



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

**Propuesta de Industrialización del PET reciclado
en la ciudad de Loja**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTORA: Terán Córdova, Irene Patricia

DIRECTOR: Sánchez Juárez, Aramis Azuri

LOJA- ECUADOR

2019



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Doctor.

Aramis Azuri Sánchez Juárez

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Propuesta de Industrialización de PET reciclado en la ciudad de Loja; realizado por Terán Córdova Irene Patricia ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Octubre 2019

Mgtr. Aramis A. Sánchez J.

Pasaporte: G02554242

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Irene Patricia Terán Córdova declaro ser autor (a) del presente trabajo de titulación: Propuesta de Industrialización del PET reciclado en la ciudad de Loja de la titulación Ingeniería Industrial, siendo Mgtr. Aramis Azuri Sánchez Juárez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institución (operativo) de la Universidad”

Autora: Irene Patricia Terán Córdova

Cédula: 1150055976

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis Padres, Galo e Irene, sin ellos no sería posible este logro. Gracias por todo el esfuerzo que ha significado la culminación de mis estudios, por formarme y enseñarme tantas cosas.

A mi hermana, Stefany por ser mi mejor amiga y cómplice en muchas ocasiones; por confiar ciegamente en mí.

Este gran paso en mi vida se los dedico a ustedes mi pequeña familia, por brindarme tantas alegrías y acompañarme en mis momentos de angustia, no sería nada sin ustedes.

AGRADECIMIENTO

Steve Jobs en su famoso discurso de Stanford mencionó que a veces miramos hacia atrás y vemos claramente que se pueden unir los puntos que nos han llevado al presente.

Yo he querido unir los puntos que me han llevado a donde estoy y con ello expresar mi agradecimiento.

Primero a Dios, por darme la vida, regalarme el don de la sabiduría y permitirme culminar esta etapa de mi vida profesional, porque no sería nada sin su amor.

A mis padres, Galo e Irene por ser unos excelentes padres, por su paciencia y dedicación para llegar a este día tan importante en mi vida y en la de ustedes. Sin sus enseñanzas no sería la mujer que soy.

A mi hermana, Stefany quien ha sido mi confidente todos estos años, gracias por escucharme, entenderme y amarme.

A mis abuelitos maternos que aunque no se encuentren en este mundo terrenal, sus consejos y su amor siguen presentes en mi corazón. A mis abuelitos paternos, por su acogida, paciencia y brindarme un amor sincero.

A mi director de tesis, Ing. Aramis Sánchez, por su entusiasmo y dedicación en el desarrollo de mi proyecto.

A mis familiares, amigos y compañeros que me han regalado genuinos momentos, por permitirme desarrollarme como persona.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1. Los plásticos	6
1.2. PET (Tereftalato de polietileno)	8
1.3. Análisis de mercado del PET	12
1.4. Reciclaje del PET	13
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	17
2.1. Recopilación de información	18
2.2. Análisis de mercado	18
2.3. Estudio técnico	20
2.4. Elaboración de la organización humana y jurídica	21
2.5. Análisis económico del proyecto	21
2.6. Evaluación económica del proyecto	22
CAPÍTULO III RESULTADOS	24
3.1. Investigación de mercado	25
3.2. Estudio Técnico	27
3.3. Organización humana y jurídica	34

3.4. Estudio económico y financiero	43
3.5. Evaluación económica del proyecto	46
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXOS.....	53
Anexo 1. Fotografías reciclaje en Loja	54
Anexo 2. Mapeo del proceso productivo	55
Anexo 3. Línea de molido, lavado y secado del PET.....	56
Anexo 4. Línea peletizadora de PET	62
Anexo 5. Layout de la planta	66
Anexo 6. Inversión total.....	66
Anexo 7. Costo de producción.....	70
Anexo 8. Gastos administrativos	74
Anexo 9. Costo total.....	75
Anexo 10. Flujo de efectivo.....	77
Anexo 11. Valor actual Neto	78
Anexo 12. Relación costo beneficio.....	79

RESUMEN

Con esta tesis se presenta una propuesta para implementar una planta de procesamiento del PET reciclado en la ciudad de Loja; pionera en implementar un programa de manejo de desechos orgánicos e inorgánicos.

Para dicho trabajo; se realizó un análisis del mercado del PET en la ciudad de Loja; tomando como puntos clave su consumo y tratamiento para el reciclaje. Con ello poder realizar la propuesta de una planta de procesamiento de PET; definiendo la localización, cantidad de material para tratar, el tamaño óptimo de la misma en función de sus costos; la maquinaria que será necesaria, cantidad de personal a ser necesario; concluyendo con la planificación de la instalación.

PALABRAS CLAVE: Reciclaje, contaminación, PET, producción.

ABSTRACT

This thesis presents a proposal to implement a recycled PET processing plant in the city of Loja; pioneer in implementing a program of management of organic and inorganic waste.

For said work; an analysis of the PET market was carried out in the city of Loja; taking as key points its consumption and treatment for recycling. With this, he can make the proposal of a PET processing plant; defining the location, quantity of material to be treated, the optimal size of the same depending on its costs; the machinery that will be necessary, amount of personnel if necessary; concluding with the planning of the installation.

KEYWORDS: Recycling, pollution, PET, production.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, para el año 2012 se produjeron 1406 millones de botellas PET y se recuperaron 1136 millones de estas. Para el año 2013 el mercado ecuatoriano tuvo 1406 millones de botellas PET y se recuperaron 2 millones de estas; cómo se puede evidenciar, la cantidad recuperada es menor a la producida, indicándonos que no existió un correcto seguimiento de las mismas, lo que ocasiona un problema medioambiental (Llive & Mejía, 2016).

Según el banco mundial se estima que, en el año 2025, las ciudades producirán 2200 millones de toneladas de residuos sólidos al año; cantidad equivalente en basura cada día al peso de la Gran Pirámide de Giza (Gonzales & Muñoz, 2016)

En Ecuador, el reciclaje de desechos sólidos comienza aproximadamente en los años 70, llevada a cabo por personas de recursos económicos limitados, como una actividad de sobrevivencia; estos recicladores informales conocidos como “minadores” o “chamberos”, acudían a los botaderos de basura para recolectar artículos de valor y usarlos en su hogar.

En ciertas ciudades del país, como Santa Isabel, Machachi, Girón y Loja se han implementado programas de reciclaje para la mejora de prácticas ambientales y la reducción de la cantidad de residuos que van a los rellenos sanitarios (Marcelo et al., n.d.).

Según (Mansilla & Ruiz, 2009); el PET se desarrolló inicialmente en la década de 1940, y pese a que al comienzo se empleaba para la producción de una fibra para la industria textil que combinaba muy bien con otras fibras, su uso se extendió a la fabricación de cintas de empaque en la década de 1960 y, posteriormente, en los años setenta, a la manufactura de los mencionados envases.

El presente trabajo de fin de titulación fue diseñado con el fin de generar una propuesta de industrialización a partir del PET reciclado que se genera en abundancia; y se ha convertido en una problemática ambiental de gran escala que nos afecta a todos.

El capítulo uno, marco teórico, fue dividido en cuatro subcapítulos; en el primero se abarca los plásticos y su clasificación; en el segundo se realiza un estudio del tereftalato de polietileno o PET; datos técnicos, como se lo obtiene, producción de botellas PET, su problemática ambiental y el reciclaje de este.

En el tercer capítulo se realizó un análisis del PET; tomando en cuenta su situación en el mercado nacional y en la ciudad de Loja, su consumo y reciclaje dentro de la ciudad; y el precio de este. Y, por último, en el capítulo 4 se realiza el estudio del reciclaje del del PET.

El objetivo general de este trabajo de fin de titulación es realizar una propuesta de industrialización del PET reciclado en la ciudad de Loja; como objetivo específico analizar el proceso de recolección del PET, establecer un proceso de reciclado del PET y establecer la propuesta de este.

Se aplicó una metodología informativa- descriptiva; en la cual se recolectó información por medio de libros, artículos científicos, y diversos materiales de apoyo sobre el consumo del PET, en especial botellas PET; posterior a ello la información fue analizada para aplicar estadísticas descriptivas y así comprender con mayor facilidad los datos obtenidos. Finalmente se crea la propuesta de industrialización del PET reciclado en la ciudad de Loja.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. Los plásticos

Las resinas plásticas o polímeros son cadenas de pequeñas moléculas repetidas, llamadas meros, que gracias a sus propiedades tienen una gran variedad de aplicaciones (Rubiano, y otros, 2011).

Los componentes principales del plástico son los polímeros o resinas artificiales; generalmente derivadas de hidrocarburos o celulosa y que, combinados con otros aditivos, mejoran las características del producto final (LLive & Mejia, 2016).

Actualmente los plásticos se obtienen mediante procesos químicos, a partir de petróleo crudo, gas natural y carbón. El porcentaje utilizado de estos hidrocarburos para la fabricación de los plásticos es de aproximadamente el 4% de la producción mundial anual (Rubiano, y otros, 2011).

1.1.1. Plásticos termoestables o termoendurecidos

Los plásticos termoestables pueden ser derretidos y cambiar de forma solo una vez, dentro de este proceso ocurre una reacción química irreversible (Narvaez & Luna, 2014).

Según (LLive & Mejia, 2016) estos plásticos tienen alta resistencia térmica debido a que no se funde ni reblandece a elevadas temperaturas, tienen una gran dureza superficial, rigidez y alta resistencia química; su acabado es opaco o con coloración amarillenta.

1.1.2. Termoplásticos

Son plásticos constituidos por macromoléculas lineales o ramificadas, no enlazadas, que pueden ser moldeados de forma reversible. Al someterlos al calor se reblandecen y toma otra forma. Debido a ello a elevadas temperaturas, pierde propiedades mecánicas (LLive & Mejia, 2016).

1.1.2.1. Clasificación de los termoplásticos

Según (Precious Plastic, 2017) se subcategoriza en 7 clases diferentes. Cada una con componentes químicos diferentes, con propiedades y aplicaciones diferentes. Para diferenciarlos se les da un número llamado código SPI.

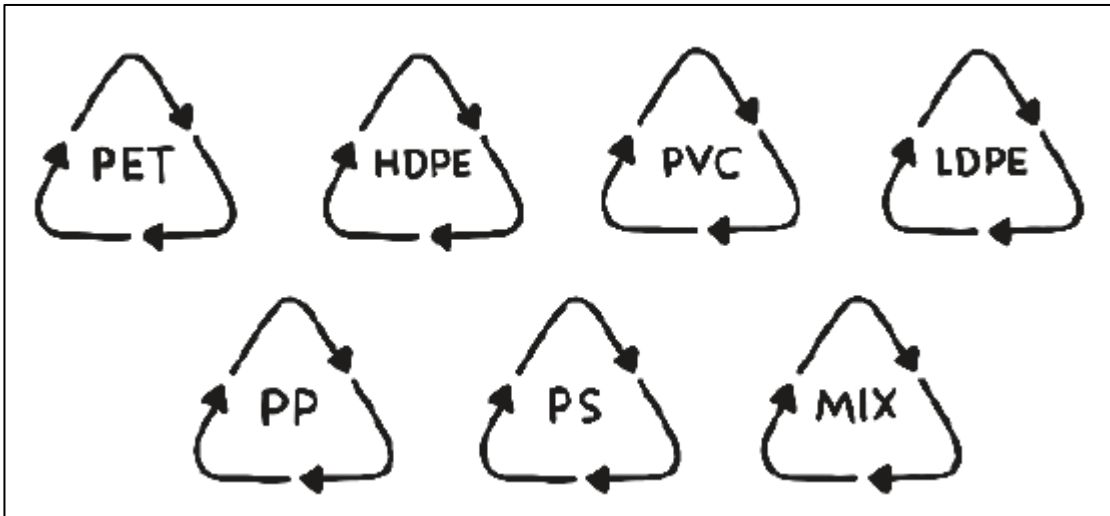


Figura 1. Código de Identificación de resinas o SPI

Fuente: Precious Plastic

Elaborado por: Precious Plastic

a) Polietileno Tereftalato (PET)

El PET es un plástico muy fuerte; se lo encuentra en botellas, jarrones, peinetas, bolsas, tapetes y cuerdas; se puede reciclar con facilidad (Precious Plastic, 2017).

b) Polietileno de alta densidad (HDPE)

Este plástico se usa para empacar comidas o bebidas, lo encontramos en contenedores para aceites, shampoo, jabones en líquido, detergentes y blanqueadores. También algunos juguetes están hechos de este material (Precious Plastic, 2017).

c) Cloruro de polivinilo (PVC)

Se usa para hacer las tuberías; es un plástico tóxico, suelta cloro cuando se calienta.

d) Polietileno de baja densidad (LDPE)

Es el plástico que se usa para envolver, se lo encuentra en bolsas delgadas y bolsas zip (Precious Plastic, 2017).

e) Polipropileno (PP)

Es considerado el plástico más accesible en el mercado; se usa para crear contenedores de almacenamiento para comidas, bebidas, vitaminas, etc. (Precious Plastic, 2017).

f) Poliestireno (PS)

Más conocido como espuma de poliestireno, reciclarlo requiere de mucha energía, por ende, muy pocos lugares lo aceptan. Los encontramos en vasos, cajas para llevar y cubiertos (Precious Plastic, 2017).

g) Otros (mezclado)

Con este código se identifica al resto de plástico que no están definidos en los códigos anteriores; son los ABS, acrílicos o policarbonato (Precious Plastic, 2017).

1.2. PET (Tereftalato de polietileno)

1.2.1. ¿Qué es el PET?

El PET es un tipo de plástico muy fuerte, presente generalmente en envases de bebidas.

Un kilogramo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos de gas natural y 13% de aire. El paraxileno, extraído del petróleo crudo, permite la obtención del ácido tereftálico al oxidarse con el aire. Por su parte, el etileno, derivado del gas natural, se oxida con aire para la obtención del etilenglicol. El PET resulta de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol (Mansilla & Ruiz, 2009).

1.2.2. Obtención del PET

El proceso para la obtención empieza con la esterificación del etilenglicol del ácido Tereftálico; formando un monómero llamado bis-B-hidroxietilitereftalato, por lo cual se elimina el agua como subproducto. Luego el monómero se somete a una policondensación que libera una molécula de glicol, a medida que la cadena se alarga por unidad repetida. (Zambrano, 2013).

