación, disminuyendo el poder adquisitivo	Negativo
	Aumento del comercio internacional	Debido al mayor número de relaciones comerciales con todo el continente, el mercado se extiende	Positivo
Social	Consumo a conciencia	Como tendencia verde a nivel nacional y mundial. Comprando productos amigables con el medio ambiente	Muy positivo
Tecnológico	Incentivo al desarrollo tecnológico	Participación de concurso internacionales	Indiferente
Ecológico	Desafíos ambientales	Desafíos con el fin de preservar la fauna y flora	Indiferente
	Leyes a beneficio del ambiente	Normas medioambientales, legislación tributaria con el Art. 512-15. Pretenden prohibir el plástico de un solo uso e incentivar el plástico biodegradable.	Muy positivo
Legal	Ley 344 de 1996	Normas correspondientes a la creación de empresas que permite el acceso a los recursos para proyectos de incubadoras asociadas al Sena.	Muy positivo

4. Metodología

Para llevar a cabo la metodología del Plan de negocio se tendrá en cuenta los siguientes aspectos, el modelo CANVAS, la realización del plan de negocios el cual se llevará a cabo usando la metodología del Sena – Fondo emprender, debido a que proporciona buenas herramientas, y a su vez brinda la posibilidad de participar en diferentes actividades de emprendimiento relacionadas con el Sena, y finalmente cómo fueron llevadas a cabo las pruebas de producción y del prototipo.

4.1 Modelo CANVAS

Es una herramienta de análisis donde quedan reflejadas las debilidades y fortalezas de un negocio, también se encarga de mostrar una imagen global de este de manera rápida y sencilla, gracias a este modelo se puede ver reflejado el éxito que puede llegar a tener dicha empresa.

4.1.1 Segmento de clientes. Los clientes serán todas las empresas encargadas de producir productos derivados del plástico, las empresas objetivo serán las productoras de empaques.

4.1.2 Propuesta de valor. La empresa se encargará de producir plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos, aportando una solución amigable con el medio ambiente, ya que se toma como materia prima una cierta cantidad de residuos orgánicos generado por los restaurantes.

4.1.3 Canales. Los canales de comunicación serán promoción a través de redes sociales, contactos por la página web, números de la empresa y de forma personal. En lo referente a los canales de distribución, la empresa se encargará de hacer llegar el producto por medio de transporte especial, el cual será provisto por la empresa.

4.1.4 Relación con clientes. La empresa contará con una atención personalizada, garantizando una relación directa con los clientes, se tendrán diferentes promociones como descuentos por volumen de compra, y bonos de fidelización.

4.1.5 Flujo de ingresos. La empresa contará con medios de pago accesibles y diversos, siempre buscando la facilidad y la comodidad de los clientes, los cuales serán pagos digitales (crédito o débito), efectivo y cheques; Además, el sistema de pagos se manejará por pedidos o pagos a contra entrega.

4.1.6 Recursos claves. Los recursos claves manejados por la empresa serán la materia prima, maquinaria especializada para llevar a cabo la producción del plástico, personal clasificado y capital económico para la puesta en marcha.

4.1.7 Actividades claves. Se prestará especial atención en la verificación del estado de la materia prima, la realización de pruebas de resistencia al producto final, control de calidad del producto final, concientización y acompañamiento a los clientes sobre la importancia del uso de plásticos biodegradables por encima de los convencionales.

4.1.8 Asociaciones claves. Restaurantes proveedores de la materia prima, fondo emprendedor del Sena, apoyos en programas ambientales en busca de financiación, alianzas con inversionistas y búsqueda de socios solidarios.

4.1.9 Estructura de costos. Salario a los empleados, operarios y cuerpo administrativo, arrendamiento del lugar de establecimiento de la empresa, servicios públicos generados por la empresa, diseño y mantenimiento de los equipos, productos de aseo y limpieza.

4.2 Plan de negocios del fondo emprendedor Sena.

Es una herramienta del Gobierno Nacional que ofrece ayuda para financiar proyectos empresariales provenientes de aprendices, practicantes universitarios (que se encuentren en el último año de la carrera profesional) o profesionales que no superen dos años de haber recibido

su primer título profesional. En la Figura 1 se muestran el esquema a seguir para la realización del proyecto.

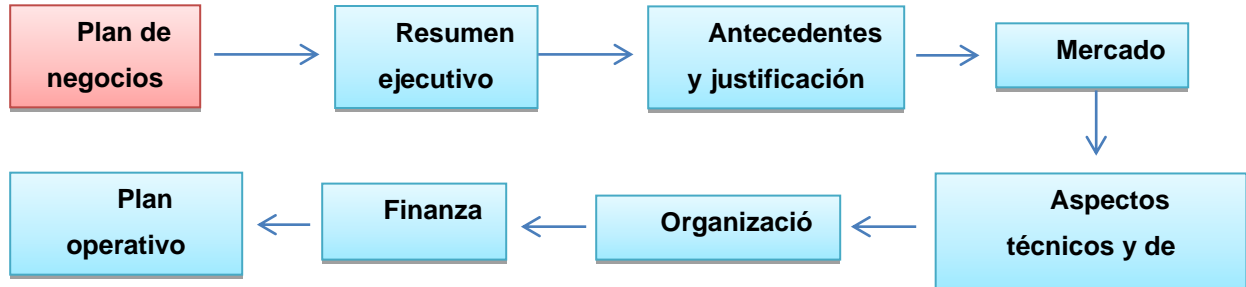


Figura 1. Esquema plan de negocios fondo emprender SENA.

5. Estudio de mercado

El objetivo de este estudio es conocer la reacción del mercado ante los movimientos de la oferta y la demanda, la presencia de proveedores, así como establecer la dinámica del mercado y las posibles competencias en el sector de interés ante un producto o servicio. En este se analizará la segmentación del mercado al que va dirigido, la investigación del mercado, el análisis de mercado actual.

5.1 Producto y sus características.

La empresa producirá plástico a partir de residuos orgánicos (cáscara de papa), en la Figura 2 se muestra el porcentaje de degradación de algunos plásticos al transcurrir cierto número de días, donde se evidencia que los bioplásticos producidos con almidón (el cual será producido por la empresa), presentan una biodegradabilidad del 80% transcurridos 120 días, evidenciando una mayor degradación que los plásticos convencionales (Ecoembes, 2009); Además, son menos tóxicos y no son perjudiciales para la salud (Conn, 2014).

Este producto presenta una buena alternativa de reemplazo para el poliestireno, el cual es altamente contaminante, además, sus propiedades lo hacen ideal para la fabricación de envases de alimentos, botellas, cubiertos y vajillas desechables (Wagner, 2014).

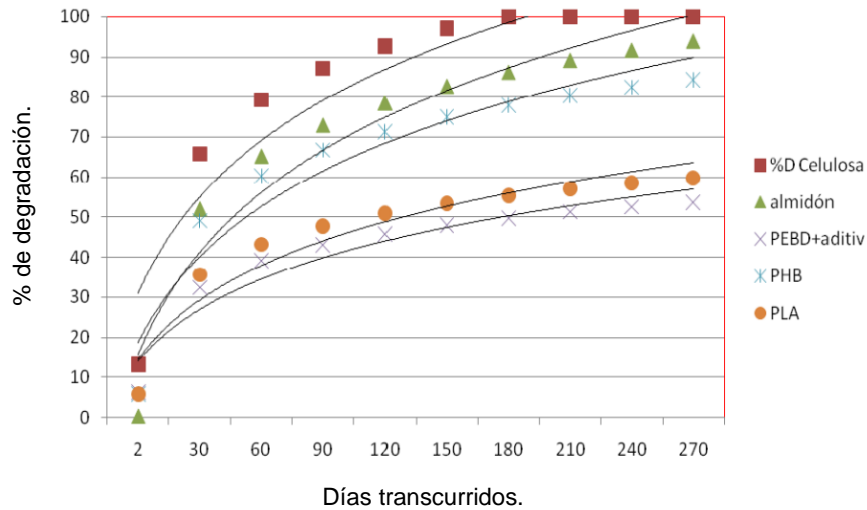


Figura 2. Curvas de biodegradación de algunos plásticos estudiados. Adaptado de (Conn, 2014)

Gracias al proceso de elaboración de este plástico se puede ahorrar recursos tan importantes como el combustible fósil (petróleos) el cual produce un plástico PET generando negativamente un mayor impacto ambiental.

5.2 Sector económico.

El sector económico donde se moverá la actividad de la empresa será en el sector industrial de transformación, debido a que comprende actividades económicas en Colombia relacionadas con la transformación de materias primas básicas en productos elaborados, este sector presenta una alta movilidad en el mercado de valor ya que gran número de empresas colombianas forman parte de éste. En resumen, la empresa se desarrollará en el sector secundario de la economía.

5.3 Análisis de demanda y oferta.

Para realizar análisis de demanda y oferta se utilizaron datos secundarios obtenidos de encuestas realizadas por Procolombia, donde se pudo encontrar toda la información sobre importaciones y exportaciones que se realizan en Colombia con relación al plástico. Estos datos históricos sirvieron como base para realizar estudios estadísticos, con los que se cuantificaron los datos históricos de la oferta y demanda en el país, datos que permitieron realizar las proyecciones necesarias para estimar la demanda de estos productos en el país y así determinar la factibilidad del producto.

5.4 Análisis de la demanda.

La industria del plástico en Colombia ha presentado un crecimiento considerable en los últimos 10 años, presentando un aumento en las unidades vendidas de aproximadamente 1% cada año, visto de otra manera cada año aumentan las ventas en 229 millones de unidades (Procolombia, 2014). En la Figura 3 se observa el número de unidades vendidas a través de los años en Colombia, donde se evidencia que el mayor volumen de ventas se sitúa en los empaques flexibles (bolsas), representando un volumen de ventas de aproximadamente 77%.

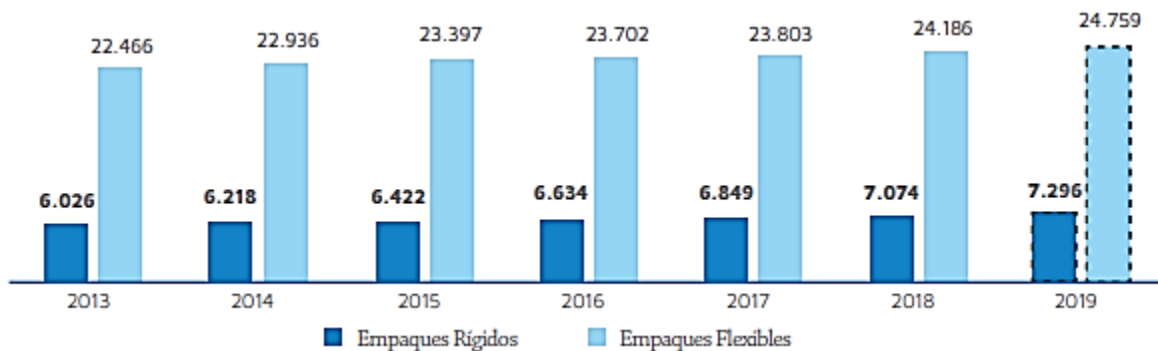


Figura 3. Ventas de empaques plásticos en Colombia entre los 2013 y 2019. Adaptado de (Procolombia, 2014)

Para facilitar el cálculo de la capacidad de la planta, entre otros dimensionamientos se tomó como base que 1 empaque de plástico con capacidad de 1000 g pesa aproximadamente 50 g (Rodríguez, 2013). Teniendo en cuenta esta relación se calcularon las toneladas de empaques plásticos demandadas por año en Colombia, cabe resaltar que los datos calculados fueron utilizados para la determinación de la demanda insatisfecha, de la cual la empresa tomará un porcentaje de participación, el cual será calculado más adelante.

5.5 Clientes potenciales.

En la Tabla 3 se muestran algunas de las empresas productoras de empaques de plástico en el país, las cuales podrían ser clientes potenciales a la hora de distribuir el plástico biodegradable a nivel nacional, además se muestran sus datos de contacto y ubicación.

Tabla 3.
Empresas productoras de empaques plásticos en Colombia.

