

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE RECICLAJE PARA LA FABRICACIÓN DE RESINAS DE PET A PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Stefany Pierina Bejar Sanchez

Código 20090110

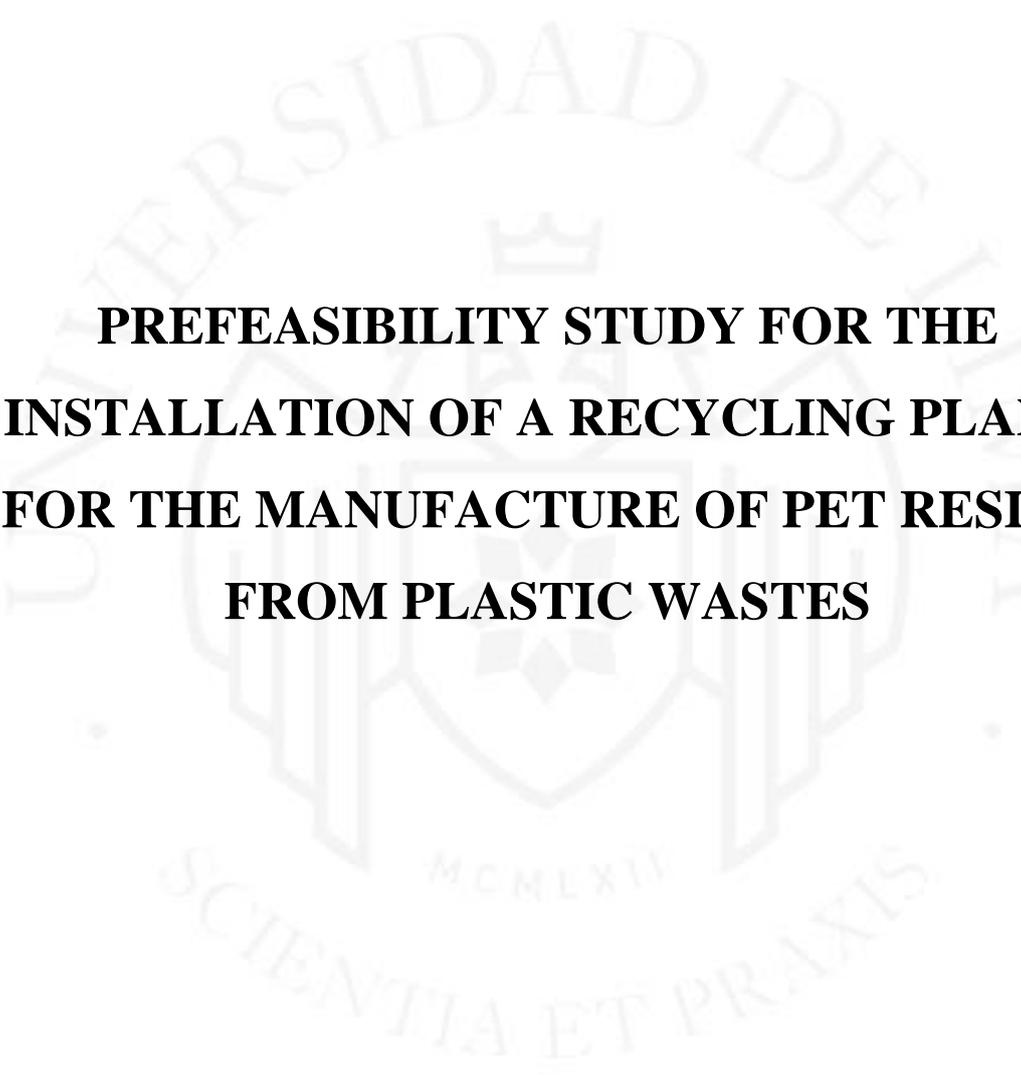
Asesor

Fernando Kleeberg Hidalgo

Lima – Perú

Octubre de 2019





**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A RECYCLING PLANT
FOR THE MANUFACTURE OF PET RESINS
FROM PLASTIC WASTES**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	XVI
EXECUTIVE SUMMARY	XVII
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos de la investigación	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación	2
1.4. Justificación del tema	3
1.5. Hipótesis de trabajo	8
1.6. Marco referencial de la investigación	8
1.7. Marco conceptual	10
CAPÍTULO II. ESTUDIO DE MERCADO.....	1
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado	1
2.1.1. Definición comercial del producto	1
2.1.2. Principales características del producto	3
2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio	5
2.1.4. Análisis de sector.....	6
2.1.5. Determinación de la metodología a emplear en investigación de mercado	9
2.2. Análisis de la demanda.....	9
2.2.1. Demanda histórica	9
2.2.2. Demanda potencial	14

2.2.3. Proyección de la demanda	17
2.2.4. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto	19
2.3. Análisis de la oferta	19
2.3.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras	20
2.3.2. Competidoras actuales y potenciales	20
2.4. Demanda para el proyecto	21
2.4.1. Segmentación del mercado	21
2.4.2. Selección de mercado meta	24
2.4.3. Determinación específica para el proyecto	24
2.5. Definición de la estrategia de comercialización	25
2.5.1. Políticas de comercialización y distribución	25
2.5.2. Publicidad y promoción	26
2.5.3. Análisis de precios	27
2.6. Análisis de disponibilidad de los insumos principales	29
2.6.1. Características principales de la materia prima	30
2.6.2. Disponibilidad de materia prima	31
2.6.3. Costo de la materia prima	32
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....	33
3.1. Identificación y análisis de los factores de localización.....	33
3.1.1. Macrolocalización	33
3.1.2. Microlocalización	35
3.2. Identificación y descripción de la alternativa de localización.....	39
3.2.1. Macrolocalización	39
3.2.2. Microlocalización	39
3.3. Evaluación y selección de localización	40

3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización	40
3.3.2. Evaluación y selección de Microlocalización	41
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA	43
4.1. Relación tamaño-mercado	43
4.2. Relación tamaño-recursos productivos	43
4.3. Relación tamaño-tecnología	44
4.4. Relación tamaño-inversión.....	45
4.5. Relación tamaño-punto equilibrio	45
4.6. Selección del tamaño de planta	45
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	47
5.1. Definición del producto basada en sus características de fabricación	47
5.1.1. Especificaciones técnicas del producto.....	47
5.1.2. Composición del producto	48
5.1.3. Diseño gráfico del producto	49
5.1.4. Regulaciones técnicas del producto	49
5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción.....	50
5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida.....	51
5.2.2. Proceso de producción	55
5.3. Características de las instalaciones y equipo	62
5.3.1. Selección de la maquinaria y equipo.....	62
a) Especificaciones de la maquinaria	63
5.4. Capacidad instalada.....	72
5.4.1. Cálculo capacidad instalada	72
5.4.2. Cálculo detallado del número de máquina requeridas	75
5.5. Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto	77

5.5.1. Calidad de la materia prima, insumos, del proceso y del producto	77
5.5.2. Estrategias de mejora	77
5.6. Estudio de Impacto Ambiental.....	78
5.7. Seguridad y salud ocupacional.....	81
5.8. Sistema de mantenimiento	86
5.9. Programa de producción	87
5.9.1. Factores de la programación de la producción.....	87
5.9.2. Programa de producción	87
5.10. Requerimiento de insumos, personal y servicios	88
5.10.1. Materia prima, insumos y otros materiales	88
5.10.2. Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	89
5.10.3. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos.....	89
5.10.4. Servicios de terceros	90
5.11. Disposición de planta.....	91
5.11.1. Características físicas del proyecto	91
5.11.2. Determinación de las zonas físicas requeridas.....	92
5.11.3. Cálculo de áreas para cada zona	94
5.11.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización	95
5.11.5. Disposición general.....	98
5.11.6. Disposición de detalle	100
5.12. Cronograma de implementación del proyecto	102
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....	103
6.1. Formación de la organización empresarial.....	103
6.2. Requerimiento de personal directivo, administrativo y de servicios.....	103
6.3. Estructura organizacional	103

CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS.....	105
7.1. Inversiones.....	105
7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo	105
7.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo).....	108
7.2. Costos de producción	109
7.2.1. Costos de materias primas	109
7.2.2. Costo de la mano de obra directa	110
7.2.3. Costo indirecto de fabricación.....	111
7.3. Presupuesto Operativos	111
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas.....	111
7.3.2. Presupuesto operativo de costos.....	113
7.3.3. Presupuesto operativo de gastos.....	114
7.4. Presupuestos financieros	118
7.4.1. Presupuesto de Servicio de deuda	118
7.4.2. Presupuesto de Ganancias y Pérdidas	118
7.4.3. Presupuesto de Estado de Situación Financiera	120
7.5. Flujo de fondos netos	122
7.5.1. Flujo de fondos económicos.....	122
7.5.2. Flujo de fondos financieros	122
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	125
8.1. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR	125
8.2. Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros del proyecto	128
8.2.1. Análisis de ratios	128
8.2.2. Económico.....	129
8.2.3. Financiero	130

8.3. Análisis de sensibilidad	131
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	135
9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto	135
9.2. Análisis de indicadores sociales	135
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS	139
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	

¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Composición porcentual de los desechos urbanos.....	2
Tabla 2.2. Codificación internacional de los plásticos	3
Tabla 2.3. Estimación de la cantidad de residuos sólidos domiciliarios generados	7
Tabla 2.4. Importación histórica de hojuelas PET virgen.....	11
Tabla 2.5. Exportaciones históricas de hojuelas PET recicladas	12
Tabla 2.6. Producción histórica de resinas de PET.....	26
Tabla 2.7. Demanda interna aparente	14
Tabla 2.8. Consumo per capital en litros	15
Tabla 2.9. Calculo demanda potencial.....	16
Tabla 2.10. Cálculo demanda potencial (2)	17
Tabla 2.11. Cálculo demanda potencial (3)	17
Tabla 2.12. Demanda proyectada y del proyecto.....	18
Tabla 2.13. Demanda proyectada	19
Tabla 2.14. Segmentación de empresas según su tamaño	23
Tabla 2.15. Cálculo del porcentaje de la demanda del proyecto	37
Tabla 2.16. Demanda del proyecto	25
Tabla 2.17. Tendencia histórica de precios de PET reciclado	27
Tabla 2.18. Proyección de precios por tonelada	41
Tabla 2.19. Precio de materiales reciclables.....	28
Tabla 2.20. Disponibilidad de insumos	29

Tabla 2.21. Producción de bebidas	32
Tabla 3.1. Generación per cápita de desechos	33
Tabla 3.2. Conexiones de agua potable disponible.....	47
Tabla 3.3. Distancia de mercado por departamento.....	34
Tabla 3.4. Años de estudios por departamento	34
Tabla 3.5. Costos energía eléctrica por departamento	35
Tabla 3.6. Generación de residuos sólidos por distrito	36
Tabla 3.7. Valoración del terreno según el distrito.....	36
Tabla 3.8. Conexiones y consumo de agua por distrito	38
Tabla 3.9. Pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad	39
Tabla 3.10. Matriz de enfrentamiento.....	40
Tabla 3.11. Ranking de factores por distrito.....	41
Tabla 3.12. Demanda del proyecto en sacos de 1TN.....	42
Tabla 3.13. Tamaño – Recursos productivos.....	42
Tabla 4.1. Tabla cálculo tamaño-inversión.....	43
Tabla 4.2. Tabla comparativo tamaño planta.....	44
Tabla 4.3. Ficha técnica resina de PET reciclado	45
Tabla 4.4. Tabla comparativa para la selección del tipo de reciclaje	46
Tabla 5.1. Especificaciones del camión recolector de basura.....	47
Tabla 5.2. Especificaciones de la balanza de pesaje.....	55
Tabla 5.3. Especificaciones de la balanza.....	63
Tabla 5.4. Especificaciones de la faja transportadora.....	64
Tabla 5.5. Especificaciones de la enfardadora.....	65
Tabla 5.6. Especificaciones de la faja transportadora elevada	65
Tabla 5.7. Especificaciones de la cámara de prelavado.....	66

Tabla 5.8. Especificaciones de la máquina segregadora automática	67
Tabla 5.9. Especificaciones de la cámara de molienda.....	67
Tabla 5.10. Especificaciones de la lavadora a fricción.....	68
Tabla 5.11. Especificaciones de la centrifuga.....	68
Tabla 5.12. Especificaciones de los silos de almacenamiento.....	69
Tabla 5.13. Especificaciones de la extrusora	69
Tabla 5.14. Especificaciones de la torre de policondensación	70
Tabla 5.15. Especificaciones de la ensacadora	70
Tabla 5.16. Especificaciones del montacargas	71
Tabla 5.17. Resumen especificaciones de las máquinas.....	71
Tabla 5.18. Cálculo de cuello de botella.....	72
Tabla 5.19. Cálculo número de máquina	74
Tabla 5.20. Valoración según la significancia del impacto ambiental	76
Tabla 5.21. Rangos de calificación de variables.....	78
Tabla 5.22. Matriz de Leopold.....	79
Tabla 5.23. Matriz IPER(1)	80
Tabla 5.24. Cálculo del stock de seguridad	84
Tabla 5.25. Cálculo del programa de producción.....	98
Tabla 5.26. Método de Guerchet para el cálculo de superficies	88
Tabla 5.27. Código de las proximidades.....	88
Tabla 5.28. Símbolos para el análisis relacional.....	97
Tabla 5.29. Cronograma de actividades.....	98
Tabla 5.30. Costo de maquinarias.....	98
Tabla 5.31. Timmer-Haus modificado.....	102
Tabla 7.1. Cálculo de los costos por materias primas.....	107

Tabla 7.2. Cálculo del costo por mano de obra directa.....	109
Tabla 7.3. Cálculo del costo por mano de obra indirecta	110
Tabla 7.4. Cálculo Costos Indirectos de Fabricación	112
Tabla 7.5. Presupuestos de ingresos por ventas.....	112
Tabla 7.6. Presupuesto de depreciación de activos fijos tangibles	113
Tabla 7.7. Presupuesto de costo de producción	113
Tabla 7.8. Presupuesto de amortización de activos fijos intangibles.....	115
Tabla 7.9. Presupuesto de gastos generales	116
Tabla 7.10. Relación deuda/capital.....	116
Tabla 7.11. Servicio de la deuda.....	117
Tabla 7.12. Estado de ganancias y pérdidas	118
Tabla 7.13. Estado de Situación Financiera.....	118
Tabla 7.14. Presupuesto de caja (Ingresos y Egresos).....	119
Tabla 7.15. Flujo de caja económico del proyecto	120
Tabla 7.16. Flujo de caja financiero del proyecto.....	121
Tabla 7.17. Evaluación económica del proyecto	123
Tabla 7.18. Evaluación financiera del proyecto	124
Tabla 8.1. Evaluación económica del proyecto	126
Tabla 8.2. Evaluación financiera del proyecto	127
Tabla 8.3. Resumen resultados económicos	129
Tabla 8.4. Resumen resultados financieros	130
Tabla 8.5. Cálculo de ventas en escenarios optimistas y pesimistas	132
Tabla 8.6. Cálculo VAN Esperado	132
Tabla 8.7. Cálculo VAN Optimista	132
Tabla 8.8. Cálculo VAN Pesimista.....	132

Tabla 9.1. Evaluación social	133
------------------------------------	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Sistema de recolección de residuos urbanos segregados.....	4
Figura 1.2 Sistema de recolección de residuos urbanos segregados.....	4
Figura 1.3. Participación de mercado de las principales empresas.....	6
Figura 2.1. Evolución de las importaciones de PET.....	24
Figura 2.2. Evolución de las exportaciones de PET	25
Figura 2.3. Crecimiento poblacional.....	28
Figura 2.4. Comportamiento de la demanda historica	31
Figura 2.5. Participación de mercado compañías exportadoras de PET reciclado	34
Figura 2.6. Participación porcentual por actividad económica.....	36
Figura 2.7. Precio proyectado	41
Figura 2.8. Símbolo internacional de reciclaje de PET inter. de reciclaje de PET.....	43
Figura 3.1. Vías de acceso a las posibles localizaciones	61
Figura 5.1. Imagen tentativa del producto	61
Figura 5.2. Presentación final del producto	62
Figura 5.3. Reciclaje mecánico de plásticos	64
Figura 5.4. Reciclaje químico de plásticos por el método de pirolisis	65
Figura 5.5. Reciclaje energético de plásticos.....	67
Figura 5.6. Reciclaje energético del plástico	71
Figura 5.7. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de resinas de PET	72
Figura 5.8. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de resinas de PET ...	73
Figura 5.9. Balance de materia	74

Figura 5.10. Balance de materia	75
Figura 5.11. Ejemplo de utilización de implementos de seguridad	95
Figura 5.12. Ejemplo de malas prácticas ergonómicas.....	96
Figura 5.13. Señales de seguridad industrial	109
Figura 5.14. Tabla de relaciones de actividades	112
Figura 5.15. Análisis relacional	113
Figura 5.16. Plano referencial de la planta	114
Figura 6.1. Organigrama.....	104



RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto tiene por objetivo realizar un estudio preliminar para la instalación de una planta de reciclaje para la fabricación de resinas PET a partir de residuos plásticos, que buscará reducir el impacto que generan los desechos urbanos en el medio ambiente y crear un precedente en el país para nuevas iniciativas pro ambientalistas. En tal sentido, se han realizado las investigaciones necesarias en base a los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial para determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

En primer lugar, se trataron los temas de estudio del mercado, en donde se definieron las características del producto y se identificó la demanda del proyecto, la cual se calculó en base a datos históricos (producción, importaciones y exportaciones). La demanda máxima de la resina de PET se calculó en 22.058 *sacos/año* en el año 2028. En segundo lugar, se plantearon las macro-localizaciones de Lima-Callao, Piura y La Libertad para instalar la planta, de las cuales resultó ganadora *Lima-Callao* con el método de ranking de factores, y la micro-localización de Chorrillos, Rimac y Carabaylo, siendo ganadora *Chorrillos*. En tercer lugar, en relación al tamaño de planta, se calculó un punto de equilibrio de 500 *sacos/año* (cada saco de 1000 kg.) a un precio de venta de *S/4.017 en el 2028*; y una capacidad instalada de 27.518 *sacos/año*. De esto se puede concluir que no se tendrá problema para abarcar la demanda proyectada, el nivel de ventas está por encima del punto de equilibrio generándose así utilidades. El proceso productivo cuenta con procesos de: recepción de residuos urbanos, selección manual, prelavado, detección de otros plásticos, molienda, lavado a fricción, secado, homogenizado, extrusión, policondensación y ensacado. Además de inspecciones y controles de calidad. Todas estas operaciones se realizarían acabo en un área de producción de 970,23 *m*².

Por último, se determinó el nivel de inversión necesario para la puesta en marcha del proyecto. Esta se fijó en *S/. 9.405.780* calculado por el estimado de Lang (modificado de Peter-Timmerhaus). Inversión que será financiada con una relación deuda/capital de 1,5, con cuotas constantes a una TEA del 20% a 10 años con 1 años de gracia parcial en el periodo pre-operativo.

Palabras clave: reciclaje, resinas, plástico PET, reciclaje, producción

EXECUTIVE SUMMARY

The project aims to conduct a preliminary study for the installation of a recycling factory for the manufacture of PET resins from plastic waste, which will seek to reduce the impact generated by urban waste on the environment and create a precedent in the country for new initiatives pro environmentalists. In this regard, the necessary research has been carried out based on the knowledge acquired in the industrial engineering career to determine the viability and profitability of the project.

In the first place, the topics of market study were discussed, where the characteristics of the product were defined and the demand of the project was identified, which was calculated based on historical data (production, imports and exports). The maximum demand for PET resin was calculated at 22.058 bags/year in the year 2028. Second, the macro-locations of Lima-Callao, Piura and La Libertad were raised to install the plant, of which Lima-Callao was the winner with the factor ranking method, and the micro-location of Chorrillos, Rimac and Carabayllo, being Chorrillos winner. Third, in relation to plant size, an equilibrium point of 500 bags / year (each bag of 1000 kg.) was calculated at a sale price of S/.4.017; and an installed capacity of 27.518 bags / year. From this it can be concluded that there will be no problem to cover the projected demand, the level of sales is above the equilibrium point generating profits. The production process has processes of: reception of urban waste, manual selection, prewash, detection of other plastics, grinding, friction washing, drying, homogenizing, extrusion, polycondensation and bagging. In addition to inspections and quality controls. All these operations would be carried out in a production area of 970.23 m^2 .

Finally, the level of investment necessary for the start-up of the project was determined. This was set at S / . 9.405.780 calculated by Lang's estimate (modified from Peter-Timmerhaus). Investment that will be financed with a debt / capital ratio of 1.5, with constant fees to a TEA of 20% to 10 years with 2 years of partial grace in the pre-operative period.

Keywords: recycling, resins, PET plastic, recycling, production, production

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Problemática

El tema de investigación parte del notorio problema de contaminación ambiental de la actualidad. Hoy en día, se podría decir que la existencia de abundantes cantidades de basura es uno de los problemas más serios que afectan el medio ambiente. La magnitud del problema se hace más evidente en las grandes ciudades urbanas, la actividad de recolección y eliminación de los desechos urbanos es cada día más difícil y sus costos operativos más altos.

Según el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, se tiene una cobertura de 93,74% de la población urbana con sistema de recolección de residuos sólidos. Sin embargo, menos del 50% son dispuestos en un relleno sanitario, dejando el restante dispuesto inadecuadamente en botaderos; es decir, vertederos a cielo abierto donde se dispone y segrega la basura sin ningún control, son quemados o arrojados al río y mar, generando una contaminación irreversible y poniendo en riesgo la salud de la población.

Partiendo de la información expuesta, se puede decir que el ciudadano peruano carece de cultura ambiental y desconoce los beneficios que puede traer una adecuada gestión de los residuos por medio del reciclaje. Es por eso que este proyecto busca incentivar por medio de su gestión, la cultura del reciclaje y significar un aporte con relevancia a la sociedad nacional.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Determinar la viabilidad técnica y económica para la instalación de una planta recicladora de plástico y comercializadora de resinas de PET reciclado, con el fin de obtener un producto de calidad y a precios competitivos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar la disponibilidad de materia prima (residuos plásticos urbanos segmentados), así como investigar sus propiedades y composición.
- Identificar y evaluar las empresas existentes que ofrecen productos reciclados y hacer uso de un estudio de mercado con la finalidad de calcular una demanda compatible con la realidad peruana.
- Diseñar la instalación de una planta recicladora de plásticos, identificando la tecnología adecuada para el tratamiento de los residuos urbanos segmentados, con la finalidad de conseguir la viabilidad técnica.
- Determinar la viabilidad económica, financiera y ambiental, al darle un valor agregado a los residuos y evitar la contaminación ambiental.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

Lo que se quiere lograr con el presente trabajo de investigación es motivar e inspirar a emprendedores para que de la mano con las municipalidades y comunidades puedan generar negocio a través del reciclaje. La idea principal es que se invierta en la concientización de los ciudadanos en temas de reciclaje y así generar beneficios no solo al medio ambiente sino también permitirá generar ganancias a la empresa que esté involucradas pues el reciclaje les dará la materia prima que necesitan para su proceso de producción. El tema del presente trabajo se basa únicamente en plásticos PET pero el mundo del reciclaje es interminable, las empresas podrían tomar otro producto como insumo principal.

El limitante sería el tiempo que toma concientizar a las personas para que el tema de reciclaje sea tomado con la seriedad debida y se realice correctamente, es decir, no mezclar residuos y separarlos de acuerdo con lo establecido, de ese modo será más fácil para la empresa productora conseguir su materia prima en las mejores condiciones. La ventaja es que mientras van pasando los años las personas empiezan a autoeducarse con respecto al reciclaje, sin embargo, se considera una limitación que en los distritos donde hay más habitantes (los conos) no hay mucha recepción sobre este tema por lo que la concientización vendría a ser más complicada.

1.4. Justificación del tema

El proyecto está orientado netamente al reciclaje de todos aquellos productos que se puedan rescatar de los desechos urbanos.

A continuación, se expondrá de inicio a fin el proyecto:

Se sabe que la eliminación de los desechos urbanos debe ser gestionado por las municipalidades distritales o regionales; sin embargo, en la mayoría de casos, éstas buscan terceros que cobran por realizar el servicio y a su vez utilizan diversas técnicas o métodos de eliminación como: incineración de los desperdicios o trituración para luego pasar a vertederos o rellenos sanitarios. Son muy pocas las empresas que le dan un valor agregado a su servicio y se atreven a transformar estos desechos en material reciclado totalmente comercializable.