Cuando la longitud de la cadena contiene cerca de 100 unidades repetidas o es lo suficientemente larga, el PET se extruye a través de un dado de orificios múltiples; obteniendo un “espagueti” que se enfría en agua para proceder a cortarlo en un peletizador y generar el granulado (Zambrano, 2013).

1.2.3. Producción de envases PET

Según (Hachi & Rodriguez, 2010) la fabricación de botellas PET se realiza con el proceso de inyección- estirado- soplado. El PET utilizado para botellas se presenta en forma de pequeños cilindros o chips; los cuales se funden e inyectan a presión en máquinas de

múltiples cavidades, de las que salen las preformas. Luego pasan a un proceso de calentamiento, y a un moldeado donde son estirados hasta obtener el tamaño definitivo del envase. Por último, son inflados con aire a presión limpio hasta que tomen la forma del molde.

Gracias a este proceso las moléculas se acomodan en forma de red, orientándose en dirección longitudinal y paralela al eje del envase; propiedad denominada bioorientación que aporta mayor resistencia del envase (Hachi & Rodriguez, 2010).

1.2.4. Propiedades de las botellas PET

Dentro de las propiedades generales del PET las más conocidas son resistencia química elevada, buenas propiedades térmicas, resistencia al desgaste, facilidad de reciclaje, alta rigidez y dureza; es transparente, buenas características eléctricas y dieléctricas; entre otras.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades físicas, térmicas, mecánicas y químicas.

Tabla 1 Propiedades de las botellas PET

Propiedades físicas	Absorción de agua- equilibrio (%)	<0.7
	Densidad (g/cm ³)	1.3 – 1.4
	Índice refractivo	1.58 – 1.64
	Índice de oxígeno límite (%)	21
	Inflamabilidad	Auto extinguable
	Permeabilidad	Excelente barrera a CO ₂ y O ₂
Propiedades mecánicas	Calor específico (kJ/kgK)	1.2 – 1.35
	Coefficiente de expansión térmica (x10 ⁻⁶ /K)	20 - 80
	Conductividad térmica a 23°C (W/mK)	0.15 – 0.4
	Temperatura máxima de utilización (°C)	115 – 170
	Temperatura mínima de utilización (°C)	-40 a -60
Resistencia química	Ácidos – concentrados	Buena
	Ácidos – diluidos	Buena
	Álcalis	Mala
	Alcoholes	Buena
	Grasas y aceites	Buena
	Halógenos	Buena

Fuente: (Hachi & Rodriguez, 2010)

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

La estructura y propiedades mecánicas del PET pueden ser modificadas dependiendo del procesamiento que se le aplique (LLive & Mejia, 2016).

1.2.5. Ciclo de vida del envase PET

El plástico, debido a sus propiedades es un material un poco controversial; por sus bajos costos se produce y se vende en masa, pero por sus propiedades es difícil de reciclar y genera un serio problema ambiental.

Para ello es importante conocer como es la producción de envases PET, y cuál es el final de estos materiales. En el siguiente gráfico se presenta el ciclo de vida del PET.



Figura 2 Ciclo de vida del envase PET
Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

1.2.5.1. Polimerización

El plástico comienza su vida en estado líquido, se trabaja con un material termoplástico ya que se necesita que el material sea viscoso y se pueda deformar para trabajarlo al alcanzar la temperatura determinada.

1.2.5.2. Inyección- estirado- soplado

En este proceso el PET se presenta en pequeños cilindros o chips; que una vez secos se funden e inyectan a presión en máquinas con preformas para su proceso de calentamiento. Posterior a ello se inflan con aire a presión limpio para que se adapte a la forma del molde.

1.2.5.3. Envasado

En este proceso la compañía envasa o llena la botella con el producto que saldrá a la venta, por lo general agua o bebidas azucaradas, se les coloca la etiqueta correspondiente y su respectiva rosca. Finalmente se empacan para su distribución.

1.2.5.4. Consumo y distribución

Una vez que el producto sea consumido, las botellas se desechan y reciclan según sea el caso, muchos municipios han implementado campañas que motiven al reciclaje y separación de residuos. Cuando el plástico es lanzado a la basura con otros desechos, estos se mezclan y se envían al relleno sanitario donde termina su ciclo de vida.

1.2.5.5. Reciclado

En este proceso intervienen los municipios y empresas dedicadas al reciclaje del plástico, se lavan, esterilizan y se venden como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

1.3. Análisis de mercado del PET.

1.3.1. Situación de mercado.

La empresa Plastic Europe Market Research (PEMRG), realizó un análisis de consumo per cápita de materiales plástico en el año 2010. Conociendo que en América del Norte y Europa Occidental se consume alrededor de 20 kg de plástico por persona, con un crecimiento del 2.7% y 3.6% respectivamente y el continente Asiático se consume alrededor de 27 kg por persona, exceptuando a Japón (Narvaez & Luna, 2014).

Solo Japón consume un 5% del total del mundo; al igual que Latinoamérica. Si se suman las cantidades consumidas por el continente asiático se observa que consumen el 41% del global, siendo la cantidad muy elevada. En conjunto el Medio Oriente y África consumen el 6% y la comunidad de Estados Independientes (CEI) consumen el 3 % (Narvaez & Luna, 2014).

El PET es el segundo tipo de plástico más utilizado a nivel mundial. Entre los usos más generalizados de este polímero destaca la fabricación de preforma de botellas, la fabricación de cintas de video y audio, bandejas para microondas, geotextiles y fibras para la industria textil (Mansilla & Ruiz, 2009).

Según (Mansilla & Ruiz, 2009) se usa masivamente el PET en la industria de bebidas; registra una participación del 65% de todos los envases. Este insumo es importado como resina. En el año 2007 el precio promedio de importación alcanzó los \$1471 por tm. Los principales proveedores son Estados Unidos (43%) y Taiwán (41%). Otros países proveedores son China, Korea, Hong Kong y Colombia (Mansilla & Ruiz, 2009). Figura 3.

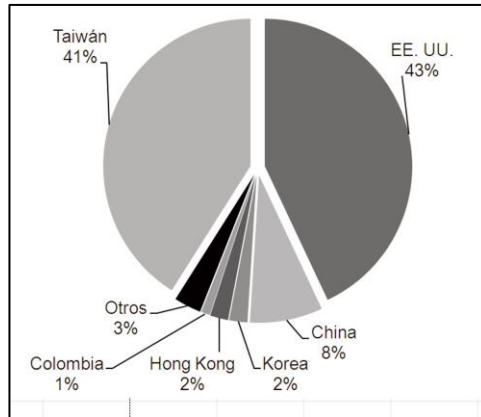


Figura 3 Proveedores de Resina PET (% Participación)
 Fuente: Sunat/ Maximixe
 Elaborado por: Sunat/ Maximixe

1.3.2. Análisis del mercado del PET en el Ecuador

Según la tesis de estudio de factibilidad para una empresa de alquiler de máquinas de reciclaje de botellas PET (UIDE). El país importó 47000 toneladas en 2010. El 70% fueron utilizadas para la elaboración de botellas para consumo de agua y bebidas no alcohólicas.

Una tonelada de PET virgen se cotiza entre \$1600 y \$2000 en Ecuador. En los primeros meses del 2011 se compró al exterior 85887 toneladas de polietileno y PET. Se conoce que el PET reciclado es vendido al exterior hasta en \$1200 y \$1300 por tonelada (Narvaez & Luna, 2014).

(Hachi & Rodriguez, 2010) en su tesis de reciclado de envases plásticos de polietileno tereftalato en la ciudad de Guayaquil nos menciona que existen cuatro empresas que ofertan pellet al exterior. Reciplásticos es una de estas, compra la tonelada de botellas post consumo en \$250. Cuando el material solo pasa por el proceso de molienda el precio de venta es de \$400 y cuando pasa por todos los procesos alcanza hasta \$520.

1.4. Reciclaje del PET.

Según (Agueda, Gracia, & Navarro, 2009) el reciclado es el proceso en que los materiales como el PET son acondicionados y para ser integrados nuevamente a un ciclo productivo como materia prima.

Según el Banco Mundial se estima que, en el año 2025, las ciudades producirán 2200 millones de toneladas de residuos sólidos al año (Gonzales & Muñoz, 2016)

Para los residuos plásticos, la reducción en la fuente es responsabilidad de la industria petroquímica; los fabricantes, de la industria transformadora; quienes adaptan hasta el producto final, y de quien diseña el envase. De igual manera el consumidor tiene la responsabilidad de elegir entre un producto con criterio de reducción en la fuente y otro que derrocha materia prima y aumenta innecesariamente el volumen de residuos (Hachi & Rodriguez, 2010).

1.4.1. Reciclaje de PET en el Ecuador

En Ecuador, el reciclaje de desechos sólidos comienza aproximadamente en los años 70, llevada a cabo por personas de recursos económicos limitados, como una actividad de sobrevivencia; estos recicladores informales conocidos como “minadores” o “chamberos”, acudían a los botaderos de basura para recolectar artículos de valor y usarlos en su hogar.

En el Ecuador, al igual que en el mundo entero existe una gran preocupación por la eliminación de desechos plásticos sólidos; como botellas utilizadas continuamente; las mismas que no son biodegradables, resultando costosa su presencia en el ambiente; al igual que su eliminación.

Los datos oficiales que maneja el ministerio del Ambiente revelan que se generó diariamente un aproximado de 11463 toneladas de residuos sólidos, lo que anualmente representa 4.1 millones de toneladas de residuos. (Gonzales & Muñoz, 2016)

Según el INEC en el año 2014 el 11.78% de los residuos sólidos recolectados a nivel nacional por los municipios corresponden a plásticos; porcentaje más alto después de los residuos orgánicos; que constituyen el 61.12% (Hidalgo, Imbaquingo, & Mideros, 2017).

El reciclaje en el Ecuador representa \$ 222 millones y genera 50826 empleos, los recicladores. Se estima que son 20000 personas quienes se dedican únicamente a esta actividad como forma de vida.

De acuerdo con el libro Reciclaje Inclusivo y Recicladores de base en el Ecuador existen empresas representativas en la industria del reciclaje de PET desde el 2012 a 2014 ha existido inversión en la construcción de plantas de reciclaje de PET a PET de alta tecnología, como es el caso de ENKADOR y ARCA- INERCIA.

Actualmente las empresas ENKADOR- RECYPET, RECISAM ARCA- INTERCIA y RECIPLASTICOS tienen mayor participación en el mercado nacional, manejando aproximadamente el 80% de este (MAE- PNGIDS, 2014-2015).

1.4.2. Oportunidades para el PET reciclado.

(Zambrano, 2013) Nos da a conocer tres maneras para aprovechar los envases PET una vez que termina su vida útil; a través de un reciclado mecánico, reciclado químico, o reciclado energético.

1.4.2.1. *Reciclado Mecánico*

El reciclado mecánico es la conversión de los desechos plásticos post- industriales o post-consumo en gránulos que puedan ser reutilizados para la producción de otros productos compuestos por un tipo de plástico (Agueda, Gracia, & Navarro, 2009).

Para este proceso, los plásticos provienen de residuos de los procesos de fabricación; o también denominados scrap; y de la masa de residuos sólidos urbanos. El primero es más fácil de reciclar, ya que está limpio y es homogéneo en su composición; para el otro caso es necesario separarlos en tres clases: residuos plásticos de tipo simple, residuos mixtos y residuos plásticos mixtos combinados con otros residuos.

1.4.2.2. *Reciclado Químico.*

Cuando el plástico se convierte en desecho; es posible volver a su estado original por medio de un proceso inverso al de fabricación.

Según (Hachi & Rodriguez, 2010) este reciclada trata de diferentes procesos en los cuales las moléculas de los polímeros son craqueadas o rotas; dando origen a nueva materia prima que puede ser utilizada en fabricación de nuevos productos.

Para ello se utiliza comerciante los procesos de glicólisis y metanólisis. En el primer proceso se colocan los desechos de PET con grandes cantidades de glicol de etileno, produciendo de reacción el monómero (BHET) y el oligómero; estos se mezclan con oligómeros vírgenes para producir la resina PET (Zambrano, 2013).

En el proceso de metanólisis se aplica metanol en el PET, descomponiéndolo en sus moléculas básicas; entre ellos el dimetilterefalato y el etilenglicol; que serán repolarizados para producir resina virgen. (Zambrano, 2013)

Otros procesos existentes son por pirólisis, hidrogenación y gasificación. El primero es el de las moléculas por calentamiento al vacío; generando hidrocarburos líquidos o sólidos que luego pueden ser procesados en refinerías. Otro proceso es el de Hidrogenación, en el cual los plásticos son tratados con hidrógeno y calor; para romper las cadenas poliméricas y convertir en petróleo sintético. (Hachi & Rodriguez, 2010).

La gasificación es otro proceso que permite el reciclado químico en este se calienta al plástico con aire u oxígeno, obteniendo gases de síntesis que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco. (Hachi & Rodriguez, 2010)

1.4.2.3. *Reciclado energético.*

En este proceso el plástico es quemado en una incineradora, obteniendo energía calorífica que será utilizada en los hogares o en la industria. 1kg de PET aporta igual energía que 1kg de carbón (Zambrano, 2013).

Este proceso es un poco controversial ya que emana gases a la atmósfera y contribuye al efecto invernadero.

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

Según (Campos, 2017), el método es el camino que sigue toda investigación para producir conocimiento sobre el objeto. En la figura 4 se muestra el proceso metodológico utilizado para el desarrollo del estudio.