Empresa	Ubicación	Tipos de productos	contacto s
Cajas & empaques de Colombia	Cl. 1b #53-04, Medellín	Empaques	0344440 104
Empaques industriales de Colombia S.A.S.	Calle 22D #120-19, Bogotá	Empaques	3151692 56
Empaques transparentes S.A.	Carrera 67 #40-107, Barranquilla, Atlántico	Empaques	5 3442760
Greenpack S.A.S.	Carrera 5 este #20-69, Bodega #6, Mosquera, Cundinamarca	Empaques	1 8932631
Padiplast S.A.S.	Calle 162 #16a-57, Bogotá	Empaques	1 6724732
Plasticés LTDA.	Calle 62a #55a-32, Medellín	Empaques	4 4445076
Tibaiomi distribuciones S.A.S.	Calle 35 Sur #68m-20, Bogotá, Cundinamarca	Empaques	1 2300254
Tipalma S.A.S.	Calle 100 Sur #49-95, Bg 31 Piso 2, La Estrella, Antioquia	Empaques	4 4449477
Empaques Cárdenas SAS	AV quebrada seca 19 41, Bucaramanga Santander	Empaques	3176591 778
Polietilenos del valle S.A.	Calle 26 10 09, Cali, Valle	Empaques	2

			4434502
Polipack S.A.S.	Calle 100 14 63, Bogota	Empaques	1 6165013
Sifer S.A.	Calle 13 25 44, Bogota	Empaques	1 2010155
Empaques plásticos j h LTDA	Calle 51 49 72, Bello Antioquia	Empaques	4 4449550
Empaques plásticos pimienta valencia LTDA	Carrera 17 f 59 51 ricaurte, Bucaramanga	Empaques	7 6443042
Universal de empaques plásticos flexibles S.A.S.	Carrera 54 a 3 60, Barranquilla	Empaques	3008063 316
Americana de plásticos y empaques S.A.S.	Carrera 26 51 84, Bogota	Empaques	1 7019597
Sitoplas empaques plásticos LTDA	Calle 47 46 40 lo in, Barranquilla	Empaques	5 3511673
Comercializadora de empaques plásticos termoformados LTDA	Carrera 41 d 204 a 14, Floridablanca Santander	Empaques	7 6486441
Diseños y empaques plásticos LTDA	Carrera 57 58 16, Medellín	Empaques	4 5126469
Empresa manufacturera de empaques plásticos S.A.S.	Carretera troncal de occidente kilómetro 1.950 Funza Cundinamarca	Empaques	1 8237515

5.6 Análisis de la oferta.

En la Tabla 4 se muestra el estimado de producción de resinas plásticas en Colombia, se puede evidenciar que el sector presentó un aumento en la producción del 1,6% respecto al 2013, registrándose en el año 2018 una producción de 1'230.000 toneladas de resina

Además, en la Figura 4 se muestran los porcentajes de participación de los sectores de consumo de resinas de plástico en Colombia, donde se evidencia que el sector de los envases para productos alimenticios ocupa un 56% del total de resina producidas en el país.

Tabla 4.

Cantidad de resina plástica producida en Colombia en toneladas.

Años	Oferta (Ton)

2013	1'210.000
2014	1'220.000
2015	1'230.000
2016	1'240.000
2017	1'240.000
2018	1'230.000

Nota: Resinas plásticas producidas por Colombia en toneladas, Adaptado de (Cortes, 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

Figura 4. Principales sectores de consumo de resinas de plástico en Colombia. Adaptado de (Mundo, 2017)

5.7 Competidores potenciales.

Para un óptimo análisis de mercado hay que tener en cuenta con quien se compite, como son las diferentes empresas que ofrecen el mismo producto o con características similares, se realizó una búsqueda y se encontró algunos de los principales productores de resinas plásticas en Colombia, las cuales son usadas como materia prima para la producción de envases, los datos se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5.

Empresas productoras de plásticos biodegradables en Colombia.

Empresa	Tamaño	Tipo de producto	Dirección	Contacto
Refalplásticos S.A.S.	Mediana empresa	Plásticos primarios	Transv 39A No. 20A - 54 Bogotá - Colombia	(1) 268 2528
Fábrica De Polietileno	Pequeña empresa	Productos plásticos (PE)	Calle 140 13 51 int 8 Bogotá - Colombia	(1)2588886

Todoplastico Ltda				
Pipetech	Pequeña empresa	Productos plásticos (PVC)	Calle 35 70 b 30 sur Bogotá - Colombia	(1)4759356
Empaques cardenas S.A.S.	Pequeña empresa	Empaques biodegradables	Avenida quebradaseca 19 41, Bucaramanga, Santander.	3176591778
Jaerplast	Mediana empresa	Rollos de polietileno (Bolsas)	Cra. 14 #37-57, Bucaramanga, Santander	(7)6802290
Plásticos Salfer	Pequeña empresa	Empaques biodegradables	Cl 22 21 - 10; Bogotá	(1)3682607
Romeflex S.A.S.	Pequeña empresa	Bolsas biodegradables	Cr72 Mbis 37 A-25 S, Bogotá - Distrito Capital	(1) 2642141
Quimicoplasticos	Mediana empresa	Resinas plásticas	Cl 48C Sur 43A -2 91Envigado, Antioquia Colombia	44443560
Giovaplast	Pequeña empresa	Plásticos primarios	CARRERA 53 C 128 B 39 Bogotá	(1)5225030
Plastifergo S.A.S.	Pequeña empresa	Creación de moldes	Cra. 66a ## 12a - 62, Bogotá	305 454 2371

5.8 Importaciones y exportaciones de plástico.

Tomando como referencia las importaciones de plásticos en forma primaria, se recopilaron las cantidades de este producto importadas por Colombia en los últimos 6 años, así como se evidencia en la Tabla 6, donde se registra un aumento de la cantidad importada, esto representa un aumento en la cantidad demandada por el país, es decir, las empresas productoras de plástico primario no suplen la totalidad de la demanda.

Adicionalmente se puede constatar que la industria está importando al país plástico principalmente de Estados Unidos, acaparando un mercado de más de 600 millones de dólares anuales (TradeMap, 2018).

Tabla 6.
Importaciones de plástico primario en Colombia.

Año	Toneladas de plástico importadas
2013	343.905

2014	371.571
2015	395.958
2016	405.398
2017	373.657
2018	438.987

Nota: Toneladas de plástico importadas. Adaptado de (TradeMap, 2018)

Por otra parte, la dinámica de las exportaciones se comportó de manera muy variable respecto a cada año, tal y como se muestra en la Tabla 7, comparando ambas tablas se evidencia que existe un déficit en la producción de plásticos primarios en Colombia, ya que la cantidad importada es mucho mayor a la exportada.

Cabe resaltar que los datos están dados para plásticos producidos con derivados del petróleo, debido a que la industria de los bioplásticos es relativamente nueva en el país, por lo tanto, los datos obtenidos dan una visión aproximada a la dinámica que tendría este producto a nivel internacional.

Tabla 7.

Exportaciones de plástico primario en Colombia.

Año	Toneladas de plástico exportadas
2013	12.281
2014	8.586
2015	8.678
2016	16.312
2017	12.055
2018	7.630

Nota: Toneladas de plástico exportadas. Adaptado de (Map, 2018)

5.9 Análisis de la demanda insatisfecha.

En la Tabla 8 se muestra que el consumo de empaques de plástico en Colombia ha tenido un aumento considerable en los últimos años, presentando un crecimiento de aproximadamente 2% anual, presentando un consumo de más de 30 millones de empaques plásticos en el año 2018;

Además, Acoplasticos reporta que el consumo per cápita de plásticos en Colombia es de 27,4 kg según lo reportado por el DANE (ACOPLASTICOS, 2019).

Tabla 8.

Consumo de empaques de plástico en Colombia.

Años	Demanda (unidades)
2013	28.496'000.000
2014	29.154'000.000
2015	29.819'000.000
2016	30.336'000.000
2017	30.652'000.000
2018	31.260'000.000

Nota: Demanda de plástico en Colombia. Adaptado de (ACOPLASTICOS, 2019)

Teniendo en cuenta la anterior tabla y los datos de oferta, importaciones y exportaciones obtenidos, se construyó la Tabla 9, donde se observa que la demanda insatisfecha histórica en Colombia aumenta con los años, esto puede ser debido al aumento de la industria de alimentos procesados y empacados (Procolombia, 2014).

Tabla 9.

Estimación de la demanda insatisfecha histórica de resinas de plástico en Colombia.

Años	Demanda (unidades)	Demanda (Ton)	Oferta (Ton)	Importaciones (Ton)	Exportaciones (Ton)	Demanda Insatisfecha (Ton)
2013	28.496'000.000	1'424.800	1'210.000	343.905	12.281	214.800
2014	29.154'000.000	1'457.700	1'220.000	371.571	8.586	237.700
2015	29.819'000.000	1'490.950	1'230.000	395.958	8.678	260.950
2016	30.336'000.000	1'516.800	1'240.000	405.398	16.312	276.800

2017	30.652'000. 000	1'532.600	1'240.00 0	373.657	12.055	292.600
2018	31.260'000. 000	1'563.000	1'230.00 0	438.987	7.630	333.000

Sin embargo, este elevado consumo representa una limitante para el desarrollo del producto, ya que la cultura del consumo y la contaminación del plástico convencional es cada vez más elevada en la población, por otra parte, la producción de bioplásticos se hace cada vez más atractivas a nivel mundial, debido a la acelerada disminución de las fuentes de petróleo y al alto impacto contaminante de los plásticos convencionales y su aporte al efecto invernadero (Thielen, 2017).

Con base en lo anterior, y que en el año 2017 la producción de bioplásticos representó solo el 1,3% de la producción mundial (Thielen, 2017), se consideró la participación de la empresa en el mercado nacional, esto con el fin de identificar la porción de demanda insatisfecha real que entraría a suplir la empresa durante su tiempo de vida.

5.10 Participación de la empresa en el mercado nacional.

La participación en el mercado se define como el porcentaje de un producto vendido por una empresa en relación a las ventas totales de productos similares de otras compañías que comparten la misma categoría en este mercado. Para medir la participación que tiene el plástico en el mercado se tomó como base la información de la Tabla 10, donde se tomará el porcentaje de participación de la empresa teniendo en cuenta el tamaño y el número de los competidores y la similitud entre los productos comercializados.

Teniendo en cuenta la información presentada en la Tabla 5 y la recopilada de la Tabla 10, se determinó que el porcentaje de participación potencial de la empresa estaría entre el 20% - 30%,

sin embargo, la industria de los bioplásticos no representa el total de producción en el país, ya que a nivel de Latinoamérica representó un 10% de la producción mundial de bioplástico, siendo Brasil, Argentina, Chile y Colombia los principales productores (European Bioplastics, 2017), asumiendo que la participación de Colombia en el mercado mundial de los bioplásticos es del 2% los límites de participación de la empresa serían 0,4% - 0,6%, teniendo en cuenta las proporciones de las cifras. Finalmente, se establece que la participación real de la empresa en el mercado nacional de los bioplásticos será del 0,1% de la demanda insatisfecha, esto teniendo en cuenta que la materia prima no se genera en grandes cantidades y que la empresa inicialmente centrará sus funciones en el departamento de Santander; Siendo que, la demanda insatisfecha correspondería a 390 Ton/año.

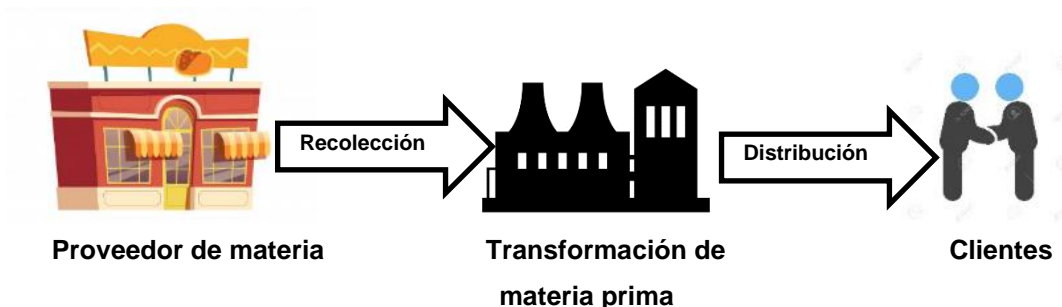
Tabla 10.
Porcentaje de participación de una empresa.