Actualmente se prevé que la tendencia de uso de plástico sea decreciente; sin embargo, su presencia es inevitable y está presente en diferentes aspectos de nuestra vida: en la ropa, envases, botellas, productos electrónicos, tazas, autos, tuberías, es el material de embalaje preferido a nivel mundial. etc. El objetivo de su reducción debe estar orientado a la eliminación del plástico innecesario y el plástico de un solo uso. El presente proyecto va de la mano con dicho objetivo, el reuso del plástico, acopiando envases postconsumo y devolviéndolo a la cadena de valor impactará positivamente al medio ambiente.

La materia prima se obtendrá de la recolección de residuos urbanos de puerta en puerta y para lograrlo se ofrecerá el servicio de recojo de éstos. Se buscará una alianza estratégica con las Municipalidades de los distritos a elegir por medio de un acuerdo de ambas partes que estipule el compromiso de la Municipalidad en la capacitación de sus ciudadanos acerca de la importancia del reciclaje y su participación en él, lo cual significa separar en bolsas distintas los residuos reciclables (plástico, papel, cartón, lata, vidrio) de los no-reciclables (materia orgánica, sanitaria y peligrosa). Mientras que la empresa se encargará del servicio de recojo de residuos de manera gratuita, tanto segmentados como generales, lo cual genera un ahorro significativo en los gastos de la Municipalidad.

Figura 1.1.

Sistema de recolección de residuos urbanos segregados



Nota: Municipalidad Miraflores

Figura 1.2.

Sistema de recolección de residuos urbanos segregados



Nota: Municipalidad Miraflores

En la visita a la empresa municipal EMUSS S.A¹, el supervisor de planta, Ing. Álvaro Riveros, comentó que se debe concientizar a los ciudadanos con charlas, volantes y capacitaciones para obtener aproximadamente un 24% de participación ciudadana y que continuando con ese régimen, el porcentaje aumentaría al pasar los años.

Con el objetivo de elevar la participación de familias comprometidas con la campaña de reciclaje, el compromiso de la Municipalidad implica la implementación de un incentivo que consiste en reducir un porcentaje de los arbitrios mensuales a las familias participantes o en su defecto, cobrar un monto a los que desistan de participar en ésta campaña.

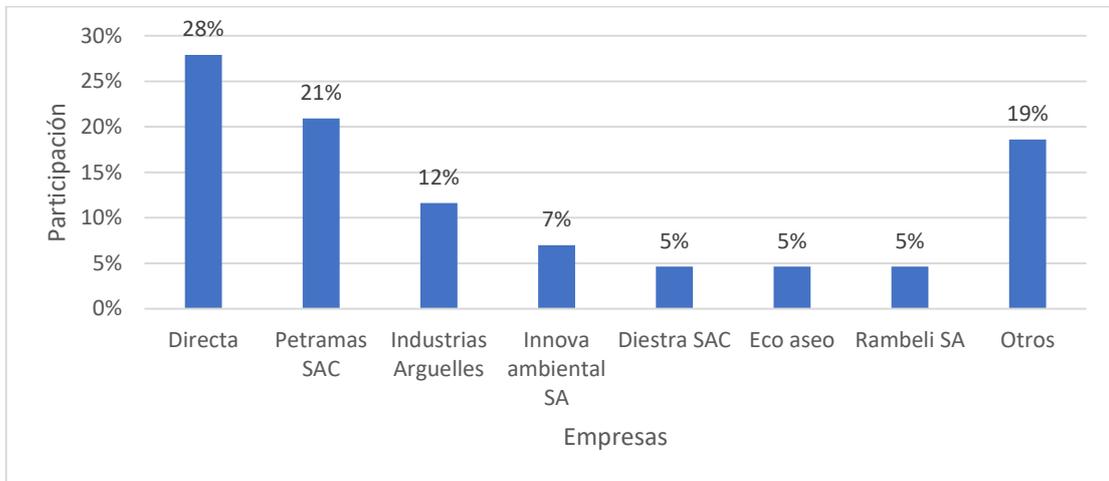
En la figura 1.2, se presentan los porcentajes de la participación en el mercado de las principales empresas con las que las municipalidades tercerizan el servicio de recolección de residuos urbanos. El porcentaje que pertenece a “Directo” representa a las municipalidades que optan por no tercerizar éste servicio.

Una vez que el material esté en la planta se le realizará un proceso de separación por tipo. Por efectos académicos el presente estudio se enfocará en la producción de resinas de PET reciclado. Además, se comercializarán todos los demás productos que resulten de la separación y tratamiento de los residuos -previamente compactado- a empresas que lo usen como materia prima o insumo para la elaboración de sus productos. Cabe mencionar que éste proyecto podría tener mayor alcance industrial al darle valor agregado a materiales como: cartón, papel, latas, vidrio.

¹Empresa Municipal de Santiago de Surco S.A.

Figura 1.3.

Participación de mercado de las principales empresas recolectoras de residuos sólidos



Nota: MINAM (2014). Elaboración propia.

Para realizar el análisis de viabilidad del proyecto se deben analizar los siguientes aspectos:

a) Técnica

Este proyecto es viable técnicamente ya que se usan máquinas y equipos sencillos en funcionamiento.

La tecnología existe en otras empresas limeñas, existe la experiencia con este proceso.

Los equipos a utilizar son:

- Balanza
- Silos de almacenamiento
- Cucharon tipo pólipo
- Tamiz rotatorio
- Cinta electromagnética
- Banda transportadora
- Prensa enfardadora
- Container
- Pala mecánica
- Montacargas

- Molino de cuchillas
- Decantador
- Lavadora
- Centrifugadora
- Ensacador

b) Económica

Se espera que la evaluación económica del proyecto resulte viable; siendo el VAN positivo (mayor a 0) para ser considerado rentable y la tasa interna de retorno (TIR) adecuada, con la que puede entenderse como la tasa de interés máxima a la que es posible endeudarse para financiar el proyecto, sin generar pérdidas. Esto se podrá lograr si se consiguen costos bajos y se ofrecen precios competitivos.

c) Social

El reciclaje no solo nos ayuda a ser amigables con el medio ambiente, sino también a obtener una gran aceptación como país en el extranjero, lo cual puede hacer que muchas puertas se abran en un futuro y esto se puede traducir en mayor ingreso de capital o inversión.

Con la instalación de la planta, se generarían puestos de trabajo, incluyendo la captación de todos aquellos recicladores informales de la capital, se sabe que solamente el 12% de los recicladores son formales, a quienes se brindará una remuneración justa y los beneficios correspondientes.

El objetivo principal es crear una cultura de conciencia ambiental en los ciudadanos del distrito a elegir, es por eso que la Municipalidad se comprometerá a dar capacitación, en un inicio de puerta en puerta y luego con reuniones y charlas masivas.

El primer distrito en tomar éste tipo de acción ha sido Santiago de Surco, con la creación de la empresa municipal EMUSS S.A. A la fecha, han logrado que 30.000 familias estén inscritas y comprometidas con su campaña de reciclaje.

En un futuro se espera poder tener acuerdos con más Municipalidades de distintos distritos y disminuir el impacto ambiental que genera los residuos urbanos.

d) Ambiental

El medio ambiente es un factor vital en este proyecto, lo que se busca es desarrollar industrias limpias y disminuir la huella de carbono que generan las industrias hoy en día. Este proyecto no tiene como única meta la generación de utilidades, sino también el objetivo de marcar la diferencia y pauta con respecto a la reutilización de residuos urbanos, generar una cultura de reciclaje trascendente en los peruanos, empezando por los limeños.

Los residuos plásticos pueden tardar en biodegradarse más de 500 años, por lo que uno de los objetivos es evitar que éstos pasen a algún relleno sanitario o sean incinerados. Al reciclar el plástico y a la vez darle un valor agregado transformándolos en resina de PET reciclada, se podrá entrar al mercado como proveedores para las industrias textiles, envasadoras, entre otras; de modo que en un futuro se pueda establecer una red de dedicación y compromiso ofreciendo y utilizando materia prima proveniente del reciclaje. Así ir incrementando la cantidad de empresas que se dedican al reciclaje y su comercialización.

1.5. Hipótesis de trabajo

La instalación de una planta recicladora de residuos plásticos y comercialización de resinas de PET recicladas, podría ser factible pues existe un mercado expectante que está dispuesto a aceptar el producto y además es técnica, socio-ambiental y financiero-económico viable.

1.6. Marco referencial de la investigación

A continuación, se presentan las investigaciones similares encontradas en la base de datos de seminarios y tesis de la Universidad de Lima, así como también se expondrán investigaciones internacionales.

- Barrientos (1992) presenta un proyecto que tiene por objetivo establecer una empresa dedicada al proceso de captación, selección y conversión de los residuos

desechados, usados y excedentes en materia prima nueva y valiosa. Ej. Compost y material reciclable. **Similitudes:** Se puede decir que ambos proyectos mantienen la esencia de recuperar todos los desechos urbanos para transformarlos en material reciclado que pueda ser usado como materia prima para la elaboración de otros productos terminados. **Diferencias:** Se agrega dentro de sus productos el compost, producto que no será desarrollado en este proyecto. Además, no se brinda el servicio de recojo puerta por puerta. Se puede decir que en el proyecto que se está realizando se le da un mayor valor agregado al insumo (plástico PET), transformándolo en resinas de PET reciclado.

- Odicio (2011) presenta una tesis que tiene por objetivo determinar la viabilidad técnica y económica de la instalación y funcionamiento de una planta recicladora de hojuelas PET para su comercialización a la China. **Similitudes:** Ambos proyectos tienen como enfoque la transformación de residuos plásticos en PET reciclado para su posterior comercialización como materia prima de otros productos terminados. **Diferencias:** Este proyecto no busca englobar toda la cadena de valor del plástico reciclado, desde el recojo de desechos urbanos puerta a puerta hasta la transformación de ellos en materias primas. Además, el enfoque de comercialización está destinado a exportación, mientras que el presente estudio va dirigido al mercado nacional.
- Vásquez Núñez (2009) elabora una investigación que tiene como objetivo principal formar un plan de investigación de residuos sólidos domiciliarios en donde cada miembro del hogar sea capaz de identificar el tipo de residuo y lo separe para que así sea más fácil el retiro de los residuos que tienen como destino una planta de reciclaje. **Similitudes:** Ambos proyectos buscan conseguir la correcta separación y reciclaje de los residuos sólidos municipales de su ciudad. Además, que el proyecto busca tener parte en toda la cadena de valor de los residuos sólidos, desde la recolección hasta su tratamiento. **Diferencias:** El proyecto no tiene como objetivo darle mayor valor agregado a la basura urbana que la separación de la misma según su composición. Mientras que el presente trabajo busca brindar un producto de

calidad que tiene la finalidad de ser usado directamente como materia prima, lo cual implica pasar por un proceso no solo de separación sino también de transformación.

- Nieto (2008) muestra el gran impacto ambiental que significa el desecho de plásticos en Cuba y como este país le hace frente a la problemática de su disposición. También se muestra las diferentes maneras en las que el plástico PET puede ser tratado y reciclado. **Similitudes:** Ambos trabajos están enfocados en analizar el impacto ambiental que genera el desecho de los plásticos PET, para lo cual expone las diferentes metodologías que existen para el tratamiento del mismo y cuáles son las más viables dentro de la realidad de su país. **Diferencias:** Este trabajo de investigación solo expone la importancia del reciclaje del plástico PET (polietileno tereftalato) mas no profundiza en la metodología para el acopio de las botellas que luego serán transformadas en PET reciclado.

1.7. Marco conceptual

La investigación no solo parte de la concientización de los ciudadanos con respecto al reciclaje sino en el proceso productivo que viene después de lograr esta separación de desechos.

El presente trabajo contiene dos áreas de investigación; por una parte, se considera un aspecto fundamental la conciencia ambiental que deberá ser inculcada a la población, esto se logrará de la mano con las municipalidades, brindando educación a los ciudadanos, respecto al reciclaje y se les premiará con un descuento en sus arbitrios. Con este propósito se recolectó data sobre empresas que en la actualidad funciona con la modalidad propuesta y se capturaron sus experiencias educando a la población. También se tomará como referencia algún estudio de mercado que pueda apoyar respecto a la educación a los pobladores de estratos B, C y D de modo que la enseñanza vaya de la mano con la receptibilidad y necesidad de los ciudadanos.

La otra parte de la investigación es el proceso productivo de la materia prima que proviene del reciclaje, los insumos serán las botellas de PET recicladas para obtener

resinas grado alimenticio. Para lograr los estándares necesarios que permitan que estén nuevamente en contacto con alimentos, es necesario que las botellas recicladas pasen por un proceso de limpieza y policondensación.



CAPÍTULO II. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición comercial del producto

La propuesta de valor de este proyecto se basa en orientar la gestión de residuos urbanos segmentados al mercado del reciclaje, ya que con este concepto se puede lograr el beneficio de todas las partes interesadas: la empresa, las comunidades, el estado, el medio ambiente, etc.

A pesar de que el proyecto tiene un amplio campo de acción y puede abarcar muchos mercados con el acto de reciclar, se ha decidido enfocar el proyecto al mercado del plástico, que en el Perú tiene un 3.36% de presencia en los desechos urbanos. La tabla 2.1 muestra la composición de los desechos urbanos y el porcentaje que representa cada componente.

La Sociedad de Industrias de Plásticos ha definido aproximadamente 8 tipos de plásticos con el objetivo de separar a los plásticos por sus características, como se muestra tabla 2.2. En el caso del polietileno tereftalato se muestra su símbolo identificado por el número 1 y sus siglas (PET).

La marca del producto será: **RECIPET**.

A continuación, se expondrá el análisis del producto en sus tres niveles:

a) **Producto básico**

Resina PET reciclada. Además de materiales como cartón, papel, metales y vidrio previamente seleccionado y acoplado.

b) **Producto real**

La resina PET reciclada se venderá en sacos de polipropileno “BigBag” de 1.000kg

El vidrio se acoplará y venderá en sacos de polipropileno “BigBag” de 1.000kg

Los papeles, cartones y metales se venderán enfardados.

c) Producto aumentado

Se brindará asesoría en el uso y beneficios del producto a cada cliente que así lo solicite. Además, se pondrá a disposición de todos los clientes una página web con toda la información de nuestros productos y de contacto con asesores. Se brindará una línea de contacto gratuita para brindar mejor atención al cliente.

Tabla 2.1.

Composición porcentual de los desechos urbanos

TIPO DE RESIDUO	%
Material Inerte	8,07
Residuos Sanitarios	6,89
Restos de medicina, focos	0,55
Pilas	0,47
Caucho, cuero y jebe	1,25
Telas, textiles	1,61
Metales	2,64
Tecnopor y similares	0,78
Bolsas	4,41
Plástico duro	2,48
Plástico PET	3,63
Vidrios	3,05
Carton	3,48
Papeles	3,96
Madera follaje	2,97
Materia organica	50,43
Otros	3,33

Nota: MINAM (2016). Elaboración Propia

Tabla 2.2.

Codificación internacional de los plásticos

Código	Siglas	Nombre
	PET	Polietileno tereftalato
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad
	PVC	Policloruro de vinilo
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad
	PP	Polipropileno
	PS	Poliestireno
	Otros	Resinas epoxídicas Resinas fenólicas Resinas amídicas Poliuretano

Nota: SPI, Sistema de Industrias de Plásticos (2015). Elaboración propia.

2.1.2. Principales características del producto

El polietileno tereftálico tiene por características más importantes los siguientes aspectos:

- El PET se divide en polímeros amorfos (transparente) y semicristalino (opaco o blanco).
- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
- Alta resistencia al desgaste.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Totalmente reciclable.
- Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie.

Debido a su gran resistencia mecánica y química, a su excelente desempeño como aislante de gases y olores y a su poco peso, el PET es actualmente el material preferido para envases por los fabricantes de bebidas en todo el mundo.

“La botella de PET pesa la séptima parte de lo que pesa una botella de vidrio del mismo tamaño, tiene la ventaja de ser irrompible y además puede ser reciclada y

procesada varias veces. Hoy en día, una botella de PET de 1.5 litros es fabricada con solo 35 gramos de materia prima.

No solo es su calidad de reciclaje lo que determina que el PET sea ambientalmente amigable, sino que, al ser sumamente liviano, contribuye a disminuir el peso de los embalajes y a la vez reduce la emisión de contaminantes mientras son transportados. Aún más, desde el punto de vista energético, el reciclaje de PET utiliza apenas el 30% de energía necesaria para la fabricación de botellas en comparación con las fábricas a partir de resina virgen.”

2.1.2.1. Uso y propiedades

Los usos del PET reciclado se dividen en 3 grandes áreas: envases de alimentos (para bebidas gaseosas y sin gas, bebidas isotónicas, agua mineral, aceites, leche, yogures, bandejas para alimentos, recipientes, etc), envases de productos de limpieza y del hogar (detergentes, suavizantes, blanqueadores, etc), fibra sintética poliéster y otros (aditivos para pinturas líquidas y en polvo, films transparentes, envases de cosméticos, radiografías, etc)

“Debido a la conciencia sobre el medio ambiente, la Unión Europea, Japón y EE. UU, han desarrollado en los últimos veinte años tres tipos de novedosos envases: las botellas de PET retornables (refillables); las botellas de PET multicapa que contienen material reciclado en la capa intermedia; y las botellas de PET monocapa que incluyen material reciclado descontaminado en contacto directo con el alimento.”

Se puede decir que “el principal uso que se le da a las hojuelas de PET reciclado en el Perú es para la fabricación de fibras de poliéster. Aproximadamente el 75% de PET recuperado se usa para hacer fibras de alfombras, ropa y membranas geo textiles. La mayor parte del 25% restante se aplica en envases para productos alimenticios, no alimenticios y compuestos para aplicaciones de moldeo.”²

² Altiplast – “Asociación Latinoamericana de la Industria Plástica”

2.1.2.2. Bienes sustitutos y complementarios

Los productos sustitutos son todas aquellas materias primas que no provienen del reciclaje, así como las materias primas orgánicas o biodegradables.

Las industrias comercializadoras de envases o envasadoras actualmente requieren de resinas virgen (no recicladas) para su producción. Sin embargo, debido a la reciente proclamación y reglamentación de la Ley N°30884, todas estas industrias estarán en la obligación de utilizar en sus procesos de producción, PET reciclado en un 15% como mínimo. Esto sumado a la predisposición que se observa en la ciudadanía hoy en día de comprar productos reciclados y de empresas al ofrecerlos, mostrándolos como empresas amigables con el medio ambiente, ayuda a que la aceptación sea mayor.

2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

Para este proyecto se debe determinar 2 diferentes áreas geográficas:

a) Área geográfica que comprenderá nuestro mercado

Se ha optado por determinar cómo área geográfica el mercado nacional (Perú). Esto se debe a que las pocas empresas que se dedican a la producción de resinas PET recicladas exportan gran cantidad de su producción, dejando un mercado que se ve obligado a importar PET virgen.

b) Área geográfica para el servicio del recojo de basura

Se determina como área geográfica la ciudad de Lima por 2 aspectos fundamentales:

- Por tener mayor volumen poblacional
- Por tener una generación de residuos urbanos en grandes y mayores cantidades comparado a otras ciudades del Perú, dichos residuos urbanos segmentados cumplirán la función de materia prima para nuestro proyecto.

Tabla 2.3 se puede observar la generación de basura por departamento en toneladas en año y a su vez la generación per cápita (GPC) por día en kilogramos.

2.1.4. Análisis de sector

a) Amenaza de nuevos competidores

Existen barreras de entrada a destacar como: los altos costos que podrían suponer la implementación de una planta de reciclaje, posibles altos costos de recojo y recopilación de los desechos a las municipalidades que implica contar con una flota de camiones de basura. El terreno debe ser de grandes dimensiones y viene a ser otro factor determinante por los espacios que se necesitan. Cabe mencionar que actualmente no existen compañías que ofrezcan el servicio de recojo y acopiamiento sin cobro alguno.

Además, tenemos los nuevos fabricantes o importadores de envases biodegradables, fabricados con materiales orgánicos como hojas de palma, maíz, etc. Sin embargo, aún la industria no está del todo desarrollada en el país y aún no existe un producto que reemplace los envases de bebidas.

Por lo que se puede concluir con que la amenaza de nuevos competidores es **moderada**.

b) Poder de negociación de los clientes.

Nuestros clientes son todas aquellas empresas que tienen como materia prima y/o insumos materiales reciclados como: plástico, papel, cartón, metales, vidrios, etc. Un factor importante que se debe rescatar es que existe la posibilidad de que estas empresas se integren hacia atrás y agreguen a su proceso la recopilación del material que necesiten ya sea de puerta en puerta o por medio de campañas intensivas hacia la población. Es importante mencionar que según la Ley N° 30884, en un periodo no mayor a 3 años a partir el presente año, se volverá obligatorio utilizar en un 15% envases provenientes de resina reciclada.

Se puede concluir que el poder de negociación de los clientes es **moderado**.

Tabla 2.3.

Estimación de la cantidad de residuos sólidos domiciliarios generados.

Región	Año 2017	
	Generación de residuos (kg/día)	GPC residuos (kg/hab./día)
Amazonas	98 639	0,522
Ancash	400 251	0,546
Apurímac	110 665	0,578
Arequipa	576 854	0,487
Ayacucho	223 853	0,519
Cajamarca	273 883	0,537
Callao	625 711	0,656
Cusco	429 446	0,598
Huancavelica	67 891	0,492
Huánuco	163 102	0,496
Ica	361 108	0,524
Junín	488 405	0,509
La Libertad	746 218	0,540
Lambayeque	585 687	0,511
Lima	5 951 909	0,591
Loreto	390 988	0,553
Madre de Dios	53 780	0,446
Moquegua	68 191	0,391
Pasco	75 546	0,429
Piura	764 255	0,586
Puno	336 280	0,470
San Martín	301 610	0,548
Tacna	142 115	0,492
Tumbes	102 570	0,457
Ucayali	249 949	0,660
Total	12 794 666	0,526

Nota: SINIA MINAM (2019). Elaboración propia.

c) Poder de negociación de los proveedores

El recaudo de residuos sólidos se realizará puerta a puerta desde cada vivienda, por lo que los vecinos o ciudadanos de cada distrito se convierten en nuestros proveedores de la mano con las municipalidades con las que se realizarán contratos para asegurar la disponibilidad de materia prima. Previamente se realizará un contrato con las municipalidades respectivas.

Se considera que el poder de negociación de nuestros proveedores es **alto** por estar supeditados a la iniciativa de cada ciudadano en reciclar, cabe la posibilidad de que los ciudadanos dejen de proveernos botellas. Este limitante será tratado directamente con las municipalidades a través de incentivos económicos, charlas y capacitaciones.

d) Rivalidad entre los competidores

Se cuenta con 2 tipos de competidores, empresas recolectoras de plástico o acopiadoras de plástico y empresas fabricantes de materia prima reciclada o envases biodegradables.

Las compañías que tienen mayor participación de mercado entre las empresas recolectoras de residuos sólidos son: Petramas S.A, con mayor participación (21%), Industrias Arguelles y Servicios Generales SAC (12%); sin embargo, existe un mayor porcentaje de participación (28%) de las municipalidades que gestionan directamente los desechos urbanos, este será nuestro mercado objetivo con lo que respecta al servicio de recojo de basura.

Para poder adquirir mayor participación se tiene que realizar una investigación más focalizada ya que estas empresas trabajan bajo contratos de licitación, dentro del cual se evaluará al proveedor económica y técnicamente, en el ámbito económico, se presentará la propuesta de no cobrar por el servicio de recojo de residuos domiciliarios a las municipalidades, existiendo así altas probabilidades de ganar la licitación pública ya que estas son evaluadas y comparadas con las demás propuestas por su propuesta económica.

Se puede decir que la rivalidad entre los competidores en el servicio de recolección de basura doméstica es **moderada**.

Por otro lado, en el mercado de comercializadores de materiales reciclables o fabricantes de envases biodegradables, se tiene una rivalidad **alta**, debido a la existencia de varias empresas dedicadas al rubro del reciclaje, la variedad de precios no es tanta y el producto se distinguirá por la calidad de tratamiento que se les brinde a los desechos.

e) **Amenaza de productos sustitutos**

Los productos sustitutos son todas aquellas materias primas que no provienen del reciclaje. En el caso concreto de la resina PET reciclada, las industrias que utilizan este producto como materia prima requieren de resinas virgen (no recicladas) para su producción. A pesar de esto, la gran diferencia de precios que existe entre una y otra hace que cada vez más empresas compren resinas recicladas. Esto sumado a la predisposición que se observa en la ciudadanía hoy en día de comprar productos reciclados y de empresas al ofrecerlos, mostrándolos como empresas amigables con el medio ambiente, ayuda a que la aceptación sea mayor.