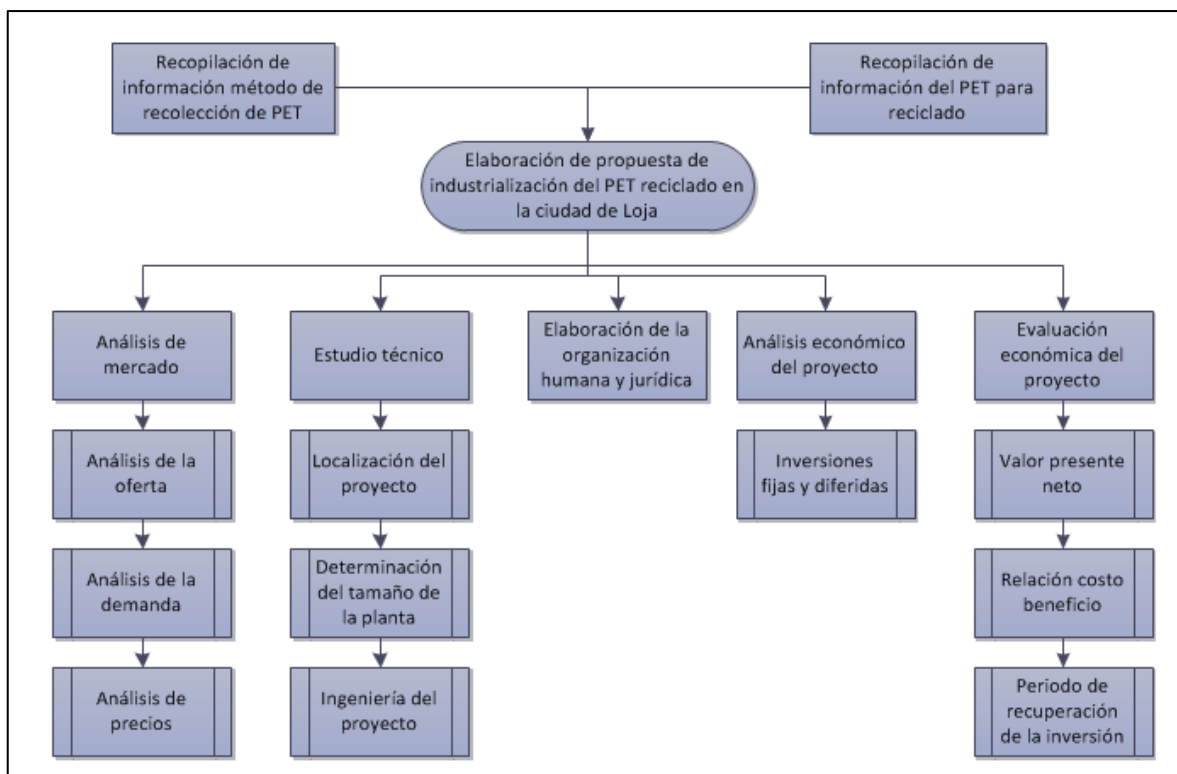


Figura 4 Metodología para el desarrollo de la propuesta

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

2.1. Recopilación de información

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó como fuente primaria la información brindada por el departamento de Higiene de la ciudad de Loja en particular del Centro de Gestión Integral de residuos sólidos (relleno sanitario).

Como fuentes secundarias se tomó en cuenta estudios realizados referentes al tema, de preferencia se utilizó la base de datos que brinda el Instituto Nacional de estadísticas y censos, en su página www.ecuadorencifras.gob.ec.

2.2. Análisis de mercado

Los objetivos de un estudio de mercado son evaluar la posibilidad de posicionar al producto en mercado, determinar los posibles consumidores y conocer los posibles canales de distribución y comercialización de este (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

Para el desarrollo del trabajo se trabajó con la estructura fundamental descrita por (Baca, 2001)

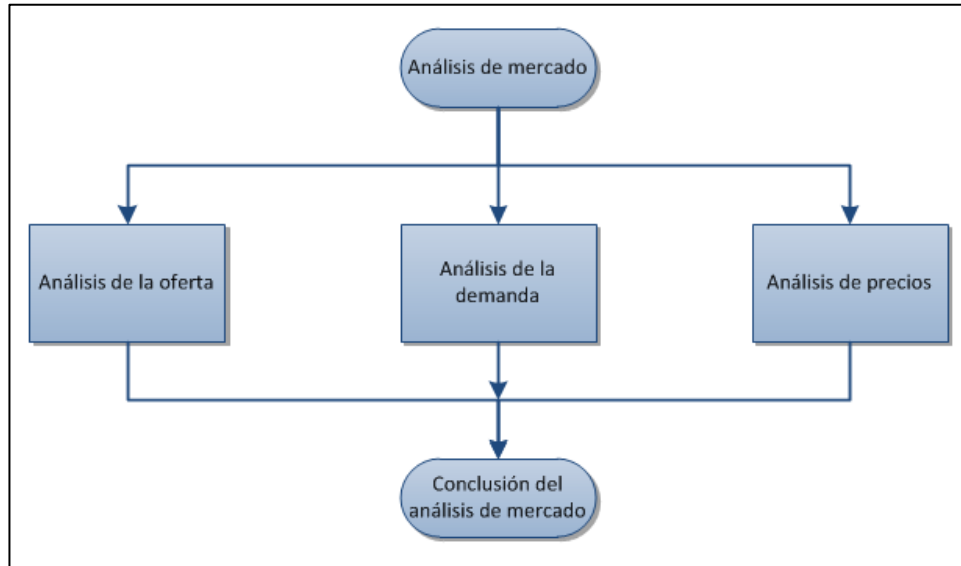


Figura 5 Estructura del análisis de mercado
Fuente: Baca Urbina Gabriel, Evaluación de proyectos, México ED. McGraw- Hill, 2001
Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

2.2.1. Análisis de la oferta y demanda

Se conoce como demanda a la cantidad de bienes o servicios que el mercado solicita para cumplir con sus necesidades o buscar una satisfacción a un precio determinado.

Según (Baca, 2001) el objetivo de analizar la demanda es determinar y medir los factores que afectan los requerimientos del mercado y la posibilidad de participación del producto en la satisfacción de la demanda. Dentro del desarrollo del proyecto se determinó a qué clase de demanda pertenece nuestro producto.

Se entiende como oferta a la cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a poner en el mercado a un precio determinado.

El objetivo del análisis de la oferta es determinar las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio. (Baca, 2001)

Como herramienta de apoyo se utilizó la tendencia secular, que según (Baca, 2001) surge cuando el fenómeno como la demanda y la oferta tienen poca variación, y su representación gráfica es una línea recta o una curva suave.

2.3. Estudio técnico

En el estudio técnico se determina los costos de producción, costos de inversión y capital de trabajo; analizando la capacidad y la eficiencia de maquinaria, equipos, materias primas e instalaciones para el desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo del estudio técnico del proyecto se tomó como guía los componentes mencionados por Baca, con ligeras modificaciones.

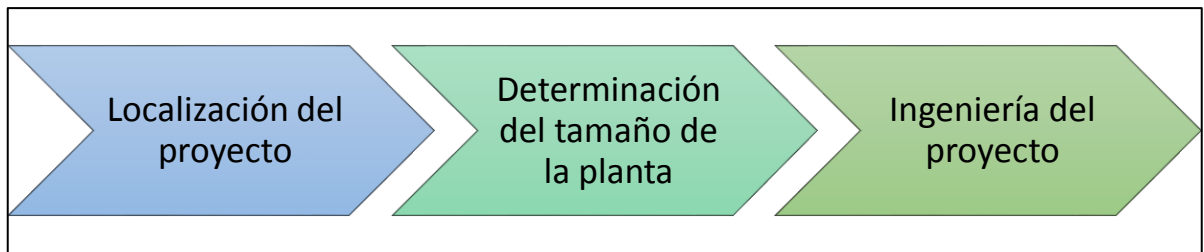


Figura 6 Pasos para la elaboración de un estudio técnico

Fuente: Baca Urbina Gabriel, Evaluación de proyectos, México ED. McGraw- Hill, 2001

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

2.3.1. Localización del proyecto

Con la localización del proyecto se logra determinar el sitio donde se instalará la planta, en este punto tomaremos en cuenta la macro y micro localización.

Según (Baca, 2001) para decidir cuál es la localización óptima del proyecto se puede utilizar el método cualitativo, que consiste en determinar factores que consideramos importantes para determinar la localización del proyecto; o método cuantitativo de Vogel que tiene como objetivo reducir los costos de transporte satisfaciendo la demanda y abastecimiento de materiales.

Como en la ciudad existe el parque industrial en este apartado no se tomará los métodos previamente citados.

2.3.2. Determinación del tamaño de la planta

Con la determinación del tamaño de la planta se cuantifica la capacidad de producción y todos los requerimientos necesarios para el desarrollo de este. Se tomó en cuenta la demanda, suministros e insumos, tecnología y equipos

2.3.3. Ingeniería del proyecto

Según (Baca, 2001) la ingeniería del proyecto resuelve todo lo concerniente a la instalación y funcionamiento de la planta.

Para el desarrollo del proyecto se estudió el procedimiento, adquisición de equipo, maquinaria y distribución de la planta

2.4. Elaboración de la organización humana y jurídica

Se elaboró un organigrama de jerarquización vertical simple en donde se explicará como estará constituida la empresa.

2.4.1. Estructura por departamentalización

En este tipo de estructura se crea departamentos dentro de la organización, se basa en las funciones de trabajo que se realiza en la empresa, cliente, producto y procesos utilizado para convertir insumos en productos (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

Una ventaja de trabajar con este tipo de estructura departamental funcional es que indica y asigna responsabilidades respecto a las funciones indispensables para la supervivencia de la organización (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

2.5. Análisis económico del proyecto

Dentro de este apartado se busca determinar el costo total del proyecto; estableciendo los costos fijos y variables, activos fijos, obra civil y costo del talento humano. Con esta información se analizó la evaluación del proyecto; la misma que busca determinar la rentabilidad del proyecto.

Para el desarrollo de este punto se consideró:

Tabla 2 Criterios económicos para el análisis económico del proyecto

Criterio para considerar	
Inversiones fijas	<p>Según (Baca, 2001) se entiende por inversión fija o activo tangible a los bienes de la empresa, como terrenos, edificios, maquinarias. Son fijos porque la empresa no puede desprenderse de ellos sin tener retrasos en sus actividades productivas.</p> <p>Para el desarrollo del proyecto las inversiones fijas se determinaron en función del estudio técnico realizado.</p>
Inversiones diferidas	<p>Una inversión diferida o intangible se denomina al conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, como marcas, diseños, asistencia técnica (Baca, 2001)</p> <p>En este caso nos enfocaremos en pago de patentes y adquisición de licencias.</p>

Fuente: Investigación propia
 Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

2.6. Evaluación económica del proyecto

En este capítulo se determina si el proyecto es rentable de la forma que espera el inversionista, para ello se considera todos los gastos e ingresos; representados en el flujo de caja.

Según (Beltrán, Arlette, & Cueva, 2003) el estado de flujos de efectivo muestra el efecto de los cambios o variaciones de dinero en periodo determinado.

Entre los modelos de evaluación de proyectos conocidos están el método del valor anual equivalente, método del valor presente neto, método de la Tasa interna de retorno; los tres son equivalentes, por ende, si analizamos correctamente todos tendrán la misma decisión.

En el desarrollo del proyecto se determinó el punto de equilibrio, valor presente neto, relación costo beneficio, período de recuperación de la inversión y la tasa interna de retorno.

2.6.2. Valor presente neto (VPN)

El cálculo del VPN o VAN permite determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

La fórmula utilizada para el desarrollo del proyecto es:

$$VAN = \text{Flujo de caja} - \text{Inversión} \quad (2.1)$$

Si el $VPN \geq 1$ se acepta la inversión, si no esta es rechazada. Su valor depende exclusivamente de la tasa de recuperación mínima (Baca, 2001).

2.6.2. Relación costo beneficio

Para (Rus, 2008) esta relación permite determinar con términos monetarios si es conveniente aplicar el proyecto. Se lo utiliza para comparar los costos y beneficios que puede generar un proyecto en un futuro.

Se lo determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{\text{Ingreso actualizado}}{\text{Costo actualizado}} \quad (2.2)$$

Los criterios de decisión de este indicador son:

Si la relación costo beneficio es mayor a uno se hace la inversión.

Si la relación costo beneficio es menor a uno se rechaza la inversión.

Si la relación costo beneficio es igual a uno en indiferente para la inversión.

2.6.3. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Por su facilidad de cálculo y aplicación, el periodo de la recuperación es considerado un indicador que mide tanto la liquidez del proyecto como el riesgo relativo, permitiendo anticipar eventos a corto plazo (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014).

Para el cálculo del PRI, se utiliza la siguiente fórmula:

$$PRI = \sum \frac{\text{flujos disponibles} - \text{Inversión total del proyecto}}{\text{flujo disponible último año}} \quad (2.3)$$

CAPÍTULO III
RESULTADOS

3.1. Investigación de mercado

Según (Geyer, Jambeck, & Lavander, 2017) desde que se inventó el plástico hasta el año 2015 se han producido 8300 millones de toneladas métricas, que equivalen a 1100 kg por habitante en el mundo. De esta cantidad producida aún está en uso el 30% (2490 tm), el 70% (5810) se encuentra como residuo.

Del 70% de este residuo el 79% ha sido arrojado sin control alguno, el 12% ha sido incinerado y tan solo el 9% (522.9 toneladas) ha sido reciclado (Geyer, Jambeck, & Lavander, 2017).

3.1.1. Determinación de la demanda del PET en el Ecuador

En el Ecuador como dice Luis Naranjo, jefe del área Económica y proyectos de la Cámara de Comercio de Quito, en la noticia publicada por diario el Universo. “Las empresas se ven obligadas a importar ya que los plásticos reciclados del país, que son materia prima para sus productos, no son suficientes” (El Universo, 2019).

Los índices de importaciones de PET según datos oficiales del Banco Central del Ecuador se han incrementado lentamente en los últimos años, de 634.017 toneladas en el 2014 a 654.753 toneladas en el año 2017; es importante considerar que en el año 2016 tuvo un decrecimiento de 589.427 toneladas.

Tabla 3 Importaciones de PET en los últimos años

Importaciones			
Año	Peso (toneladas)	Miles de dólares FOB	Miles de dólares CIF
2014	634.017	1.499.510	1.582.263
2015	610.447	1.268.202	1.336.044
2016	589.427	1.043.286	1.093.689
2017	654.753	1.250.818	1.313.407

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

El cálculo de la demanda real depende de tres factores importantes: producción nacional, importaciones y exportaciones. De esta forma la demanda real es:

$$Demanda\ real = producción\ nacional + (importación - exportación)$$

Según información del Banco Central del Ecuador en el país no se produce PET virgen, por ello depende de las importaciones para poder cubrir con la demanda interna. En

nuestro caso la demanda real de PET es igual a 654.753 toneladas; que equivale a la importación en el año 2017.