	¿Qué tan grandes son tus competidores?	¿Qué tantos competidores tienes?	¿Qué tan similares son sus productos a los tuyos?	¿Cuál parece ser su porcentaje?
1	Grandes	Muchos	Similares	0-0.5%
2	Grandes	Algunos	Similares	0-0.5%
3	Grandes	Uno	Similares	0.5%-5%
4	Grandes	Muchos	Diferentes	0.5%-5%
5	Grandes	Algunos	Diferentes	0.5%-5%
6	Grandes	Uno	Diferentes	10%-15%
7	Pequeños	Muchos	Similares	5%-10%
8	Pequeños	Algunos	Similares	10%-15%
9	Pequeños	Muchos	Diferentes	10%-15%
10	Pequeños	Algunos	Diferentes	20%-30%
11	Pequeños	Uno	Similares	30%-50%
12	Pequeños	Uno	Diferentes	40%-80%
13	Sin competencia	Sin competencia	Sin competencia	80%-100%

Nota: Tabla de participación de mercado, Adaptado como Figura de (Entrepreneur, 2011)

5.11 Plan comercialización del producto.

Se realizará la venta del producto de forma directa por medio de profesionales que asesorarán a los clientes al momento de comprar, además, de ofrecer descuentos por volumen de compra y bonos de fidelización. Donde se contratarán por terceros una flota de vehículos para de esta



forma distribuir y hacer llegar el producto.

Figura 5. Plan de comercialización

El precio será fijado teniendo en cuenta el costo de materias primas para producir la resina, el precio actual en el mercado y el margen de ganancias. Finalmente, la empresa dispondrá de un presupuesto para todo lo referente a publicidad en medios locales, con el fin de dar a conocer el producto.

5.12 Tendencias.

Entre las tendencias identificadas se encuentran el estado del entorno comercial del reciclaje de plásticos, la mayor demanda de polímeros a partir de materiales naturales y la introducción de nuevas tecnologías.

Un nuevo informe de mercado de Smithers Pira, estima que los bioplásticos para aplicaciones de empaque crecerán a una tasa promedio anual del 16,2%, duplicando el valor del mercado a US 8.800 millones en 2024 (Mohan y Marie, 2019).

European Bioplastics en su último informe prevé un crecimiento del mercado mundial de los bioplásticos de un 25% en los próximos 5 años, además, cada vez se hace mayor el interés mundial en los productos sostenibles y se evidencia un creciente apoyo de la economía a los proyectos que incluyan estas alternativas biotecnológicas (Redacción Interempresas, 2019).

La organización ecologista alerta de que al ritmo actual la producción de plástico se cuadruplicará para 2050. China es el principal fabricante, seguido de Europa, Norteamérica y Asia. Y solo el 9% de estos residuos acaban siendo reciclados. Con estas cifras los ciudadanos son cada vez más conscientes de este grave problema. Y empresas y gobiernos han comenzado a aplicar algunas prohibiciones relacionadas con su uso, tales empresas como WeWork, La cadena de supermercados de Holanda llamada Ekoplaza, La marca de cerveza Estrella Damm, los suscriptores de National Geographic en España, Ikea, La compañía tecnológica Dell, Starbucks Argentina, etc. (Ingrassia, 2019).

6. Estudio técnico

El estudio técnico permite identificar las diferentes opciones tecnológicas que se requieren para la ejecución del proyecto y así evaluar la factibilidad técnica. En el análisis se identifica; la maquinaria, los equipos, las materias primas, insumos, los procesos y las instalaciones necesarias.

6.1 Materia prima y proveedores.

La materia prima es el recurso más importante para las empresas de transformación, debido a que en función de ésta la empresa basa toda su estructura productiva. Para el caso de la empresa

se utilizará la cáscara de la papa negra común (*Solanum tuberosum*), la cual será obtenida de los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga – Colombia.

La papa se caracteriza por sus altas cantidades de almidón, en la Tabla 11 se muestran las composiciones bromatológicas de la papa y la cáscara de papa, donde se evidencia que la cantidad de almidón en la papa es 13 veces mayor que en la cáscara, lo que hace que sea considerada como un residuo sin valor, sin embargo, la cáscara de papa seca y molida constituye un producto con altas cantidades de almidón y fibra (Valverde y Lezama, 2017). Adicionalmente la cáscara conforma alrededor del 2% p/p de la totalidad de la papa, lo que genera grandes cantidades de desperdicios en las industrias, negocios de comida y en el hogar (Silva, Jiménez, y Guerra, 2019).

Tabla 11.

Características fisicoquímicas de la papa y la cáscara de papa.

	Papa fresca (Obregón & Repo, 2013)	Cáscara de papa (Valverde & Lezama, 2017)
%Agua	77,02	85,06*
%Cenizas	0,87	6,34*
%Fibra cruda	0,34	6,83*
%Almidón	17,5	1,3*
%Proteínas totales	2,30	8*

Nota: *Peso seco

Por otra parte, la empresa se proveerá de dicha materia prima principalmente de los residuos producidos por los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga, generando con esto un ingreso adicional a estos establecimiento y a su vez ayudando con el problema de disposición final de estos residuos; Sin embargo, no se puede garantizar que estos establecimientos generen la cantidad de materia prima necesaria para cumplir las expectativas de producción, por lo tanto, se tendrá como alternativa adicional las empresas productoras de frituras de papa y las plazas de mercado de la ciudad.

Para garantizar que el producto se encuentre en las condiciones adecuadas, se optará por dos alternativas, una es el uso y la recolección diaria de la materia prima, esto con el fin de operar los lotes de producción con cáscara de papa fresca, la otra alternativa a utilizar es secar la cascara al sol y almacenarla ya seca, con el fin de asegurar la estabilidad de la materia prima y evitar complicaciones en el proceso de producción.

6.2 Capacidad de la planta.

Para conocer la capacidad instalada de la planta se decidió usar el método de proyecciones hasta el 2029, fijando el horizonte del proyecto a 10 años. Las proyecciones se realizaron con base a la demanda insatisfecha histórica presentada en la Tabla 9, los datos se graficaron y se obtuvo una ecuación que describía el comportamiento lineal de la demanda. En la Figura 6 se muestra la tendencia de la demanda insatisfecha, se observa que describe un comportamiento lineal regido por la ecuación que se observa en dicha gráfica, siguiendo la ecuación se calculó la demanda insatisfecha para los años de ejecución del proyecto mostrados en la Tabla 12. Finalmente se calculó el promedio de la demanda insatisfecha de todos los años y se multiplicó por el porcentaje de participación de la empresa en el mercado (el cual es 0,1%), obteniéndose un valor de capacidad instalada de 390 toneladas/año de resina de bioplástico aproximadamente.

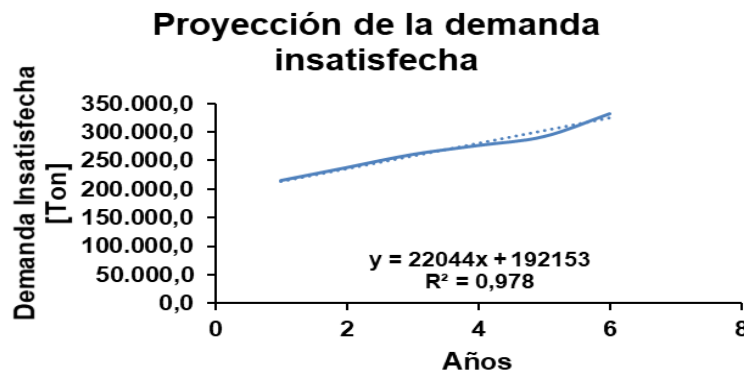


Figura 6. Proyección de la demanda insatisfecha.

Tabla 12.
Proyecciones de la demanda insatisfecha a 2029.

Año	Período	Demanda Insatisfecha (Ton)
1	2013	214.800
2	2014	237.700
3	2015	260.950
4	2016	276.800
5	2017	292.600
6	2018	333.000
7	2019	346.461
8	2020	368.505
9	2021	390.549
10	2022	412.593
11	2023	434.637
12	2024	456.681
13	2025	478.725
14	2026	500.769
15	2027	522.813
16	2028	544.857
17	2029	566.901

6.3 Localización de la planta.

La localización de la planta es muy importante para poder determinar el éxito o el fracaso del proyecto. Por consiguiente, al momento de ubicar el proyecto no solo se tienen en cuenta factores económicos, sino también estratégicos. Con el fin de optimizar los procesos de distribución, producción y donde precios y volúmenes de ventas conduzcan a la maximización de beneficios.

6.3.1 Macro localización. La macro localización se refiere a la región del país donde estará ubicada la planta, el proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Bucaramanga – Colombia, teniendo en cuenta la cercanía de los proveedores de la materia prima e insumos, además, la poca

existencia de potenciales competidores, lo que garantizaría que la empresa se desarrolle en un entorno óptimo.

Bucaramanga cuenta con una alta calidad de sus servicios públicos y tienes vías importantes de acceso para la comunicación con toda el área metropolitana, con áreas de comercialización concentradas de consumo masivo y logrando un aumento de su población al igual que su economía.

6.3.2 Micro localización. La micro localización se refiere al sector específico de la ciudad donde se situará la empresa, se tienen en cuenta la disponibilidad de servicios públicos, el costo de éstos, costos de arriendo, características del sector en específico, entre otras.

Para analizar y escoger la ubicación exacta se realizó la matriz micro localización en la que se muestran los factores de interés para la escogencia del sector en específico. Se identificaron 3 lugares ubicados en toda la ciudad y se evaluaron siguiendo la matriz, los datos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13.
Matriz de micro localización de la empresa.

Cuadro comparativo de ubicación de la empresa				
Alternativa		1	2	3
Arriendo (COP)		\$	\$	\$
		10'000.000	5'500.000	4'000.000
Ubicación	Sector	Norte - Centro	Norte - Centro	Norte - Centro
	Barrio	Chapiner o	San Francisco	La Concordia
Datos generales	Área (m2)	880	620	160
	Baños	2	2	3
	Estrato	3	3	6
Características	CCTV	-	-	-
	Portería	Si	-	-
	Parqueaderos/Garaje	-	No	-
	Garaje cubierto	Si	No	Si

exteriores	Vigilancia	-	-	-
	Citófono	-	-	-
	Entrada para vehículo grandes	Si	No	Si
Características interiores	Servicios públicos	Si	Si	Si
	Instalación de gas	-	Si	-
	Alarma contra incendio	-	-	-
	Cableado de red	Si	Si	Si
	Zona administrativa	No	Si	No
	Baños personales	Si	Si	Si
Característica del sector	Cómodas vías de acceso	Si	Si	Si
	Fácil acceso en transporte	Si	Si	Si
	Zona industrial	No	No	No

6.4 Análisis DOFA.

Se realizó un análisis DOFA para tener en cuenta las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que pueda presentar en el proyecto, y de esta forma tener una mejor viabilidad y culminar con éxito, así mismo ayuda a entender el proceso de toma de decisiones en cualquier ambiente, ya que proporciona una visión amplia del escenario, de la situación y de los competidores.

Tabla 14.

Matriz de análisis DOFA.

<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Falta de capital. ● Experiencia en la industria del plástico. ● Tiempo de descomposición de la materia prima. ● Falta de capacitación 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Empresas en el sector de baja calidad ofreciendo productos similares. ● Cambios climáticos que afecten los residuos. ● Bajar el nivel de ganancias. ● Incumplimiento de los proveedores en la entrega de la materia prima.
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Beneficios hacia el medio ambiente. ● Atención personalizada. ● Facilidad al cliente respecto al pago. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Participación en ferias y convenciones. ● Tendencia ambiental y cultural.

- Un plástico biodegradable.
- Disminución de residuos orgánicos.
- Poca competencia en la ciudad.
- Generar oportunidad de empleo.

6.5 Ficha técnica del producto.

En la Figura 7 se muestra la ficha técnica del producto a distribuir por la empresa, la cual fue realizada teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánicas calculadas para el prototipo a nivel de laboratorio.



Figura 7. Ficha técnica de la resina de bioplástico distribuida por la empresa.

6.6 Proceso productivo.

El proceso productivo se tendrá en cuenta el diagrama del proceso de fabricación del prototipo mostrados en el Apéndice A, donde el proceso es más controlado, posteriormente, se realizará el escalamiento del proceso teniendo en cuenta la capacidad instalada de la planta.

6.7 Descripción del proceso productivo.

En esta etapa se describirán cada uno de las operaciones llevadas a cabo para la producción del prototipo del bioplástico a escala de laboratorio, a continuación, se describirán las operaciones y los balances de masa en cada una de las unidades del proceso productivo.