Otro gran producto sustituto son los envases biodegradables, que presentan gran aceptación en el canal moderno, restaurantes, bares, hoteles.

La amenaza de productos sustitutos es **moderada**.

2.1.5. Determinación de la metodología que se empleara en la investigación de mercado.

Para el trabajo de investigación se emplean varias metodologías, entre ellas está la demanda histórica con investigaciones sobre las importaciones, exportaciones y producción nacional; luego tenemos la demanda interna aparente, la demanda potencial y por último se realizaron encuestas a empresarios del sector de bebidas y alimentos como potenciales clientes.

2.2. Análisis de la demanda

2.2.1. Demanda histórica

2.2.1.1. Importaciones y exportaciones

Se obtuvo información de los movimientos aduaneros, importaciones y exportaciones a partir de las siguientes partidas arancelaria:

3907.61.90.00: Los demás, para los periodos del 2017 y 2018.

3907.60.90.00: Los demás, para los periodos del 2009 al 2016.

Sección VII – Plásticos y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas

Capítulo 39 – Plásticos y sus manufacturas

Grupo 07 – Poliacetales, los demás poliéteres y resinas epoxi, en formas primarias; policarbonatos, resinas alcídicas, poliésteres alílicos y demás poliésteres, en formas primarias.

Actualmente la partida en rigor es 3907619000 y los impuestos que le aplican son:

Tabla 2.4.

Tratamiento arancelario

Gravámenes vigentes	Valor
Ad Valorem	0%
Impuesto Selectivo al consumo	0%
Impuesto General a las ventas	16%
Impuesto de promoción municipal	2%
Seguro	1,25%

Nota: Aduanet (2019)

a) Importaciones

Perú no cuenta con producción de resinas de PET virgen ya esta materia prima proviene del petróleo y en el Perú existe un escaso desarrollo en la industria petroquímica. Se puede decir que la importación obtenida es netamente de resinas de PET virgen, como lo muestra la tabla 2.5.

Cabe mencionar que los países con frecuencia de compra más alta son: China, Taiwan, Korea, India, Estados Unidos, etc. Se puede observar que las importaciones tienen una evolución ascendente constante en el tiempo, a excepción del 2017 en la que sufrió una caída.

Tabla 2.5.

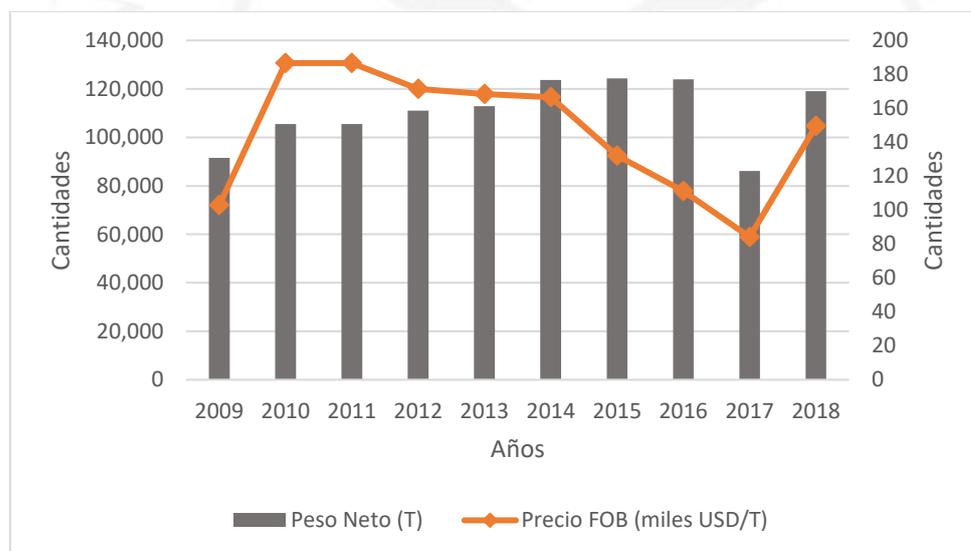
Importación histórica de hojuelas PET virgen

Año	Peso Neto (T)	Precio FOB (USD/T)
2009	91 558	102,914
2010	105 507	186,675
2011	105 507	186,675
2012	111 048	171,452
2013	112 846	168,487
2014	123 737	166,516
2015	124 293	132,176
2016	123 982	111,280
2017	86 148	84,134
2018	119 023	149,561

Nota: Veritrade (2019). Elaboración propia.

Figura 2.1.

Evolución de las importaciones de PET (en toneladas y miles de USD)



Nota: Veritrade (2019). Elaboración propia.

b) Exportaciones

El Perú no es un país productor de resinas de PET; sin embargo, llama la atención que al consultar la base de datos de Veritrade con las mismas partidas arancelarias tenemos los siguientes resultados:

Tabla 2.6.

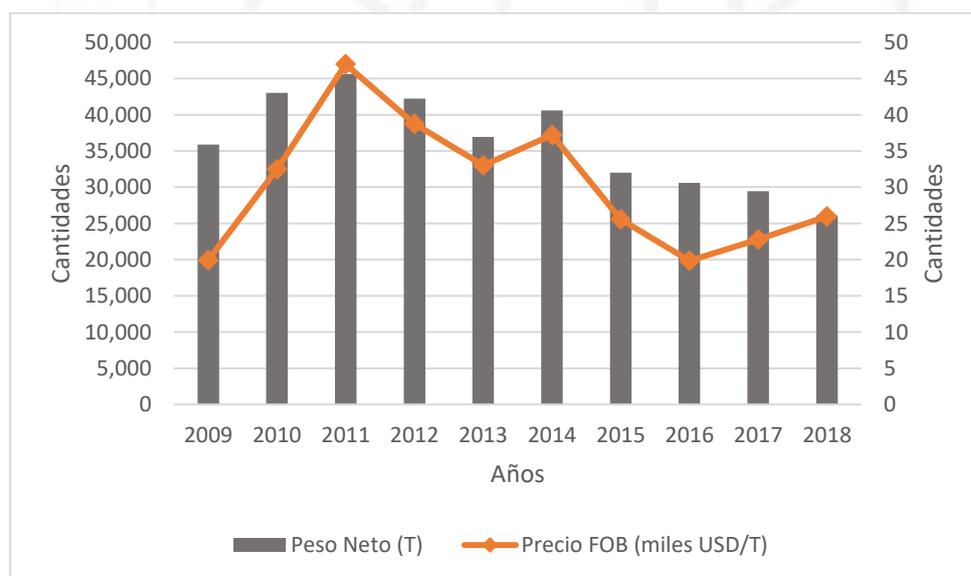
Exportaciones históricas de hojuelas PET recicladas

Año	Peso Neto (T)	Precio FOB (USD/T)
2009	35 875	19 913
2010	43 018	32 508
2011	45 634	46 971
2012	42 247	38 736
2013	36 919	33 025
2014	40 585	37 192
2015	32 014	25 554
2016	30 588	19 843
2017	29 448	22 786
2018	26 092	25 971

Nota: Sunat – Aduanet (2016)

Figura 2.2.

Evolución de las exportaciones de PET (en toneladas y miles de USD)



Nota: Veritrade (2019). Elaboración propia.

Realizando un análisis detallado de las descripciones presentadas ante la SUNAT para dichas exportaciones se puede concluir que el Perú exporta PET reciclado en estado de escamas, flake o scrap.

Las escamas de PET son aquellas botellas post consumo que han pasado por un proceso de molido, sin llegar a darle el estado pellet grado alimenticio que buscamos en

este proyecto. Los países que nos compran con mayor incidencia son Estados Unidos, China, Chile, México.

2.2.1.2. Producción nacional

Actualmente, la industria del plástico en el Perú se basa en la transformación primaria y secundaria de la materia prima proveniente del extranjero. La materia prima que utiliza esta industria proviene de la industria petroquímica, por lo que se requiere importar los insumos ya que en el Perú no existe una industria petroquímica proveedora.

Se sabe que la compañía San Miguel Industrias PET S.A viene fabricando alrededor de 1200 toneladas de botellas de PET reciclado al mes, desde al año 2016, por lo que se considerará dicha cifra como producción nacional.

Tabla 2.7.

Producción histórica de resina de PET reciclado

Año	Producción (T)
2016	20 000
2017	20 000
2018	20 000

Nota: SMI (2019). Elaboración propia.

2.2.1.3. Demanda interna aparente (DIA)

Para calcular la demanda interna aparente (DIA), se va considerar la siguiente fórmula:

$$DIA = P + I - E$$

Se cuenta con los datos de la producción y exportación de resinas de PET recicladas, pero no se cuenta con datos de importación puesto que solo se importa resinas PET virgen.

La demanda interna aparente se muestra tabla 2.8, la cual ha tenido valores fluctuantes entre los años 2006-2015, pero que sin embargo se observa una tendencia creciente.

Tabla 2.8.

Demanda interna aparente

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	DIA (t)
2009	0	91 559	35 875	55 683
2010	0	105 507	43 018	62 489
2011	0	105 507	45 634	59 873
2012	0	111 048	42 247	68 801
2013	0	112 847	36 919	75 928
2014	0	123 737	40 585	83 152
2015	0	124 293	32 014	92 279
2016	20 000	123 983	30 588	113 395
2017	20 000	86 149	29 448	76 701
2018	20 000	119 023	26 092	112 931

2.2.2. Demanda potencial

En este punto se analizará patrones de consumo de una realidad similar a la de Perú, se determinará la potencialidad que tiene Perú frente a Chile.

2.2.2.1. Patrones de consumo: incremento poblacional, consumo per-capita, estacionalidad

Para lograr el cálculo de la demanda potencial, se analizarán los patrones de consumo del país fronterizo de Chile de manera comparativa a Perú.

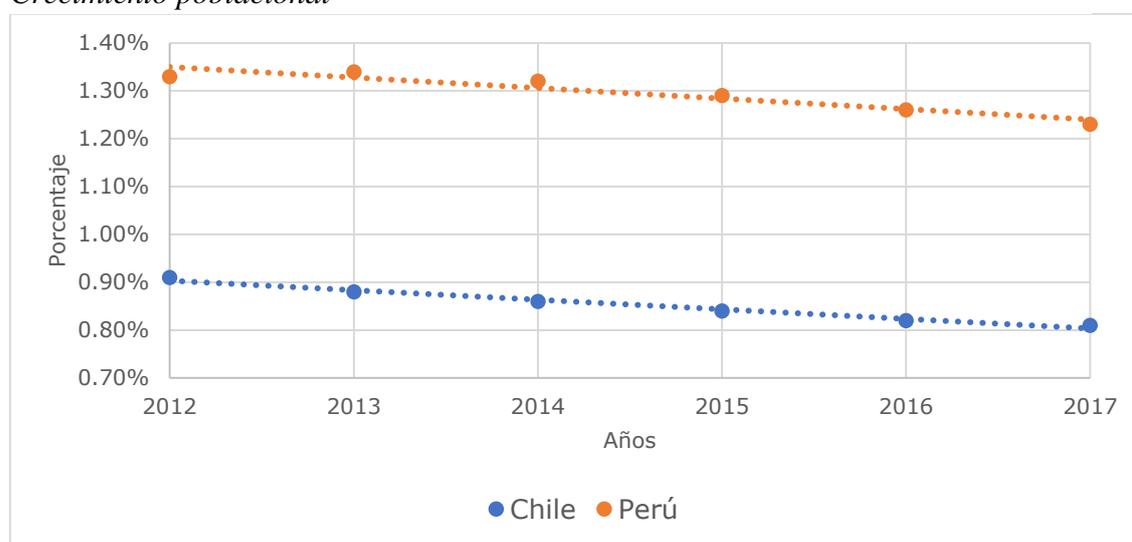
De esta manera podemos decir que:

a) Incremento poblacional

El Perú tiene una población de 31,2 millones de habitantes con una tasa de incremento poblacional de 1,23%, mientras que Chile tiene una población de 18 millones de habitantes y 0.81% de crecimiento poblacional.

Figura 2.3.

Crecimiento poblacional



Nota: Banco Mundial (2018)

b) Consumo per cápita

Con respecto a los niveles de consumo de Chile específicamente hablando de bebidas (gaseosas, agua, refrescos, etc) que son nuestra materia prima para llegar al PET reciclado, se puede decir que es considerablemente mayor que Perú, a pesar de ser un país con menor espacio geográfico y menos densidad poblacional. El consumo peruano es aproximadamente el 85% del consumo chileno.

Tabla 2.9.

Consumo per capita en litros

	Chile	Perú
2012	3 018 948	2 427 789
2013	3 169 549	2 403 918
2014	3 213 273	2 464 298
2015	3 297 986	2 632 352
2016	3 365 568	2 830 380
2017	3 268 552	2 798 480

Nota: Euromonitor (2019)

c) Estacionalidad

Se analizará la estacionalidad de las bebidas no alcohólicas, puesto que los envases de estas serán la materia prima en nuestro proceso de producción.

Los envases de PET tienen mayor demanda en verano por lo que los volúmenes de residuos plásticos serán mayores, mientras que en las demás estaciones del año los volúmenes se mantienen constantes o son aproximadamente iguales.

2.2.2.2. Determinación de la demanda potencial

A continuación, se describirán los cálculos realizados para llegar a la demanda potencial: evaluar si poner todos los pasos en este párrafo o solo el resultado.

Se partió del consumo en litros de bebidas para Perú y Chile, para obtener el consumo per cápita de resina de PET en kilogramos (considerando envases de 0.65 litros, un peso de 8.7gr por botella).

Tabla 2.10.

Calculo demanda potencial

	Consumo en miles de litros		Miles de botellas (0.650ml)	
	Chile	Perú	Chile	Perú
2012	3 018 948	2 427 789	4 644 535	3 735 060
2013	3 169 549	2 403 918	4 876 229	3 698 335
2014	3 213 273	2 464 298	4 943 496	3 791 227
2015	3 297 986	2 632 352	5 073 824	4 049 772
2016	3 365 568	2 830 380	5 177 796	4 354 430
2017	3 268 552	2 798 480	5 028 541	4 305 353

Nota: Euromonitor (2018). Elaboración propia.

Tabla 2.11.

Cálculo demanda potencial (2)

	kg		Habitantes		Consumo per cápita	
	Chile	Perú	Chile	Perú	Chile	Perú
2012	404 075	324 950	17 309 746	30 158 966	0,023	0,011
2013	424 232	321755	17 462 982	30 565 716	0,024	0,011
2014	430 084	329 837	17 613 798	30 973 354	0,024	0,011
2015	441 423	352 330	17 762 681	31 376 671	0,025	0,011
2016	450 468	378 835	17 909 754	31 773 839	0,025	0,012
2017	437 483	374 566	18 054 726	32 165 485	0,024	0,012

Nota: Banco Mundial (2018). Elaboración propia.

Finalmente se muestra el cálculo de la demanda potencial que se obtuvo de multiplicar el número de habitantes del Perú por el consumo per cápita de Chile.

Tabla 2.12.

Cálculo demanda potencial (3)

	Habitantes Perú	Consumo per cápita Chile	Demanda Potencial (kg)
2017	32 165 485	0,024	779 400

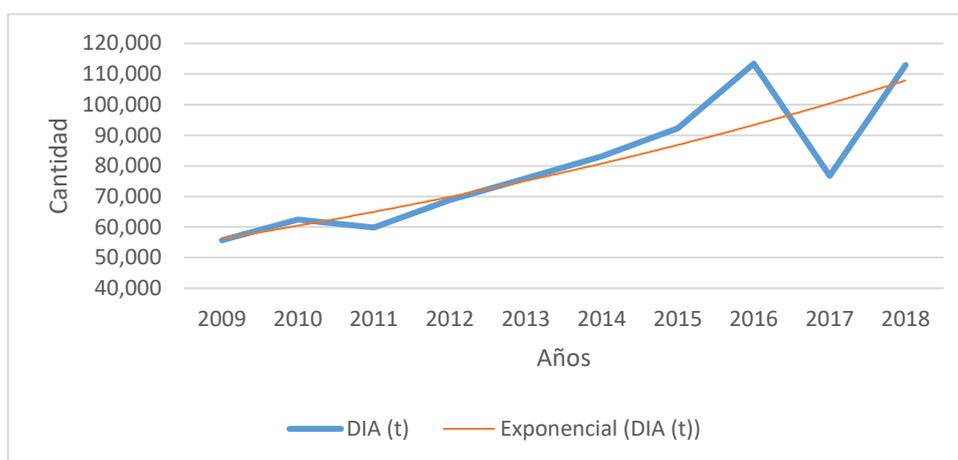
A partir de los cálculos mostrados, se puede concluir que el consumo per cápita para ambos países ha incrementado sostenidamente como lo muestra la tabla 2.9. Además, que usando como objetivo que el consumo per cápita del Perú logre las cifras chilenas, se puede llegar a duplicar la demanda de PET reciclado.

2.2.3. Proyección de la demanda

A partir de la demanda histórica que muestra la tabla 2.8 se proyectó la demanda histórica hasta el 2028. Para realizar este cálculo se usó la técnica de regresión, se determinó que el mejor tipo de regresión fue la de tipo exponencial con un coeficiente de correlación de 0,8810 y un R² de 77,62%. El coeficiente de correlación indica un estrecho grado de asociación entre el tiempo y la demanda interna aparente; mientras que el coeficiente de determinación indica que el 77,62% de la variabilidad de la DIA se puede proyectar con la variabilidad del tiempo.

Figura 2.4.

Comportamiento de la demanda historica



En la figura 2.4 se muestra la tendencia que está siguiendo la demanda en los últimos 9 años.

Tabla 2.3.

Demanda proyectada y del proyecto

Regresión	Ecuación modelo	R ²
Lineal	$y = 5818x + 48124$	0,7318
Logarítmica	$y = 22617\ln(x) + 45962$	0,6482
Exponencial	$y = 52265e^{0.0725x}$	0,7762
Potencial	$y = 50325x^{0.289}$	0,7231

Luego se obtuvo la demanda proyectada en un horizonte de 10 años como se puede observar tabla 2.14. Se puede decir que la demanda proyectada tiene un incremento sostenible a través de los años.

Tabla 2.14.

Demanda proyectada

Año	Demanda proyectada (t)
2019	116 027
2020	124 752
2021	134 132
2022	144 218
2023	155 062
2024	166 722
2025	179 258
2026	192 737
2027	207 230
2028	222 812

2.2.4. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

La vida útil es el periodo de tiempo en el que se desarrollará el proyecto. Este proceso abarca desde la instalación hasta el cierre del proyecto. En este caso la duración es de 10 años, desde el 2019 – 2028.

2.3. Análisis de la oferta

Para comprender la oferta, debemos realizar una diferenciación entre resinas de PET reciclado grado alimenticio y escamas de PET reciclado (también llamado flake).

Actualmente, existen algunas compañías que reciclan y procesan el PET para obtener flake reciclado, generalmente dedicadas a la exportación. Mientras que la producción de resinas de PET reciclado grado alimenticio se encuentra monopolizado por la compañía San Miguel Industrias PET S.A.

Así mismo, se analizará la oferta de la resina de PET virgen al considerarse que el sustituto directo de la resina de PET reciclado.

2.3.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

2.3.1.1. Productoras y exportadoras

Entre las empresas más representativas productoras y exportadoras de escamas de PET reciclado en el Perú se tiene a las siguientes: Iberoamericana de plásticos SAC, San Miguel Industrias PET SA, Recieexporta SAC, Polímeros y Plásticos Andina SAC, Lin Yi SAC.

Cabe resaltar que el negocio del reciclaje está considerado como un negocio con mucha informalidad y hermetismo; sin embargo, las empresas anteriormente mencionadas se han diferenciado en este aspecto formalizando sus operaciones. Además, se acota que toda empresa dedicada a la comercialización de residuos sólidos debe estar registrada en la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa); hace 5 años había 200 empresas comercializadoras de residuos sólidos inscritos en Digesa, al 13 de abril del 2012 (último registro que ha publicado Digesa a la fecha) esta cifra se ha incrementado a 615 empresas. Lo que quiere decir que con el paso de los años se va formalizando el negocio de reciclaje en el Perú.

2.3.1.2. Importadoras

Las empresas que importan resina PET virgen por lo general son embotelladoras y fabricantes de preformas, por ejemplo: San Miguel Industrias PET SA, Amcor PET Packaging del Peru SA, Ajeper SA, OPP Film SA y Compañía Cervecera Ambev Peru SAC, etc.

Se puede decir que estos importadores de PET virgen podrían ser un mercado potencial para nuestro proyecto, si se busca reemplazar este consumo de PET virgen por el de PET reciclado.

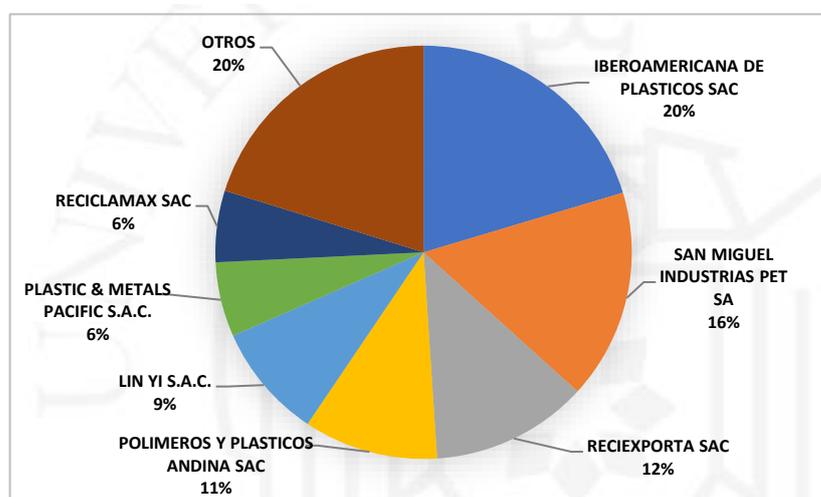
2.3.2. Competidoras actuales y potenciales

Actualmente, la compañía San Miguel Industrias PET SA, es la única productora y comercializadora de resina de PET reciclada grado alimenticio, vale decir que tiene el monopolio en el mercado.

Mientras que, existen compañías listadas en el punto 2.3.1.1 dedicadas a la producción y posterior exportación de escamas de PET reciclado, gran parte de ellas tienen el control sobre el acopio de materia prima (envases postconsumo) y significan una importante competencia, puesto que llevan muchas de ellas décadas en el mercado. Sin embargo, estas orientan casi toda su fuerza de ventas al mercado internacional, dejando un mercado nacional que debe satisfacer sus necesidades de compra de PET como insumo importando PET virgen.

Figura 2.5.

Participación de mercado compañías exportadoras de escamas de PET reciclado



Nota: Veritrade (2019). Elaboración propia.

2.4. Demanda para el proyecto

La resina de PET reciclado es un producto de consumo intermedio, usado como insumo para diversos procesos productivos, no es de consumo final por lo que no se evaluarán variables demográficas ni psicográficas.

2.4.1. Segmentación del mercado

A continuación, se listarán ciertas variables de segmentación de mercado a considerar en el presente estudio. Sin embargo, para efectos del cálculo de la demanda los porcentajes mencionados no serán considerados, la metodología de determinación de demanda será explicado más adelante.

a) Variables geográficas

El mercado ha sido segmentado geográficamente para Perú, específicamente en la ciudad de Lima, ya que en Lima se concentra la mayor actividad económica del país que se traducen en un 48,1%³ del total de las empresas peruanas.

Esto sumado al interés del proyecto por enfocarse en el mercado nacional, ya que la mayor fuerza de ventas que realizan las empresas competidoras se orientan al mercado extranjero y esto hace que se genere un mercado insatisfecho en el Perú, que lleva a las empresas a importar resinas PET virgen. Además, debido al cambio de la legislación el interés de las compañías de bebidas y alimentos significaran un mercado emergente para el uso de PET grado alimenticio.