3.1.2. Determinación de la oferta del PET reciclado en la ciudad de Loja

En el Ecuador, según la Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo- ENEMDU para el año 2017 el 47.47% de los hogares clasificó sus residuos, es decir aproximadamente cinco de cada diez hogares realizaron esta acción.

A nivel nacional, según información del INEC en el año 2017 el principal residuo clasificado fue el plástico (32.98%), seguido de residuos orgánicos, papel, cartón y vidrio.

De los hogares que clasifican sus residuos Loja es la segunda provincia en realizar una mayor clasificación de estos, según datos oficiales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

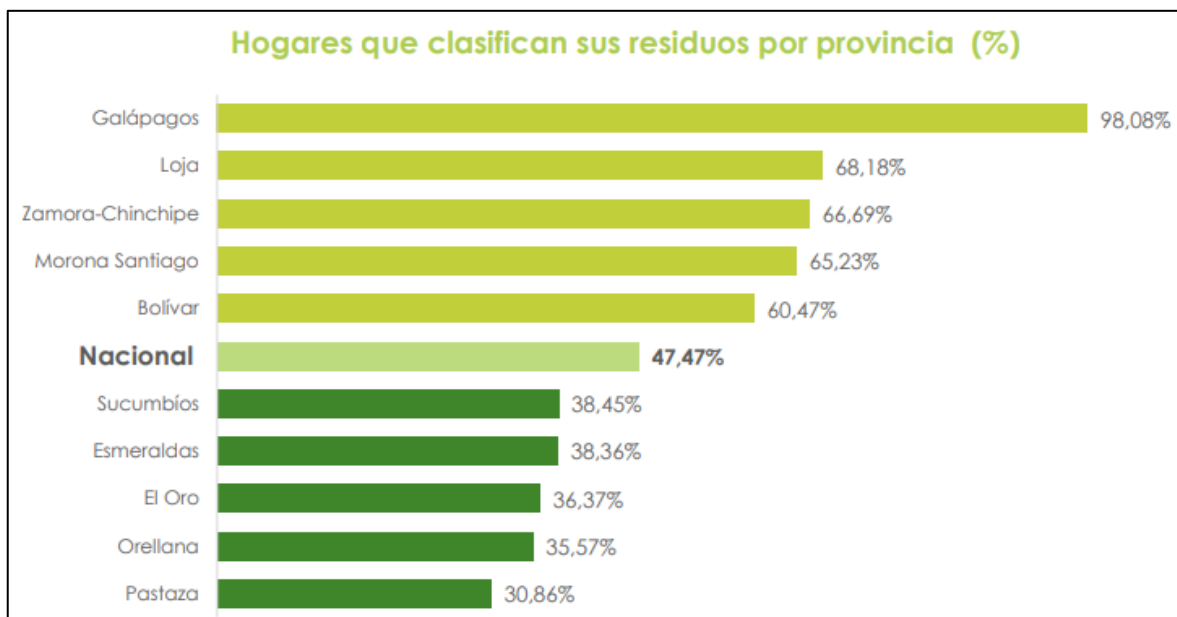


Figura 7 Hogares que clasifican sus residuos por provincia (%)

Fuente: Módulo de Información Ambiental en Hogares - Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo- ENEMDU (2017)

Elaborado por: Módulo de Información Ambiental en Hogares - Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo- ENEMDU (2017)

La ciudad de Loja es considerada pionera del cuidado ambiental, debido a la buena gestión de su planta de tratamiento de desechos; promoviendo campañas y creando conciencia social. Por tal motivo para determinar con cuantas toneladas contaremos para

dar abasto a la industrialización del PET industrializado se trabajó con la información obtenida en la dirección de Higiene del Municipio de Loja.

Pese a todos los datos propuestos al ser un producto nuevo nuestra demanda será igual a cero.

3.1.3. Análisis de precios

En la ciudad de Loja la planta de tratamiento de desechos es la mayor recolectora de residuos gracias a sus respectivas campañas. Existe otra empresa, iemar-reipap (Industria Empacadora de Materiales Reciclables) dedicada al manejo de estos residuos, pero en este proyecto se tomó en cuenta los datos brindados por el Centro de Gestión Integral de residuos sólidos (relleno sanitario) Anexo 1.

El precio de venta de PET determinado por la dirección de Higiene del Municipio de Loja para el año 2018 fue de \$0.59 + IVA, estos precios varían según el mercado.

Tabla 4 Costo de plástico reciclado

Tipo de plástico reciclado		Precio kg/USD \$
Plástico #1	Polietileno Tereftalato (PET)	0,59
Plástico #2	Polietileno Alta Densidad Soplado (HDPE)	0,22
Plástico #2	Polietileno Alta Densidad (HDPE)	0,15
Plástico #3	Policloruro de Vinilo (PVC)	-
Plástico #4	Polietileno Baja Densidad (LDPE)	0,25
Plástico #5	Polipropileno (PP)	0,22
Plástico #6	Poliestireno (PS)	-
Plástico #7	Otros (Policarbonato)	0,15

Fuente: Dirección de Higiene Loja

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

3.2. Estudio Técnico

3.2.1. Localización del proyecto

La macrolocalización del proyecto es en la provincia de Loja dirigida a la ciudad del mismo nombre, con la finalidad de seguir un cambio en la matriz productiva y promover la industrialización e incentivar a la creación de empleos.

La ciudad de Loja cuenta con el Parque Industrial tal como expresó Ximena Aguirre, responsable de este, “es un proyecto normado bajo ordenanza pública con la finalidad de regularizar el sector industrial en la ciudad”

El terreno en donde funcionará la planta de Industrialización tendrá un consto de \$100000 el mismo cuenta con los servicios básicos y vías de fácil acceso.

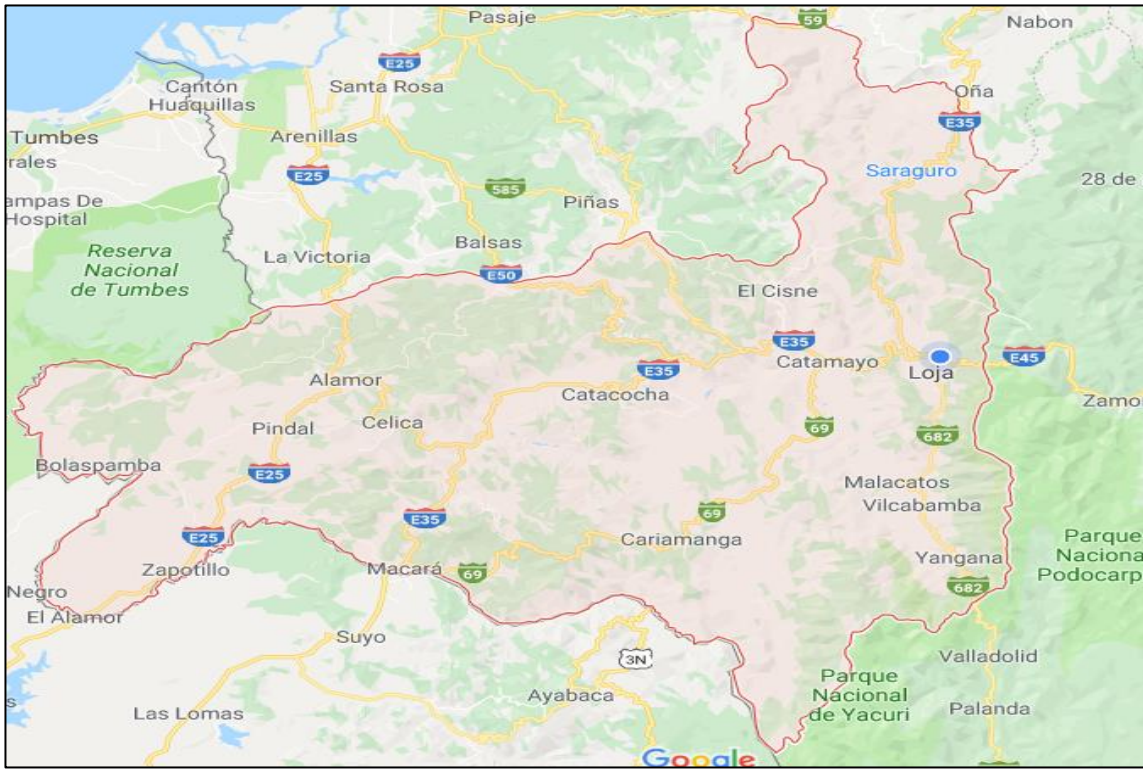


Figura 8 Macrolocalización de la planta de industrialización

Fuente: Google Maps

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova



Figura 9 Microlocalización de la planta de Industrialización

Fuente: Google Maps

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

3.2.2. Tamaño de la planta

En este proyecto primero se adquiere la maquinaria y equipos necesarios que permitan cubrir cierta demanda y luego se analizará si es conveniente ampliar.

Al trabajar con el material recolectado por el municipio de Loja y en base a la información brindada por esta entidad, se podrá trabajar con un estimado de 2.83 toneladas diarias de PET reciclado para el año en curso.

Tabla 5 Recolección de PET reciclado en el relleno sanitario

	RECOLECCIÓN DE PET RECICLADO EN LA CIUDAD DE LOJA				
x	0	1	2	3	4
AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
PESO(Y)	0,7	0,82	1,67	2,16	2,83

Fuente: Secretaria de Higiene Loja

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

Para el correcto funcionamiento de la empresa se necesitará un área muy extensa debido al tamaño de la maquinaria y el almacenamiento de la materia prima y el producto final, pero en si la construcción será básica con la finalidad de no incidir en elevados costos. Por ello, y de acuerdo con los lotes ofertados en el sector se optará por un área de 1331.86 m²

3.2.3. Ingeniería del proyecto

3.2.3.1. Descripción del proceso.

Con este proyecto se brinda una alternativa para mejorar la cadena de reciclaje que promueve la ciudad de Loja. Para la elaboración del proceso se analizó las plantas de industrialización del PET de diferentes países, buscando la mejor opción.

Cómo se pretende trabajar con el PET reciclado en la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Loja primeramente se analizó el proceso que manejan para recuperar los residuos.

a) Recogida selectiva

Este proceso es el más importante para aprovechar correctamente los residuos. Para ello se ha invertido en campañas para crear conciencia social; se cuenta con dos contenedores de basura que permiten distribuir correctamente los residuos.

b) Selección de materiales

En esta etapa se procede a separar los diferentes tipos de material recolectado. Se cuenta con personal capacitado y con máquinas de última tecnología que permiten realizar un adecuado trabajo.

- Una cinta transportadora traslada las bolsas de basura que han sido recolectadas del contenedor negro.
- Se abren las bolsas, liberando su contenido.
- Los metales son preseleccionados en el túnel con imanes.
- Se realiza la selección manual y se clasifica según su tipo y familia.
- Finalmente se compacta en balas para proceder a vender.



Figura 10 Planta de tratamiento de residuos sólidos Loja

Fuente: El telégrafo

Elaborado por: El telégrafo

Para el desarrollo de nuestra industria se realizará la compra de balas procedentes del proceso anteriormente descrito. Posterior a esto la empresa manejará el siguiente proceso productivo.

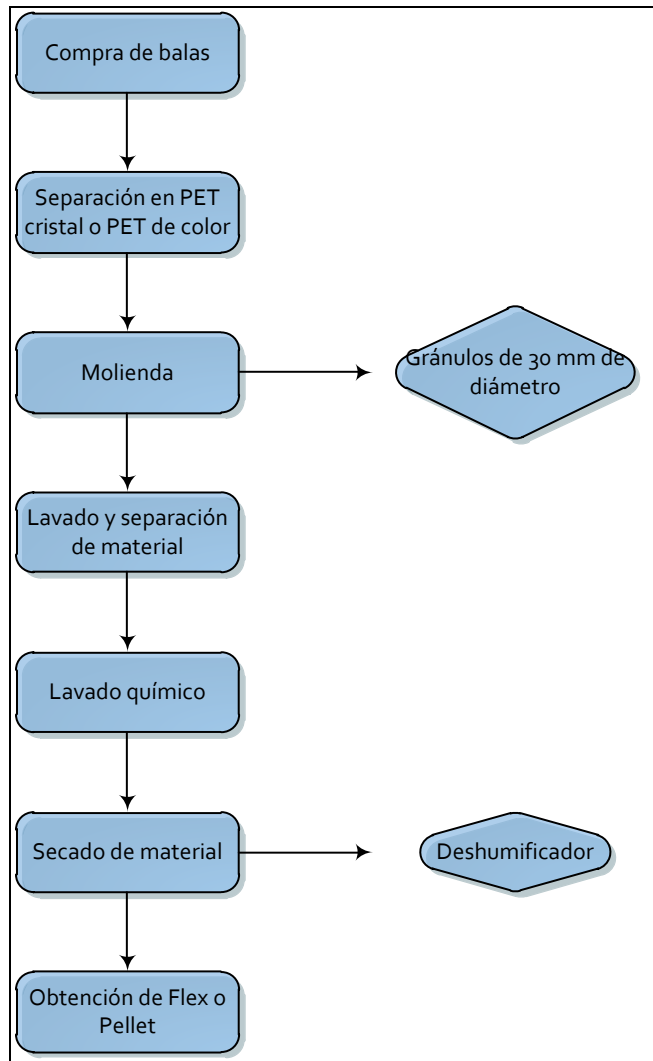


Figura 11 Proceso productivo Industrialización del PET
 Fuente: Investigación propia
 Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

a. Compra de balas

En este proceso se realizará la compra al municipio de Loja y en base a la demanda se determinará la factibilidad de adquirir más material con la recicladora iemar-reipap.

b. Molienda

El proceso de molienda consta de dos etapas, en la primera se reduce el material en gránulos de 30 mm de diámetro que faciliten el lavado, la segunda etapa será luego de este proceso, obteniéndose un material con un diámetro de 12 mm.

c. Lavado y separación del material

Este proceso se busca eliminar impurezas como etiquetas o residuos de otro material, este proceso es importante, ya que permite asegurar el material.

d. Lavado químico

Dentro de este proceso el material granulado será lavado con una solución química llamada soda cáustica, que es hidróxido de sodio empleado regularmente en la eliminación de residuos en polímeros.

e. Obtención de flex o pellet

Es el producto final de nuestro proceso, se puede utilizar como materia prima para la elaboración de nuevos productos.

Para mayor comprensión en el anexo 2 se presenta el mapeo del proceso productivo, con los recursos que se provee contar.