- **Recepción de la materia prima.** Consistió en recolectar las cáscaras de papa de los restaurantes, se recolectaron 460,86 g de cáscaras, las cuales se lavaron con abundante agua y se secaron en un horno convectivo. Una vez secas las cáscaras se pesaron nuevamente, obteniéndose 170,40 g.
- **Molienda de las cáscaras secas.** Las cáscaras se pasaron a un molino de cuchillas, donde se redujo el tamaño de partícula a un polvo fino, este polvo resultante se pesó y se obtuvieron 168,42 g luego de la molienda.
- **Separación del almidón de las cáscaras.** Se realizaron varios lavados con agua al producto molido, con el fin de extraer el almidón y separarlo de los residuos fibrosos de la cáscara, al final se pesó obteniendo 25,7 g de almidón húmedo, el cual fue secado y tamizado obteniendo un peso final de 19,42 g de almidón seco. En total se realizaron 10 lavados utilizando 50 ml de agua en cada uno.
- **Preparación de la solución almidón – agua.** Se mezclaron 4 g de almidón en 40 ml de agua, simultáneamente se realizó una solución de 4 g de fécula de maíz en 40 ml de agua, esto con el fin de aumentar el contenido de almidón para la reacción, cabe resaltar que a escala industrial las cantidades de almidón serán mayores y este insumo adicional puede ser omitido.

Posteriormente, ambas soluciones se mezclaron en un vaso precipitado y se calentaron hasta una temperatura de 45 °C, esto para facilitar la disolución del almidón en el agua.

- **Producción del bioplástico.** En el vaso de precipitado con la solución ya homogénea se agregaron 40 ml de ácido acético cuando la solución estaba a una temperatura de 45 °C, esto con el fin de modificar la estructura química del almidón, ya que el ácido reacciona con los grupos hidroxilos de la macromolécula formando ésteres, los cuales forman cadenas de enlace organizándose en moléculas complejas de poliésteres.

Una vez la solución alcanzó los 55 °C se agregaron 18 ml de glicerina, la cual cumplió la función de actuar como agente dispersante de la gelatina formada en el vaso; Finalmente se llevó la mezcla a una temperatura de 89 °C, punto en el cual la mezcla tiene las condiciones ideales de consistencia y contenido de agua. La reacción que se lleva a cabo en esta etapa se muestra en la Figura 8 donde se observa la reacción entre el almidón y el ácido acético para producir Di – ésteres. Al finalizar la reacción se obtuvieron 119,15 g de almidón modificado.

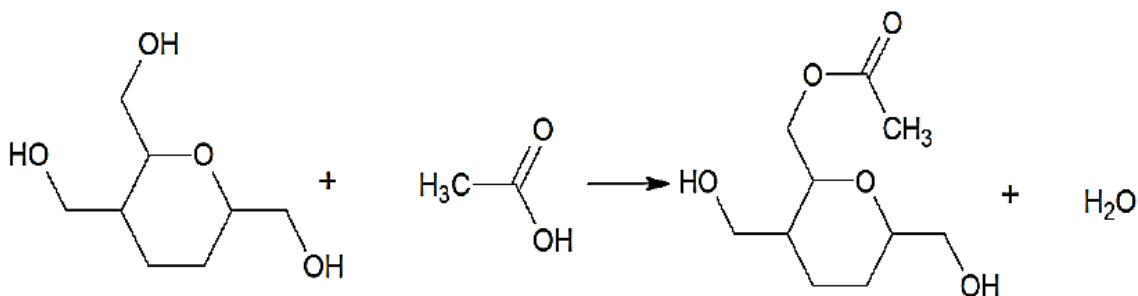


Figura 8. Reacción de acetilación del almidón. Adaptado de (Cardona, 2019)

- **Acondicionamiento de la resina de plástico.** Una vez obtenido el producto final de la reacción se llevó a un horno convectivo a una temperatura de 40 °C durante 24 h, con el fin de obtener un producto con una consistencia aceptable, el peso final de la resina se cuantificó, obteniéndose 54,44 g.

6.8 Balances de masa de las unidades del proceso.

Siguiendo el orden del proceso se realizaron los balances de masa correspondiente a cada una. En el Apéndice B se muestran los balances de masa para el proceso de extracción de almidón, donde se evidencia que se pueden obtener 42,13 g de almidón seco por cada kg de cáscara de papa, de manera adicional la cantidad de agua necesaria para lavar 1 kg de producto molido es de 3 litros aproximadamente

Adicionalmente en el Apéndice C se presentan los balances de masa para la fase de producción de la resina, donde se puede decir que para producir 1 kg de resina de bioplástico seca se necesitan 147 g de almidón seco, 1,5 L de agua, 770 ml de ácido acético y 330 ml de glicerina, adicionalmente, al contrastar las cifras de ambos balances de masa se concluye que para producir 1 kg de resina de bioplástico seca se necesitan aproximadamente 3,5 kg de cáscara de papa fresca.

En conclusión, para producir 1 kg de resina plástica seca, las cantidades de materias primas e insumos que se gastarían para producirlos se resumen en la Tabla 15, estas cantidades serán utilizadas para escalar el proceso para producir 390 Ton al año de resina de bioplástico.

Tabla 15.
Cantidad de insumos necesaria para producir 1 kg de resina de bioplástico seca.

Insumo	Cantidad/kg de resina seca
Cáscara de papa fresca	3,5 kg
Agua	4,5 L
Ácido acético	770 mL
Glicerina	330 mL

6.9 Escalamiento a nivel industrial.

Para realizar la estimación de las cantidades que se necesitarían para producir 390 Ton/año de resina de bioplástico es necesario saber cómo operará la planta, es decir, si la operación se hará

en continuo o en discontinuo y en cuantas jornadas de trabajo, por ello, se decidió operar la planta en proceso discontinuo con una sola jornada de 10 h, trabajando el 95% de los días del año, esto debido a las características del proceso, ya que el reactor opera por lotes de reacción de 3 – 6 horas para este tipo de procesos (Cardona, 2019).

Con base en lo anterior, se determinó que la cantidad producida por la fábrica en su máxima capacidad sería de 1,12 Ton diarias de resina, realizando una relación entre la cantidad diaria a producir y las cantidades necesarias de cada insumo, mostradas en la Tabla 15 se escalaron las cantidades a nivel de producción industrial, los resultados del escalamiento se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16.

Cantidades de insumos necesarios para producir 1,12 Ton/día de resina de bioplástico.

Insumo	Cantidad/Ton de resina seca
Cáscara de papa fresca	3,92 ton
Agua	5,04 m ³
Ácido acético	0,86 m ³
Glicerina	0,37 m ³

6.10 Maquinaria y Equipos.

Se identificaron los equipos principales en cada una de las dos fases de producción, la fase de obtención del almidón y la fase de producción de la resina de bioplástico.

6.10.1 Fase de obtención del almidón. En esta fase se identificaron los equipos mostrados en la Figura 9, se observan 7 equipos principales: un tanque de almacenamiento, un tambor de lavado, una bomba centrífuga, dos hornos de secado, un molino de bolas y un tanque de decantación.

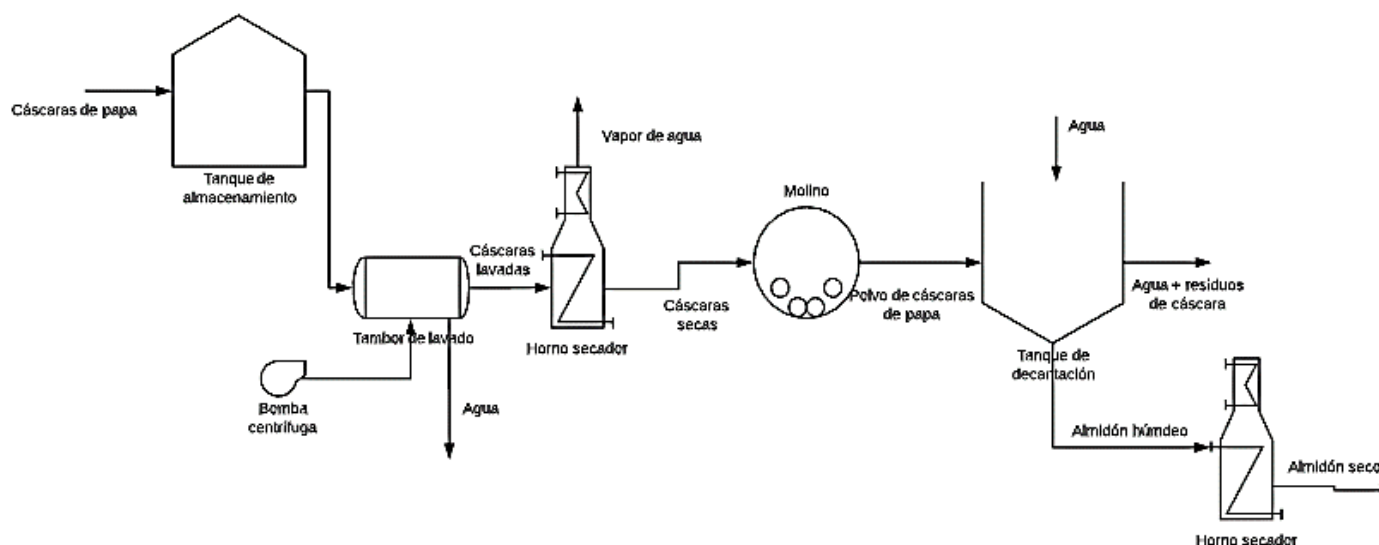


Figura 9. Equipos principales en la fase de obtención del almidón de las cáscaras.

Tanque de almacenamiento. El dimensionamiento del tanque de almacenamiento de la cáscara se realizará teniendo en cuenta la cantidad de cáscara de papa necesaria en un día de producción, y la densidad de la cáscara de papa, la cual fue estimada tomando como base la densidad de una papa común (1.228,45 kg/m³ según (Buitrago, López, Corondo, y Osorio, 2004)) y la relación en peso que representa la cáscara en una papa, que es del 2%, haciendo los cálculos la densidad de la cáscara de papa es aproximadamente 24,569 kg/m³. A continuación se presenta la fórmula para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento:

$$V_{\text{Tanque}} = \frac{m_{\text{cáscaras}}}{\rho_{\text{cáscara}}} \tag{Ec. 1}$$

$$V_{\text{Tanque}} = \frac{3.920 \text{ kg}}{24,569 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V_{\text{Tanque}} = 159,55 \text{ m}^3$$

Horno secador. El dimensionamiento del horno se realizará con base en las ecuaciones de diseño de un horno de bandejas presentadas por (Ortega, Siche, Rodríguez, Arteaga y Seijas,.., 2005), las cuales están dadas en base a la humedad en base seca y a la masa de producto a secar.

➤ **Humedad en base seca:**

$$X = \frac{P_{cH} - P_{cS}}{P_{cS}} = \frac{460,56 \text{ g} - 170,40 \text{ g}}{460,56 \text{ g}} = 0,63 \quad (\text{Ec. 2})$$

➤ **Flujo másico de cáscaras:**

$$m_c = \frac{m}{t} = \frac{3.920 \text{ kg}}{10 \text{ h}} = 392 \text{ kg/h} \quad (\text{Ec. 3})$$

➤ **Volumen del horno:**

$$V [\text{m}^3] = 0,00225m_c + 0,0000986m_c X \quad (\text{Ec. 4})$$

$$V [\text{m}^3] = 0,9024$$

➤ **Energía requerida por el secador:**

$$Q [\text{kJ/h}] = 10.256,4m_c + 447,98m_c X \quad (\text{Ec. 5})$$

$$Q \left[\frac{\text{kJ}}{\text{h}} \right] = 4'131.141,941$$

➤ **Potencia del ventilador:**

$$P_{\text{vent}} [\text{HP}] = 0,0348m_c + 0,00145m_c X \quad (\text{Ec. 6})$$

$$P_{\text{vent}} [\text{HP}] = 13,9996$$

➤ **Caudal de aire de secado:**

$$m_{\text{aire}}^{\cdot} [\text{m}^3/\text{min}] = 1,019m_c + 0,0012m_c X \quad (\text{Ec. 7})$$

$$m_{\text{aire}}^{\cdot} [\text{m}^3/\text{min}] = 399,744$$

Molino de bolas. El dimensionamiento del molino se llevará a cabo teniendo en cuenta que la relación a utilizar para la masa de las bolas será de 10:1 masa de bolas/masa de polvo (Ortega, *et al.*,2005), que la eficiencia del molino es del 99% y que el material de las bolas será acero inoxidable de grado alimenticio ($\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$) se calcula el volumen del contenedor:

$$V = \frac{10(m_{\text{cáscaras}})\eta_{\text{molino}}}{0,62\rho_{\text{acero}}} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$V = \frac{10(1.450 \text{ kg})(0,99)}{0,62 \left(7.850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 2,9494 \text{ m}^3$$

Tanque de decantación. Para el dimensionamiento del tanque se tuvo en cuenta el volumen de agua de lavado de las cáscaras ya molidas, el cual fue calculado escalando las cantidades de agua necesaria para lavar el almidón producido en un lote de operación. La relación en masa de agua/cáscara molida es de 3:1.

$$V_{\text{dec}} = 3m_{\text{cm}} = 4.300 \text{ L} = 4,3 \text{ m}^3 \tag{Ec. 9}$$

Tomando un factor de sobrediseño del tanque del 20%, el volumen real del tanque es de 5,3 m³.