Por otro lado, se debe definir el área geográfica que abarcará el servicio de recojo de basura. Se tiene como posibles opciones la presencia del proyecto a nivel nacional específicamente a los departamentos de Lima, La Libertad, Piura, Ancash o Arequipa por ser ciudades con altos índices de generación de residuos sólidos como lo demuestra la tabla 2.3. Sin embargo, se elegirá la ciudad de Lima, específicamente los distritos de Chorrillos, Rímac o Carabayllo.

b) Variables por tipo de empresa, según su tamaño

El mercado se segmentará según el tipo de empresa según su tamaño. Se ha elegido como mercado objetivo las empresas que laboren de manera formal:

- Micro empresa formal
- Pequeñas empresas formales
- Mediana y gran empresa formal

Tabla 2.15 se muestra el porcentaje de cada tipo de empresa por su tamaño, considerando los tipos de empresas elegidas se puede obtener un total de 27,28%.

³ PRODUCE – Dirección de Estudios Económicos de Mypes e Industria.

Tabla 2.15.

Segmentación de empresas según su tamaño

Tipo de empresa	%
Micro empresa formal	23,75%
Micro empresa informal	70,77%
Pequeña empresa formal	2,78%
Pequeña empresa informal	1,95%
Mediana y gran empresa formal	0,75%

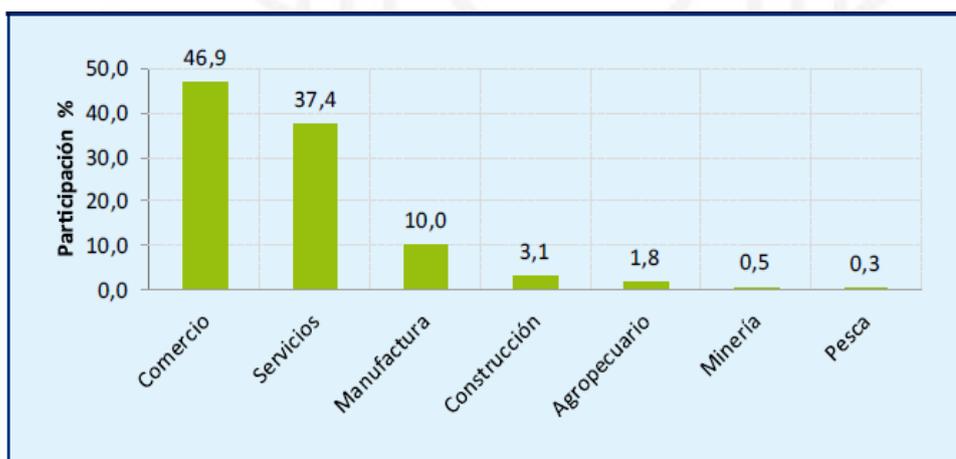
Nota: ENAHO-INEI (2013). Elaboración propia.

c) Variables por tipo de empresa, según su actividad

La industria del reciclaje tiene amplio mercado; sin embargo, se eligió como producto principal a reciclar el plástico PET. Este a su vez tiene diversas aplicaciones como materia prima en distintos tipos de industrias, por ejemplo: industria textil, industria envasadora o embotelladora para el sector alimenticio, domestico, farmacéutico, maquillaje. etc. En resumen, el mercado irá orientado al sector de manufactura que significa un 10% del total de industrias.

Figura 2.6.

Participación porcentual por actividad económica



Nota: PRODUCE (2014)

2.4.2. Selección de mercado meta

Con el objetivo de seleccionar un mercado meta, se debe calcular un porcentaje de la demanda interna aparente en base a un criterio o factor limitante.

RECIPET SA, sería un directo competidor de la compañía que tiene el monopolio actual de la producción y comercialización de resina de PET reciclado grado alimenticio, esto implica que deberá ir ganando mercado aplicando estrategias de diferenciación y distribución eficiente.

Para efectos del cálculo de la demanda específica del proyecto, se han considerado dos factores importantes:

- a) La Ley 30884 indica lo siguiente en el artículo 10.1 “Los fabricantes de botellas de tereftalato de polietileno (PET) para bebidas de consumo humano, aseo personal y otras similares, deben obligatoriamente incluir en la cadena productiva material PET reciclado postconsumo (PET-PCR) en al menos quince por ciento (15%) de su composición, cumpliendo con las normas de inocuidad alimentaria.”. Se está considerando reemplazar el consumo de resina de PET virgen en un 15% con un incremento de 5% anual.
- b) Se realizó una entrevista al Gerente Global de Packaging de la compañía AJEGROUP, potencial cliente de RECIPET. Dentro de las respuestas brindadas, se consultó acerca de la intención de compra y la intensidad de compra, obteniendo un resultado de 100%. El hecho de que exista mayores alternativas de compra, para las compañías que requieren el insumo dentro de su proceso de producción, favorece totalmente puesto que le daría dinamismo y libre competencia que obligará que los precios sean mejorados. Sin embargo, adoptando una posición más conservadora ya que actualmente el mercado se encuentra monopolizado, se considerará una participación del 15%. Cabe mencionar que actualmente San Miguel Industrias PET SA solo cuenta con una capacidad instalada de 20 mil toneladas al año.

2.4.3. Determinación específica para el proyecto

Aplicando la metodología expuesta en el punto anterior se obtuvo la demanda del proyecto mostrada en la tabla 2.16.

Tabla 2.4.

Demanda del proyecto

Año	Demanda proyectada (t)	Ley 30884	Participación de mercado	Demanda del proyecto (Sacos por T)
2019	116 027	17 404	2 611	2 611
2020	124 752	24 950	3 743	3 743
2021	134 132	33 533	5 030	5 030
2022	144 218	43 265	6 490	6 490
2023	155 062	54 272	8 141	8 141
2024	166 722	66 689	10 003	10 003
2025	179 258	80 666	12 100	12 100
2026	192 737	96 369	14 455	14 455
2027	207 230	113 976	17 096	17 096
2028	222 812	133 687	20 053	20 053

2.5. Definición de la estrategia de comercialización

Respecto a la comercialización, el sistema a utilizar será B2B (business to business) y se optará por tener un canal de venta directa al cliente, no se contará con intermediarios ya que el producto está destinado a organizaciones y se busca que nuestros clientes tengan información de primera mano por parte de nuestra empresa, además de brindarles un servicio rápido y eficiente.

Se contará con un área de fuerza de ventas soportado por personal técnico que se encargarán de realizar el contacto con nuestros clientes, ofrecer muestras gratuitas y soporte técnico para el uso de la resina en sus procesos de producción. Además, se tratarán las condiciones de venta, como: volúmenes, frecuencia de compra, plazos de entrega, condiciones de pago, etc.

2.5.1. Políticas de comercialización y distribución

Como políticas de comercialización se tienen:

a) Créditos y descuentos

Se brindarán créditos a corto a largo plazo a los clientes, previa evaluación de cada uno de ellos para determinar la cantidad de crédito o descuento a brindar, además de las condiciones en los que se firmarán los contratos con estos.

b) Tipo de factura

Se trabajará con facturas en plazos de pago de 30, 45 o 60 días como máximo para no afectar la liquidez de la empresa y a su vez ser atractivos ante los ojos de los clientes porque siempre se ven beneficiados antes posibles créditos.

2.5.2. Publicidad y promoción

Hoy en día se ve un creciente espíritu de reciclaje a nivel mundial, cada vez hay más campañas que incentivan a actuar en pro del medio ambiente. Sin embargo, los peruanos no están motivados por esta corriente mundial, por lo que como principal objetivo publicitario se tendrá crear una cultura de reciclaje en los hogares peruanos:

- Se hará publicidad intensiva en los medios de comunicación. que llamen a la conciencia de los habitantes de Lima.
- La cultura de reciclaje se debe formar desde niños, por lo que se brindaran charlas proactivas con diversas actividades amenas con el objetivo de crearles desde pequeños la conciencia de reciclaje.

Por otro lado, la estrategia de ventas será PULL, porque se orientarán los esfuerzos promocionales a los consumidores finales que en este caso son organizaciones. El producto será ofrecido a través de la venta personal; sin embargo, desarrollaremos los siguientes canales de comunicación para que los potenciales clientes puedan llegar a nosotros:

- Página web y redes sociales.
- Se tendrá presencia en revistas especializadas sobre el tema.
- Con el apoyo del gobierno se pueden realizar ferias especializadas de reciclaje.

Además de la ya existente feria internacional de la industria del plástico EXPO PLAST PERU, que ya va en su V edición, en las que las empresas tengan mayor información a la mano de esta nueva corriente y empiecen a adquirir productos reciclados.

2.5.3. Análisis de precios

2.5.3.1. Tendencia histórica de los precios

El promedio de la tendencia histórica de los precios para la exportación de escamas de PET reciclado ha sido la siguiente:

Tabla 2.5.

Tendencia histórica de precios de escamas de PET reciclado

Año	Precio (\$/t)
2013	895
2014	916
2015	798
2016	649
2017	774
2018	995

Nota: Sunat – Aduanet (2019). Elaboración propia.

Tabla 2.18.

Tendencia histórica de precios de resina de PET virgen

Año	Precio (\$/t)
2013	1 493
2014	1 346
2015	1 063
2016	898
2017	977
2018	1 257

Nota: Sunat – Aduanet (2019). Elaboración propia.

2.5.3.2. Precios actuales

El precio de la resina de PET reciclada grado alimenticio se está directamente relacionada con el precio del petróleo que es un commodity.

De la entrevista obtenida con el Gerente Global de Packing de Ajeper SA obtuvimos el dato del precio actual del producto, que para el año 2019 se encuentra en S/. 4,000.00 por tonelada. Asimismo, mencionó que la diferencia entre el precio del PET reciclado versus el PET virgen es mínimo, por lo que se proyectará el precio de la resina virgen.

El precio de la resina de PET se ve directamente afectado por el petróleo, que al ser un commodity su comportamiento se deriva principalmente del crecimiento global, por lo que tienen un componente cíclico. Por ello se realizará una proyección considerando como variable x, la proyección del precio del petróleo por barril según Euromonitor.

Figura 2.7.

Precio proyectado

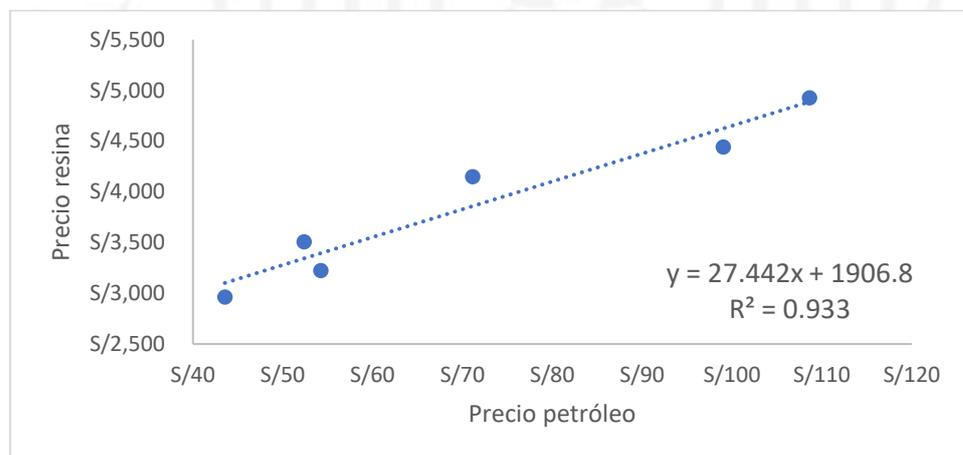


Tabla 2.19.

Precio proyectado

Año	Precio Petróleo crudo (USD/barril)	Precio (S/. /saco BigBag)
2019	67	3 750
2020	64	3 674
2021	65	3 695
2022	66	3 728
2023	68	3 767
2024	69	3 811
2025	71	3 859
2026	73	3 911
2027	75	3 965
2028	77	4 017

La tabla 2.20 muestra los precios de venta para los materiales reciclados que se recolectará junto al plástico.

Tabla 2.20.

Precio de materiales reciclables

Material	Precio (S/./t)
Papel y cartón	S/. 208,00
Vidrio	S/. 80,00
Material ferroso	S/. 85,00
Material no ferroso	S/. 1 653,48

Nota: Guerrero. J. B. (1992).

2.6. Análisis de disponibilidad de los insumos principales

El insumo para el presente estudio serán las botellas de PET postconsumo y su obtención se realizará a partir del recojo de desechos urbanos.

2.6.1. Características principales de la materia prima

Nuestra materia prima serán los residuos urbanos segmentados generados por los habitantes de algún distrito de Lima, ubicación que se definirá en el capítulo III.

La basura está compuesta por todos los residuos sólidos y semisólidos generados por los habitantes de cada ciudad, muchos de ellos con posibilidad de reuso y reciclaje. Es por eso que los ciudadanos del distrito a elegir, luego de tomar consciencia de la importancia del reciclaje gracias a las capacitaciones y esfuerzo brindado por la Municipalidad, separarán la basura en 2 bolsas distintas, facilitando así el acopio de materia prima y el proceso de producción, puesto que todos los materiales reciclables no se mezclarán con los orgánicos y sanitarios que generan un lixiviado altamente contaminante, lo cual dificulta en gran medida el proceso de reciclaje, es por esto que las bolsas que contenga los residuos no reciclables se enviarán a rellenos sanitarios.

Entonces, a través de un proceso tecnológico se separará todo aquel plástico de tipo polietileno tereftalato o PET (que en su mayoría son envases) para procesarlo y obtener las escamas recicladas de PET. El plástico PET es 100% reciclable y sin que disminuya la calidad del producto. Sus principales características son: su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases.

En la figura 2.8 se presenta el símbolo internacional de reciclaje que ayuda a la identificación de éste y asegura que cumple con ciertas características: libre de contaminantes orgánicos, no mezclados con otro tipo de plásticos como PP, PE, PVC, etc y deben estar separadas por color.

Figura 2.8.

Símbolo internacional de reciclaje de PET



Nota: Google imágenes (2019)

2.6.2. Disponibilidad de materia prima

El proyecto tendrá como zona de influencia el mercado peruano, y la materia prima provendrá de los residuos urbanos segmentados generados por los ciudadanos limeños.

Tabla 2.21.

Disponibilidad de insumos

Distritos / Directo	2011	2012	2013
Ancón	6 485	6 747	9 921
Ate	122 757	146 000	152 227
Carabaylo	47 034	78 023	82 060
Chorrillos	82 458	78 467	80 189
Cieneguilla	7 084	7 667	7 685
Pucusana	1 956	2 091	4 490
Punta Hermosa	875	839	1 383
Punta Negra	539	571	659
Rímac	66 414	60 554	62 966
Villa El Salvador	97 918	100 952	107 624
San Bartolo	1 728	1 802	1 879
Santa María Del Mar	571	609	675
Santa Rosa	2 019	2 178	2 746
TOTAL (T)	339 920	385 548	406 880

Nota: Sigersol, MINAM (2014). Elaboración propia.

Así mismo, es importante analizar la fuente primaria de nuestro insumo, la cual es la industria de bebidas, como se ve en la tabla 2.22, la producción de bebidas ha tenido altos y bajos, pero siempre con tendencia creciente, sobre todo en la elaboración de agua embotellada por las tendencias a cuidar la salud que presenta la población.

Con esta información se puede decir que existe materia prima disponible con gran margen de crecimiento para los siguientes años en la zona de influencia.

Tabla 2.22.

Producción de bebidas

Sector	Rubro	Medida	2013	2014	2015	2016	2017
11	Elaboración de bebidas						
	Elaboración de bebidas	miles de LT	101 800	104 600	107 700	110 500	109 200
	Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas.	miles de LT	104 600	106 400	116 300	124 300	119 400

Nota: Fuente: PRODUCE (2017). Elaboración propia

Otro dato importante a tener en cuenta es que el consumo por la estacionalidad se concentra en los cuatro primeros meses del año. Esta situación afectaría el precio de la materia prima, con precios bajos en esta época y con precios altos en invierno. Frente a esto nuestro proyecto tiene la ventaja de no verse afectado por las fluctuaciones de los precios porque la materia prima no será comprada sino recogida de casa en casa.

2.6.3. Costo de la materia prima

Considerando el modelo de negocio propuesto, la materia prima de este proyecto no tendrá costo alguno, puesto que será recogido de puerta en puerta de los residuos sólidos de los vecinos del departamento a elegir en el capítulo III.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

3.1.1. Macrolocalización

a) Disponibilidad de Materia Prima

El proyecto está en función de la cantidad de materia prima generada por área geográfica, por lo que este factor es sumamente importante. Se debe optar por un lugar para ubicar la planta donde exista alta generación de desechos urbanos para abastecer de manera adecuada a la planta. Estas características las reúnen principalmente los departamentos de Lima, La Libertad y Piura.

Tabla 3.1.

Generación per cápita de desechos

Región	Kg/día
Lima-Callao	5 951 909
Piura	764 255
La Libertad	746 218

b) Infraestructura básica

El lugar a elegir, debe contar con la mayor cantidad de carreteras asfaltadas para facilitar el servicio de transporte, reduciendo el riesgo de accidentes y costos. La localización que presenta alta ventaja en comparación con las otras es Lima-Callao, por ser la capital del país y tener más pistas asfaltadas.

c) Disponibilidad de agua

Según el informe del Instituto Nacional de Estadística e Informática, el departamento de Lima – Callao tiene un 90,4% de población con acceso a agua potable, 64,2% en La Libertad y 62,3% en Piura.

d) Cercanía al mercado

El mercado objetivo del proyecto es Lima, por lo que tabla 3.2 se muestra la distancia entre La Libertad y Piura a la ciudad de Lima. De acuerdo a este análisis a Piura tiene la mayor cantidad de kilómetros, ésta se encuentra a 981,3 km de Lima y a La Libertad ligeramente menor ya que está ubicado a 569,8 km de Lima.

Tabla 3.2.

Distancia de mercado por departamento

Región	Distancia a Lima (Km)
Lima-Callao	-
Piura	981,3
La Libertad	569,8

Nota: Google Maps (2019)

e) Disponibilidad de mano de obra

Es un factor predominante en la elección de la ubicación, puesto que detrás de una planta de producción debe haber un grupo de expertos en temas de planeamiento, logística, marketing, etc. Es por eso que tabla 3.3 se muestra el promedio de años de estudio por departamento, el primer lugar lo ocupa Lima-Callao.

Tabla 3.3.

Años de estudios por departamento

Promedio de años de estudio alcanzado por la población de 25 y más años de edad	
Lima-Callao	11,2
Piura	9,4
La Libertad	9,7

Nota: INEI (2017). Elaboración propia.

f) Disponibilidad de energía eléctrica

Para poder implementar la planta de producción de resinas de PET reciclado se necesita tener un buen abastecimiento tanto de energía eléctrica como de agua para explotar al máximo nuestros recursos. Tabla 3.4 se muestra del costo que generaría la energía eléctrica, para el caso de Lima se realizó un promedio entre Lima Norte y Lima Sur.

Tabla 3.4.

Costos energía eléctrica por departamento

Cargo	Unidades	Lima-Callao	Piura	La Libertad
Fijo Mensual	S./mes	3,52	6,25	6,25
Por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	16,53	17,08	16,32
Por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	14,155	15,05	14,41
Por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	32,145	39,31	39,24
Por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	9,58	10,37	11,14
Por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	11,045	14,37	12,46
Por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3,54	3,59	3,59

Nota: Osinergmin (2017). Elaboración propia.

3.1.2. Microlocalización

En esta sección se evaluarán las posibles micro localizaciones para finalmente ubicar la planta. Esta localización son los distritos de Carabayllo, Chorrillos y Rimac.

A continuación, se muestran los factores determinantes en la elección del distrito.

a) Disponibilidad de materia prima

El departamento de Lima cuenta con la mayor tasa de generación de residuos sólidos al año debido a su gran expansión demográfica en los últimos años; específicamente los distritos con servicio de recojo de basura directo (no tercerizado) con la mayor generación de residuos sólidos son: Rímac, Carabayllo y Chorrillos.

En tabla 3.5 se muestra los kg al año que generan los distritos de Rimac, Carabayllo y Chorrillos, siendo el que mayor número tiene el distrito de Chorrillos.

Tabla 3.5.

Generación de residuos sólidos por distrito al año

Distrito	Peso (T)
Rímac	62 966
Carabayllo	82 060
Chorrillos	80 189

Nota: MINAM (2014). Elaboración propia.

b) Disponibilidad de terreno

Debido a que los terrenos son de distintos tamaños y precios se calculó el ratio de dólares por metro cuadrado dando como menor valor Chorrillos.

Tabla 3.6.

Valoración del terreno según el distrito

Características del terreno	Carabayllo	Chorrillos	Rímac
Precio de venta (US\$)	1 800 000	1 218 770	2 350 000
Tipo de propiedad	Terreno industrial	Terreno industrial	Terreno industrial
Área total (m^2)	2 000	1 610	2 567
Ratio (US\$/ m^2)	900	757	915, 50
Ubicación	Cono Norte	Urb. San Juan Bautista De Villa - Chorrillos	Malecón Hector García Ribeyro

Nota: Alfredo Graf & Asociados (2019). Elaboración propia.

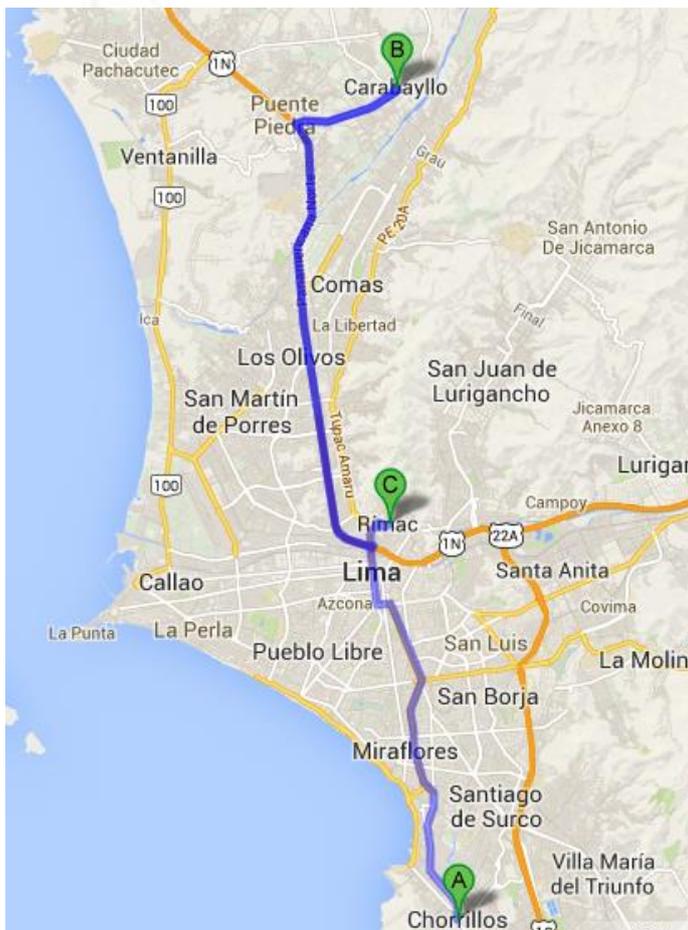
c) **Vías de acceso**

Se evaluará que tan fácil es llegar desde la fuente de materia prima que puede ser Chorrillos, por tener la mayor generación de residuos sólidos, hasta la planta. Como se puede ver en el gráfico 3.1 la única carretera a utilizar es la Carretera Panamericana, por lo que el acceso sería rápido a través desde esta vía.

La distancia que existe entre Chorrillos y Carabayllo es de 45km y toma un aproximado de 1 hora llegar de un destino al otro, mientras que la distancia entre Chorrillos y el Rímac es de 21km siendo el tiempo de viaje de 40 min.

Figura 3.1.

Vías de acceso a las posibles localizaciones



Nota: Google maps (2018)

d) Disponibilidad de agua

Se evaluará la disponibilidad de agua considerando el consumo y conexiones disponibles de agua potable. Se puede ver en la tabla 3.7 que Chorrillos presenta un mayor número de conexiones, así como mayor consumo de agua potable, mientras que Rímac tiene el menor número de conexiones y Carabayllo menor consumo de agua potable.

Tabla 3.7.

Conexiones y consumo de agua por distrito

Distrito	N° de Conexiones facturadas de agua potable	Consumo de agua potable (miles de m3)
Carabayllo	52 697	10,11
Rímac	25 837	7,850
Chorrillos	41 720	14,884

e) Disponibilidad de energía eléctrica

En la tabla 3.8 se puede observar las tarifas mensuales por energía eléctrica dividida en 2 zonas:

- Lima Norte, que representa al distrito de Carabayllo y Rímac, estos dos distritos son abastecidos de energía eléctrica por la empresa Edelnor.
- Lima Sur, que representa al distrito de Chorrillos, siendo abastecido por la empresa Luz del Sur.