3.2.3.2. Selección de maquinaria.

La selección de maquinaria se realizó analizando la capacidad de producción de la planta para tener una mejor coordinación entre los procesos.

Como se indicó anteriormente la producción diaria de PET reciclado será de 2.83 toneladas por eso se trabajará con una producción en línea con capacidad máxima de producción de 633.6 ton/año, como se indica en la tabla 6.

Tabla 6 Capacidad máxima en la línea de producción

Producción en línea					
Línea	Capacidad Máxima Kg/h	Ton/hora	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
Lavado de PET	400	0,4	3,2	96	1152
Peletizadora	200	0,2	1,6	48	576

Fuente: Investigación propia

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

a) Línea de molido, lavado y secado de PET

En base a nuestro requerimiento la línea de molido, lavado y secado de PET estará compuesta por dos bandas transportadoras, desetiquetadora, molino, dos sinfines, lavadora caliente, lavadora de fricción, centrifugadora, aire caliente, Zig Zag separadora-silo y armario de control. Las características de la línea se detallan en la tabla 7.

Tabla 7 Características de línea de molido, lavado y secado del PET

Aplicaciones	Botellas PET
Productos finales	Escamas limpias
Potencia total	110 kW
Agua	10 ton de agua fría, recirculante
	5 ton de agua caliente, recirculante
Consumo de soda	Concentración 3-6%
Vapor	Caldera de 200- 300 kg/h

Fuente: Investigación propia
Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

La línea de producción propuesta permitirá trabajar con una cantidad de 300- 400 kg/h. En el anexo 3 se describe de manera más detallada las características de la maquinaria.

b) Línea peletizadora de PET

En este proyecto se trabajará con una peletizadora con capacidad de producción de 200- 300 kg/h, compuesta por banda transportadora, extrusora de doble tornillo, cambiadora de filtro, tina de enfriado, secadora, peletizadora, silo y tablero de control. En la tabla 8 se detalla las características de esta línea.

Tabla 8 Características de línea peletizadora de PET

Aplicaciones	Escamas lavadas de PET
Productos	Pellets
Potencia instalada	110k, consumo medio 70-90 kW/H
Agua	3 ton de agua fría, recirculante, menos de 40°C

Fuente: Investigación propia
Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

Esta línea al estar automatizada por tal motivo se podrá trabajar con 1 o 2 obreros según sea necesario. En el anexo 4 se detalla las características de los componentes de la línea de producción.

3.2.3.3. Área total de la planta.

Para determinar el tamaño de la planta se consideró la materia prima o el material a tratar, en nuestro caso se pretende trabajar con 2.83 toneladas para el año en curso; también se consideró las especificaciones dispuestas por el fabricante. Con esta información se realizó la estimación del área necesaria para el funcionamiento de la planta. Dicha información se presenta en la tabla 9.

Tabla 9 Área de la planta

<i>Área de planta</i>	
<i>Descripción</i>	<i>Área (m2)</i>
Zona de producción	396
Línea de lavado de PET	288
Línea Peletizadora	108
Zona de oficinas	55
Recepción	25
Administración	30
Zona de descarga y pesaje	40
Zona de almacenaje	35
Otras zonas	33
Baños	18
Vestidores	15
Taller de herramientas	15
Zona exterior	772,86
ÁREA TOTAL	1331,86

Fuente: Investigación propia
Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

La distribución de las áreas de esta propuesta se presenta de manera más detallado en el anexo 5

3.2.3.4. Transporte de materiales.

Para el desarrollo de este apartado se previó dos tipos de traslado de material.

a) Traslado de materia prima

El transporte de materia prima será realizado basándose en la planificación de la producción. Como se muestra en la tabla 5 en el transcurso de este año diariamente se producirá 2.83 toneladas de PET reciclado, de acuerdo con esto se buscará un transporte que permita cumplir con esta cantidad.

b) Traslado de material dentro de la planta

Desde la zona de descarga y pesaje el material será trasladado en las líneas de producción por bandas transportadoras y tornillos sinfín.

3.3. Organización humana y jurídica

Dentro del proyecto se trabajó con una estructura por departamentalización, con esta se pretende optimizar los procesos y mejorar el funcionamiento de la empresa.

Para llevar un buen control de los procesos y funciones dentro de la organización se ha establecido 3 departamentos, con la finalidad de optimizar el proceso productivo; de igual forma se tomó en cuenta las especificaciones del fabricante.

- Departamento de Administración
- Departamento de Producción
- Departamento Comercial

La estructura organizacional que se propone se muestra en la figura 12.

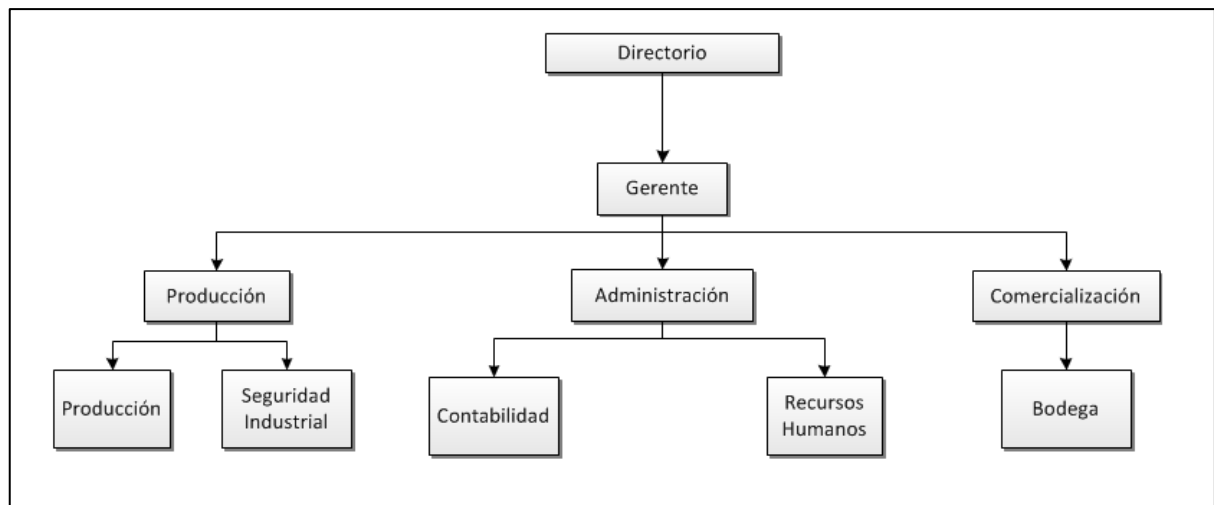


Figura 12 Organigrama estructural
Fuente: Investigación propia
Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

3.3.1. Organigrama funcional

Aplicar esta estructura permite delegar correctamente las funciones entre los miembros de la organización, mejorando su proceso de comunicación y proceso productivo. En la figura 13 se muestra el organigrama funcional propuesto.

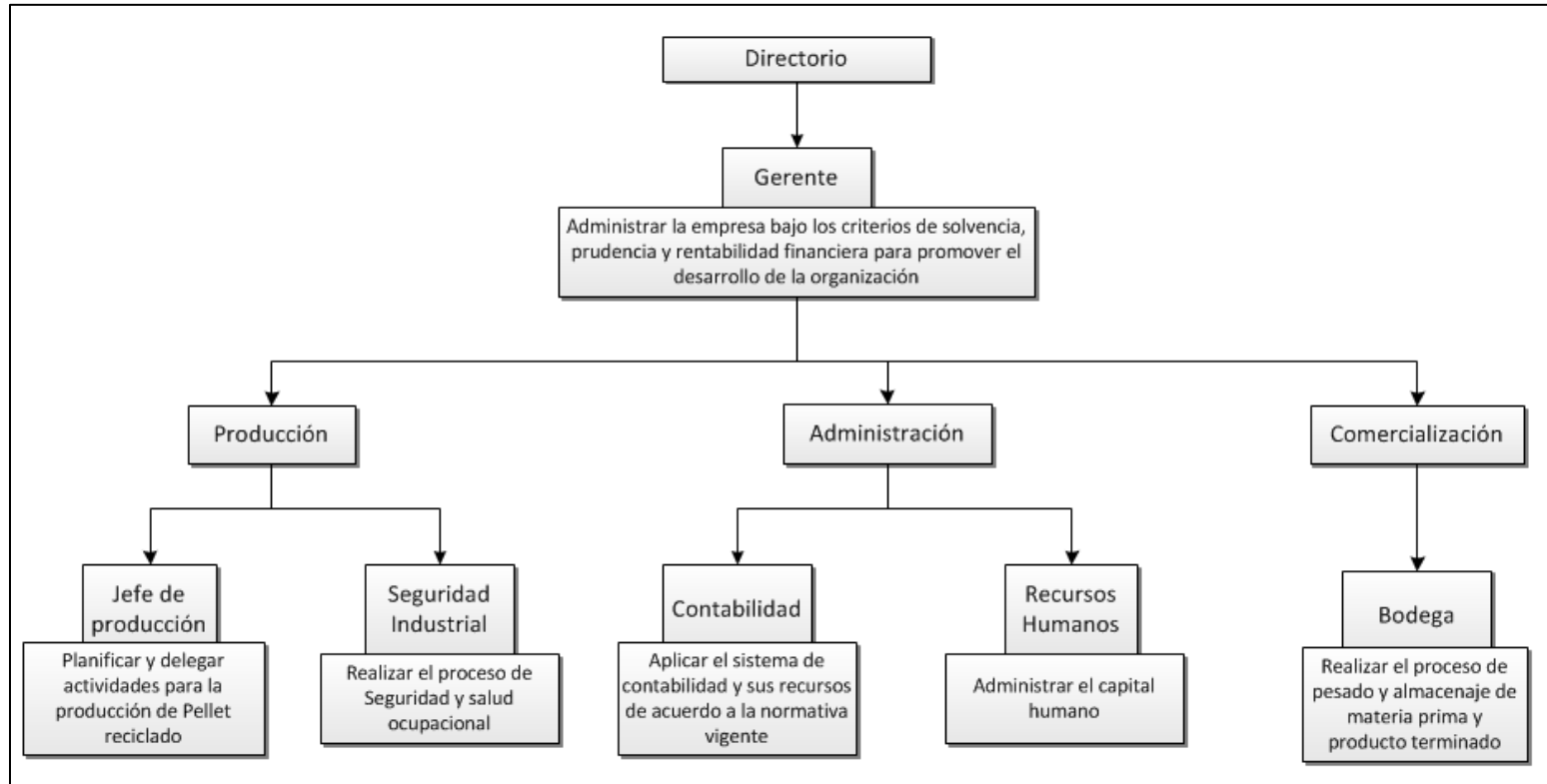


Figura 13 Organigrama funcional
 Fuente: Investigación propia
 Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

3.4. Estudio económico y financiero

En este apartado se buscó determinar el coste total del proyecto, se determinó los costos fijos y variables, activos fijos; obra civil y coste del talento humano.

3.4.1. Inversión total

La inversión del proyecto se determinó calculando los activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo. En la siguiente tabla se indica los valores de la inversión.

Tabla 10 Inversión

PRESUPUESTO DE INVERSIONES	
DENOMINACIÓN	AÑO 0
INVERSIONES FIJAS	\$ 431.340,05
NO DEPRECIABLES	\$ 100.000,04
TERRENOS	\$ 100.000,04
DEPRECIABLES	\$ 331.340,01
CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES	\$ 165.675,00
MAQUINARIAS	\$ 141.000,00
MUEBLES Y ENSERES	\$ 1.043,00
VEHÍCULOS	\$ 21.400,00
EQUIPOS DE OFICINA	\$ 2.222,01
INVERSIONES DIFERIDAS	\$ 11.576,25
ESTUDIOS	\$ 1.000,00
REGISTRO SANITARIO	\$ 750,00
PERMISOS DE FUNCIONAMIENTO	\$ 1.575,00
GASTOS DE ORGANIZACIÓN	\$ 1.200,00
GASTOS DE MONTAJE	\$ 3.000,00
PUESTA EN MARCHA	\$ 3.500,00
IMPREVISTOS	\$ 551,25
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 89.718.829,20
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA	\$ 89.718.829,20
TOTAL COSTOS	\$ 90.161.745,50

Fuente: Investigación propia

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

En el anexo 6 se detallan los valores empleados para el cálculo de las inversiones.

3.4.2. Costos de producción

Para calcular los costos de producción se consideró los gastos por materiales, mano de obra y costos generales de fabricación. En la tabla 11 se detallan los valores considerados para determinar el costo de producción.

Tabla 11 Costos de producción

Detalle	Total
Materiales directos	\$ 89.717.760,0
Mano de obra directa	\$ 19.465,06
Costos de fabricación	\$ 56.117,40
TOTAL	\$ 89.793.342,5

Fuente: Investigación propia
Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

Los valores empleados en la realización de este valor son expresados en el Anexo 7.

3.4.3. Gastos administrativos

Los costos administrativos fueron calculados en función a salarios, suministros y costos varios.

Tabla 12 Gastos administrativos

Detalle	Anual
Salarios	\$ 20.726,76
Suministros	\$ 737,76
Depreciación	\$ 548,70
TOTAL	\$ 22.013,23

Fuente: Investigación propia
Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

El detalle para el desarrollo de este cálculo se presenta en el anexo 8.

3.4.4. Determinación de los ingresos

Los ingresos fueron determinados en función al precio de venta del pellet; este valor se calculó conociendo el costo unitario por tonelada del este.

Este valor fue calculado con la siguiente fórmula:

$$C. \text{unt} = \frac{CT}{Q} \quad (3.1)$$

Dónde:

$C.unt$: Costo por tonelada

CT : Costo Total

Q : Cantidad de toneladas (Salvatore, 1995)

El costo total del proyecto es de \$ 54.128.459,63, se calculó sumando los costos fijos y los costos variables (Anexo 9). Aplicando la fórmula 3.1 se obtiene un costo unitario de \$ 39,24 por tonelada de pellet de PET.

$$C.unt = \frac{54.128.459,63}{1.379.597}$$

$$C.unt = \$ 39,24$$

En el país no existe producción de pellet reciclado por lo tanto no tendremos competencia interna, pero se ha considerado oportuno analizar los costos unitarios de proveedores extranjeros. En la tabla 13 se presentan los costos sin considerar gastos de distribución.