Horno de secado. El dimensionamiento del segundo horno de secado se realizó de manera similar al primero, variando solo la humedad del producto y el flujo másico alimentado al horno, para este caso $X = 0,244$ y $m_a = 21,9 \text{ kg/h}$, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17.
Dimensiones calculadas para el segundo secador.

Volumen del secador [m³]	0,05
Energía requerida [kJ/h]	227.008,98
Caudal da aire de secado [m³/min]	22,32
Potencia del ventilador [HP]	0,7698

6.10.2 Fase de producción de la resina de bioplástico.

En esta fase se lleva a cabo la reacción de acetilación del almidón en presencia de glicerina, para transformar el almidón en la resina de bioplástico, en la Figura 10 se observan los equipos

necesarios, se identifican 3 principales: un tanque de agitación, un tanque de reacción agitado y un secador de bandejas.

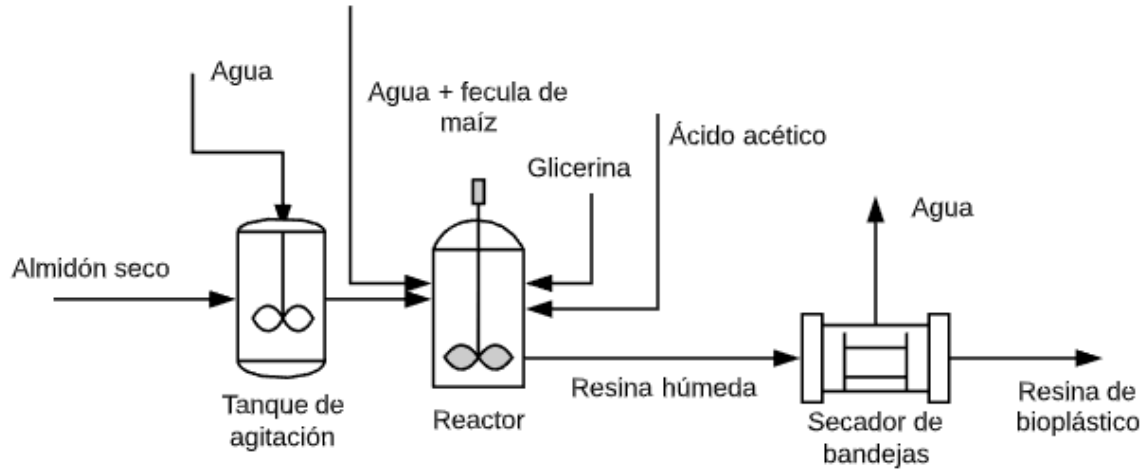


Figura 10. Equipos identificados en la fase de producción de la resina de bioplástico.

Tanque de agitación. El volumen del tanque de agitación se determinó teniendo en cuenta los volúmenes de cada reactivo que se adicionaron a este para un lote de producción, adicionalmente, se considerará que el volumen ocupado por los insumos será el 80% del tanque.

Tabla 18.

Volumen de insumos y volumen real del tanque de mezclado.

Almidón seco a la entrada [kg]	165,523
Densidad del almidón [kg/m³]	1.500
Volumen de agua [m³]	1,66
Volumen de los insumos [m³]	1,77
Volumen real del tanque [m³]	2,21

Reactor de acetilación del almidón. Para el dimensionamiento del reactor se tendrá en cuenta la cinética de la reacción de acetilación del almidón determinada por Graff, Broekroelofs,

Janssen, y Beenackers (1995) la ecuación se da en medio básico a un pH entre 7,5 y 8,5 para lo cual se agrega NaOH en una proporción de 0,215 mol por cada mol de almidón que reacciona.

$$r_a = -1,14 \times 10^{14} e^{-\frac{92.300 \frac{J}{mol}}{RT}} [C_{AC}][C_{NaOH}] \left[\frac{m^3}{mol \cdot s} \right]$$

Teniendo en cuenta que la operación de la reacción se da en Batch, el volumen del reactor es calculado en base al tiempo de residencia del reactor, el cual se rige por la ecuación:

$$t_{rxn} = C_{AA0} \int_0^x \frac{dx}{-r_a} \tag{Ec. 11}$$

$$-r_a = 1,14 \times 10^{14} e^{-\frac{92.300 \frac{J}{mol}}{RT}} [C_{NaOH}]_0 (1 - x) \{ [C_{NaOH,0}] - [C_{AA,0}x] \} \tag{Ec. 12}$$

Donde R es la constante de los gases, T es la temperatura de reacción, C_{NaOH} es la concentración inicial de hidróxido de sodio, C_{AA} es la concentración inicial de ácido acético y x es la conversión de ácido acético en acetato de etilo (C_{AC}).

Finalmente se calcula el tiempo de reacción teniendo en cuenta los parámetros dentro del reactor al inicio de la reacción se muestran en la Tabla 19, el tiempo de residencia de la reacción es de 31,5 minutos

Tabla 19.

Relaciones molares y conversión alcanzada dentro del reactor de acetilación.

Mol de agua/mol de almidón	25
Mol ácido acético/mol de almidón	1
Mol NaOH/mol de almidón	0,215
Conversión del ácido acético	20%
Temperatura	80 °C

Nota: Reacciones y conversiones en el reactor para cada compuesto. Adaptado en (Graff *et al.*, 1995)

Teniendo en cuenta el tiempo de reacción se calcula el volumen de la zona de reacción del reactor, siguiendo la siguiente ecuación, donde m_a son las moles de almidón que necesitan reaccionar para alcanzar la producción diaria en un lote de producción:

$$V_R = \frac{m_a}{\frac{x[C_{AA,0}]}{t_{rxn}}} = \frac{275,866 \text{ mol/h}}{\frac{0,2 \left(1.839,255 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}\right)}{0,5249 \text{ h}}} = 0,3936 \text{ m}^3 \quad (\text{Ec. 13})$$

Sin embargo, por heurística se sabe que el volumen de reacción corresponde al 80 % del volumen total del reactor, es por esto que el volumen real del reactor sería de $0,492 \text{ m}^3$.

Secador de bandejas. De igual manera que los otros secadores, el dimensionamiento de este se realizó con las ecuaciones propuestas por Ortega *et al.* (2005), usando como parámetros $X = 0,543$ y $m_a = 246,521 \text{ kg/h}$ se calcularon los parámetros presentados en la Tabla 20.

Tabla 20.

Dimensiones y parámetros de diseño del tercer secador.

Volumen del secador [m³]	0,5703
Energía requerida [kJ/h]	2'588.384,99
Caudal da aire de secado [m³/min]	251,365
Potencia del ventilador [HP]	8,739

7. Estudio ambiental

Actualmente Colombia enfrenta una grave situación ambiental producida por la acumulación de los desechos sólidos debido al incremento de la población, la mala gestión de los residuos, la poca conciencia ambiental de los ciudadanos y la baja tasa de reciclaje. Razón por la cual es

necesario implementar alternativas que sean amigables con el ambiente y a su vez puedan contribuir a la reducción de los desechos que son depositados en los rellenos sanitarios.

Teniendo en cuenta lo anterior, se identificaron los principales impactos ambientales que podría generar la empresa durante su operación, en la Tabla 21 se muestran los impactos generados por la planta, donde además se plantean soluciones para mitigar la afectación al entorno, ya que la empresa generará un mediano impacto al entorno donde estará ubicada.

Tabla 21.

Afectaciones ambientales generadas por la planta y sus posibles soluciones.

Impacto	Nivel de impacto	Causa	Opciones de solución
Consumo de energía	Alto	La planta registra un consumo diario de 347,5 kW/día	Implementación de paneles solares para la disminución de la compra de energía eléctrica,
Consumo de agua	Bajo	La planta registra un consumo diario de 5,04 m ³ /día de agua	Uso de tanques de recolección de agua lluvia, para ser utilizada en la etapa de lavado de las cáscaras
Generación de residuos sólidos	Medio	La planta registra una generación de residuos estimada de 0,6 Ton/día	Debido a que los residuos son correspondientes a los desechos de cáscara, estos pueden ser usados con compost, ya que son completamente orgánicos.
Emisiones a la atmosfera	Bajo	La planta no registra emisiones ya que todos los equipos son eléctricos.	
Contaminación auditiva	Medio	Los equipos utilizados en la planta generan un nivel medianamente alto de ruido, en especial el molino y el mezclador.	La ubicación de la planta se hará lejos de la zona urbana del sector de la concordia, con el fin de no afectar a la comunidad vecina

8. Estudio legal

El estudio legal identifica los requisitos que se necesitan en Colombia para la formalización de una empresa, la legislación a las actividades que ejerce la empresa, obligaciones tributarias y legislación laboral, con el fin de tener un adecuado manejo legal que permita que la empresa funcione de la mejor manera posible.

El proyecto hace parte de la cadena productiva de Hidrocarburos-Petroquímicos-Plásticos-Cauchos y Fibras Químicas. Esta cadena productiva cuenta con un marco legal en el que cualquier empresa que forme parte de esta cadena debe ajustarse. la reglamentación bajo la cual debe operar nuestro proyecto es el que hace referencia a la normatividad de las industrias plásticas en Colombia, este marco legal se presenta a continuación.

8.1 Paso a paso para la creación de una empresa en Colombia.

A continuación, se resumen de los pasos legales para la creación de una empresa en Colombia:

- Definir un Nombre de la Marca
- Definir tipo de empresa o sociedad
- Revisión del esquema contractual
- Creación de Estatutos de la Empresa
- Registro Ante la DIAN
- Registro Ante la Cámara de Comercio
- Cuenta Bancaria Empresarial
- Solicitud de Facturación a la DIAN
- Registro Ante el Sistema de Seguridad Social

- Buscar Financiamiento
- Crear su Empresa con la Mejor Firma de Abogados
- Escalar Alcanzando Cada Objetivo de su Modelo de Negocios

8.2 Leyes para la creación de una empresa en Colombia.

En el Apéndice I se muestran las principales leyes que rigen sobre una empresa en Colombia en lo referente a los impuestos y a las prestaciones de ley para los empleados de la empresa. Adicionalmente, en el Apéndice J se muestran las leyes ambientales que recaerán sobre la empresa.

9. Estudio financiero

El estudio financiero indica la viabilidad del proyecto, se analiza su capacidad y su sostenibilidad en el tiempo, este estudio requiere de algunas variables para determinar su evaluación las cuales están asociada a los costos totales de inversión, costos operacionales, volumen de ventas y métodos de financiación, todos estos parámetros serán considerados en una matriz de estudio financiero elaborada por el docente Orlando Camacho Vera.

9.1 Inversión inicial.

La inversión inicial comprende los costos asociados al terreno donde se va a ubicar la planta, la maquinaria y equipos necesarios para la puesta en marcha de la planta, todo lo relacionado a muebles, equipos de cómputo y capital de trabajo. En la inversión inicial figuran dos tipos de activos, los fijos y los diferidos.

9.1.1 Activos fijos. La empresa contará solo con la maquinaria y los equipos necesarios para llevar a cabo la producción, debido a que la planta operará en una bodega ubicada en el barrio la

Concordia de la ciudad de Bucaramanga, con un costo de arrendamiento anual de \$40'000.000; Además, se hace necesaria la adquisición de un camión para la recolección de los residuos de papa, el cual tiene un costo de \$130'500.000

En cuanto a los equipos principales, en la Tabla 22 se muestra el costo total de estos, el cual tiene un total de \$182'500.000, cabe resaltar que este valor no está sujeto aún a los impuestos de aduanas y transporte ya que todos son adquiridos de proveedores en el exterior.

Tabla 22.
Costos y especificaciones de los equipos principales de la planta. Tomado de cotizaciones en Alibaba.