Se puede observar que las tarifas son muy parecidas para ambas zonas, sin embargo, Lima Sur es mayor por algunos decimales.

Tabla 3.8.

Pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad

Cargo	Unidades	Lima Norte	Lima Sur
Fijo Mensual	S./mes	3,81	3,81
Por Energía Activa en Punta	ctm S./kW.h	17,13	17,41
Por Energía Activa Fuera de Punta	ctm S./kW.h	14,25	14,31
Por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	38,18	38,39
Por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	9,16	9,09
Por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	10,29	9,97
Por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3,59	3,59

Nota: Osinergmin (2017). Elaboración propia

3.2. Identificación y descripción de la alternativa de localización

3.2.1. Macrolocalización

Los criterios que se tomaron para el análisis de macrolocalización fueron los factores previamente mencionados en el punto 3.1.1. Teniendo en cuenta que los departamentos con mayor cantidad de desechos urbanos sólidos son:

- a) Lima-Callao
- b) Piura
- c) La Libertad

3.2.2. Microlocalización

El primer factor predominante para elegir la localización más adecuada es la disponibilidad de materia prima, puesto que este factor podría condicionar el tamaño de planta del proyecto. Dentro del grupo de distritos que no tercerizan el servicio de recojo de basura, los que generan mayor cantidad de residuos son: Carabayllo, Chorrillos y Rimac.

Otro factor predominante es la disponibilidad de terrenos y el costo que este puede generar en el proyecto y por último las vías de acceso que se tendrán desde el distrito proveedor de desechos sólidos hasta la planta.

Se concluyó que los distritos de Carabayllo, Chorrillos y Rimac serían los más óptimos.

3.3. Evaluación y selección de localización

3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización

Luego de analizar diversos factores, se ha determinado que los más importantes son:

- A: Disponibilidad de materia prima.
- B: Disponibilidad de agua
- C: Infraestructura básica
- D: Cercanía al mercado
- E: Disponibilidad de energía eléctrica
- F: Disponibilidad de mano de obra

Tabla 3.2.

Matriz de enfrentamiento

Factor	A	B	C	D	E	F	Conteo	hi
A	1	0	0	0	1	1	3	0,18
B	0	1	0	0	1	0	1	0,06
C	1	1	1	1	1	1	5	0,29
D	1	1	0	1	1	1	4	0,24
E	0	1	0	0	1	0	1	0,06
F	1	1	0	0	1	1	3	0,18

17

Tal como se muestra tabla 3.10, los factores con mayor peso son la disponibilidad infraestructura básica, seguido de la cercanía al mercado. Luego, de igual importancia vienen la disponibilidad de materia prima y mano de obra, seguidos de la disponibilidad de agua y energía eléctrica.

La escala de clasificación para realizar el método del ranking de factores será la siguiente: excelente (5), muy bueno (3), regular (1).

Elaboración de la Tabla de Ranking de Factores: se trata de una evaluación subjetiva en la que a una serie de factores que influyen en la óptima localización de una planta se les asigna una ponderación de acuerdo a su importancia para cada caso específico.

Tabla 3.3.

Ranking de factores

Factor	hi	Lima-Callao		Piura		La Libertad	
		Cij	Pij	Cij	Pij	Cij	Pij
A	0,18	3	0,53	1	0,18	5	0,88
B	0,06	5	0,29	3	0,18	1	0,06
C	0,29	5	1,47	3	0,88	3	0,88
D	0,24	5	1,18	1	0,24	3	0,71
E	0,06	5	0,29	3	0,18	3	0,18
F	0,18	5	0,88	1	0,18	3	0,53
			4,65		1,82		3,24

Como se puede apreciar en la tabla del ranking de factores, la ubicación de la planta será en Lima-Callao debido a que obtuvo el mayor puntaje.

3.3.2. Evaluación y selección de Microlocalización

Para evaluar y seleccionar la microlocalización se considerarán los siguientes factores para la evaluación:

- A: Disponibilidad de materia prima
- B: Costo por metro cuadrado
- C: Vías de acceso
- D: Disponibilidad de agua
- C: Disponibilidad de energía eléctrica

Tabla 3.4.

Matriz de enfrentamiento

Factor	A	B	C	D	E	Conteo	hi
A		1	1	1	1	4	0,36
B	0		1	1	1	3	0,27
C	0	0		0	1	1	0,09
D	0	0	1		1	2	0,18
E	0	0	1	0		1	0,09
						11	

Tabla 3.13 se muestra el ranking de factores, en el cual se elegirá el distrito que obtenga el mayor puntaje para ubicar la planta.

La escala de clasificación para realizar el método del ranking de factores será la siguiente: excelente (5), muy bueno (3), regular (1).

Tabla 3.5.

Ranking de factores por distrito

Factor	hi	Carabaylo		Chorrillos		Rímac	
		Cij	Pij	Cij	Pij	Cij	Pij
A	0,36	3	1,08	5	1,8	1	0,36
B	0,27	3	0,81	5	1,35	1	0,27
C	0,09	1	0,09	5	0,45	3	0,27
D	0,18	3	0,54	5	0,9	3	0,54
E	0,09	5	0,45	3	0,27	5	0,45
		2,97		4,77		1,89	

Elaboración propia

De esta forma la localización ganadora es el distrito de Chorrillos, debido a su mayor disponibilidad de materia prima, disponibilidad de agua y vías de acceso. Cabe señalar que el costo por metro cuadrado será utilizado como referencia para estimar la inversión en el rubro de terreno en la inversión fija tangible.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1. Relación tamaño-mercado

Para hallar la relación tamaño de planta – mercado, es necesario el dato de la demanda, que ya fue hallada en el capítulo II. Tabla 4.1 se presenta la demanda en sacos, posteriormente se analizará la cantidad hallada resulta una limitante para el tamaño de planta.

Tabla 4.1.

Demanda del proyecto en sacos de 1 tonelada

Año	Peso Neto (t)	Peso Neto (kg)	Demanda en sacos de 1 tonelada
2019	2 611	2 610 617	2 610
2020	3 743	3 742 556	3 742
2021	5 030	5 029 962	5 029
2022	6 490	6 489 815	6 489
2023	8 141	8 140 770	8 140
2024	10 003	10 003 311	10 003
2025	12 100	12 099 924	12 099
2026	14 455	14 455 280	14 455
2027	17 096	17 096 434	17 096
2028	20 053	20 053 051	20 053

Se podría decir que el tamaño-mercado es de 20 053 sacos/año; sin embargo, a esta cantidad se le agregará un margen de seguridad de 10%, haciendo una cantidad de 22 058 sacos/año.

4.2. Relación tamaño-recursos productivos

Como recurso productivo se analizará la disponibilidad de materia prima, la tabla 4.2 muestra la cantidad de toneladas de residuos urbanos que generan los distritos de Chorrillos, Rimac y Carabaylo, a este se aplica un 3.63% que representa la presencia de los plásticos PET en los residuos urbanos segmentados que cada familia entregará y se

obtiene la cantidad kg de PET y la cantidad de sacos de 1 tonelada que se podría llegar a producir.

Se puede ver que a partir del año 2026 se cuenta con un déficit de materia prima; sin embargo, esto no tendría mayor impacto puesto que se cubre esta necesidad con la materia prima sobrante años pasado. Para el año 2028 se cuenta con 15.148 toneladas de plástico más un inventario de 22.058 toneladas, haciendo un total de 36.081 toneladas de materia prima.

Tabla 4.2.

Tamaño – Recursos productivos

Año	Chorrillos (t)	Rimac (t)	Carabaylo (t)	Total	% PET en residuos urbanos	Cantidad de plásticos (t)	Cantidad de sacos
2019	103 509	72 697	126 193	302 399	3,63%	10 977	10 977
2020	106 764	73 713	134 688	315 165	3,63%	11 441	11 440
2021	110 020	74 728	143 184	327 932	3,63%	11 904	11 903
2022	113 275	75 744	151 680	340 699	3,63%	12 367	12 367
2023	116 531	76 760	160 176	353 466	3,63%	12 831	12 830
2024	119 786	77 776	168 671	366 233	3,63%	13 294	13 294
2025	123 041	78 792	177 167	379 000	3,63%	13 758	13 757
2026	126 297	79 807	185 663	391 767	3,63%	14 221	14 221
2027	129 552	80 823	194 158	404 534	3,63%	14 685	14 684
2028	132 808	81 839	202 654	417 301	3,63%	15 148	15 148

4.3. Relación tamaño-tecnología

Para la relación tamaño – tecnología, se analizará la capacidad de los equipos necesarios para el proceso de producción de resinas de PET. La tecnología del proyecto es bastante diversificada y amplia en capacidades y precios, se usarán en total 12 equipos diferentes. Después de evaluar la capacidad de planta, se obtuvo que el tamaño – tecnología está determinado por el cuello de botella del proceso. La máquina de extrusión es el equipo que genera el cuello de botella, con un valor de 27.518 sacos/año.

4.4. Relación tamaño-inversión

Para la inversión se consideran los rubros de activos tangibles, que significan: el valor del equipo, instalación del equipo, instrumentación instalada, tuberías, electricidad, edificios, mejoras de terrero, servicios y terreno; activos intangibles: ingeniería y supervisión, gastos de construcción, contratistas y contingencia y capital de trabajo.

Tabla 4.3.

Tabla cálculo tamaño-inversión

Item	Monto (S/.)
Inversión fija tangible	8 926 183
Capital de trabajo	479 597
Inversión total	9 405 780

4.5. Relación tamaño-punto equilibrio

Para obtener utilidades, la venta mínima anual debe ser mayor a 500 sacos, por lo que de primera impresión el proyecto resulta rentable, ya que la demanda del proyecto es superior al punto de equilibrio hallado,

$$\text{Punto de equilibrio (unid,)} = \frac{CF}{Pv - CVu} = \frac{1.838.800}{4.017 - 340.50} = 500 \text{ sacos/año}$$

La justificación de los costos fijos (salarios) y el costo variable (materia prima, mano de obra, electricidad, combustible, etc) unitario se verán con más detalle en el capítulo VI,

4.6. Selección del tamaño de planta

Para seleccionar el tamaño de planta más adecuado se muestra la tabla 4.4, en el que se compara los diferentes tamaños y se elige el que sea limitante.

Tabla 4.4.

Tabla comparativo tamaño planta

Factor	Tamaño (sacos/año)
Tamaño – Mercado	22 058
Tamaño – Recursos productivos	36 081
Tamaño – Tecnología	27 518
Tamaño – Inversión	27 623
Tamaño – Punto de equilibrio	500

De la tabla se escogerá como tamaño de planta la relación tamaño mercado con 22.058 *sacos/año*, ya que los recursos productivos dan una disponibilidad ancha de materia prima por lo que no es un factor limitante al igual que la tecnología, por existir maquinaria con capacidades diversas en el mercado, en el caso del punto de equilibrio podemos decir que este dato es favorable puesto que está por debajo de la demanda lo que significa que habrá ganancias.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición del producto basada en sus características de fabricación

5.1.1. Especificaciones técnicas del producto

En éste punto se describe el producto final, el que se ofrecerá en el mercado.

- Nombre del producto: Resinas de PET
- Nombre comercial: RECIPET
- Definición del producto: Las resinas de PET sirven como materia prima para la elaboración de productos de industria textil, envasadora, etc.
- Peso bruto: 1000kg
- Peso neto: 1002.6kg
- Empaque: Saco Big Bag

Tabla 5.1.

Ficha técnica resina de PET reciclado

Parámetro	Unidad	Valores
Viscosidad intrínseca	dl/g	0,79 a 0,86
Contenido de acetaldehídos	ppm	Max 1
Color (valor L)		Min 60
Color (valor a)		Min -3
Color (valor b)		Max +3
Punto de fusión	°C	220 a 280
Contenido de humedad	%	0,2
Contenido de PVC	ppm	1,0
Limonene	ppb	Max 20

Nota: San Miguel Industrias PET SA (2019)

Figura 5.1.

Imagen tentativa del producto



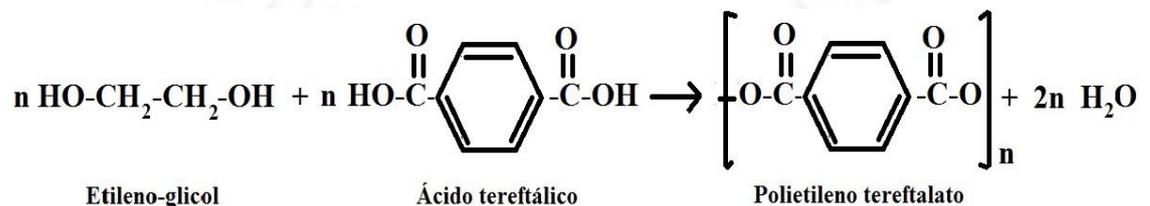
Nota: Google Imágenes (2019)

5.1.2. Composición del producto

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 el aire para la obtención del etilenglicol. El PET resulta de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol.

El PET es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, soplado y termoformado.

Su fórmula es:



El producto será presentado en sacos Big Bag y contendrán 1000kg de resinas de PET recicladas.

5.1.3. Diseño gráfico del producto

El producto será presentado en sacos Big Bag que contengan 1000kg de resina PET, sellado de la parte superior, cosido con pabilo.

A continuación, se muestra la figura 5.2 donde se grafica el diseño del producto en su presentación final.

Figura 5.2.

Presentación final del producto



5.1.4. Regulaciones técnicas del producto

La resina de PET reciclado, al ser un insumo utilizado en la elaboración de envases de plástico y fibra poliéster, se deben considerar las regulaciones que aplique para cada tipo de uso, las mismas que se procederán a mencionar a continuación:

Según el **decreto supremo N° 007-98-SA** aprobado en setiembre de 1998 con su modificación expuesta en el **decreto supremo N° 038-2014-SA** aprobada en diciembre del 2014, el **Reglamento sobre la Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas** permite hacer una botella de PET de otra botella de PET reciclada, además menciona que “el PET podrá reutilizarse para la fabricación de envases, sólo si

son sometidos a un proceso de lavado y desinfección u otros procesos que garanticen los estándares de inocuidad del envase, siendo esta responsabilidad del fabricante”.

El artículo 119° - Materiales de envases, menciona que los envases no deben contener sustancias como: plomo, antimonio, zinc, cobre, cromo, mercurio, etc. en cantidades superiores a los límites máximos permitidos según la **NTP 399.163 – 3 2004 “Envases y accesorios plásticos en contacto con alimentos. Parte 3: Lista aprobada de polímeros y resinas”**, la cual establece la lista aprobada de polímeros y resinas permitidos para la fabricación de envases y accesorios plásticos en contacto con alimentos, con las restricciones de uso y límites de composición y de migración específica.

Por último, la más reciente proclamada **Ley 30884** que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. El **artículo 10** habla sobre la obligatoriedad del uso de material reciclado en botellas de PET en un 15% de su composición cumpliendo con las normas de inocuidad alimentaria, esta normativa entrará en vigencia en un plazo de tres años.

5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción

Reciclar es un proceso que consiste en separar la materia orgánica de lo reutilizable en la basura. Se puede entonces definir el reciclaje como el proceso por medio del cual los elementos y materiales usados o de desechos se convierten en materia prima para la fabricación de nuevos productos.

El proceso de reciclaje implica la separación de los materiales en la fuente, la recolección, el transporte y adecuación, tratamiento y/o beneficio para convertirlos en materias primas de nuevos productos. Es introducir los materiales usados en los circuitos de producción y consumo. Es la utilización de los materiales de desecho que con procesos especiales sirven como materia prima en la manufactura de nuevos productos que satisfacen al consumidor, el cual los usa, los desecha y así renueva el ciclo.

Los desechos pueden someterse a distintas técnicas de tratamiento o de procesamiento con el fin de reducir o eliminar su nocividad o agresividad y lograr mitigar el impacto ambiental que pueda producir en su disposición final.

Específicamente para la fabricación de resinas de PET reciclado existen tres tipos de reciclado: reciclado mecánico, reciclado químico y reciclado por degradación térmica. Los mismos que se detallarán en el capítulo 5.2.1.1.

5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida

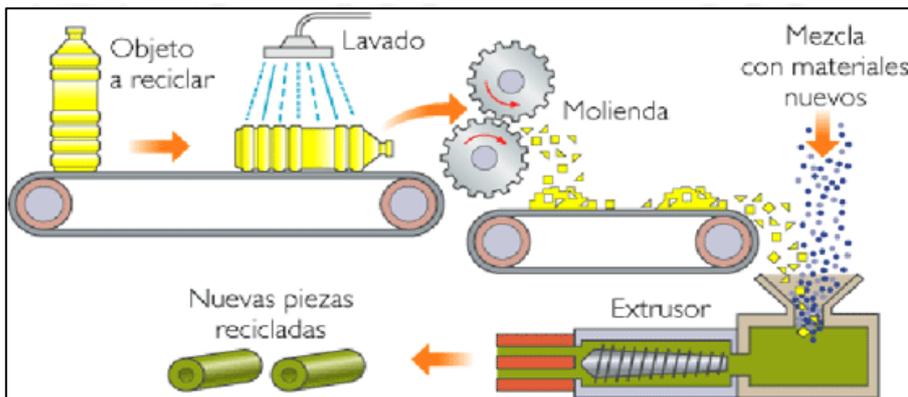
5.2.1.1. Descripción de la tecnología existente

a) Reciclado mecánico

Es el método más utilizado, consiste en cortar las piezas de plástico en pequeños granos para posteriormente tratarlos. Los procesos de reciclaje mecánico comienzan con las siguientes etapas: clasificación, molienda o triturado, lavado, homogenización del material y corte en pequeños trozos.

Figura 5.3.

Reciclaje mecánico de plásticos



Nota: Ambiente y sociedad (2012)

Una vez terminado este proceso, la granza se funde y se le da una nueva forma al plástico, según el método utilizado, en forma de láminas, solidificándose en un molde frío, en forma de piezas huecas introduciendo aire en su interior o utilizando moldes a presión.

Solamente se pueden reciclar mecánicamente los termoplásticos (PEAD, PP, PET, PS).

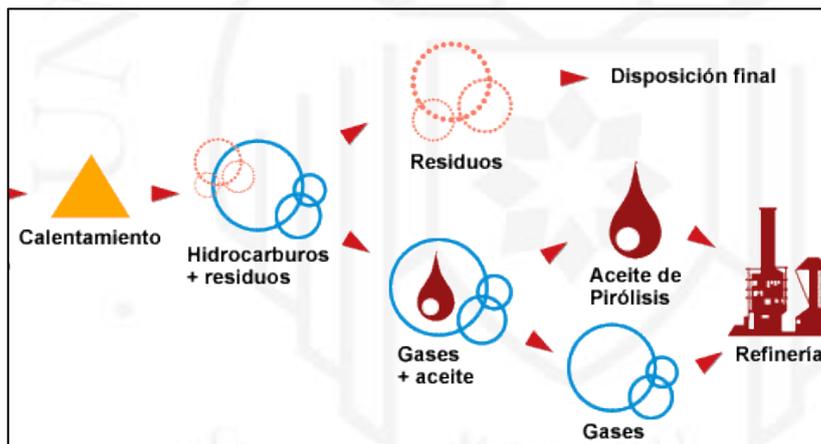
b) Reciclado químico

Se trata de diferentes procesos mediante los cuales las moléculas de los polímeros son craqueadas (rotas) dando origen nuevamente a materia prima básica que puede ser utilizada para fabricar nuevos plásticos.

El reciclado químico comenzó a ser desarrollado por la industria petroquímica con el objetivo de lograr las metas propuestas para la optimización de recursos y recuperación de residuos. Algunos métodos de reciclado químico ofrecen la ventaja de no tener que separar tipos de resina plástica, es decir, que pueden tomar residuos plásticos mixtos reduciendo de esta manera los costos de recolección y clasificación. Dando origen a productos finales de muy buena calidad.

Figura 5.4.

Reciclaje químico de plásticos por el método de pirólisis



Nota: Ambiente y sociedad (2012)

Principales procesos existentes:

a) Pirolisis

Es el craqueo de las moléculas por calentamiento en el vacío. Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías.

b) Hidrogenación

En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas poliméricas son rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.

c) Gasificación

Los plásticos son calentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los siguientes gases de síntesis: monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco o incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.

d) Chemolysis

Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poliacetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipo de resinas. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrólisis, glicólisis o alcoholólisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.

e) Metanólisis

Es un avanzado proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET. Este poliéster (el PET), es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetiltereftalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego repolimerizados para producir resina virgen. Varios productores de polietilentereftalato están intentando de desarrollar este proceso para utilizarlo en las botellas de bebidas carbonadas. Las experiencias llevadas a cabo por empresas como Hoechst-Celanese, DuPont e Eastman han demostrado que los monómeros resultantes del reciclado químico son lo suficientemente puros para ser reutilizados en la fabricación de nuevas botellas de PET.

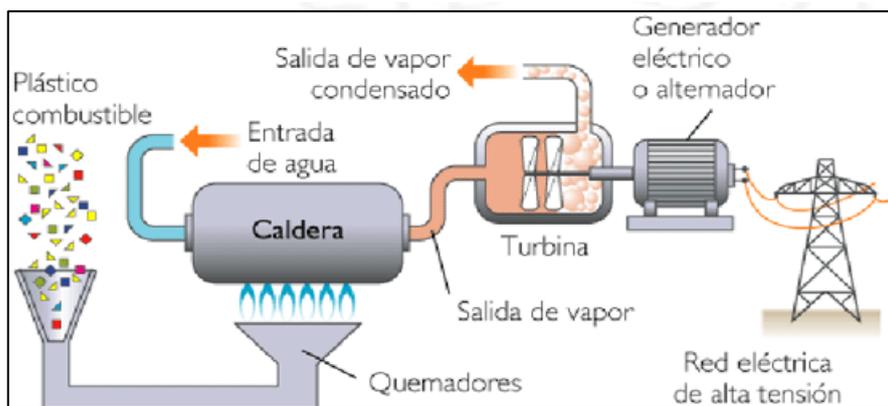
Estos procesos tienen diferentes costos y características. Algunos, como la chemolysis y la metanólisis, requieren residuos plásticos separados por tipo de resina. En cambio, la pirólisis permite utilizar residuos plásticos mixtos.

f) **Reciclado energético**

Consiste en incinerar los residuos para recuperar energía, el calor de los residuos incinerados se recupera en una caldera para el uso o generación de energía eléctrica. A pesar del alto poder calorífico de los plásticos, puede hacer una emisión de sustancias tóxicas, de no existir un adecuado manejo de polímero incinerado.

Figura 5.5.

Reciclaje energético de plásticos



Nota: Ambiente y sociedad (2012)

5.2.1.2. Selección de la tecnología

Tabla 5.2 se muestran una tabla comparativa entre los tres posibles métodos de reciclaje de plásticos, a partir de esta tabla se elegirá el método que se implementará. Se puede observar dlla tabla que el reciclaje mecánico es el más adecuado a la realidad peruana con respecto a la tecnología, además que requiere una inversión baja. Sin embargo, para lograr que nuestro producto tenga las especificaciones requeridas por la entidad reguladora FDA (Food and Drugs Administration) se requiere la utilización de tecnología físico-química. Por lo que lo óptimo sería mezclar las tecnologías.

Tabla 5.2.

Tabla comparativa para la selección del tipo de reciclaje

Factores	Reciclaje mecánico	Reciclaje químico	Reciclaje energético
Inversión	Baja	Alta	No hay
Tecnología	Accesible	Alto	No hay
Costos operativos	Bajo	Muy alto	Muy bajo
Uso del producto	Materia prima	Resina virgen	No aplica
Contaminación ambiental	Sin contaminación	Sin contaminación	Sin contaminación
Generador de fuentes de trabajo	Alto	Mediano	Bajo

Nota: Marina, J. J. (2009).

5.2.2. Proceso de producción

5.2.2.1. Descripción del proceso

Recepción de los residuos urbanos segmentados

Inmediatamente después que los vehículos de recolección llegan a la planta son identificados y pesados en una balanza de plataforma. El peso neto de la basura se obtiene restando el peso registrado por la balanza menos el peso del vehículo. Dicha tara se anotará en un registro donde se indican todos los vehículos que frecuentemente se dirijan a la planta.

Evaluación de materiales de entrada y selección manual de materiales recuperables

Se efectúan inspecciones y evaluaciones del material. A lo largo de una faja transportadora se distribuyen catorce puestos de separación manual (de igual número a cada lado y colocados frente a frente). Para estar de acuerdo con la necesidad del operario-separador, el piso dispondrá de pequeñas plataformas de alturas regulables.