Tabla 13 Costos unitarios competencia

COSTOS UNITARIOS EXTRANJEROS	
Precio Colombia	\$ 1.857.045.954,82
Precio México	\$ 9.054.120,55
Precio Argentina	\$ 766.080,00

Fuente: Investigación propia

Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

La tabla 14 presenta el comportamiento estimado para el ingreso de ventas de pellet reciclado en un periodo de 5 años, vendiendo todo lo producido, y con un aumento de 0.1% al precio de venta, de manera anual.

Tabla 14 Ventas de pellet reciclado

Años	Costo Total	Demanda	Costo Unitario en dólares	Margen de Utilidad 20% en dólares	P.V.P Promedio	Ventas Totales
					en dólares	
1	\$ 54.128.813,82	1.379.597	\$ 39,24	7,85	\$ 47,08	\$ 64.954.576,58
2	\$ 64.400.089,85	2.206.725	\$ 29,18	5,84	\$ 35,02	\$ 77.280.107,82
3	\$ 73.662.566,49	3.455.381	\$ 21,32	4,26	\$ 25,58	\$ 88.395.079,79
4	\$ 83.105.276,66	5.209.361	\$ 15,95	3,19	\$ 19,14	\$ 99.726.331,99
5	\$ 92.602.112,50	7.552.461	\$ 12,26	2,45	\$ 14,71	\$ 111.122.535,00

Fuente: Investigación propia
 Elaborado: Irene Patricia Terán Córdova

3.5. Evaluación económica del proyecto

Realizar la evaluación económica del proyecto permitió determinar el rendimiento de la inversión realizada en el mismo. En este apartado se utilizó 3 indicadores financieros: Valor actual neto, relación costo beneficio,

Para proceder con el cálculo de los indicadores financieros primero se determinó el flujo de efectivo para los cinco años posteriores al inicio del proyecto. (Anexo 10)

3.5.1. Valor actual neto

Conocer el valor actual neto permite determinar cuánto valor o desvalor generará el proyecto para el inversionista. La propuesta generó un VAN positivo de \$2.203.535.262.430,77, este valor el inversionista acumulará en un periodo de cinco años luego de recuperar la inversión.

Este valor se lo determinó aplicando la fórmula 2.1

$$VAN = \text{Flujo de caja} - \text{Inversión}$$

$$VAN = 2.203.632.935.647,11 - 97673216,34$$

$$VAN = \$ 2.203.535.262.430,77$$

Los valores empleados para calcular este valor se presentan en anexo 11.

3.5.2. Relación costo beneficio

Esta relación toma los ingresos y egresos netos del estado de resultado, determinando los beneficios por cada dólar invertidos dentro del proyecto.

Se calculó con la fórmula 2.2

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{\text{Ingreso actualizado}}{\text{Costo actualizado}}$$

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{1.586.515.015.519,34}{273.869.571,55}$$

$$\text{Relación costo beneficio} = \$ 5.792,96$$

Este indicador nos refleja que por cada dólar invertido en el proyecto existirá una utilidad de \$ 5.791,96. En el anexo 12 se detalla los valores empleados en el cálculo de este valor.

3.5.3. Periodo de recuperación de la inversión

Con este indicador se conoció la fecha en años, meses y días en que se recuperará la inversión. Aplicando la fórmula 2.3 se obtuvo:

$$PRI = \sum \frac{\text{flujos disponibles} - \text{Inversión total del proyecto}}{\text{flujo disponible último año}}$$

$$PRI = \frac{3.140.146.252.832,11 - 97.673.216,34}{1.199.126.705.469,66}$$

$$PRI = 2,62$$

$$PRI = 2 \text{ años, } 7 \text{ meses y } 13 \text{ días}$$

De esta manera la inversión se recuperará en un tiempo de 2 años, 7 meses y 13 días.

CONCLUSIONES

Al terminar el desarrollo de la siguiente propuesta se concluye lo siguiente:

En la ciudad de Loja existe una excelente acogida y concientización a la clasificación correcta de los residuos sólidos y orgánicos, por tal motivo se facilita el aprovechamiento de estos en distintas maneras.

El centro de gestión integral de residuos (relleno sanitario) es la mayor planta de tratamiento de desechos plásticos en la ciudad de Loja, manejan seis tipos de plástico reciclado: PET, HDPE, HDPE soplado, LDPE, PP y policarbonato.

Dentro del periodo estudiado la planta de tratamiento de desechos sólidos generó 2.83 toneladas diarias de PET reciclado, demostrando un crecimiento relativo cada año, de esta manera para el año 2023 se trabajará con 4.74 toneladas diarias.

En base al estudio de mercado la demanda real de pellet es la misma que las importaciones, ya que en el país no existe producción de este producto y se depende de las importaciones para cubrir la demanda interna.

La localización del proyecto fue determinada bajo ordenanza No. 18-2011 dictada por el Municipio de Loja, en el que se establece la creación de un parque industrial para regular los establecimientos en la ciudad.

La inversión total que se requiere para la implementación del proyecto es de \$ 90.161.745,50.

Con ayuda de indicadores financieros se pudo determinar que la inversión se recuperará en un periodo de 2 años 7 meses y 13 días.

El costo unitario del proyecto en base a lo expuesto por Dominik Salvatore en su libro Microeconomía fue determinado en \$ 93.973,02.

Luego de evaluar la cantidad de PET recolectada en la ciudad de Loja será necesario buscar mecanismos para continuar con el ciclo de vida de este material; con ello generando fuentes de empleo y promoviendo una economía circular.

El proyecto de industrialización de PET reciclado en la ciudad de Loja plantea la elaboración de pellet plástico que será usado como materia prima en la elaboración de nuevos productos.

Desarrollar la propuesta es una idea visionaria, considerando el incremento de importaciones y que no existe otra empresa ecuatoriana encargada de la producción de pellet.

RECOMENDACIONES

Aunque los indicadores financieros arrojaron rentabilidad del producto se debe considerar que el costo unitario fue determinado en función a la inversión total y a la cantidad de material a producir.

Para determinar el costo de la tonelada de pellet será recomendable evaluar los costos de importar este material. Considerando que opción le convendría a nuestro comprador.

Buscar la implementación de maquinarias con mayor capacidad de producción que permitan aprovechar todo el material recolectado.

Se recomienda difundir las bondades y beneficios de la propuesta en los ciudadanos e industrias plásticas.

BIBLIOGRAFIA

- Agueda, C., Gracia, J., & Navarro, J. (2009). *Elementos metálicos y sintéticos*.
- Baca, G. (2001). *Evaluación de proyectos*. México: Mc Graw Hill.
- Ballesteros, H., Verde, J., Costabel, M., Sangiovanni, R., Dutra, I., Cavaleri, F., & Bazán, L. (2010). Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). *Revista Uruguaya de Enfermería*, 10.
- Beltrán, Arlette, & Cueva. (2003). *Evaluación Privada de Proyectos*. Universidad del Pacífico.
- Campos, M. (2017). *Métodos de investigación académica Fundamentos de investigación bibliográfica*. Universidad de Costa Rica.
- Codina, A. (2011). Deficiencias en el uso del FODA causas y sugerencias. *Revista Ciencias Estratégicas*, 13.
- Coss, R. (2005). *Análisis y Evaluación de proyectos de inversión*. México: LUMUSA.
- El Universo*. (21 de Junio de 2019). Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/06/21/nota/7386975/ecuador-importo-36-millones-reciclado-plastico>
- Geyer, R., Jambeck, J., & Lavander, K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 6.
- Gonzales, S., & Muñoz, M. (2016). Reciclaje: Una industria en bruto. *ekosnegocio*, 1-12.
- Hachi, & Rodriguez. (2010). *Estudio de Factibilidad para reciclar envases de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.: McGRAW- HILL.
- Hidalgo, L., Imbaquingo, J., & Mideros, D. (2017). *Diseño e implementación de una máquina recicladora de botellas plásticas por corte, controlada automáticamente*. Quito: Enfoque UTE.
- Kampf, R., Majerčák, P., & Švagr, P. (2016). Prethodno priopćenje. *ResearchGate*, 3.

- Koontz, H., & Wehrich, H. (2004). *Administración una perspectiva global y empresarial*. Mexico: Mc Graw Hill.
- LLive, A., & Mejia, D. (2016). *Diseño, simulación y estudio de la factibilidad de implementar una máquina de botellas plásticas en la escuela politécnica nacional*. Quito: Escuela Politécnica nacional.
- MAE- PNGIDS. (2014-2015). Reciclaje inclusivo y recicladores de Base en el Ecuador . *IRR Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo, 72*.
- Mansilla, L., & Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Ingeniería Industrial, 123-137*.
- Mertens, D. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: integrating diversity with quantitative, qualitative and mixed methods (3rd ed)*. Sage Publications.
- Narvaez, M., & Luna, J. (2014). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE EMPRESA DE ALQUILER DE MÁQUINAS PARA RECICLAJE DE BOTELLAS PLÁSTICAS*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
- Pinto, F. M. (s,f). *PROCESAMIENTO Y PROPIEDADES DE ALGUNAS POLIOLEFINAS*. Merida: s,f.
- Precious Plastic. (2017). *Manual Version 1.0*.
- Prieto, J. (2013). *Investigación de mercados*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Rubiano, J., Pérez, M., Barrera, O., Orozco, W., Quesada, F., Diaz, M., & Gaviria, L. (2011). Manejo de los materiales plásticos reciclado y mejoramiento de sus propiedades. *inge@uan, 60*.
- Rus, d. G. (2008). *Análisis Coste- Beneficio*. Barcelona: Ariel Economía.
- Salvatore, D. (1995). *Microeconomía*. México: MC Graw Hill.
- Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mexico: Mc Graw Hil Education.
- Zambrano, E. (2013). *Análisis del impacto económico ambiental en las industrias plásticas del Ecuador: Diseño de una planta reprocesadora de residuos plásticos PET que impulse el consumo local*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías reciclaje en Loja



*Figura A 1 Residuos de plástico en el Centro de gestión Integral de Residuos Sólidos Loja
Fuente: Municipio de Loja*



*Figura A 2 Residuos plástico en Industria Empacadora de Materiales Reciclables Loja
Fuente: Industria Empacadora y Materiales Reciclables (Iemar) o Recicladora y Protectores Ambientales del País (Reipa)*

Anexo 2. Mapeo del proceso productivo

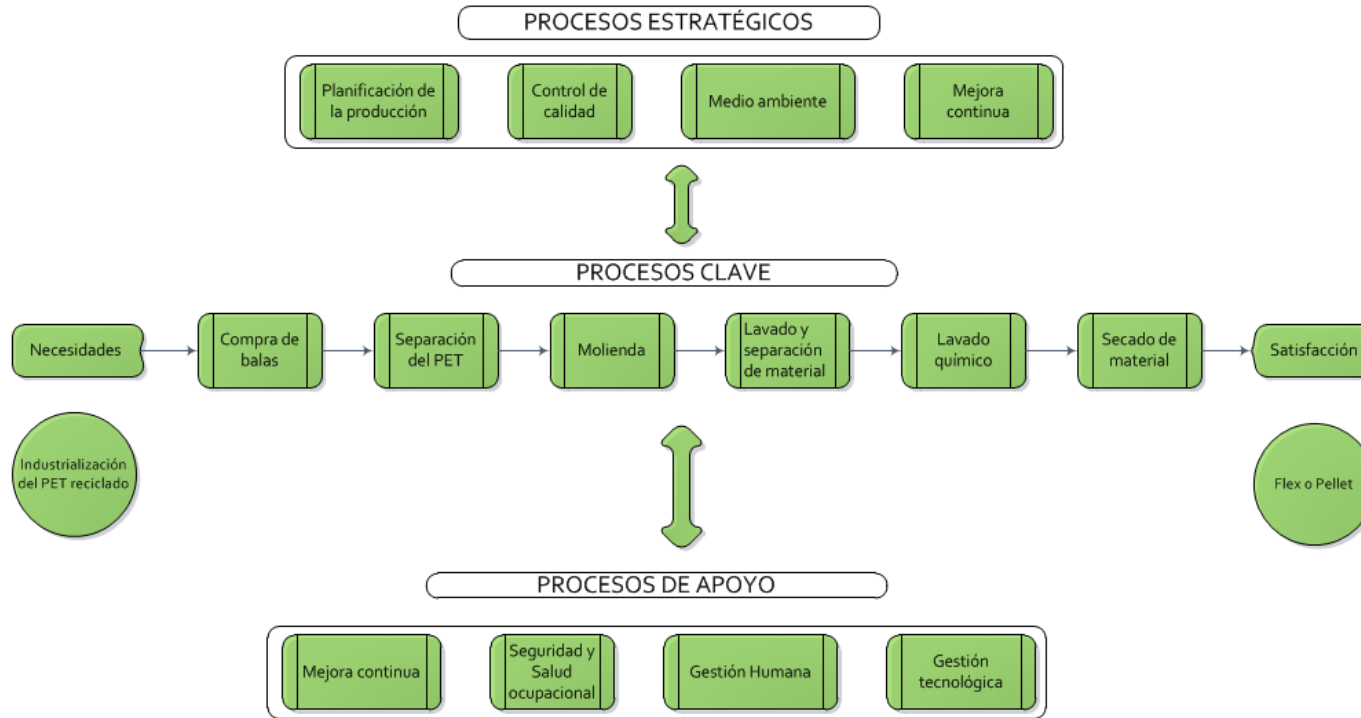


Figura A 3 Mapeo del proceso productivo
Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 3. Línea de molido, lavado y secado del PET

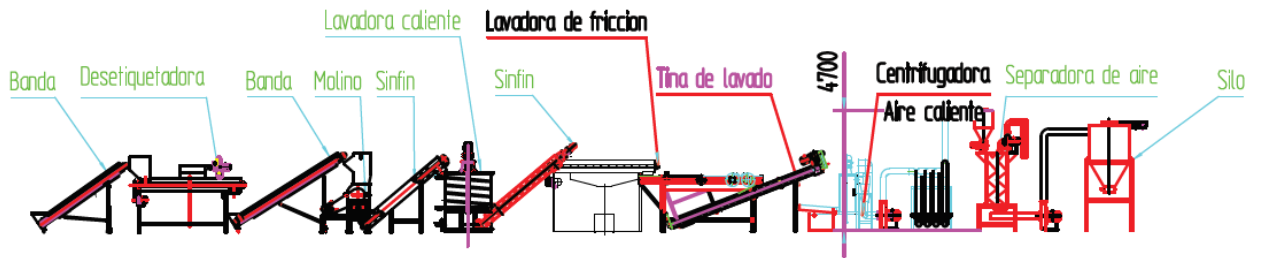


Figura A 4 Línea de lavado de PET
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Banda