Equipo	Modelo	Dimensiones [mm]			Potencia [KW]	Precio [\$]
Reactor	WJ6600	D: 1.150	L: 2.300		7,5	30'000.000
Mezclador	---	D: 1.640	L: 3.200		1,5	5'400.000
Secador 1	LY – 645	L: 450	A: 400	P: 400	3,5	9'600.000
Secador 2	LY – 6120	L: 900	A: 1.200	P: 600	10	12'200.000
Secador 3	LY – 6140	L: 1.400	A: 1.200	P: 600	12	14'000.000
Tanque de lavado	XGP – 300	L: 3.250	A: 1.900	P: 2.050	7,5	48'000.000
Bomba	1H50-32	H: 20 [m]*	NPSH: 2 [m]**		2,2	4'500.000
Molino	MQZ124 5	D: 1.200	L: 4.500		7,5	28'800.000
Decantador	LST1-005	L: 2.600	W: 1.600		---	30'000.000

Nota: *Cabeza de la bomba; **Cabeza de succión positiva

Por último, la empresa requerirá de instrumentos de oficina, así como la utilería necesaria para la parte administrativa y de aseo, los cuales se encuentran listados en la Tabla 23 y su costo total es de \$11'263.000.

Tabla 23.
Lista de equipos de oficina necesarios y sus precios

Insumo	Cantidad	Precio unitario [\$]	Total [\$]
--------	----------	----------------------	------------

Computador todo en uno Lenovo AIO	1	1'579.000	1'579.000
computador janus INTEL celeron	4	900.000	3'600.000
Impresora multifuncional Láser	1	399.000	399.000
Silla ejecutiva Kyoto CS-2080 negra	5	359.000	1'795.000
Silla fija interlocutora cromada Novasio	10	114.000	1'140.000
Módulo locker 3 de 6 cupos	1	1'500.000	1'500.000
Modulo oficina	5	250.000	1'250.000

Nota: Los precios tienen incluido el Impuesto al valor agregado.

9.1.2 **Activos diferidos.** Para determinar los costos asociados a la instalación de los equipos, organización, puesta en marcha e imprevistos se utilizarán los factores del método de Chilton, los cuales se muestran en el

9.1.3

9.1.4 Apéndice D, teniendo en cuenta estos factores y el costo total de los equipos principales calculados, se estimaron los gastos diferidos asociados a la planta, los cuales se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24.

Gastos indirectos asociados a la planta de proceso.

Gastos directos	
Equipos	\$182'500.000
Instrumentación	\$18'250.000
Transporte	\$5'475.000
Impuestos de venta	\$9'125.000
Total	\$215'350.000
Gastos directos de instalación	
Cimentación	\$25'842.000
Obra civil	\$86'140.000
Electricidad	\$2'153.500
Red de tuberías	\$64'605.000
Aislante	\$2'153.500
Pintura	\$2'153.500
Total	\$180'894.000

Gastos de puesta en marcha y organización	
Puesta en marcha	\$2'153.500
Organización	\$8'614.000
Total	\$10'767.500
Imprevistos	\$21'535.000

9.2 Estructura de costos.

La estructura de costos tiene en cuenta todos los egresos anuales que debe hacer la empresa para garantizar la producción esperada para ese año, entre los principales costos se encuentran los de materia prima e insumos, costos de mano de obra directa e indirecta, costos de servicios públicos y mantenimiento, las depreciaciones y los gastos asociados a las ventas.

9.2.1 Costos de materia prima e insumos. En lo referente al costo de la cáscara de papa se tuvo en cuenta que por cada kilo de papa se obtienen 0,1428 kg de cáscaras, por consiguiente, si 1 kg de papa cuesta actualmente en el mercado \$1.500, el residuo de la cáscara tendría un valor aproximado de \$ 200.

Para la estimación de los costos asociados a la materia prima se tuvo en cuenta el costo de recolección, ya que esta será recogida directamente usando un camión, este costo se asoció al combustible que podría consumir el vehículo en las jornadas diarias, estimado en \$100.000 diarios. El costo de los insumos necesarios para producir la resina de bioplástico, los cuales son glicerina y ácido acético 5% v/v, se determinaron tomando como base su precio en el mercado nacional.

En la Tabla 25, se presentan los costos diarios de la materia prima y los insumos, obteniéndose un costo total de materia prima de \$884.000/día y un costo total de insumos de

\$1'137.662/día. Con base en anterior, se calculan los costos anuales, los cuales incrementarán con la inflación.

Tabla 25.
Costos diarios asociados a la materia prima e insumos.

Materia prima			
Producto	Precio por kg [\$/kg]	Cantidad diaria necesaria para producir 1,12 Ton/día [kg]	Costo total [\$]
Cáscara de papa	200	3920	784.000
Insumos			
Glicerina	765,5	454	347.537
Ácido acético	875	903	790.125
Costos asociados al transporte de materia prima			
Combustible		100.000	100.000

9.2.2 Costos de mano de obra directa e indirecta. El número de operarios necesarios para tener en funcionamiento la planta se calcularon teniendo en cuenta los equipos principales y la información presentada en el Apéndice E, el número de operarios total de la planta son 3, ahora teniendo en cuenta la estructura del salario mínimo para un operario mostrado en la Tabla 26, se estimó el costo de la mano de obra directa, adicionalmente la planta contará con un Ingeniero Químico que estará a cargo de supervisar el proceso productivo y un ingeniero industrial el cual llevará a cabo el manejo de la parte administrativa, ambos con un salario mensual de \$2'500.000.

Adicionalmente la empresa contará con una auxiliar de servicios generales, una auxiliar administrativa, un conductor, un contador y dos celadores, los salarios de cada uno de los empleados se muestran en la Tabla 27.

Finalmente, el total de costos anuales de mano de obra directa es de \$125'268.000 y los costos anuales de mano de obra indirecta son \$107'630.880.

Tabla 26.
Estructura del salario mínimo legal vigente para el año 2019 en Colombia.

Salario mínimo mensual legal vigente [\$] *	Prestaciones de ley
828.116,00	
Auxilio de transporte mensual [\$] *	Prestaciones de ley
97.032,00	
Salud [\$]	Aportes de seguridad social
70.390,00	
Pensión [\$]	
99.374,00	
Riesgos profesionales [\$]	
36.023,00	Aportes de seguridad social
Cajas de compensación [\$]	
33.125,00	
Salario mínimo Total	Total
1'813.000	

Tabla 27.
Mano de obra indirecta y sus respectivos salarios mensuales.

Nómina	Cantidad	Salario	Salario total
Contador público	1	\$2'500.000	\$2'500.000
Servicios generales	1	\$1'164.060	\$1'164.060
Vigilante	2	\$1'164.060	\$2'328.120
Secretaria	1	\$1'813.000	\$1'813.000
Conductor	1	\$1'164.060	\$1'164.060

9.2.3 Costo de servicios públicos y mantenimiento. Los principales servicios públicos consumidos por la plana son agua y energía eléctrica. En la Tabla 28 se muestran las cantidades calculadas de agua total gastada en un día de proceso en la planta y se multiplicó por el costo del m³ establecido por la empresa de acueducto de Bucaramanga (AMB), además, se tuvo en cuenta

la tarifa de alcantarillado establecida por esta empresa, ya que en el proceso de obtención de almidón se hace necesario un lavado de las cáscaras.

Tabla 28.

Costos asociados al consumo de agua y alcantarillado en un día de producción.

Fase del proceso	Agua consumida [m³]	Agua [\$/m³]	Alcantarillado [\$/m³]	Costo total diario [\$]
Obtención del almidón	3,36	2.283	1.726	13.470,24
Producción de la resina	1,68	2.283	---	3835,44
Total				17.305,68

Para el caso de la energía eléctrica, se cuantificó el consumo eléctrico de los principales equipos de la planta, utilizando la información presentada en la Tabla 29 se obtuvieron un total de consumo de 347,5 kW/día y teniendo en cuenta que en Bucaramanga el costo del kW/h es de \$583,97 el costo diario de energía eléctrica es de \$202.929,57/día

Tabla 29.

Tiempo de utilización de cada equipo principal en una jornada de 10 h.

Equipo	Potencia [KW]	Tiempo de uso diario [h]
Reactor	7,5	6
Mezclador	1,5	2
Secador 1	3,5	10
Secador 2	10	10
Secador 3	12	10
Tanque de lavado	7,5	2
Bomba	2,2	10
Molino	7,5	1

Finalmente, el costo total anual de servicios públicos será de \$6'000.744,54 de agua y \$70'365.828,4 de energía eléctrica, adicionalmente se estiman costos de mantenimiento correspondientes al 10% del costo total de los equipos (Galera, 2017), obteniendo un valor de \$21'535.000.

9.2.4 Depreciaciones y amortizaciones. Teniendo en cuenta la información mostrada en el Apéndice F, se determina que la depreciación de la maquinaria y los equipos será del 10% anual, los vehículos 10%, los equipos de computadora y muebles tendrán una depreciación del 20% anual, la depreciación será constante en todos los años. Los diferidos se amortizarán a 10 años.

9.2.5 Gastos asociados a las ventas. Se determinó, por datos de heurística, que los gastos asociados a las ventas corresponderían al 10% del total las ganancias de las ventas del año en curso.

9.3 Ventas

Para determinar las ganancias aportadas por las ventas es necesario conocer el precio de venta del producto y el nivel de producción de la planta cada año, utilizando estos dos elementos se calculan las ganancias anuales de la empresa.

9.3.1 Precio de venta del producto. Para la determinación del precio de venta del producto se tendrá en cuenta el costo de producción de 1 Ton de resina de bioplástico, en la Tabla 30 se muestra el costo de producción de la resina de bioplástico el cual tiene un total de 1'725.732,4 \$/Ton de resina.

Tabla 30.
Costo de producción de 1 Ton de resina de bioplástico.

Materia prima	Cáscara de papa	Glicerina	Ácido acético
Cantidad necesaria [Ton]	3,5	0,4158	0,8085
Precio por tonelada [\$ /kg]	200	765,5	875
Total [\$]	700.000	318.294,9	707.437,5

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los precios de venta de las resinas plásticas en los últimos 3 años mostrados en el Apéndice G y se compararon con los costos de producción de una

tonelada de resina de bioplástico, los datos se presentan en la Tabla 31. Con base en la información obtenida se define que el margen de ganancia de la empresa será del 34%, estableciendo que el precio de venta del producto final será de 1084 US/Ton o 3'796.000 \$/Ton.

Tabla 31.

Comparación entre los precios de venta de la resina de PET y el costo de producción de la resina de bioplástico, por tonelada.

Año	2015	2016	2017	2018	Costos de producción del bioplástico
Precio [US/Ton]	2.032,0	1.814,4	1.823,7	1.300,0	575,24

9.3.2 Nivel de producción de la planta. Teniendo en cuenta que la capacidad total de la planta será de 390 toneladas de resina al año, el nivel de producción de la empresa será del 70% para el primer año e irá aumentando en un 10% anual hasta alcanzar el máximo de producción, esto para garantizar la sostenibilidad de la empresa y disminuir el riesgo de fracaso, ya que el mercado es incierto.

9.4 Impuesto sobre la renta.

El impuesto sobre la renta tiene cubrimiento nacional y grava las utilidades derivadas de las operaciones ordinarias de la empresa. El impuesto de ganancia ocasional es complementario al impuesto sobre la renta y grava las ganancias derivadas de actividades no contempladas en las operaciones ordinarias. Para el 2019 el impuesto sobre la renta en Colombia fue del 33%.

9.5 Inflación.

La inflación se estimó proyectando los datos conocidos de los últimos 4 años y se calculó la inflación promedio, los datos históricos y proyectados de la inflación se muestran en el Apéndice H. La inflación promedio que se utilizará es de 4,02%.

9.6 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

La TMAR es el interés generado por la inversión, este interés está definido por los siguientes parámetros para su cálculo:

$$TMAR = i + f + if \tag{Ec. 14}$$

Donde *i* es la inflación y *f* es el premio al riesgo, según Urbina y Castellanos (2006) establecen que el premio al riesgo para proyectos como este se encuentra entre el 10 – 15%, tomando un premio al riesgo del 15% la TMAR tendrá un valor de 19,02%

9.7 Flujo de caja.

Reemplazando los parámetros anteriormente mencionados en la plantilla de análisis financiero se obtiene que el flujo de caja del proyecto a los 10 años es el mostrado en la Figura 11, donde se observa que los ingresos generados aumentan a medida aumenta el tiempo de vida del proyecto.