Cada operario-separador se encarga de separar todo el material recuperable por tipo (papel y cartón, vidrios, plásticos, metales no ferrosos) e inmediatamente lo depositan en otras fajas transportadoras que estarán perpendiculares a la faja principal. Cada faja perpendicular debe contener un tipo de material recuperable, ya que luego se dirigirán directamente a ser enfardados. Los 4 primeros operarios-separadores se encargarán de retirar el vidrio del flujo ya que, a pesar de que todos usan la debida protección, podría ser peligroso para los operarios posteriores. Igualmente, el vidrio después de ser separado pasa a ser ensacado en bolsas polipropileno de 50kg. En el caso

de los plásticos será segregado por color y tipo de envase, retirando otros tipos de plástico, el plástico segregado se compacta, generando pacas con las dimensiones y la densidad adecuada para hacer más eficiente su almacenaje y transporte.

El material no seleccionado en esta banda, llamado también material residual, cae a través de la faja principal para luego de ser llevados a rellenos sanitarios.

Proceso de producción de resinas de PET recicladas

Alimentación

Las pacas son transportadas con montacargas hacia la zona de alimentación, se rompen las pacas y se introduce el material en pozos abiertos que están conectados a fajas transportadoras.

Prelavado de botellas

Las botellas pasan por un prelavado para eliminar suciedad orgánica, como tierra y una cantidad importante de etiquetas.

Detección de otros plásticos

Las botellas, todavía enteras, atraviesan unos segregadores automáticos de rayos infrarrojos, que leen la composición molecular del material y dejan pasar únicamente las botellas de PET, mientras descartan de la línea los envases de otros materiales, como PC, PE o PS. El PET ya seleccionado pasa por un magneto para eliminar metales.

Molienda

Enseguida, el material es llevado a molienda, para producir la hojuela.

Lavado

Las hojuelas llegan hasta tanques de flotación, en donde por densidad se separan el PE y el PP de las tapas y pegamento. Luego, el PET pasa por un lavado de fricción con detergentes y productos químicos para remover completamente los pegamentos y las contaminaciones restantes para luego ser enjuagado.

Secado

En un cuarto anti ruido se elimina el agua de la hojuela, a través de agitación y corrientes de aire seco y caliente que sirve como gas de arrastre para eliminar humedad.

Homogenización

Se mezcla la hojuela en silos de almacenamiento y se toman muestras para evaluar su calidad.

Extrusión

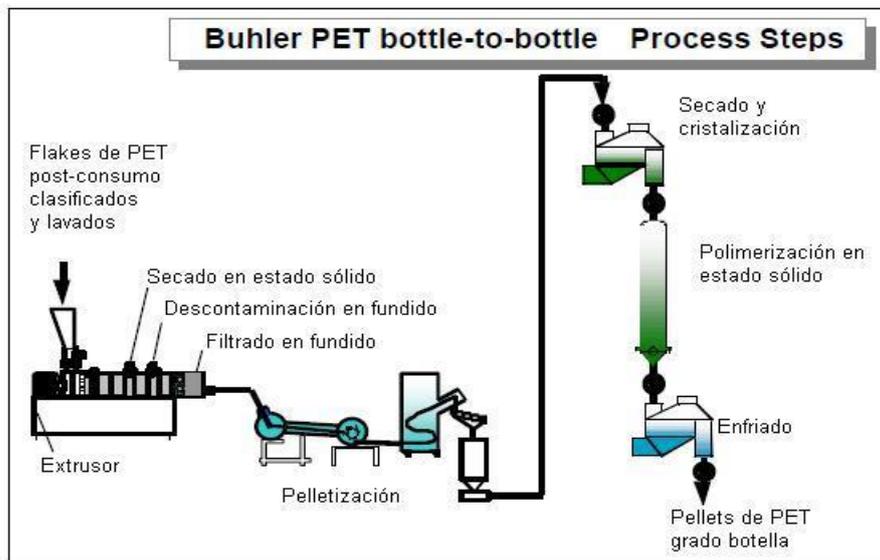
En esta fase, la hojuela es alimentada a una extrusora de anillo, que tiene 12 husillos corrotantes por los cuales el material pasa rápidamente y forma una especie de anillo alrededor de los husillos, se funde la hojuela y pasa entonces por un dado, en donde se extruye en forma de espaguetis, que caen al agua fría para ser cortados y así producir un pellet de PET en estado amorfo, transparente.

Tecnología policondensación SPP

Los pellets en estado amorfo van a la torre de policondensación o SSP, donde tienen lugar diferentes procesos. Primero se da la cristalización, donde básicamente con un choque de temperatura se endurece la superficie de los pellets para evitar que se peguen entre sí y además permite la estructura molecular del polímero para el tratamiento térmico en el reactor. Luego, al material se le aplica presión, temperatura y tiempo de residencia, con un flujo de nitrógeno para repolimerizarlo. Esto significa que cada pellet pasa de estado amorfo a estado cristalino, de color blanco.

Figura 5.6.

Reciclaje energético del plástico



Nota: Fuente: Ambiente y sociedad (2012)

El objetivo principal del proceso SSP es elevar la viscosidad intrínseca del polímero hasta alcanzar el nivel deseado. Este flujo de nitrógeno se utiliza como vehículo para calentar el material y luego para capturar los volátiles que el material está expulsando. Al final, el material alcanza el grado alimenticio y puede ser empleado en la fabricación de envases con contenido reciclado y que estarán en contacto con alimento.

Ensacado

El fondo del silo tiene un alimentador para ensacar la resina en sacos Big Bag de polipropileno de 1000 kg de capacidad. Después de ser llenado el saco se retira, se pesa, se cierra, y se identifica con una etiqueta que contiene todos los datos concernientes a la producción. Previo control de calidad, el producto es liberado y está listo para su comercialización.

5.2.2.2. Diagrama de proceso: DOP

Figura 5.7.

Diagrama de operaciones del proceso de reciclaje y fabricación de resinas de PET

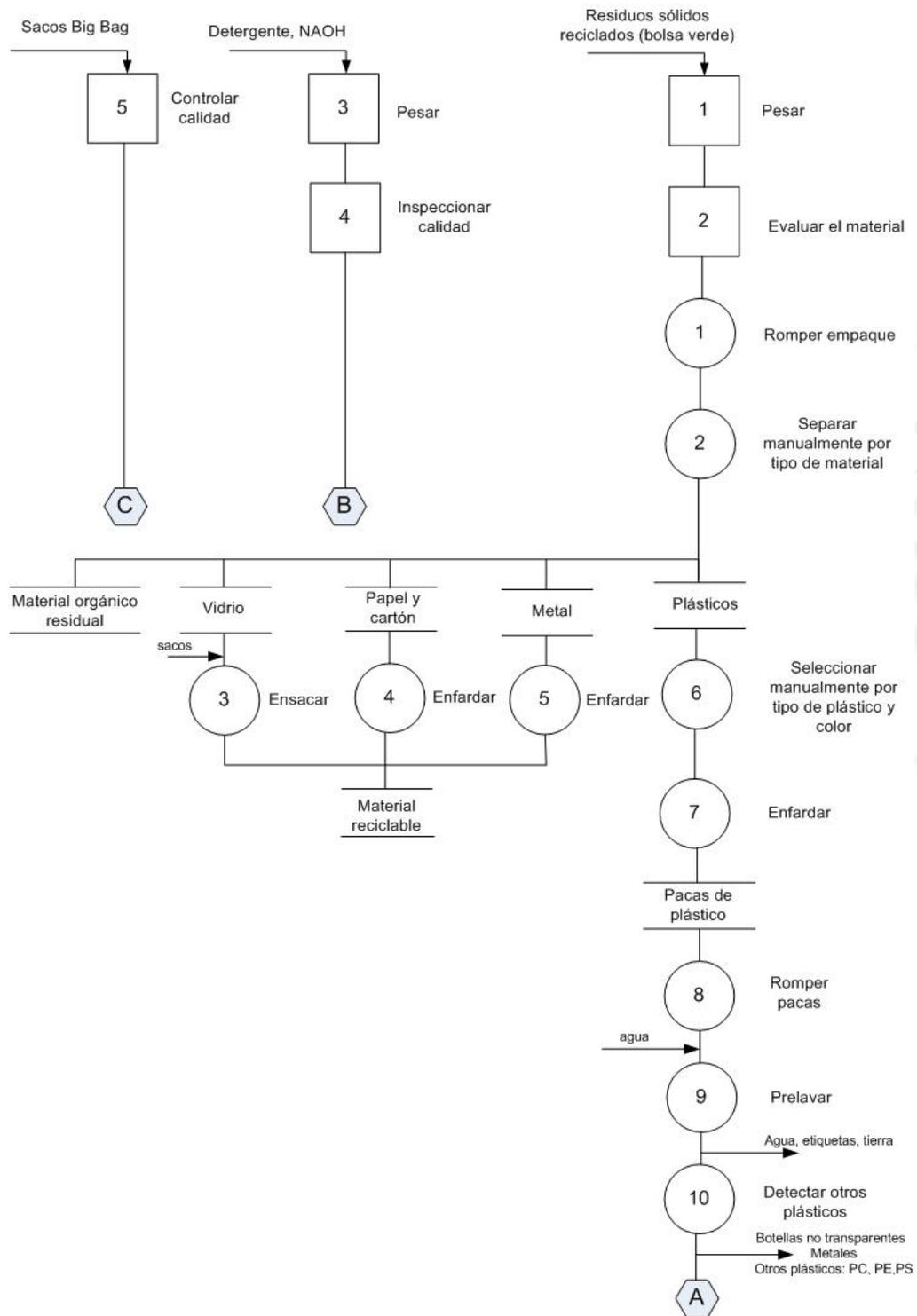
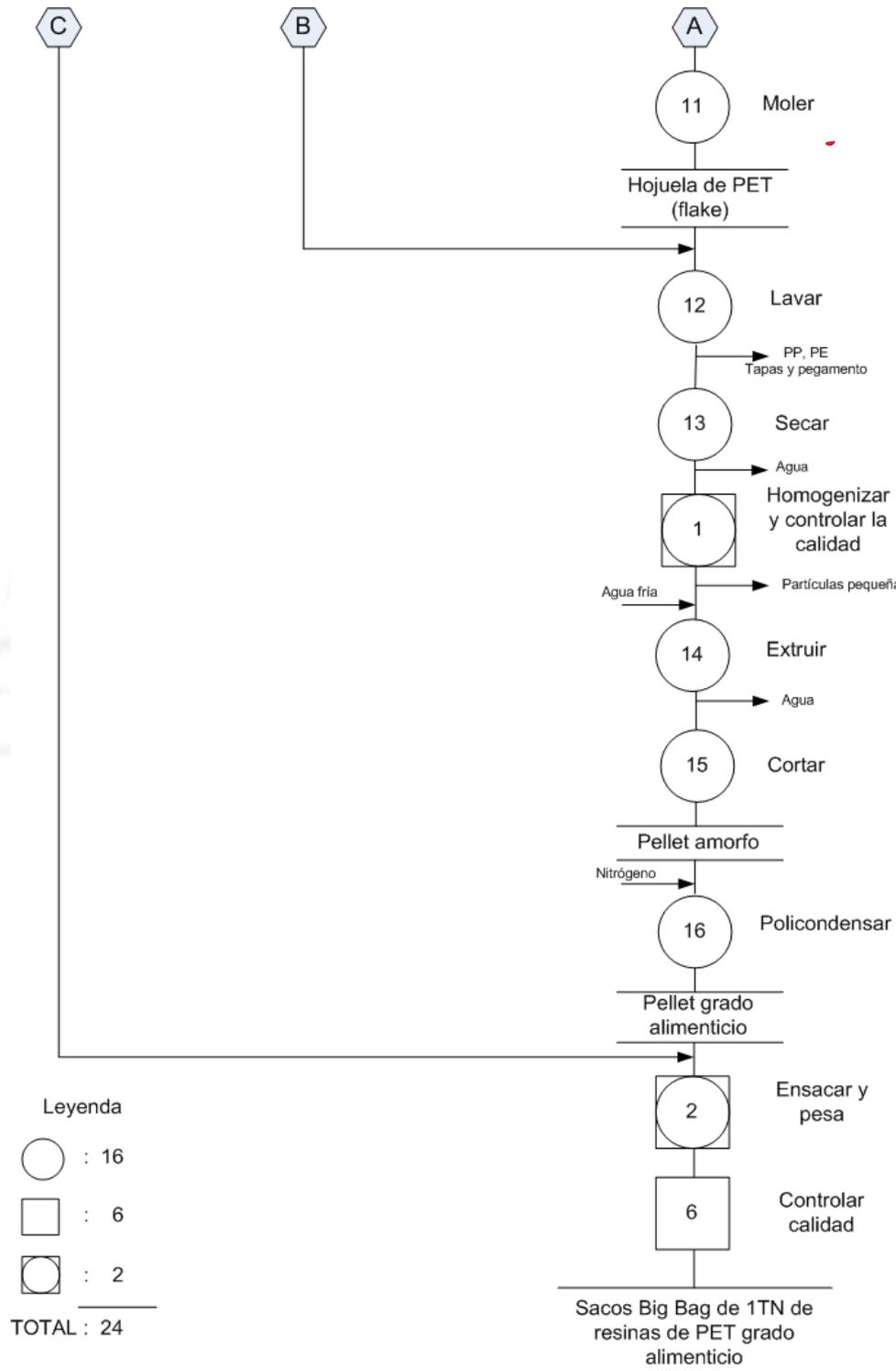


Figura 5.8.

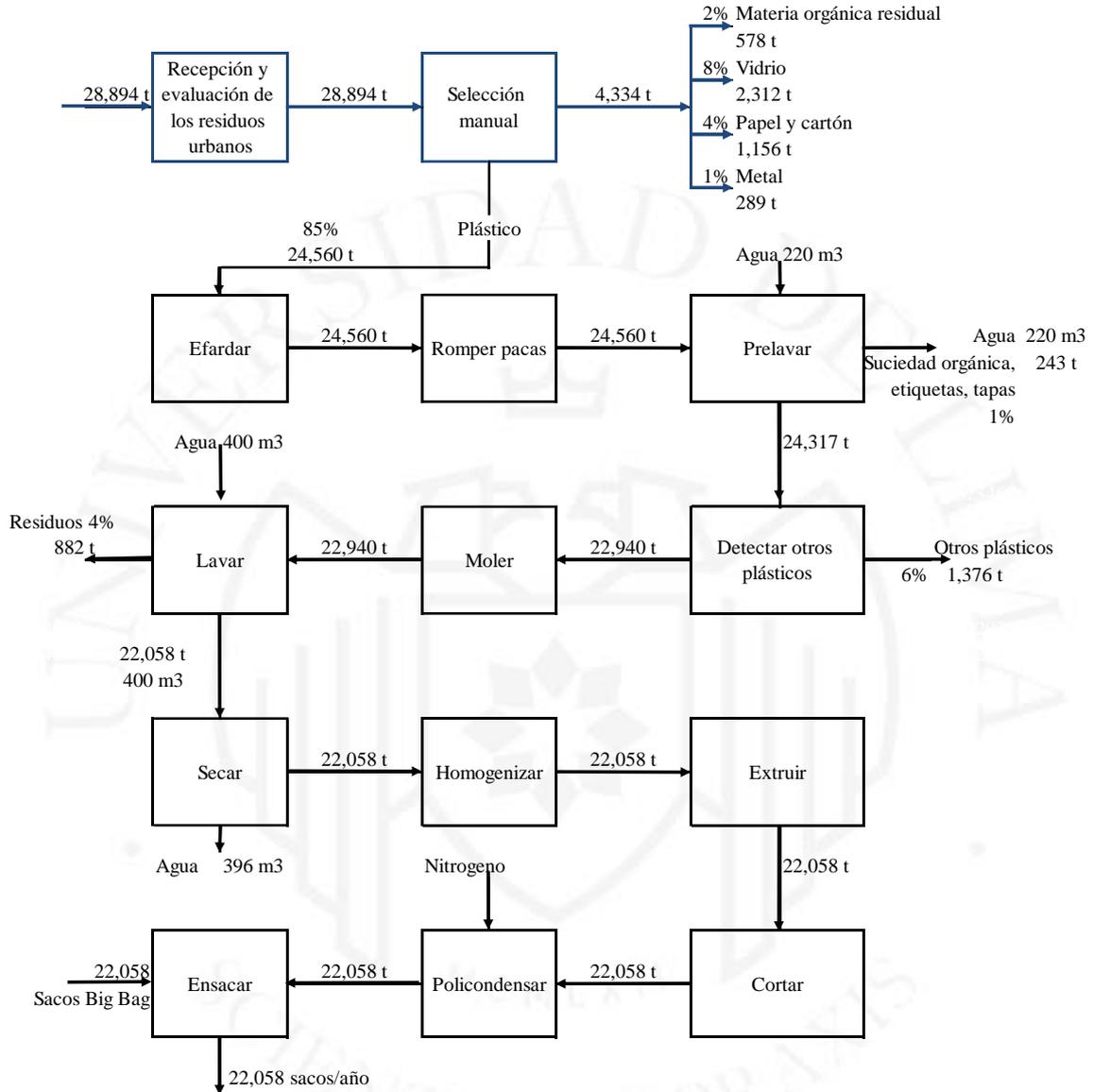
Diagrama de operaciones del proceso de reciclaje y fabricación de resinas de PET



5.2.2.3. Balance de energía y materia

Figura 5.9.

Balance de materia



Para efectos del balance de energía, se consideró como base de cálculo 01 saco Big Bag (capacidad 1000kg de PET).

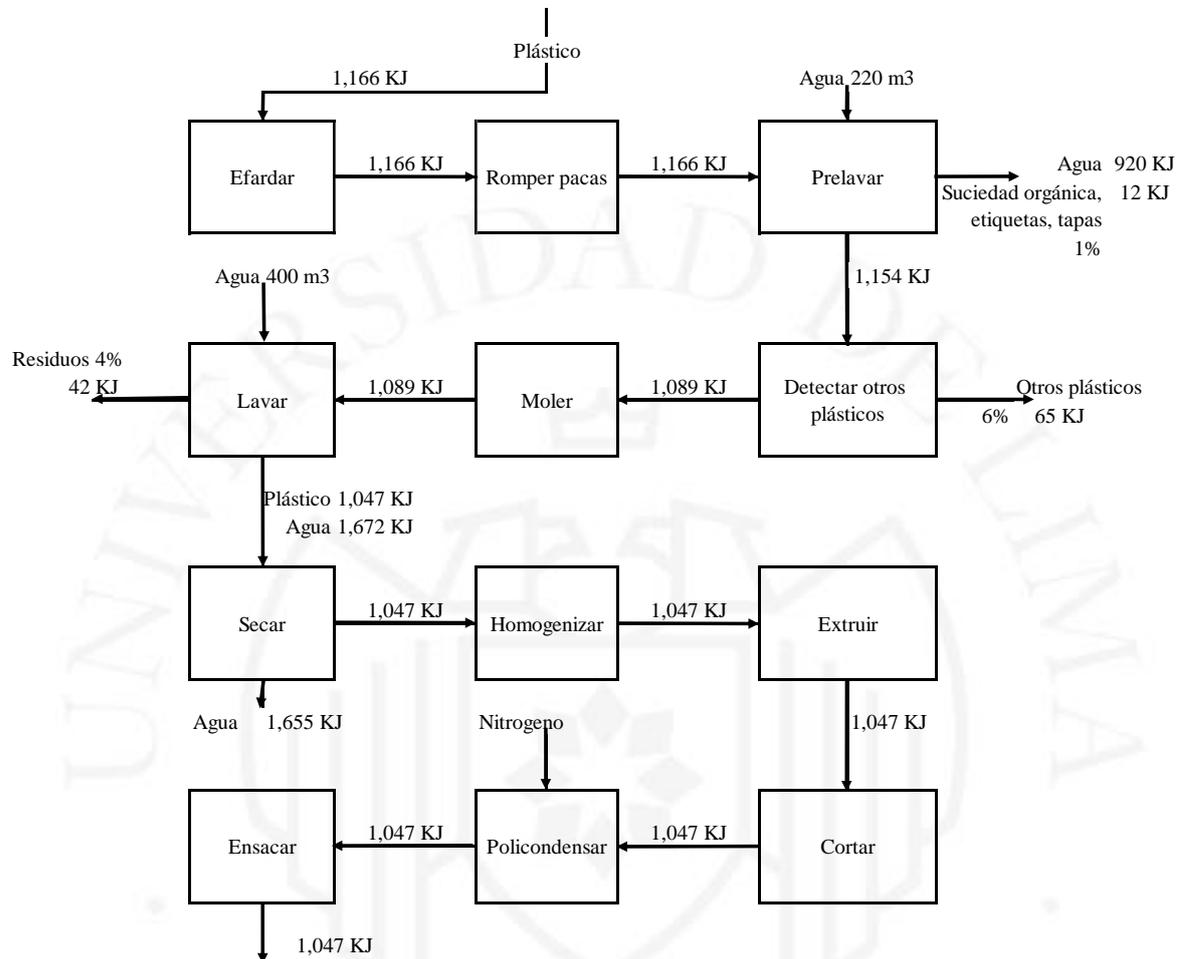
La fórmula del calor específico es: KJ/kg-K.

Calor específico PET = 1.0467

Calor específico H2O (líquido) = 4.1800

Figura 5.10.

Balance de energía (valores en KJ)



5.3. Características de las instalaciones y equipo

5.3.1. Selección de la maquinaria y equipo

1. Recepción de los residuos urbanos
 - Camiones recolectores de residuos
 - Balanza de plataforma
2. Evaluación de materiales de entrada y selección manual de materiales recuperables.
 - Balanza
 - Faja transportadora

- Compactador de pacas, enfardador.
3. Alimentación y elaboración de resinas
- Montacargas
 - Faja transportadora elevada
 - Cámara de lavado
 - Segregadores automáticos (infrarrojos)
 - Cámara de molienda
 - Lavadora a fricción
 - Cámara de secado
 - Silos de almacenamiento (homogenización)
 - Extrusora
 - Torre SSP
 - Ensacadora

a) **Especificaciones de la maquinaria**

Tabla 5.3.

Especificaciones del camión recolector de basura

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Camión recolector de basura
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Recepción residuos urbanos
Descripción:	Camión mecánico, compresor de residuos urbanos.
Datos técnicos	
Capacidad:	25.000 kg
Precio:	S/. 195.000,00
Largo:	9,785 m
Ancho:	2,470 m
Altura:	2,940 m



Nota: Divemotors (2019)

Tabla 5.4.

Especificaciones del camión recolector de residuos urbanos segregados

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Camión recolector de residuos urbanos segregados
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Recepción residuos urbanos
Descripción:	Camión furgón.
Datos técnicos	
Capacidad:	15.000 kg
Precio:	S/. 195.000,00
Modelo:	FJ-2528



Nota: Fuso (2019)

Tabla 5.5.

Especificaciones de la balanza de pesaje

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Balanza de pesaje portátil para camiones
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Recepción residuos urbanos
Descripción:	Innovadoras básculas para vehículos con doble carril, fácilmente transportable e instalables.
Datos técnicos	
Capacidad:	80.000 kg
Precio:	S/. 6.000,00
Largo:	16 m
Ancho:	3 m
Altura:	0,4 m



Nota: Suminco (2019)

Tabla 5.6.

Especificaciones de la balanza

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Balanza industrial
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Evaluación de materiales de entrada y selección manual de materiales recuperables.
Descripción:	Son de acero inoxidable, prácticas y fáciles de usar para el transporte y pesado de la materia prima dentro de la planta.
Datos técnicos	
Capacidad:	6.000 kg
Precio:	S/.2.500,00
Largo:	0,9 m
Ancho:	0,65 m
Altura:	1,95m



Nota: Suminco (2019)

Tabla 5.7.

Especificaciones de la faja transportadora

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Faja transportadora
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Evaluación de materiales de entrada y selección manual de materiales recuperables.
Descripción:	Transporte utilizado para clasificar los residuos reciclables mientras avanzan por la faja.
Datos técnicos	
Capacidad:	35.000 kg/hr
Precio:	S/. 9.900,00
Largo:	3,0 m
Ancho:	0,5 m
Altura:	0,95 m



Nota: Indutec Perú (2019)

Tabla 5.8.