- Largo: 4000 mm
- Ancho de la banda: 600 mm
- Potencia del motor: 1.1 KW
- Soporte de acero de carbono



Figura A 5 Banda A
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Desetiquetadora

- Motor: 11 kW
- Sopladora: 3kW

- Cuchillas fijas: 30 pcs
- Cuchillas giratorias: 350 pcs



Figura A 6 Desetiquetadora
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Banda

- Largo: 5000 mm
- Ancho de Banda: 600 mm
- Banda de caucho



Figura A 7 Banda B

Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Molino

- Número de cuchillas rotativas: 6 pc
- Número de cuchillas fijas: 4 pc
- Hoja de pantalla: 14 mm



Figura A 8 Molino A

Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Sinfín

- Largo: 4000 mm
- Diámetro de tornillo: $\varnothing 250$ mm
- Mayormente en acero inoxidable



Figura A 9 Sinfín A
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Lavadora caliente

- Diámetro de barril: $\phi 1800$ mm
- Calentado: vapor
- Longitud Sinfín: 4000 mm
- Equipado con sistema de preservación de temperatura



Figura A 10 Lavadora Caliente A
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Lavadora de fricción

- Velocidad: 800 rpm
- Diámetro del rotor: 400 mm
- Mayormente en acero inoxidable



Figura A 11 Lavadora de fricción A
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Tina

- Largo: 5000 mm
- Diámetro de tornillo: $\varnothing 250$
- Mayormente en acero inoxidable



Figura A 12 Tina A

Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Centrifugadora y aire caliente

- Velocidad: 1400 rpm
- Diámetro del rotor: 400 mm
- Serpentín hecho de acero inoxidable
- Mayormente en acero inoxidable



Figura A 13 Centrifugadora y aire caliente

Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Separadora de etiqueta y silo

- Zigzag para separar etiquetas y plásticos finos.
- Silo: 1000 L



Figura A 14 Separadora de etiqueta y silo
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

Anexo 4. Línea peletizadora de PET

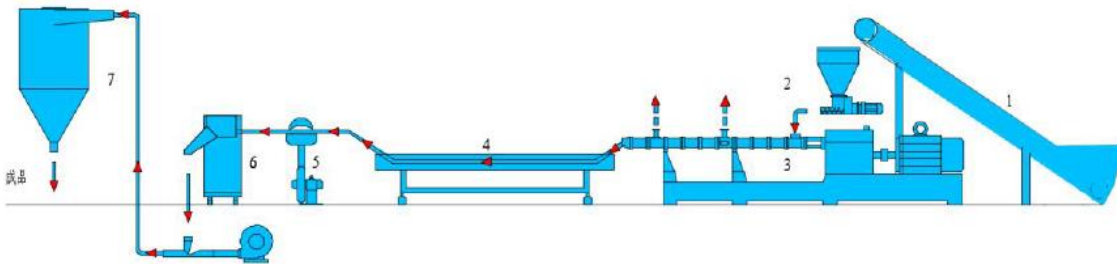


Figura A 15 Peletizadora de PET
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

a) Banda transportadora

- Anchura: 400 mm
- Potencia: 0.75 kW



Figura A 16 Banda transportadora
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

b) Alimentadora

- Potencia: 2.2 kW, inversor de frecuencia.
- Silo de alimentación: de acero inoxidable.



Figura A 17 Alimentadora
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

c) Motor mayor

- Potencia: 90 kW, inversor de frecuencia.
- d) Tornillo
 - Diámetro de tornillo: 62.4 mm.
 - Rosca de tornillo y eje de tornillo envolvente, carga grande y fácil de instalar.
- e) Barril
 - Largo: 3100 mm.
 - Método de enfriamiento: agua.
- f) Sistema de calefacción
 - Calentadores: de aluminio y cobre fundido.
 - Potencia calorífica total: 34.2 kW.
 - Termopares, para detectar temperatura.



Figura A 18 Sistema de calefacción
 Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda

- g) Vacío sistema de desgasificación
 - Potencia de motor: 2 kW
- h) Sistema de refrigeración de agua
 - Agua blanda.
 - Tuberías de agua de acero inoxidable.
 - Bomba: 0.55 kW.
 - Volumen de tanque de agua: 100 L
- i) Cambiador de filtros
 - Control hidráulico.

- Potencia: 1.5 kW
- j) Cabezal de terrajas
- Tipo: fideos



*Figura A 19 Cabezal de terrajas
Fuente: Suzhou Hoplas Machinery CO. Ltda*

- k) Tina para enfriar
- Longitud: 6000 mm.
- Hecha en acero inoxidable.
- l) Peletizadora
- Motor: 4 kW.
- Velocidad ajustable.
- m) Silo
- 1000 L.
- Acero inoxidable.

Anexo 5. Layout de la planta

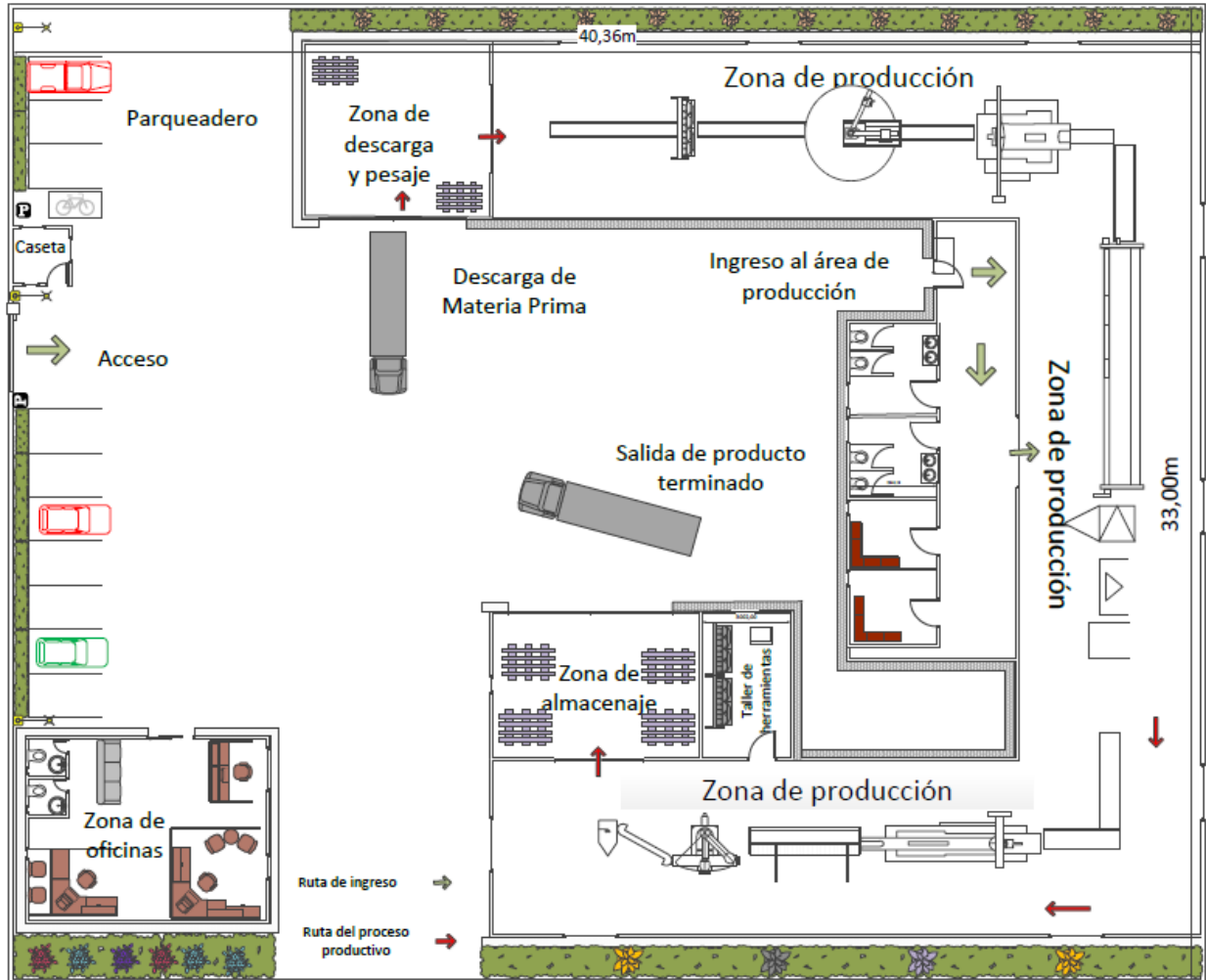


Figura A 20 Diseño de la planta
Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 6. Inversión total

6.1. Inversión en activo fijo

Los activos fijos son necesarios para la operación de la empresa; por lo general es un bien que no puede convertirse en líquido a corto plazo. Dentro del proyecto se consideró la compra del bien inmueble, adquisición de maquinarias y equipos, adecuación del lugar de trabajo; entre otros. En la tabla A 1 se presentan los valores utilizados para calcular este costo.

Tabla A 1 Inversión en terrenos y construcción

Activos	Valor Total
Terreno	\$ 100.000,04
Maquinaria	\$ 141.000,00
Equipo de Oficina	\$ 2.222,01
Vehículo	\$ 21.400,00
Muebles y Enseres	\$ 1.043,00
TOTAL	\$ 265.665,05

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

6.1.1. Inversión en terreno y construcción.

El total de inversión necesaria para comprar y adecuar el terreno será de \$ 265.675. En la tabla A 2. se presentan el cálculo de este apartado.

Tabla A 2 Inversión en terreno y construcción

DETALLE	ÁREA m2	P.U.	TOTAL
TERRENO			\$ 100.000,00
Área de terreno	1331,86	75,08	\$ 100.000,00
CONSTRUCCIONES			\$ 165.675,00
Adecuación de la planta	559	153,26	\$ 85.675,00
Zona exterior	772,86	103,51	\$ 80.000,00
TOTAL	1331,86	\$ 331,86	\$ 265.675,00

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

6.1.2. Inversión en maquinaria y equipos.

Las inversiones en equipos y maquinarias para el funcionamiento de la planta se detallan en la siguiente tabla.

Tabla A 3 Inversión en maquinarias y equipos

DETALLE	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
Línea de lavado de PET	1 set	\$ 81.000,00	\$ 81.000,00
Peletizadora	1 set	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
TOTAL			\$ 141.000,00

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

6.1.3. Muebles y equipos de oficina.

Tabla A 4 Muebles y equipos de oficina

DETALLE	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
MUEBLES DE OFICINA			\$ 1.043,00
Escritorio	3	\$ 125,00	\$ 375,00
Archivadores	4	\$ 60,00	\$ 240,00
Sillas	6	\$ 27,00	\$ 162,00
Sillas para empleados	6	\$ 28,00	\$ 168,00
Materiales de oficina consumibles	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Papeleras	3	\$ 6,00	\$ 18,00
EQUIPOS DE OFICINA			\$ 2.222,00
Computadora	3	\$ 530,00	\$ 1.590,00
Calculadora	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Impresora	3	\$ 169,00	\$ 507,00
Teléfono	3	\$ 21,67	\$ 65,00
TOTAL			\$ 3.265,00

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

6.1.4. Vehículos.

Dentro del proyecto se consideró la adquisición de un montacargas para utilizarlo en la producción y de un camión de 3.5 toneladas para el transporte de materia prima.

Tabla A 5 Vehículos

DETALLE	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
Montacarga	1	\$ 5.500,00	\$ 5.500,00
Camión 3,5 ton	1	\$ 15.900,00	\$ 15.900,00
TOTAL			\$ 21.400,00

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

6.2. Inversión en activos diferidos

Dentro de las inversiones diferidas en este proyecto se consideró la adquisición de licencias y la constitución de la organización; obteniendo un monto estimado de \$ 11.576,25. En la siguiente tabla se especifica los valores.

Tabla A 6. Activos diferidos

Detalle	Costo
Estudio del Proyecto	\$ 1.000,00
Registro Sanitario	\$ 750,00
Permisos de Funcionamiento	\$ 1.575,00
Gastos organizacionales	\$ 1.200,00
Gastos de montaje	\$ 3.000,00
Instalación y Puesta en Marcha	\$ 3.500,00
Sub Total	\$ 11.025,00
Imprevistos 5 %	\$ 551,25
Total	\$ 11.576,25

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

6.3. Capital de trabajo

Se entiende como capital de trabajo a la cantidad de dinero que permite cubrir con las necesidades triviales de la empresa; en este caso se buscará solventar el costo de materia prima, mano de obra directa, reposición de activos fijos; entre otros.

6.3.1. Inventario de materia prima.

Dentro del proyecto se incluyó como materia prima directa a las botellas PET recicladas obtenidas del centro de gestión integral de residuos sólidos y materia prima indirecta soda cáustica que será utilizada de acuerdo a la cantidad propuesta por el fabricante.

Tabla A 7 Inventario de materia prima

Detalle	Cantidad (ton)	Costo Unitario	Costo Total Anual
PET reciclado	576	\$ 590	\$ 89.717.760,00
Sosa cáustica	3	\$ 1,35	\$ 1.069,20
TOTAL			\$ 89.718.829,20

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 7. Costo de producción

7.1. Materia prima

El costo de la materia prima está dado por el costo de venta por parte del centro de Gestión Integral de residuos sólidos, por ende 1 kg de Polietileno tereftalato (PET) tiene un valor comercial de \$0.59. En la tabla A 7 se detallan los costos para producir 48000 kg de pellet.

Tabla A 8 Costo de materia prima

				Diario	Mensual	Anual
	Cantidad		Dólares			
PET	57600	kg	\$590	\$339.840	\$849.600	\$10.195.200
TOTAL				\$339.840,0	\$849.600,00	\$10.195.200,00

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

7.2. Mano de obra directa

Ya que estamos trabajando con un producción en línea se contará con 3 operarios; 2 en la línea de lavado y 1 en la peletizadora. Los sueldos serán determinados en base a la tabla de mínimos sectoriales, en la tabla A 8 se presenta la provisión con todos los beneficios de ley.