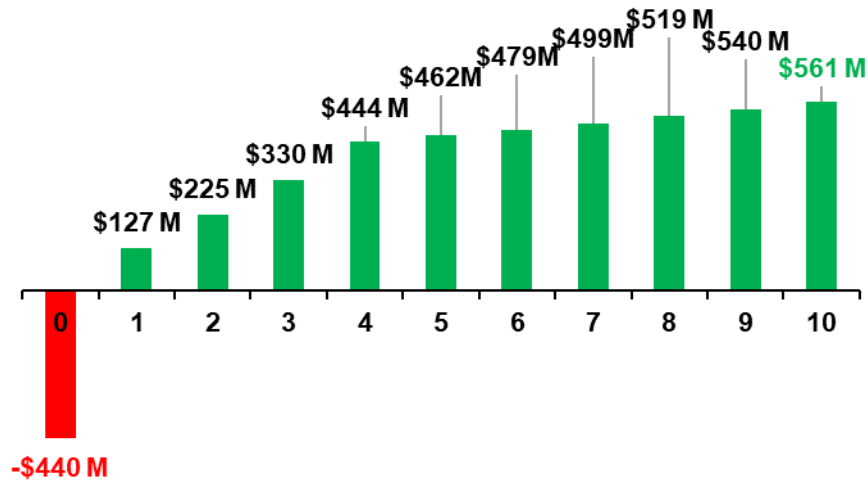


Figura 11. Flujo de caja del proyecto.

9.8 Indicadores TIR y VPN.

En la Figura 12 se muestran los valores de la tasa interna de retorno (TIR) la cual se encuentra en 59,12% y es mayor que la tasa de oportunidad en un 40%, además, se muestra el valor presente neto, el cual es positivo y por un valor \$1.086'059.106. Con base a los datos presentados y al comportamiento del flujo de caja se puede inferir que el proyecto es económicamente rentable.

HORIZONTE	IMPUESTO DE RENTA	TMAR	CRÉDITO
10	33%	19%	0
CRITERIOS FINANCIEROS SIN ENDEUDAMIENTO			
VPN	TIR	PAYBACK	PAYBACK DESCONTADO
1.068.059.106	59,12%	3	3

Figura 12. Indicadores financieros del proyecto.

10. Conclusiones

El análisis del macro y micro entorno arrojó que uno de los factores más relevantes es el social, ya que actualmente la industria utiliza en gran medida las resinas plásticas derivadas del petróleo, las cuales se producen en mayor cantidad y son más accesibles que las resinas biodegradables.

El estudio de mercado arrojó que la mayor demanda de este tipo de resinas se encuentra enfocada en el sector de producción de empaques y envases para productos alimenticios, representando un 56% de la demanda total en el país.

El análisis técnico de la empresa nos deja como conclusión que, la dificultad para la logística de la recolección de materia prima es muy importante e influyen muchos factores, como la producción diaria de residuos en los restaurantes, por lo que se debe optar por otras fuentes de recepción de materia prima, arrojando como resultado una participación en el mercado del 0,1% de la demanda insatisfecha, lo que se traduce en una capacidad total de 390 Ton/año, además, la planta iniciará operaciones con un 70% de dicha capacidad, la cual irá aumentando en un 10% cada año hasta alcanzar la producción total proyectada.

El estudio financiero dio como resultado que el proyecto es económicamente rentable, obteniéndose un el valor presente neto de \$1.086'059.106 COP. Y económicamente viable para el fondo de inversión, ya que, la tasa mínima de rendimiento (TMAR) es un 40% menor que la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto.

Finalmente, se obtuvo un prototipo con buenas propiedades mecánicas, presentando una resistencia a la tensión de 0,83 Mpa y una alta elasticidad, lo que le brinda propiedades ideales para su uso en empaques de alimentos, envases PET y bolsas biodegradables. Adicionalmente, su producción es de bajo costo ya que producir 1 kg de resina bioplástica cuesta aproximadamente \$1.800.

Referencias Bibliográficas

- ©Curtin University of Technology y John Wiley & Sons, Ltd. (2012). Bioplastics from renewable resources: the benefits of biodegradability. Wiley Online Library, 2-9.
- ACOPLASTICOS. (2019). Plásticos en Colombia. Bogotá: Acoplasticos ISSN-0120-8624-X.
- Avilés, G. R. (2009). Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. Red Ingeniería y Ciencia.
- BASF. (2017). Estrategias corporativas BASF. Recuperado el 23 de Junio de 2019, de Empaques biodegradables para un futuro sostenible: <https://www.basf.com>
- Bejarano, S. P. (2016). Rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años, advierte el DNP. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Brodmeier, K. (17 de Mayo de 2018). El heraldo. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de <https://www.elheraldo.co/tecnologia/reciclar-el-20-de-la-basura-meta-para-el-2018-495504>
- Buitrago, G. V., López, A. P., Corondo, A. P., & Osorio, F. L. (2004). Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de papa cultivada en Colombia. Revista Brasileña de Ing. Agrícola, 8(1).
- Cardona, J. S. (2019). Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Conn, R. (2014). Safety assessment of polylactide (PLA) for use as a food-contact polymer. En Bioplásticos. Zurich: Food Packaging Forum.
- Cortes, C. I. (2017). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de plásticos biodegradables para productos alimenticios en Bogotá. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- E, K. (17 de Julio de 2016). A el carrasco está llegando más basura de la permitida. Vanguardia.
- Ecoembes. (2009). Proyecto de análisis de bioplásticos. Madrid: Ecoembes.

- Entrepreneur. (29 de Abril de 2011). Entrepreneur. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de <https://www.entrepreneur.com/article/264164>
- European Bioplastics, I. f. (2017). Bioplastic market data. En Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador (págs. 69-78). Mendoza - Argentina: Avances en Química.
- Galera, S. (2017). Evaluación tecno-económica del proceso de reformado y reformado autotérmico de glicerina con agua suercrítica. 1, 34-57.
- Graff, R. d., Broekroelofs, G., Janssen, L., & Beenackers, A. (1995). The kinetics of the acetylation of gelatinised potato starch. *Carbohydrate Polymers*, 28, 137-144.
- Grant, N. W. (11 de Diciembre de 2017). 5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta. BBC Mundo.
- Ingrassia, V. (26 de 04 de 2019). Evitar el uso del plástico, la nueva tendencia en las empresas: 10 ejemplos en todo el mundo. Infobae. Recuperado el 16 de 03 de 2020, de <https://www.infobae.com/america/tendencias-america/2019/04/26/evitar-el-uso-del-plastico-la-nueva-tendencia-en-las-empresas-10-ejemplos-en-todo-el-mundo/>
- Interempresas. (2019). La tendencia positiva para la industria de bioplásticos se mantiene estable. Interempresas. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/230792-La-tendencia-positiva-para-la-industria-de-bioplasticos-se-mantiene-estable.html>
- J., M. (4 de Octubre de 2018). Relleno El Carrasco reclama 'jubilación'. ADN Bucaramanga, pág. 2.
- Map, T. (2018). List of importing markets for a product exported by Colombia, Product: 3901 Polymers of ethylene, in primary forms. (TradeMap) Recuperado el 9 de Abril de 2020, de https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c170%7c%7c%7c3901%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1

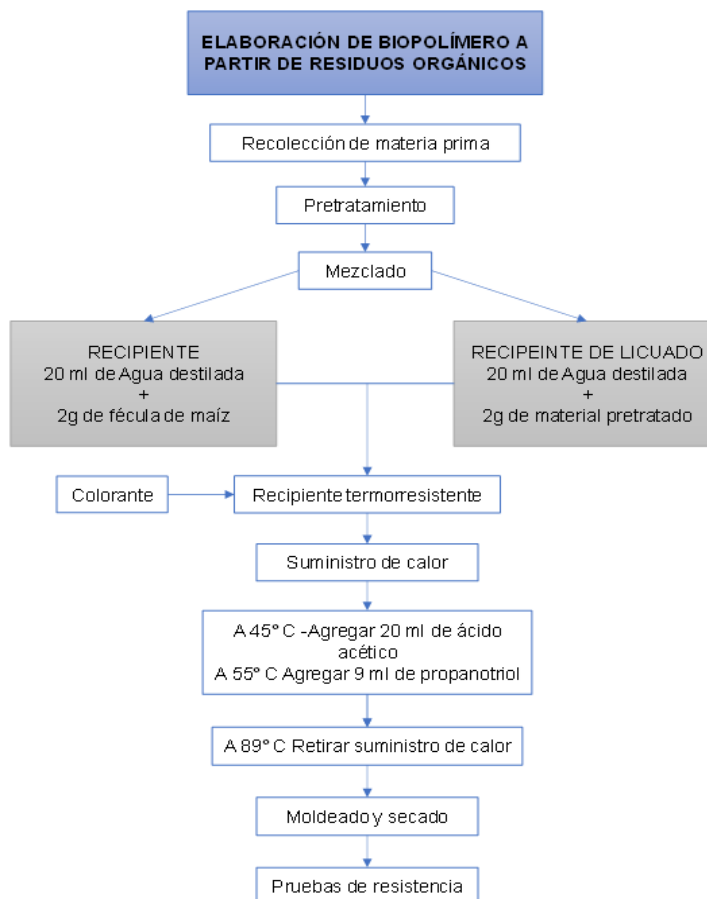
- Mohan, A. M. (6 de Agosto de 2019). Mundo PMMI. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de <https://www.mundopmmi.com/empaque/sustentabilidad/article/14037867/smithers-pira-seis-tendencias-que-impulsan-el-crecimiento-del-mercado-global-de-envases-de-bioplásticos>
- Mohan, A. M. (2019). Seis tendencias que impulsan el crecimiento del mercado global de envases de bioplásticos. Obtenido de <https://www.mundopmmi.com/empaque/sustentabilidad/article/14037867/smithers-pira-seis-tendencias-que-impulsan-el-crecimiento-del-mercado-global-de-envases-de-bioplásticos>
- Mundo, B. (2017). 5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta. Science magazine.
- National Geographic. (8 de Febrero de 2019). National Geographic. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/11/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-bioplásticos>
- Novelo, C., & Betancour, A. (2005). Chemical and functional properties of Phaseolus lunatus and Manihot esculenta starch blends. En Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa (Vol. 57, págs. 431-441). Bogotá: Fundación Universitaria de América.
- Obregón, A., & Repo, R. (2013). Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (Solanum Spp.). Ciencia e Investigación, 16(1), 38-40.
- Ortega, E. R. (2005). Handing and Procesing of Food Powders and Particulars. Encapsuled and Powdered Foods, 1(1-24), 1.
- Pizá, H., Rolando, S., Ramirez, C., Villanueva, S., & ZApata, A. (2017). Análisis experimental de la elaboración de bioplásticos a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. Perú: Universidad de Piura.
- Procolombia. (2014). Envases y empaques plásticos. Bogotá: Procolombia.

- Redacción Interempresas. (18 de Enero de 2019). Canales sectoriales. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/230792-La-tendencia-positiva-para-la-industria-de-bioplasticos-se-mantiene-estable.html>
- Rodriguez, I. H. (2013). Fichas técnicas de empaque, envase y embalaje. Envapack.
- Siche, R., Rodríguez, H., Arteaga, H., Seijas, S., & Ortega, E. (2005). Diseño de un secador de bandejas: Prototipo que opera con briquetas de carbón (Antracita). Universidad Estadual de Campiñas, 4.
- Silva, C. L., Jiménez, J. R., & Guerra, C. A. (2019). Aprovechamiento de cáscara de papa generada en la cafetería de ciencias biológicas de la UANL para la elaboración de harina rica en antioxidantes. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y tecnología de Alimentos*, 4, 887-890.
- Thielen, M. (2017). Bioplásticos: una alternativa para reducir costos y riesgos ecológicos. Cumbre Latinoamericana de Innovación en Envases de Plástico. Ciudad de México.
- TradeMap. (2018). List of supplying markets for a product imported by Colombia, Product: 3901 Polymers of ethylene, in primary forms. (Trade Map) Recuperado el 9 de Abril de 2020, de https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c170%7c%7c%7c3901%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1
- Tsanga, Y. F., Kumar, V., Samadar, P., Yang, Y., Leed, J., Ok, Y. S., . . . Jeong, Y. J. (2019). Production of bioplastic through food waste valorization. *Environment International*, 127, 625-644.
- Urbina, G., & Castellanos, M. (2006). Evaluación de proyectos. McGraw-Hill, 3.
- Valverde, M. I., & Lezama, J. L. (2017). Influencia de la hidrólisis química en la características fisicoquímicas y funcionales de los residuos industriales de papa, camote y yuca. 1, 73-74.
- Vázquez, A., Espinosa, R., Beltrán, M., & Velasco, M. (2016). Bioplásticos y plásticos degradables. *ResearchGate*, 5-11.