Especificaciones de la enfardadora

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Prensa Enfardadora Hidráulica
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Evaluación de materiales de entrada y selección manual de materiales recuperables.
Descripción:	Cuenta con un motor trifásico de 3HP, con válvula reguladora de presión.
Datos técnicos	
Capacidad:	250 fardos/hr
Precio:	S/. 10.250,00
Largo:	1,5 m
Ancho:	4,0 m
Altura:	2,3 m



Fuente: Garibaldi (2019)

Tabla 5.9.

Especificaciones de la faja transportadora elevada

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Faja transportadora elevada
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	Sistema de transporte de los plásticos segregados.
Datos técnicos	
Capacidad:	4.000 kg/h.
Precio:	S/. 8.250,00
Largo:	5 m
Ancho:	1,25 m
Altura:	1 m



Nota: Indutec Perú (2019)

Tabla 5.10.

Especificaciones de la cámara de prelavado

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Cámara de prelavado
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	El tanque de prelavado tiene la función de resolver y piedras separadas y metales pesados en la fase de prelavado, que podría dañar las máquinas siguientes.
Datos técnicos	
Capacidad:	5.500 kg/hr
Precio:	S/. 18.000,00
Largo:	3 m
Ancho:	1.2 m
Altura:	4.1 m

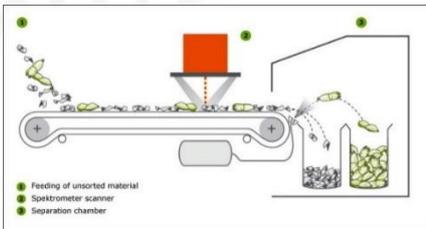
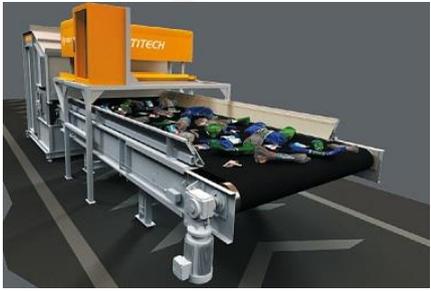


Nota Amut Group (2019)

Tabla 5.11.

Especificaciones de la máquina segregadora automática

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Máquina segregadora automática
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	Tecnología de infrarrojos para "escanear" materiales como los plásticos mezclados (PET, PP, PVC, y otros), papel mixto, vidrio, C y D, y los materiales de residuos sólidos urbanos. El uso de esta tecnología innovadora puede ordenar por tamaño, color, peso y forma.
Datos técnicos	
Capacidad:	8.000 kg/hr
Precio:	S/. 20.000,00
Largo:	5 m
Ancho:	1,8 m
Altura:	3,4 m

Nota: Titech (2019)

Tabla 5.12.

Especificaciones de la cámara de molienda

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Cámara de molienda
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	Por medio de un rotor impulsado por un motor tritura el plástico. La máquina es antiruido.
Datos técnicos	
Capacidad:	2.000 kg/h.
Precio:	S/. 50.000,00
Largo:	3.71 m
Ancho:	2.07 m
Altura:	2.6 m



Fuente: Amut Group (2019)

Tabla 5.13.

Especificaciones de la lavadora a fricción

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Lavadora a fricción
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción :	Adecuado para ser instalado en procesos de lavado de botellas de plástico para remover residuos, otros plásticos, tapas y pegamento.
Datos técnicos	
Capacidad:	4.000 kg/hr
Precio:	S/. 32.340.00
Largo:	2,1 m
Ancho:	1,1 m
Altura:	1,6 m



Nota: Amut Group (2019)

Tabla 5.14.

Especificaciones de la centrifuga

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Centrifuga
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	Adecuado para ser instalado al final de un proceso de lavado para remover agua.
Datos técnicos	
Capacidad:	3.000 kg/hr
Precio:	S/. 34.230,00
Largo:	2,4 m
Ancho:	0,9 m
Altura:	1,6 m



Nota: Amut Group (2019)

Tabla 5.15.

Especificaciones de los silos de almacenamiento

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Silos de almacenamiento
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción :	En ellos se logra la homogenización de las hojuelas para luego ser llevadas a extrusión.
Datos técnicos	
Capacidad:	10.000 kg/hr
Precio:	S/. 14.000,00
Diámetro	10 m
Altura:	20 m



Nota: Tecnofer (2019)

Tabla 5.16.

Especificaciones de la extrusora

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Extrusora
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	Se funde la hojuela y se transforma resinas de PET
Datos técnicos	
Capacidad:	2.000 kg/hr
Precio:	S/. 50.000,00
Largo:	6,5 m
Ancho:	1,35 m
Altura:	1,8 m



Nota: Exticom (2019)

Tabla 5.17.

Especificaciones de la torre de policondensación

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Torre de policondensación
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	A través del nitrógeno se renuevan los sobrantes de materia, pasa por un proceso de cristalización y policondensación (reacción química para formar polímeros) lo que hace más resistente la resina
Datos técnicos	
Capacidad:	3.500 kg/hr
Precio:	S/. 150.000,00
Largo	4.2 m
Ancho:	6.4 m
Altura:	10 m



Nota: Polymetrix (2019)

Tabla 5.18.

Especificaciones de la ensacadora

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Ensacadora
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resinas
Descripción:	Llenadora de sacos Big Bag (1000kg)
Datos técnicos	
Capacidad:	50 sacos/hora
Precio:	S/. 15.000,00
Largo:	3,4 m
Ancho:	3,4 m
Altura:	2,6 m



Nota: Haver (2019)

Tabla 5.19.

Especificaciones de la montacargas

Ficha Descriptiva de Máquinas y Equipos	
Nombre:	Montacargas
Planta:	Reciclaje y fabricación de resinas de PET
Sección:	Alimentación y elaboración de resina
Descripción:	Transporte de las pacas de plástico.
Datos técnicos	
Capacidad de carga:	3.000 kg
Precio:	S/.26,250
Peso neto:	4.360 kg
Ancho:	1,71 m
Altura:	2,17 m
Altura de elevación con carga máxima:	3,27 m



Nota: Caterpillar (2019)

Tabla 5.20 se puede observar un resumen con las características más importantes de cada máquina que forma parte del proceso de producción.

Tabla 5.20.

Resumen especificaciones de las máquinas

Máquina-Equipo	Capacidad	Dimensiones (L x A x h) m	Costo (S/)
Balanza de plataforma	80 000 kg	16 x 3 x 0,4	S/ 2 800,00
Balanza industrial	6 000 kg	0,9 x 0,65 x 1,95	S/ 6 000,00
Faja transportadora de selección	35 000 kg/hr	3 x 0.5 x 0.95	S/ 9 900,00
Enfardadora	250 fardos/hr	1,5 x 4 x 2,3	S/ 10 250,00
Transportadora elevada	4 000 kg/hr	5 x 1,25 x 1	S/ 8 250,00
Cámara de prelavado	5 500 kg/hr	3 x 1.2 x 4.1	S/ 18 000,00
Segregadora automática	8 000 kg/hr	5 x 1.8 x 3.4	S/ 20 000,00
Cámara de Molienda	2 000 kg/hr	3,71 x 2,07 x 2,6	S/ 50 000,00
Lavadora de fricción	4 000 kg/hr	2.1 x 1.1 x 1,6	S/ 32 340,00
Centrífuga	3 000 kg/hr	2,4 x 0,9 x 1,6	S/ 34 230,00
Silos de almacenamiento	10 000 kg/hr	10 x 20	S/ 14 000,00
Extrusora	1 000 kg/hr	6,5 x 1,35 x 1.8	S/ 50 000,00
Torre de policondensación	3 500 kg/hr	4,2 x 6,4 x 10	S/ 150 000,00
Ensacadora	50 sacos/hr	3,4 x 3,4 x 2.6	S/ 15 000,00
			S/ 420 770,00

5.4. Capacidad instalada

5.4.1. Cálculo capacidad instalada

Para este cálculo, se tendrá en cuenta todas las operaciones del proceso y se hallará la capacidad de cada una, siendo nuestra capacidad de planta la mínima de todas ellas.

Se hallará el procesamiento por hora de cada máquina, considerando: 3 turnos diarios de 8 horas cada uno y 7 días a la semana, con 60 minutos de refrigerio. Asimismo, el factor de eficiencia que se utilizará será de 0.8, factor que normalmente se usa, y el de utilización será de 0.875 y se halló por la siguiente fórmula:

$$U = NHP/NHR$$

Dónde:

NHR = Número de horas reales = 8 horas

NHP = Número de horas productivas = 8 horas – 1 horas = 7horas

A continuación, tabla 5.19 se muestra el cálculo de la capacidad de procesamiento por máquina, lo que servirá para determinar el cuello de botella. La fórmula que se utilizará será la siguiente:

Capacidad instalada =

$$N^{\circ} \text{ máq} * \frac{\text{Producción (kg)}}{\text{hora}} * \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * \frac{\text{turnos}}{\text{día}} * \frac{\text{días}}{\text{semana}} * \frac{\text{semanas}}{\text{año}} * U * E * FC$$

La capacidad de la planta está determinada por el cuello de botella, que en el caso del presente proyecto es la operación de extrusión.

$$\text{Cuello de botella} = 3 \text{ máq} * \frac{2000 \text{ kg}}{\text{hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{\text{turno}} * \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} * \frac{6 \text{ días}}{\text{semana}} * \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}} * 0.875 * 0.8 * 1$$

Cuello de botella = 27.518 t/año =27.518 sacos/año

Tabla 5.21.

Cálculo de cuello de botella

Máquina-Equipo	Flujo de entrada (kg/año)	Capacidad (kg/h)	# Máq.	Hora/ Turno	Turno/ Día	Día/ Sem	Sem/A ño	U	E	Cap. de prod. en unid. de MP.	FC	Capacidad de producción (t/año)
Faja transportadora de selección	28 894 401	35 000	1	7	3	6	52	0,875	0,8	160 524	1,310	210 272
Enfardadora	24 560 241	17 500	1	7	3	6	52	0,875	0,8	80 262	1,113	89 366
Transportadora elevada	24 560 241	4 000	2	7	3	6	52	0,875	0,8	36 691	1,113	40 853
Cámara de prelavado	24 560 241	5 500	1	7	3	6	52	0,875	0,8	25 225	1,113	28 086
Segregadora automática	24 317 070	8 000	1	7	3	6	52	0,875	0,8	36 691	1,102	40 448
Cámara de Molienda	22 940 632	2 000	3	7	3	6	52	0,875	0,8	27 518	1,040	28 619
Lavadora de fricción	22 940 632	4 000	2	7	3	6	52	0,875	0,8	36 691	1,040	38 159
Centrífuga	22 058 300	3 000	2	7	3	6	52	0,875	0,8	27 518	1,000	27 518
Silos de almacenamiento	22 058 300	10 000	1	7	3	6	52	0,875	0,8	45 864	1,000	45 864
Extrusora	22 058 300	2 000	3	7	3	6	52	0,875	0,8	27 518	1,000	27 518
Torre de policondensación	22 058 300	7 000	1	7	3	6	52	0,875	0,8	32 105	1,000	32 105
Ensacadora	22 058 300	50 000	1	7	3	6	52	0,875	0,8	229 320	1,000	229 320

5.4.2. Cálculo detallado del número de máquina requeridas

El número de máquinas se calcula considerando la cantidad que entra a cada equipo, la tasa de producción (o tiempo estándar, que es la inversa de la tasa de producción), número de horas por turno, turnos por día, días a la semana, semanas al año y factores de eficiencia y utilización bajo la siguiente ecuación:

$$\#Maq = \frac{P * T_{STD}}{\frac{Horas}{Turno} * \frac{Turnos}{Día} * \frac{Día}{Semana} * \frac{Semana}{Año} * E * U}$$

Dónde:

P: Producción total requerida $P=D/(1-f)$

D: Demanda

f: % de merma

Tstd: Tiempo estándar por unidad

E: Factor de eficiencia

U: Factor de utilización

7Por ejemplo, el cálculo de la extrusora sería:

$$\#Maq = \frac{22.058.300 * \frac{1}{2000}}{7 \frac{Horas}{Turno} * 3 \frac{Turnos}{Día} * 6 \frac{Día}{Semana} * 52 \frac{Semana}{Año} * 0.875 * 0.8} = 3 \text{ máq}$$

Tabla 5.22 se muestra el cálculo del número de máquinas por operación, dato que se usó para determinar el cuello de botella del proyecto.

Tabla 5.22.

Cálculo número de máquina

Máquinas	Capacidad (kg/h)	Producción (kg/año)	Hora/Turno	Turno/Día	Día/Sem	Sem/Año	U	E	#Maquinas
Faja transportadora de selección	35 000	28 894 401	7	3	6	52	0,875	0,8	1
Enfardadora	17 500	24 560 241	7	3	6	52	0,875	0,8	1
Transportadora elevada	4 000	24 560 241	7	3	6	52	0,875	0,8	2
Cámara de prelavado	5 500	24 560 241	7	3	6	52	0,875	0,8	1
Segregadora automática	8 000	24 317 070	7	3	6	52	0,875	0,8	1
Cámara de Molienda	2 000	22 940 632	7	3	6	52	0,875	0,8	3
Lavadora de fricción	4 000	22 940 632	7	3	6	52	0,875	0,8	2
Centrífuga	3 000	22 058 300	7	3	6	52	0,875	0,8	2
Silos de almacenamiento	10 000	22 058 300	7	3	6	52	0,875	0,8	1
Extrusora	2 000	22 058 300	7	3	6	52	0,875	0,8	3
Torre de policondensación	7 000	22 058 300	7	3	6	52	0,875	0,8	1
Ensacadora	50 000	22 058 300	7	3	6	52	0,875	0,8	1

5.5. Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

5.5.1. Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

La calidad de la materia prima se determinará mediante una muestra de todo el lote de desechos urbanos seleccionados que ingresen a la planta. Este será analizado químicamente y mostrará si el PET de las botellas está en buen estado. A su vez, en el proceso de selección manual en la faja transportadora, los operarios podrán ver si el plástico tiene características organolépticas extrañas y separar dichas botellas para su respectivo análisis, éstas pueden ser manchas extrañas, u olor diferente a algún líquido inocuo.

Con respecto a los insumos, éstos serán comprados a proveedores 100% confiables de modo que no se tendrá que incurrir a un gasto fuerte en el control de calidad ya que éste sería básico y para una muestra de todo el lote entrante. Por ejemplo, para los sacos de polipropileno se realizará el análisis organoléptico y de fuerza de resistencia al peso indicado en las especificaciones técnicas. Para los aditivos (detergente y NaOH) se prepararán análisis puramente químicos por medio de una muestra con el objetivo de revisar que cumplan con los parámetros establecidos para contar con aditivos de calidad.

En el proceso, las botellas pasan por una etapa de prelavado para eliminar toda suciedad orgánica, tapa o etiqueta que puedan contener, se detecta automáticamente la existencia de otros plásticos ajenos a PET para retirarlos del proceso y se realiza un segundo lavado a fricción con lo que se asegura la calidad y limpieza de la resina. Finalmente, luego de poner las resinas de PET en los sacos, se toma uno de ellos y realizan diversas pruebas de resistencia de modo que se comprueba que el producto tendrá la misma calidad y presentación luego de ser transportados a su destino.

5.5.2. Estrategias de mejora

Se trabajará arduamente para obtener la norma ISO 9001:2008 la cual otorgará confianza a los clientes y al mismo tiempo sabrán que todos los procesos están ordenados y monitoreados, lo que les asegura que no habrá retrasos en las entregas pues todas las áreas estarán comunicadas entre sí y la información necesaria para evaluar los suministros estará a tiempo también.

También se implementará a futuro el área de auditoría interna con el objetivo de estar constantemente involucrados en el proceso de elaboración del producto final y poder estar preparados para cualquier inspección o certificado que se quiera obtener. Mejorar.

5.6. Estudio de Impacto Ambiental

Antes de hacer la instalación de una planta, se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental. En este caso, se debe analizar si el terreno que se ha elegido no esté cerca de zonas donde existan viviendas debido a que dicha planta podría desprender gases y olores dañinos para la salud de la población.

Los factores ambientales a analizar dependerán del medio: físico, social, etc. A su vez se encontrará el impacto que el proyecto tendrá sobre diferentes elementos relacionados a los medios recién mencionados.

Existe a nivel internacional una organización encargada de promover normas internacionales de gestión a las empresas, esta organización se llama ISO por sus siglas “International Organization for Standardization”. La ISO cuenta con un reglamento enfocado en la Gestión Ambiental, la norma ISO 14000 que va enfocada a cualquier organización, de cualquier tamaño o sector, que esté buscando reducir los impactos en el ambiente y cumplir con la legislación en materia ambiental.

A continuación, tabla 5.23 se presenta la Matriz de Leopold, la cual se utilizó para realizar el Estudio de Impacto Ambiental y que da una visión de la relación que hay entre las actividades del proceso y los factores ambientales. Las escalas usadas son las siguientes:

Tabla 5.23.

Valoración según la significancia del impacto ambiental

Significancia	Valoración
Muy poco significativo (1)	0,10 - <0,39
Poco significativo (2)	0,40 - <0,49
Moderadamente significativo (3)	0,50 - <0,59
Muy significativo (4)	0,60 - <0,69
Altamente significativo (5)	0,70 – 1,0

Estos valores mostrados en la tabla se calculan a partir de la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{2m + d + e}{20} * s$$

Dónde:

m = Magnitud

d = Duración

e = Extensión

s = Sensibilidad

En la tabla 5.24 se muestran sus respectivos rangos.

Tabla 5.24.

Rangos de calificación de variables

Rangos	Magnitud (m)	Duración (d) Días	Extensión (e) Puntual	Sensibilidad (s)	
1	Muy pequeña Casi imperceptible	Días 1-7 días	Puntual En un punto del proyecto	0,8	Nula
2	Pequeña Leve alteración	Semanas 1-4 semanas	Local En una sección del proyecto	0,85	Baja
3	Mediana Moderada alteración	Meses 1-12 meses	Área del proyecto En el área del proyecto	0,9	Media
4	Alta Se produce modificación	Años 1-10 años	Más allá del proyecto Dentro del área de influencia	0,95	Alta
5	Muy alta Modificación sustancial	Permanente Más de 10 años	Distrital Fuera del área de influencia	1,00	Extrema

5.7. Seguridad y salud ocupacional

En la mayoría de proyectos dedicados al reciclaje o algún tipo de ayuda ambiental, la buena voluntad hace que sin querer se deje de lado la obligación y preocupación de la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores, por ello es salvaguardarlas será una de las principales prioridades.

Se empezará por brindar el equipo y accesorios de seguridad necesarios para cada tipo de operario, por ejemplo, los que se encargan de recoger la basura en los camiones deberán utilizar uniforme y tener una mascarilla N95 que les permitirá estar cerca de los desechos urbanos sin afectar su salud por el moho, descomposición de alimentos, polvo, etc. también deberán colocarse guantes para evitar el contacto directo con los desechos y taponos en los oídos por el ruido del camión.

Los que trabajan en el área de recepción, selección y dentro de la planta deberán utilizar el uniforme completo para poder ingresar y a su vez las mascarillas N95 para la protección de polvo, fibra de vidrio y materiales que podrían resultar irritantes, también deberán utilizar guantes protectores con diferentes finalidades; en el caso de los operarios de selección, éstos servirán para evitar cortes con las hojas de papel o alguna pedazo de vidrio filudo y en el caso de los operarios que entran en contacto con el producto final, deben usar los guantes para evitar la contaminación de éste último. En el área de recepción de los desechos urbanos segmentados, se deberá utilizar un casco protector debido a la probabilidad de rebote al momento de vaciar los camiones.

Es obligatorio retirarse cualquier accesorio que resulte riesgoso en la plata, por ejemplo: aretes, pulseras, collares, capuchas, gorros, etc. los cuales no sólo implican un riesgo para el trabajador sino también para el producto terminado, éstos pequeños accesorios pueden desprenderse y forzar la parada del proceso para su extracción o peor aún, puede entrar al mismo y dejar muchos productos defectuosos. A su vez, se prohíbe terminantemente ingresar sin zapatos o sin los elementos de seguridad.

Con respecto a medidas para la salud ocupacional, se contará con un botiquín para los accidentes leves y en caso exista algún accidente grave, se transportará inmediatamente al afectado al hospital más cercano.

Se tendrá una política de limpieza muy estricta para evitar posibles infecciones o enfermedades que pueden provenir de la acumulación de lixiviados por los desechos

urbanos, es por eso que se debe limpiar constantemente la superficie de trabajo y el piso. Se contarán con dispensadores de gel antibacterial distribuidos equitativamente por toda la planta. Debido a que el uniforme también puede retener polvo, moho u otros elementos que pueden afectar a la familia del operario, éste debe permanecer en la planta y el operario debe bañarse antes de partir a casa.

Con respecto a los posibles problemas ergonómicos, se tendrá especial cuidado en el área de selección debido a los estiramientos que los operarios realizan con el objetivo de alcanzar el producto que les toque separar (cartón/plástico, vidrio, plástico, metal). Se colocarán escaleras pequeñas en el puesto de cada operario, lo suficientemente anchas para que también sirvan de soporte, de éste modo el operario puede apoyar sus pies y cambiar de posiciones evitando rigidez, adormecimiento y otros males que pueden traer el estirarse abruptamente o quedarse en una sola posición todo el tiempo.

Figura 5.11.

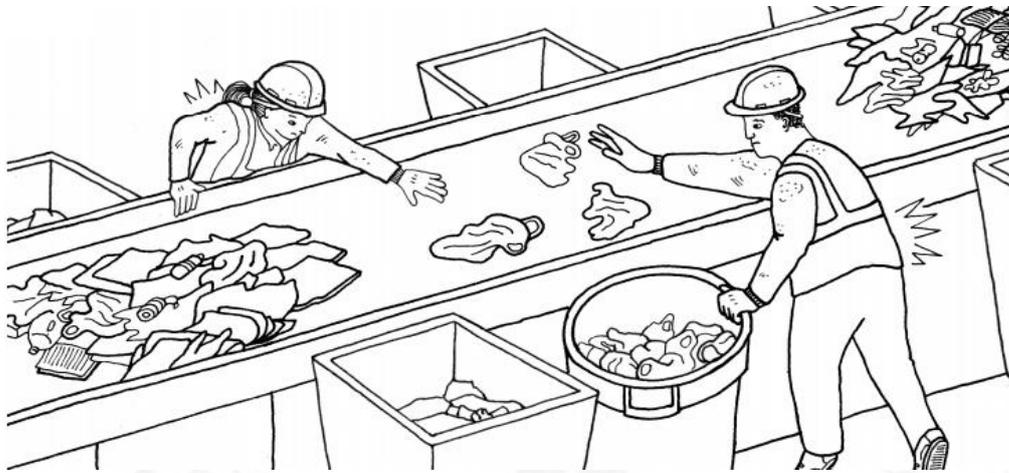
Ejemplo de utilización de implementos de seguridad



Nota: UC Berkeley (2014)

Figura 5.12.

Ejemplo de malas prácticas ergonómicas



Nota: UC Berkeley (2014)



Tabla 5.26.