Tabla A 9 Mano de obra directa

DENOMINACIÓN	Operario
Remuneración Unificada	\$ 395,00
Décimo Tercero	\$ 32,92
Décimo Cuarto	\$ 32,83
Aporte patronal (11,15%)	\$ 44,04
Fondos de Reserva	\$ 32,90
Número de obreros	3
TOTAL MENSUAL	\$ 1.622,09
TOTAL ANUAL	\$ 19.465,06
TOTAL DE SUELDOS	\$ 19.465,06

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

7.3. Costos generales de fabricación

Los costos generales de fabricación o carga fabril estarán compuestos por materiales indirectos, mano de obra indirecta, depreciación y suministros. Los valores correspondientes se detallan en la tabla A 9.

Tabla A 10 Costos generales de fabricación

Detalle	Total
Materiales indirectos	\$ 1.069,20
Mano de obra indirecta	\$ 20.327,88
Depreciación	\$ 19.961,64
Suministros	\$ 14.758,68
TOTAL	\$ 56.117,40

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

7.3.1. Materiales indirectos.

Los materiales indirectos son utilizados dentro del proceso productivo, pero no puede ser vinculado con el producto final. En nuestro caso, utilizaremos sosa cáustica.

En la tabla A 11 se detalla el rubro de este material.

Tabla A 11 Costo de materiales indirectos

DETALLE	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
Soda cáustica (kg)	3	1,35	\$ 1.069,20
TOTAL			\$ 1.069,20

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

7.3.2. Mano de obra indirecta.

El cálculo de mano de obra indirecta fue elaborado en función de la tabla sectorial, los valores correspondientes se detallan en la tabla A 12.

Tabla A 12 Mano de obra indirecta

DENOMINACIÓN	Jefe de Producción	Técnico de seguridad	Jefe de bodega
Remuneración Unificada	\$ 419,00	\$ 425,25	\$ 401,70
Décimo Tercero	\$ 34,92	\$ 35,44	\$ 33,48
Décimo Cuarto	\$ 32,83	\$ 32,83	\$ 32,83
Aporte patronal (11,15%)	\$ 46,72	\$ 47,42	\$ 44,79
Fondos de Reserva	\$ 34,90	\$ 35,42	\$ 33,46
Número de obreros	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
TOTAL MENSUAL	\$ 569,37	\$ 577,36	\$ 547,26
TOTAL ANUAL	\$ 6.832,45	\$ 6.928,31	\$ 6.567,11
TOTAL DE SUELDOS	\$ 20.327,88		

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

7.3.3. Depreciación.

Para determinar el rubro por depreciación se tomó en cuenta los años de vida útil de los bienes empleados en el proceso productivo.

Tabla A 13 Depreciación

Detalle	Precio	P. Total	Vida Útil	Depreciación	Depreciación anual	Depreciación Mensual
Construcción	\$165.675	\$165.675	45	2%	\$3.678	\$306
Maquinaria y equipos	\$141.000	\$141.000	10	10%	\$14.100	\$1.175
Vehículos	\$21.400	\$21.400	10	10%	\$2.140	\$178
Otros activos	\$873	\$873	5	5%	\$44	\$4
Total					\$19.961,64	\$1.663,47

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

7.3.4. Suministros.

El cálculo del valor del suministro esta determinado por la energía eléctrica, agua potable, comunicaciones y combustible. En la tabla A 13 se detalla los valores empleados para este cálculo.

Tabla A 14 Costos de suministros

Especificación	Cantidad	Valor Unitario	Valor Mensual	Valor Anual
Agua m3	18	\$ 1,77	\$ 700,92	\$ 8.411,04
Energía Eléctrica Kw/h	225	\$ 0,10	\$ 499,46	\$ 5.993,46
Combustible (L)	1,29	\$ 1,04	\$ 29,52	\$ 354,18
TOTAL			\$ 1.229,89	\$ 14.758,68

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

El consumo de energía se determinó en función a las especificaciones técnicas del proveedor, considerando el costo de energía eléctrica por parte de la EERSSA

Para el cálculo del costo de agua potable se trabajó de igual manera con las especificaciones técnicas del fabricante y con los costos que maneja el municipio de Loja para propiedades industriales.

El costo del consumo de combustible fue determinado en función a los kilómetros que recorrerá para recoger la materia prima y de la cantidad de veces que realizará esta operación.

Anexo 8. Gastos administrativos

8.1. Salarios administrativos

Para el cálculo de estos gastos se consideró la tabla sectorial y las funciones del puesto a desempeñar. En la tabla A 15 se detalla.

Tabla A 15 Salarios Administrativo

DENOMINACIÓN	Gerente	Contador	Jefe de recursos humanos
Remuneración Unificada	\$ 450,00	\$ 408,00	\$ 415,00
Décimo Tercero	\$ 37,50	\$ 34,00	\$ 34,58
Décimo Cuarto	\$ 32,83	\$ 32,17	\$ 32,17
Aporte patronal (11,15%)	\$ 50,18	\$ 45,49	\$ 46,27
Fondos de Reserva	\$ 37,49	\$ 33,99	\$ 34,57
Número de obreros	1,00	1,00	1,00
TOTAL MENSUAL	\$ 608,99	\$ 554,65	\$ 563,59
TOTAL ANUAL	\$ 7.307,92	\$ 6.655,74	\$ 6.763,10
TOTAL DE SUELDOS	\$	\$	20.726,76

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

8.2. Suministros administrativos

El cálculo de este valor se lo determinó en función del costo por consumo de electricidad, agua potable, telefonía móvil y otros costos varios.

Tabla A 16 Suministros administrativos

DETALLE	Mensual	Anual
Teléfono, internet	\$13,44	\$161,28
Luz eléctrica	\$26,04	\$312,48
Agua potable	\$22,00	\$264,00
Total	\$61,48	\$737,76

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

8.3 Depreciación

Este valor fue calculado en función del tiempo de vida fiscal de los muebles y equipos de oficina.

Tabla A 17 Depreciación

Detalle	P Total	Vida Útil	Depreciación	Depreciación anual	Depreciación Mensual
Muebles de oficina	\$873	10	10%	\$87	\$7
Equipos de oficina	\$2.222	5	20%	\$444	\$37
Total				\$531,70	\$44,31

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 9. Costo total

El costo total fue determinado por la suma de los costos fijos y costos variables. Dentro del proyecto el costo total estimado es de \$ 54.128.459,63 para el primer año, como se muestra en la tabla A 18.

Tabla A 18 Costo total

Distribución de Costos										
DETALLE	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo Fijos	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Variable
<i>COSTOS PRIMOS</i>										
Materia Prima Directa		\$ 53.831.297,52		\$ 64.059.244,05		\$ 73.282.339,69		\$ 82.684.872,99		\$ 92.141.237,59
Materiales directos		\$ 203.904,00		\$ 242.645,76		\$ 277.581,31		\$ 313.196,54		\$ 349.015,68
Mano de Obra Directa		\$ 11.679,03		\$ 13.898,05		\$ 15.899,06		\$ 17.939,00		\$ 19.990,61
Total costos primos	\$ -	\$ 54.046.880,55	\$ -	\$ 64.315.787,86	\$ -	\$ 73.575.820,06	\$ -	\$ 83.016.008,53	\$ -	\$ 92.510.243,88
<i>GASTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</i>										
Materiales Indirectos	\$ 1.069,20		\$ 1.111,75		\$ 1.155,67		\$ 1.155,67		\$ 1.200,97	
Mano de Obra indirecta	\$ 20.327,88		\$ 21.136,93		\$ 21.971,84		\$ 21.971,84		\$ 22.833,14	
Depreciaciones de Fabrica	\$ 19.553,50		\$ 19.553,50		\$ 19.553,50		\$ 19.553,50		\$ 19.553,50	
Servicios Básicos		\$ 14.565,78		\$ 15.513,78		\$ 16.126,57		\$ 16.758,73		\$ 17.410,65
Amortización de Diferidos	\$ 2.315,25		\$ 2.315,25		\$ 2.315,25		\$ 2.315,25		\$ 2.315,25	
Total Costos de Fabricación	\$ 43.265,83	\$ 14.565,78	\$ 44.117,44	\$ 15.513,78	\$ 44.996,26	\$ 16.126,57	\$ 44.996,26	\$ 16.758,73	\$ 45.902,86	\$ 17.410,65
COSTOS DE OPERACIÓN										
<i>GASTO ADMINISTRATIVO</i>										
Sueldos	\$ 20.726,76		\$ 21.551,69		\$ 22.402,98		\$ 23.281,18		\$ 24.186,82	
Depreciaciones Administrativas	\$ 548,70		\$ 548,70		\$ 548,70		\$ 548,70		\$ 548,70	
Impuestos	\$ 2.472,00		\$ 2.570,39		\$ 2.671,92		\$ 2.776,65		\$ 2.884,67	
Total Gastos Administra	\$ 23.747,47	\$ -	\$ 24.670,78	\$ -	\$ 25.623,60	\$ -	\$ 26.606,54	\$ -	\$ 27.620,19	\$ -
TOTAL COSTOS DE PROD	\$ 67.013,30	\$ 54.061.446,33	\$ 68.788,21	\$ 64.331.301,64	\$ 70.619,86	\$ 73.591.946,63	\$ 71.602,80	\$ 83.032.767,26	\$ 73.523,04	\$ 92.527.654,53
Total de Costos	\$	54.128.459,63	\$	64.400.089,85	\$	73.662.566,49	\$	83.104.370,06	\$	92.601.177,57

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 10. Flujo de efectivo

Tabla A 19 Flujo de efectivo

RUBROS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Ventas		\$ 155.573.876.092,65	\$ 249.095.982.727,04	\$ 390.434.806.066,57	\$ 589.211.368.476,44	\$ 855.084.889.884,99
TOTAL DE INGRESOS	\$ -	\$ 155.573.876.092,65	\$ 249.095.982.727,04	\$ 390.434.806.066,57	\$ 589.211.368.476,44	\$ 855.084.889.884,99
EGRESOS						
Activos Fijos	\$ 431.340,05					
Activos Diferidos	\$ 11.576,25					
Capital de Trabajo	\$ 89.718.829,20					
Activos Circulantes	\$ 7.511.470,84					
Reinversión						
Costos Totales		\$ 54.128.813,82	\$ 64.400.089,85	\$ 73.662.566,49	\$ 83.105.276,66	\$ 92.602.112,50
TOTAL EGRESOS	\$ 97.673.216,34	\$ 54.128.813,82	\$ 64.400.089,85	\$ 73.662.566,49	\$ 83.105.276,66	\$ 92.602.112,50
Utilidad Bruta		\$ 155.519.747.278,84	\$ 249.031.582.637,19	\$ 390.361.143.500,08	\$ 589.128.263.199,79	\$ 854.992.287.772,49
Utili. Trabaja.15%		\$ 23.327.962.091,83	\$ 37.354.737.395,58	\$ 58.554.171.525,01	\$ 88.369.239.479,97	\$ 128.248.843.165,87
(=)Utilidad ante Impues		\$ 132.191.785.187,01	\$ 211.676.845.241,61	\$ 331.806.971.975,06	\$ 500.759.023.719,82	\$ 726.743.444.606,61
Impues. Renta 25%		\$ 33.047.946.296,75	\$ 52.919.211.310,40	\$ 82.951.742.993,77	\$ 125.189.755.929,96	\$ 181.685.861.151,65
Utilidad antes Reserva		\$ 99.143.838.890,26	\$ 158.757.633.931,21	\$ 248.855.228.981,30	\$ 375.569.267.789,86	\$ 545.057.583.454,96
Reserva Legal (10%)		\$ 9.914.383.889,03	\$ 15.875.763.393,12	\$ 24.885.522.898,13	\$ 37.556.926.778,99	\$ 54.505.758.345,50
		\$ 109.058.222.779,29	\$ 174.633.397.324,33	\$ 273.740.751.879,43	\$ 413.126.194.568,85	\$ 599.563.341.800,46
(+) Deprec. Activo diferido		\$ 19.553,50	\$ 19.553,50	\$ 19.553,50	\$ 19.553,50	\$ 19.553,50
(+) Amortización act. Difer.		\$ 2.315,25	\$ 2.315,25	\$ 2.315,25	\$ 2.315,25	\$ 2.315,25
FLUJO NETO DE CAJA	\$ (97.673.216,34)	\$ 218.116.467.427,32	\$ 349.266.816.517,41	\$ 547.481.525.627,61	\$ 826.252.411.006,45	\$ 1.199.126.705.469,66

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 11. Valor actual Neto

Tabla A 20 Valor Actual Neto

AÑOS	FLUJO NETO	FLUJO ACT. (10%)	VALOR ACTUAL
0	(97.673.216,34)		
1	218.116.467.427,32	0,89	194.746.845.917,25
2	349.266.816.517,41	0,83	288.650.261.584,64
3	547.481.525.627,61	0,75	411.330.973.424,20
4	826.252.411.006,45	0,68	564.341.514.245,24
5	1.199.126.705.469,66	0,62	744.563.340.475,79
Sumatoria flujos			2.203.632.935.647,11
Inversión			(97.673.216,34)
VAN			2.203.535.262.430,77

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova

Anexo 12. Relación costo beneficio

Tabla A 21 Relación costo beneficio

AÑOS	ACTUALIZACION COSTO TOTAL			ACTUALIZACION INGRESOS		
	COSTO TOTAL ORIG.	FACTOR ACT. 9,76%	COSTO ACTUALIZADO	INGRESO ORIGINAL	FACTOR ACT. 9,76%	INGRESO ACTUALIZADO
1	54.128.813,82	0,911079	49.315.610,25	155.573.876.092,65	0,911079	141.740.047.460,51
2	64.400.089,85	0,830064	53.456.223,80	249.095.982.727,04	0,830064	206.765.714.652,80
3	73.662.566,49	0,756254	55.707.613,15	390.434.806.066,57	0,756254	295.267.897.535,30
4	83.105.276,66	0,689007	57.260.113,71	589.211.368.476,44	0,689007	405.970.731.544,37
5	92.602.112,50	0,627740	58.130.010,63	855.084.889.884,99	0,627740	536.770.624.326,37
			273.869.571,55			1.586.515.015.519,34

Elaborado por: Irene Patricia Terán Córdova