Wagner, C. (2014). Bioplásticos. Food Packaging Forum.

Apéndices

Apéndice A. Proceso productivo de la resina de bioplástico a nivel laboratorio (prototipo).



Apéndice B. Balances de masa correspondientes a la fase de obtención de almidón de las cáscaras.

Recepción de la materia prima		
Cáscaras lavadas	Cáscaras secas	Agua evaporada
460,86 g	170,4 g	290,46 g
Molienda de las cáscaras		
Cáscaras secas	Cáscaras molidas	Pérdidas
170,4 g	168,42 g	1,98 g
Separación del almidón		
Cáscaras molidas	Almidón húmedo	Residuos
168,42 g	25,7 g	142,72 g

Secado del almidón		
Almidón húmedo	Almidón seco	Agua evaporada
25,7 g	19,42 g	6,28 g

Apéndice C. Balances de masa correspondientes a la fase de producción de la resina.

Preparación de la mezcla almidón - agua		
Almidón seco	Agua	Mezcla
4 g	40 g	44 g
Solución agua - fécula de maíz		
Fécula de maíz	Agua	Mezcla
4 g	40 g	44 g
Reacción de acetilación		
Almidón - agua	Fécula de maíz - Agua	Ácido acético
44 g	44 g	42 g
Glicerina	Producto de reacción	
22,68 g	119,15 g	
Secado de la resina		
Producto de reacción	Resina seca	Agua evaporada
119,15 g	54,44 g	64,71 g

Apéndice D. Factores de costos de Chilton.

Costes Directos	Factores de costo
Equipos	1
Instrumentación	$0,1 * C_{\text{equipo}}$
Impuestos de ventas	$0,03 * C_{\text{equipos}}$
Transporte	$0,05 * C_{\text{equipos}}$
Costes Directos de la instalación	Factores de costo
Cimentación	$0,12 * C_{\text{directos}}$
Obra civil	$0,4 * C_{\text{directos}}$
Electricidad	$0,01 * C_{\text{directos}}$
Red de tuberías	$0,3 * C_{\text{directos}}$
Aislante	$0,01 * C_{\text{directos}}$
Pintura	$0,01 * C_{\text{directos}}$
Costes Indirectos de la instalación	Factores de costo
Ingeniería	$0,10 * C_{\text{directos}}$
Gastos de Construcción	$0,10 * C_{\text{directos}}$
Honorarios del contratista	$0,10 * C_{\text{directos}}$
Puesta en marcha	$0,01 * C_{\text{directos}}$
Pruebas de funcionamiento	$0,01 * C_{\text{directos}}$
Contingencia	$0,03 * C_{\text{directos}}$
Factores de coste	
Costes directos totales tangibles	1
Costes directos totales intangibles	0,1
Imprevistos	0,1

Apéndice E. Matriz para el cálculo del número de operarios de la planta.

Tipo de equipo	Operador equipo/jornada
Bomba P-30001	0,00
Tanque T-30001 M	0,00
Tanque T-30002 M	0,00
Secador de bandejas	1,50
Reactor R-20001	0,5
Molino de bolas	4,0
Total, operarios [jornada]	3
Turnos totales operarios [día]	1
Operarios totales	3

Apéndice F. Cuadro de depreciaciones de activos fijos contemplados por la Ley 1819 de 2016.

Conceptos de bienes a depreciar	Tasa de depreciación fiscal anual %
Construcciones y edificaciones	2,22%
Acueducto, planta y redes	2,50%
Vías de comunicación	2,50%
Flota y equipo aéreo	3,33%
Flota y equipo férreo	5,00%
Flota y equipo fluvial	6,67%
Armamento y equipo de vigilancia	10,00%
Equipo eléctrico	10,00%
Flota y equipo de transporte terrestre	10,00%
Maquinaria, equipos	10,00%
Muebles y enseres	10,00%
Equipo médico científico	12,50%
Envases, empaques y herramientas	20,00%
Equipo de computación	20,00%
Redes de procesamiento de datos	20,00%
Equipo de comunicación	20,00%

Apéndice G. Precios de las resinas plásticas en dólares por tonelada.

RESINA	Dólares por tonelada		
	2015	2016	2017
Poliétilenos de densidad menor 0,94 (3901100000)	1.423,8	1.314,9	1.358,9
Polipropileno (3902100000)	1.304,5	1.145,6	1.265,9
Copolímeros de propileno (3902300000)	1.483,8	1.273,3	1.366,8
Poliestireno expandible (3903110000)	1.588,4	1.541,7	1.768,4
Demás poliestirenos (3903190000 + parte de 3903900000)	1.543,8	1.381,6	1.556,1
Policloruro de vinilo, emulsión (3904101000)	1.228,8	1.102,8	1.175,4
Policloruro de vinilo, suspensión (3904102000)	891,1	796,7	933,2
Los demás Poli (tereftalato de etileno) (3907609000) ^u	1.470,0	906,0	982,5
Resinas poliéster insaturadas (3907910000)	2.032,0	1.814,4	1.823,7
Demás resinas	1.654,9	1.421,9	1.518,6

Apéndice H. Inflación histórica y proyectada en Colombia.

Año	Inflación
2016	7,52
2017	4,32
2018	3,24
2019	3,37
2020	3,47
2021	4,39
2022	3,76
2023	3,65
2024	3,73
2025	3,8
2026	3,86
2027	3,76
2028	3,76
2029	3,78

Apéndice I. Leyes parafiscales que rigen a una empresa.

Leyes parafiscales	
Ley N ° 278 1996, de la Comisión Permanente de Colombia, 1991.	Se basa en la Armonización de Políticas Salariales y Laborales
Código de trabajo, 1951.	Con el fin de que el empleado tenga libertades, garantías y derechos
Ley 1562 del 11 de julio del 2012	Indica que el contrato de trabajo debe ser escrito y su duración no puede ser mayor a 3 años
Ley 789 de 2002	Todas las personas vinculadas por un contrato laboral a una empresa deben estar adscritos a riesgos profesionales.
	Esta ley obliga a los empleadores de todas las empresas a asociar a sus empleados a una caja de compensación familiar

Apéndice J. Leyes, decretos y resoluciones aplicables para la industria del plástico vigentes en el ámbito nacional.

Agua	
Decreto 475/1998 ministerio de salud	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable.
Decreto 1594/1984 min de agricultura	Uso de agua, residuos líquidos y vertimientos
Ley 373/1997 min de ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Uso eficiente y ahorro del agua
Residuos solidos	
Decreto Ley 2811/74 Gobierno nacional	Código de los recursos naturales renovables, Art 34. Manejo de residuos, basuras y desperdicios
Ley 9/79 Gobierno nacional	Ley sanitaria nacional, Art. 23 al 31. Restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición de residuos solidos
Resolución 189/94 min ambiente, vivienda y desarrollo	Regulación para impedir el mal manejo de los residuos peligrosos
Aire	
Resolución 0058/2002 min. De ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos
Resolución 0304/2001 Min. De	Se adoptan medidas para la importación de

Apéndice O. Costos de operación durante los 10 años de estudio.

2. COSTOS DE OPERACION											
PERIODOS →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS DE FABRICACION	0	1.189.046.872	1.239.215.533	1.261.412.887	1.284.850.169	1.309.598.280	1.335.174.446	1.362.773.654	1.391.922.112	1.422.708.722	1.455.227.562
COSTO DIRECTO	0	1.050.277.654	1.096.421.342	1.114.440.775	1.133.541.374	1.153.788.009	1.175.243.442	1.197.398.560	1.222.112.626	1.247.673.536	1.274.768.101
MATERIA PRIMA	0	766.953.238	796.097.461	796.097.461	796.097.461	796.097.461	796.097.461	796.097.461	796.097.461	796.097.461	796.097.461
MATERIALES DIRECTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA	0	283.324.416	300.323.881	318.343.314	337.443.913	357.690.547	379.151.980	401.901.099	426.015.165	451.576.075	478.670.639
OTROS MATERIALES DIRECTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS DE FABRICACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MATERIALES INDIRECTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA INDIRECTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS GASTOS INDIRECTOS	0	138.769.218	142.794.190	146.972.112	151.308.795	155.810.272	159.925.004	164.775.094	169.809.486	175.035.185	180.459.461
SERVICIOS	0	105.920.336	109.945.309	114.123.231	118.459.913	122.961.390	127.633.923	132.484.012	137.518.404	142.744.104	148.168.380
MANTENIMIENTO	0	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696	9.707.696
SEGUROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPUESTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIACIONES	0	19.945.142	19.945.142	19.945.142	19.945.142	19.945.142	19.387.342	19.387.342	19.387.342	19.387.342	19.387.342
AMORTIZACION DE DIFERIDOS	0	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044
GASTOS ADMINISTRATIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUELDOS & PARAFISCALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTERESES BANCARIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS DE VENTAS	0	232.865.100	241.713.974	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100
COMISIONES (COSTO DE VENTAS)	0	232.865.100	241.713.974	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100	232.865.100
TOTAL COSTO OPERACION	0	1.421.911.972	1.480.929.507	1.494.277.987	1.517.715.269	1.542.463.380	1.568.039.546	1.595.638.754	1.624.787.212	1.655.573.822	1.688.092.662

Apéndice P. Presupuestos de ganancias por producción en los 10 años de estudio.

3. PRESUPUESTO DE PRODUCCION O ESTADO DE RESULTADOS											
PERIODOS →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS POR VENTAS	0	2.328.651.000	2.417.139.738	2.328.651.000	2.328.651.000	2.328.651.000	2.328.651.000	2.328.651.000	2.328.651.000	2.328.651.000	2.328.651.000
COSTO TOTAL	0	1.421.911.972	1.480.929.507	1.494.277.987	1.517.715.269	1.542.463.380	1.568.039.546	1.595.638.754	1.624.787.212	1.655.573.822	1.688.092.662
UTILIDADES BRUTAS ANTES DE IMPUESTO	0	906.739.028	936.210.231	834.373.013	810.935.731	786.187.620	760.611.454	733.012.246	703.863.788	673.077.178	640.558.338
IMPUESTO DE RENTA	0	244.819.538	252.776.762	225.280.713	218.952.647	212.270.657	205.365.093	197.913.306	190.043.223	181.730.838	172.950.751
UTILIDADES DESPUES DE IMPUESTOS	0	661.919.490	683.433.469	609.092.299	591.983.084	573.916.962	555.246.361	535.098.940	513.820.565	491.346.340	467.607.587
RESERVA LEGAL (10%)	0	66.191.949	68.343.347	60.909.230	59.198.308	57.391.696	55.524.636	53.509.894	51.382.056	49.134.634	46.760.759
UTILIDAD POR DISTRIBUIR	0	595.727.541	615.090.122	548.183.069	532.784.775	516.525.266	499.721.725	481.589.046	462.438.508	442.211.706	420.846.828
+ DEPRECIACIONES	0	19.945.142	19.945.142	19.945.142	19.945.142	19.945.142	19.387.342	19.387.342	19.387.342	19.387.342	19.387.342
+ AMORTIZACION DIFERIDOS	0	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044	3.196.044
+ RESERVA LEGAL	0	66.191.949	68.343.347	60.909.230	59.198.308	57.391.696	55.524.636	53.509.894	51.382.056	49.134.634	46.760.759
FLUJO DE PRODUCCION	0	685.060.676	706.574.655	632.233.485	615.124.269	597.058.148	577.829.747	557.682.325	536.403.951	513.929.726	490.190.972

Apéndice Q. Flujo de caja del proyecto en los 10 años de estudio.

4. FLUJO DE CAJA											
PERIODOS →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FLUJO DE INVERSION	890.299.366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE PRODUCCION	0	685.060.676	706.574.655	632.233.485	615.124.269	597.058.148	577.829.747	557.682.325	536.403.951	513.929.726	490.190.972
PRÉSTAMO BANCARIO	0										
AMORTIZACIÓN CRÉDITO BANCARIO											
FLUJO NETO DE CAJA	890.299.366	685.060.676	706.574.655	632.233.485	615.124.269	597.058.148	577.829.747	557.682.325	536.403.951	513.929.726	490.190.972