Matriz IPER

Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad (P)					Índice de severidad (S)	Riesgo (P).(S)	Nivel del Riesgo	Riesgo Significativo	Medida de control
			Índice de personas expuestas (a)	Índice de procedimientos existentes (b)	Índice de capacitación (c)	Índice de exposición al riesgo (d)	Índice de la probabilidad (a+b+c+d)					
Recepción	Contacto con desechos tóxicos urbanos	Contraer enfermedades	3	2	2	3	10	2	20	IMPORTANTE	NO	Elementos de protección
Pesado	Camión estacionado	Atropello, choque por desplazamiento involuntario del camión	2	2	2	3	9	3	27	INTOLERABLE	SI	Señalización
	Camión en movimiento	Choque con camiones/ montacargas estacionados	3	1	1	3	8	2	16	MODERADO	NO	Señalización
Almacenaje inicial	Cercanía al silo	Caída dentro del silo	2	1	1	3	7	3	21	IMPORTANTE	NO	Barras protectoras
Rotura de pacas	Posible contacto con las cuchillas	Corte en las manos	2	3	2	3	10	2	20	IMPORTANTE	NO	Sistema de detección
Selección	Contacto con los desechos urbanos segmentados	Contacto con la piel	2	1	2	3	8	1	8	TOLERABLE	NO	Elementos de protección
		Exposición a lesiones ergonómicas	2	1	1	3	7	2	14	MODERADO	NO	Supervisión

(Continúa)

(continuación)

Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad (P)					Índice de severidad (S)	Riesgo (P).(S)	Nivel del Riesgo	Riesgo Significativo	Medida de control
			Índice de personas expuestas (a)	Índice de procedimientos existentes (b)	Índice de capacitación (c)	Índice de exposición al riesgo (d)	Índice de la probabilidad (a+b+c+d)					
Enfardamiento	Mantenimiento con la máquina encendida	Atrapamiento de dedos	1	3	3	2	9	2	18	IMPORTANTE	NO	Alarmas y sistema de detección
Molienda	Cercanía a la máquina	Distracción y lesión en alguna parte del cuerpo	1	2	3	3	9	1	9	MODERADO	NO	Alarmas y sistema de detección
Separación de plásticos	Contacto con la piel	Cortes leves	1	3	3	3	10	2	20	IMPORTANTE	NO	Elementos de protección
Secado	Alto ruido en la zona	Pérdida de audición	1	1	1	3	6	2	12	MODERADO	NO	Utilizar tapones en los oídos
Extrusión	Contacto con la piel	Quemadura	1	1	1	3	6	2	12	MODERADO	NO	Utilizar EPP adecuado
Policondensación	Existencia de Nitrogeno	Contacto directo con la piel	1	1	1	3	6	2	12	MODERADO	NO	Utilizar mascarilla
Enscado	Cercanía al montacargas	Aplastamiento de pies	1	3	2	3	9	2	18	IMPORTANTE	NO	Señalización

5.8. Sistema de mantenimiento

Para el mantenimiento de la maquinaria se utilizarán los 3 mantenimientos planificados principales:

Mantenimiento preventivo

Éste sólo será empleado en la maquinaria cuyo costo de paro y reparación sea más costoso que varios mantenimientos preventivos al año. A pesar de que éste método no alargue la vida útil de los componentes del equipo, sino que por el contrario a veces implica el cambio del componente antes de su gasto total, se opta por éste ya que comparando las pérdidas que generaría parar la máquina y repararla frente al gasto de varios componentes para su cambio cada cierto tiempo, es mucho más costosa.

Mantenimiento correctivo

Éste tipo de mantenimiento se emplea cuando existe algún defecto en la máquina y a pesar de que puede seguir funcionando, es bueno aplicarlo para que el problema no se agrave y convierta en una falla. Por ejemplo, si la zaranda vibratoria empieza a obstruirse con partículas pegadas a los orificios, esto no impide que siga funcionando; sin embargo, afectará la calidad del producto terminado por lo que es necesario aplicar un mantenimiento correctivo.

Mantenimiento reactivo

Mantenimiento que se aplicará únicamente cuando exista una falla que no permita que la máquina siga funcionando, éste tipo de mantenimiento debe realizarse con una parada de la máquina y reemplazo de elementos gastados u otro tipo de reparaciones. Lo positivo de éste tipo de mantenimiento es que lleva la vida útil de sus componentes al máximo; sin embargo, puede ser peligroso pues puede afectar de por vida a la máquina. Antes de decidir qué tipo de mantenimiento aplicar a cada equipo se deben leer sus respectivos manuales y mantenimientos recomendados.

En un futuro, se busca implementar la técnica de mantenimiento TPM (total productive maintenance) que quiere decir Mantenimiento Productivo Total, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción industrial. Se recalca que es un método que se quisiera obtener en el futuro ya que para poder implementarlo es necesario contar con la técnica Kaizen la cual se logra con muchos años de esfuerzo y junto con otras como las 5S, Just In Time y Total

Quality Management. Las ventajas de éste método es que hay una coordinación especial con todas las áreas de trabajo y se educa a los operarios a cuidar sus máquinas y que ellos mismos realicen los mantenimientos no especializados y diarios, tales como revisión de aceite, limpieza interna, etc. Los mantenimientos que sí requieren de más conocimientos y minuciosidad en el análisis de causas de falla, deberán ser realizados por el personal de mantenimiento.

5.9. Programa de producción

5.9.1. Factores de la programación de la producción

Los factores que influyen en la programación de la producción son el nivel de servicio y junto con la desviación estándar se puede hallar el stock de seguridad. El nivel de servicio es de 97% porque el proceso de producción está adecuado para poder cumplir con los pedidos pactados.

Para poder tener este nivel de servicios se cuenta con una cantidad promedio de materia prima calculada al igual que capacitar al personal para una utilización eficaz de los recursos, también el mantenimiento que se le da a la maquinaria y equipos para evitar retrasos por reparaciones. Todas estas coordinaciones harán que se logre en nivel de servicio mencionado

5.9.2. Programa de producción

La vida útil del proyecto es de 10 años y para hallar el programa de producción se empezará calculando el stock de seguridad necesario. Debido a que se estará muy pendiente y monitoreando todo el proceso, se eligió un nivel de servicio del 97%. La tabla 5.27 presenta el cálculo del Stock de Seguridad y la tabla 5.28 el cálculo del programa de producción que sería la demanda que se tendrá en esos años más el stock de seguridad.

Tabla 5.27.

Cálculo del stock de seguridad

Nivel de servicio	1,9
Desv. Est	905
SS	1720

Tabla 5.28.

Cálculo del programa de producción

Año	Prod. anual (sacos)	Stock de seguridad	Programa de producción
2019	2 610	1 720	4 330
2020	3 742	1 720	5 462
2021	5 029	1 720	6 749
2022	6 489	1 720	8 209
2023	8 140	1 720	9 860
2024	10 003	1 720	11 723
2025	12 099	1 720	13 819
2026	14 455	1 720	16 175
2027	17 096	1 720	18 816
2028	20 053	1 720	21 773

5.10. Requerimiento de insumos, personal y servicios

5.10.1. Materia prima, insumos y otros materiales

En este proyecto, la materia prima será obtenida directamente del recojo puerta a puerta de los vecinos del distrito de Chorrillos, por lo que se puede decir que la materia prima no tendrá costo.

Los insumos que se requieren son: detergente, soda caustica, sacos de polipropileno, pabalo, etiquetas, repuestos, combustibles y otros.

Se debe contar con la disponibilidad de los mismos para su utilización y disponer de ellos cada vez que se necesiten en el proceso productivo.

5.10.2. Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

- a) Para calcular el consumo por energía eléctrica se tomará como referencia el consumo anual de una empresa del mismo rubro de negocio para estimar el consumo del proyecto. La empresa elegida se llama Plástica S.A y tiene un consumo de 2.500MW anual que en términos monetarios significa S/.1.750.000,00 anuales considerando 0,70 S/. / KW.mes. (actualizar tarifa)
- b) En el caso del agua se considera un consumo de 146.000 m³ anuales, teniendo en cuenta que el proceso consumirá 400 m³ diarios en la operación de lavado. En términos monetarios significara S/. 657.000,00 anuales. (actualizar)
- c) Para el cálculo del consumo de combustible, se está comando como principales consumidores los 10 camiones que se encargarán el recojo de residuos urbanos. Cada camión tiene una eficiencia de aproximadamente 23 km/galón, debe recorrer al día 151 km y el costo del diésel es de 9,07 S/. /galón, lo que significa un total de S/. 222.876 anuales.

5.10.3. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

Este proyecto tiene una alta participación de operarios para la etapa de clasificación de residuos reciclables y también para el manipuleo de las diferentes máquinas usadas en el proceso.

A continuación, se determinará el número de operarios que se necesitará para el proyecto según la operación:

- a) **Recojo de desechos urbanos:** Se contará con 10 camiones recolectores de basura los cuales tendrán 3 personas operándolo; 1 chofer y 2 ayudantes. Lo que hacen un total de 24 personas.
- b) **Recojo de desechos urbanos segmentados:** Se contará con 10 camiones recolectores de material reciclado con 2 personas operándolo; 1 chofer y 1 ayudante. En total 20 personas.
- c) **Recepción y pesado:** Se necesitarán 2 operarios encargados de controlar el ingreso y el pesaje de los camiones.

- d) **Selección manual:** Para esta operación se dispondrá de 28 operarios que irán ubicados frente a frente en una faja transportadora.
- e) **Enfardamiento:** Se necesitará 1 operarios encargado de ordenar los materiales reciclados disgregados y enfardados, apoyado de una montacarga.
- f) **Clasificación manual de plásticos PET:** En esta operación 4 operarios se encargarán de separar manualmente los plásticos PET por medio de una simple inspección visual

Para las siguientes operaciones como: pre-lavado, molienda, lavado, secado, homogenizado, extrusión, policondesación y ensacado 1 operario por máquina, lo que hace en total 8 operarios.

Los profesionales y personal técnico que se necesitan en ciertas áreas deben ser minuciosamente seleccionados para cubrir los diversos puestos que se pueden crear dentro de esta empresa. Entre los principales se tienen:

- a) Personal Administrativo (operaciones, logística, marketing, ventas)
- b) Personal Financiero (presupuestos, costos y gastos)
- c) Arquitectos e Ingenieros Civiles (construcción y diseño)
- d) Personal Legal (regulaciones que se aplican dentro del marco legal del proyecto a fin de evitar cualquier problema con las respectivas autoridades)

Actualmente existe gran cantidad de mano de obra capacitada disponible en Lima, muchos de ellos egresados de institutos técnicos de prestigio como SENATI y TECSUP.

5.10.4. Servicios de terceros

La planta va a necesitar servicios de terceros para complementar el proceso productivo y administrativo de la empresa. Entre los principales se tienen:

- a) Soporte técnico
- b) Mantenimiento
- c) Capacitaciones
- d) Comunicaciones
- e) Vigilancia
- f) Limpieza e Higiene

5.11. Disposición de planta

5.11.1. Características físicas del proyecto

Factor edificio

La planta debe ser diseñada de manera que las actividades puedan realizarse adecuadamente, considerando que los espacios para la maquinaria y los equipos puedan ubicarse en las zonas asignadas, sin obstruir las vías de transporte. También, debe considerarse que no deben estar apiñados, de manera que se logre la máxima utilización de los mismos.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta los espacios que serán cubiertos por los operarios, proporcionándoles los puestos de trabajo con las condiciones antropométricas adecuadas. Así como, las herramientas e instrumentos deben ser ergonómicos.

El terreno será dividido en distintas zonas, que se asignarán al área de recepción, producción, almacén y la zona administrativa. La zona productiva será dividida en subzonas. Esta división debe ser amplia, de techo alto, y de ser necesario que cuente con grandes puertas y ventanas para que se logre una mayor ventilación, que evite la concentración de malos olores y de aire concentrado que puede transmitir agentes patógenos entre el personal.

La sección del almacén debe estar acondicionada, de manera que el ambiente dentro no contenga grandes proporciones de humedad puesto que conllevarían al deterioro de producto terminado.

Por otro lado, es necesario que la planta cuente con una sección para el personal de oficina. Esta división debe ser diseñada de manera que los efectos de las tareas de producción no perjudiquen la salud de los trabajadores de la parte administrativa.

Cabe señalarse que de acuerdo a las normas de seguridad ocupacional la planta deberá contar con servicios higiénicos. Los cuales deben ser constituidos por un número de baños de acuerdo al número de trabajadores. Para este proyecto sería suficiente implementar dos baños mínimos con cuatro inodoros, cuatro letrinas y cuatro lavamanos.

Factor servicio

La planta además deberá contar con un comedor o cafetería para que los operarios y el personal administrativo puedan tener su hora de refrigerio. Deberá estar rodeada de áreas verdes para hacer del lugar un sitio agradable donde laborar, además de colaborar con la preservación del medio ambiente.

La planta deberá contar con instalaciones eléctricas de seguridad y una red de cámaras para la vigilancia.

5.11.2. Determinación de las zonas físicas requeridas

La disposición de planta de este proyecto se llevará a cabo con el objetivo de minimizar el tiempo total de producción, reduciendo las distancias entre estaciones de trabajo, uso más eficiente del espacio existente, mejorar las condiciones de trabajo para el empleado, minimizar el costo de acarreo de material, etc.

Se realizaron los siguientes pasos para obtener de manera óptima y acertada la distribución de planta:

- a) Utilizando el Método Guerchet, se calculó las áreas de la planta. Revisar la tabla 5.28
- b) Se realizó una Tabla Relacional de actividades entre las áreas necesarias para el proyecto. Revisar la figura 5.13
- c) Diagrama Relacional de Actividades. Revisar la figura 5.14
- d) Finalmente, la disposición de planta que se va a proponer se muestra en el plano que muestra la figura 5.15

Se deben definir las actividades del proyecto y asignarle una zona a cada, las cuales serán las siguientes:

1. Recepción
2. Pesado de camiones
3. Almacén de materia prima
4. Selección
5. Enfardado

6. Pre-lavado
7. Separación de plásticos
8. Molienda
9. Lavado
10. Secado
11. Homogenizado
12. Extruido
13. Policondensación
14. Control de calidad
15. Almacén de productos terminados
16. SSHH (Caballeros)
17. SSHH (Damas)
18. Oficinas
19. Comedor
20. Seguridad
21. Limpieza y mantenimiento

También se deben indicar los motivos de dicha relación entre las actividades y áreas que existan dentro de la planta, los cuales son los siguientes:

1. Mejor control de Materias Primas
2. Fácil traslado
3. Cercanía a instalaciones
4. Vigilancia
5. Control de actividades
6. Salubridad
7. Sin razón aparente
8. Mismas instalaciones
9. Limpieza y mantenimiento
10. Secuencia de actividades

5.11.3. Cálculo de áreas para cada zona

Mediante el método de Guerchet se procederá a calcular el área necesaria para la instalación de la planta. Con dicho método se obtendrá el área de cada uno de los espacios en la planta, los cuales ayudarán a distribuir de manera eficiente los equipos de esta planta.

Para realizar estos cálculos se deben tener las dimensiones de las máquinas, es decir, el ancho, la altura, y el largo de cada uno de los equipos, además de indicar el número de equipos a necesitar de cada tipo, y el número de lados por donde se va a trabajar en cada uno de ellos.

Las fórmulas a aplicarse en dichos cálculos se muestran a continuación:

$$S_T = S_S + S_G + S_E$$

$$S_S = \text{largo} \times \text{ancho}$$

$$S_G = S_S \times N$$

$$S_E = (S_S + S_G) \times K$$

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EE}}$$

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=0}^r S_s \times n \times h}{\sum_{i=0}^r S_s \times n}; r = \text{variedad de elementos móviles}$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{j=0}^t S_s \times n \times h}{\sum_{j=0}^t S_s \times n}; t = \text{variedad de elementos estáticos}$$

Donde:

S_T = Superficie total

S_S = Superficie estática

S_G = Superficie de Gravitación

S_E = Superficie de Evolución

N = Número de lados

Como se ha observado en las fórmulas mostradas, se deben hacer cálculos por separado de elementos móviles y elementos estáticos.

Los elementos móviles son todos aquellos que necesiten desplazarse a través del área de la planta para participar en la manufactura del producto que se quiere obtener. En cambio, los elementos estáticos son todos aquellos que permanecen fijos en un mismo lugar y que no pueden desplazarse con facilidad, pero que participan en el proceso de producción del fertilizante.

La tabla 5.28 muestra los metros cuadrados que necesitará el área de producción de la planta, mientras que la figura 5.16 ilustra el plano en detalle de la planta, incluyendo áreas de oficinas, patio de maniobras, calidad, seguridad, comedor, etc.

5.11.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Los dispositivos de seguridad industrial y señalización no interferirán con el normal funcionamiento y ubicación de maquinaria y equipo, sino que irán acorde a lo ya planteado cumpliendo las funciones que se debe.

Por ejemplo, en máquinas como la faja transportadora con cuchillas o la trituradora, se tendrán máquinas con células fotoeléctricas que permitan la paralización automática de la máquina en caso el personal se encuentre en peligro de corte o atrapamiento. También para evitar cualquier tipo de riesgo con la electricidad, se tendrán pozos a tierra e interruptores termo magnéticos y diferenciales (según necesidad) que evitarán que el usuario que esté al mando de la máquina sufra cualquier tipo de descarga.

Con respecto a la señalización, alrededor de toda la planta y las oficinas se colocarán los avisos que correspondan; por ejemplo, se tendrá debidamente señalizados los puntos de salidas, las zonas de seguridad, las zonas en donde son necesarios los usos de elementos de protección personal (casos, guantes, lentes, etc.), máquinas que tienen alto voltaje, lugares con peligro de incendio, señalización de extintores, etc.

Figura 5.13

Señales de seguridad industrial



Nota: Google imágenes (2017)



Tabla 5.29.

Método de Guerchet para el cálculo de superficies

Nombre	n	N	L	A	D	h	Ss	Sg	Se	ST	Ss*n	Ss*n*h
Faja transportadora de selección	1	2	3,00	0,50	-	0,95	1,50	3,00	0,25	4,75	1,50	1,43
Enfardadora	1	1	1,50	4,00	-	2,30	6,00	6,00	0,66	12,66	6,00	13,80
Transportadora elevada	2	1	5,00	1,25	-	1,00	6,25	6,25	0,69	26,38	12,50	12,50
Cámara de prelavado	1	1	3,00	1,20	-	4,10	3,60	3,60	0,40	7,60	3,60	14,76
Segregadora automática	1	2	5,00	1,80	-	3,40	9,00	18,00	1,49	28,49	9,00	30,60
Cámara de Molienda	3	1	3,71	2,07	-	2,60	7,68	7,68	0,85	48,62	23,04	59,90
Lavadora de fricción	2	2	2,10	1,10	-	1,60	2,31	4,62	0,38	14,63	4,62	7,39
Centrífuga	2	2	2,40	0,90	-	1,60	2,16	4,32	0,36	13,68	4,32	6,91
Silos de almacenamiento	1	1	-	-	10	20,00	314,15	314,15	34,72	663,02	314,15	6283,00
Extrusora	3	2	3,5	1,35	-	1,80	4,73	9,45	0,78	44,87	14,18	25,52
Torre de policondensación	1	1	4,2	6,4	-	10,00	26,88	26,88	2,97	56,73	26,88	268,80
Ensacadora	1	3	3,4	3,4	-	2,60	11,56	34,68	2,56	48,80	11,56	30,06
Área Tot										970,23	431,34	6754,66

Nombre	n	N	L	A	h	Ss	Ss*n	Ss*n*h
Operarios	43	-	-	-	1,65	0,5	21,5	35,475
Montacargas	2	-	2,95	1,09	2	3,2155	6,431	12,862
							27,931	48,337

Cálculo del coeficiente k:

$$h_{EE} = 15.66$$

$$h_{EM} = 1.73$$

$$K = 0.06$$

5.11.5. Disposición general

Para seguir un procedimiento de construcción de la Tabla Relacional, se debe realizar una tabla de código de las proximidades que se muestran a continuación tabla 5.30.

Tabla 5.30.

Código de las proximidades

Código	Proximidad	Color	Nº de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 recta
E	Especialmente importante	Amarillo	3 recta
I	Importante	Verde	2 recta
O	Normal	Azul	1 recta
U	Sin importancia	Negro	-
X	No deseable	Plomo	1 zig-zag

Tabla 5.31.

Símbolos para el análisis relacional

Símbolo	Área
	Oficinas
	Almacén de materias primas
	Almacén de productos terminados
	Patio de maniobras
	Área de producción
	Mantenimiento, Comedor, SSHH y Seguridad
	Control de calidad

Figura 5.14.

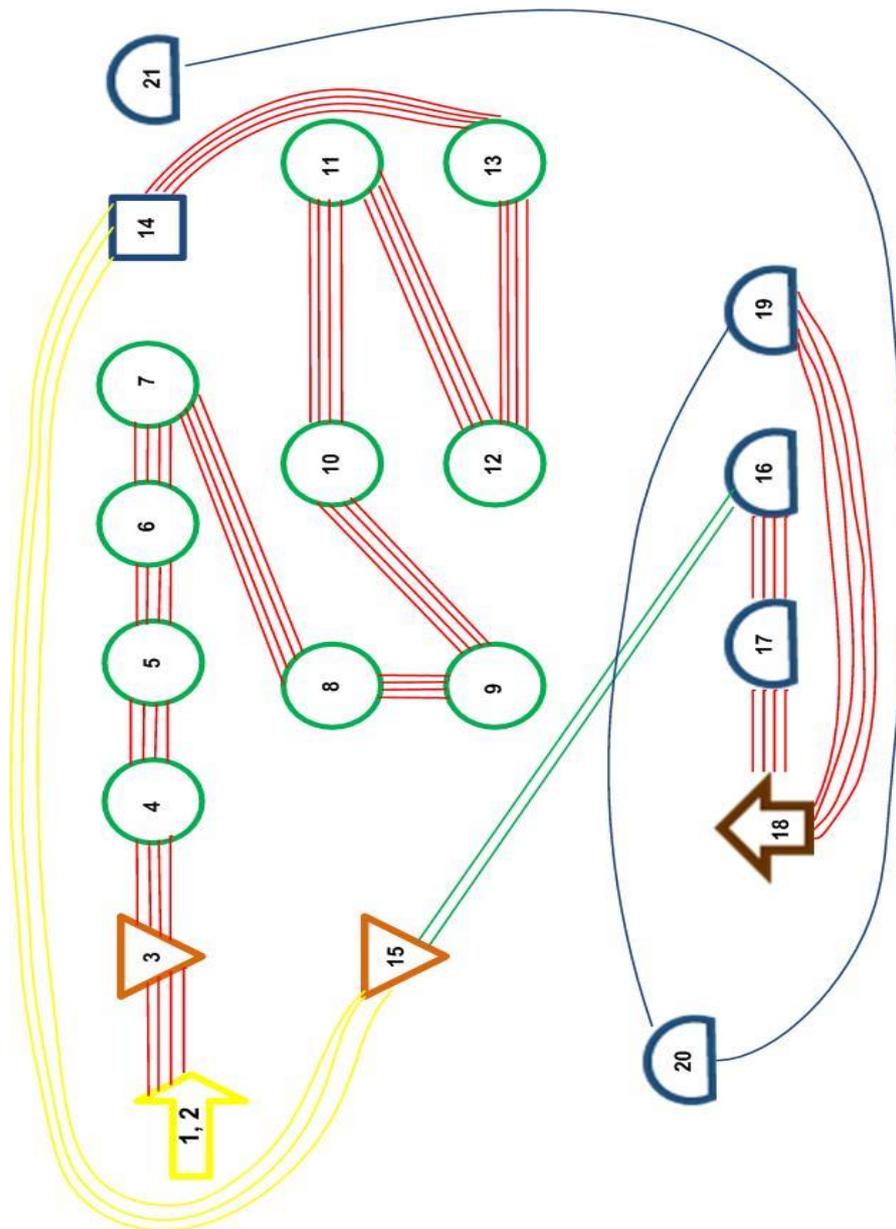
Tabla de relaciones de actividades

1. Recepción	A
2. Pesado de camiones	1 A
3. Almacén de materia prima	A 1 O
4. Selección	2 U 1 O
5. Enfardado	A 7 U 7 U
6. Pre-lavado	10 E 7 U 7 U
7. Separación de plásticos	A 8 E 7 U 7 U
8. Molienda	10 E 8 E 7 U 7 U
9. Lavado	A 8 E 8 I 7 U 7 U
10. Secado	10 E 8 I 3 I 7 U 7 U
11. Homogenizado	A 8 I 3 I 3 I 7 U 7 U
12. Extruido	10 E 3 I 3 I 3 I 7 U 5 U
13. Policondensación	A 8 E 3 I 3 I 3 I 7 U 7 U
14. Control de calidad	10 E 8 E 3 I 3 I 3 I 7 U 7 U
15. Almacén de productos terminados	A 8 E 8 E 3 I 3 A 5 U 7 E 5 U
16. Servicios Higiénicos (Caballeros)	10 E 8 E 8 E 3 I 3 A 5 U 3 U 5 U 7 U
17. Servicios Higiénicos (Damas)	A 8 E 8 E 8 E 3 A 5 U 3 U 3 O 7 U 3 E
18. Oficinas	10 E 8 E 8 A 5 U 3 U 3 X 3 U 3 E 9 I
19. Comedor	A 8 E 8 A 5 U 3 U 3 X 6 U 3 A 9 I 4 U
20. Seguridad	10 E 8 A 5 U 3 U 3 U 6 U 3 X 9 U 4 E 9
21. Limpieza y mantenimiento	A 8 A 5 U 3 U 3 U 3 U 3 X 6 U 4 E 9

En la figura 5.14 se muestra el análisis relacional que se ha desarrollado en base la tabla de relaciones previamente elaborada, cabe mencionar que solo se han usado las relaciones más importantes para facilitar la visión del análisis.

Figura 5.15.

Análisis relacional

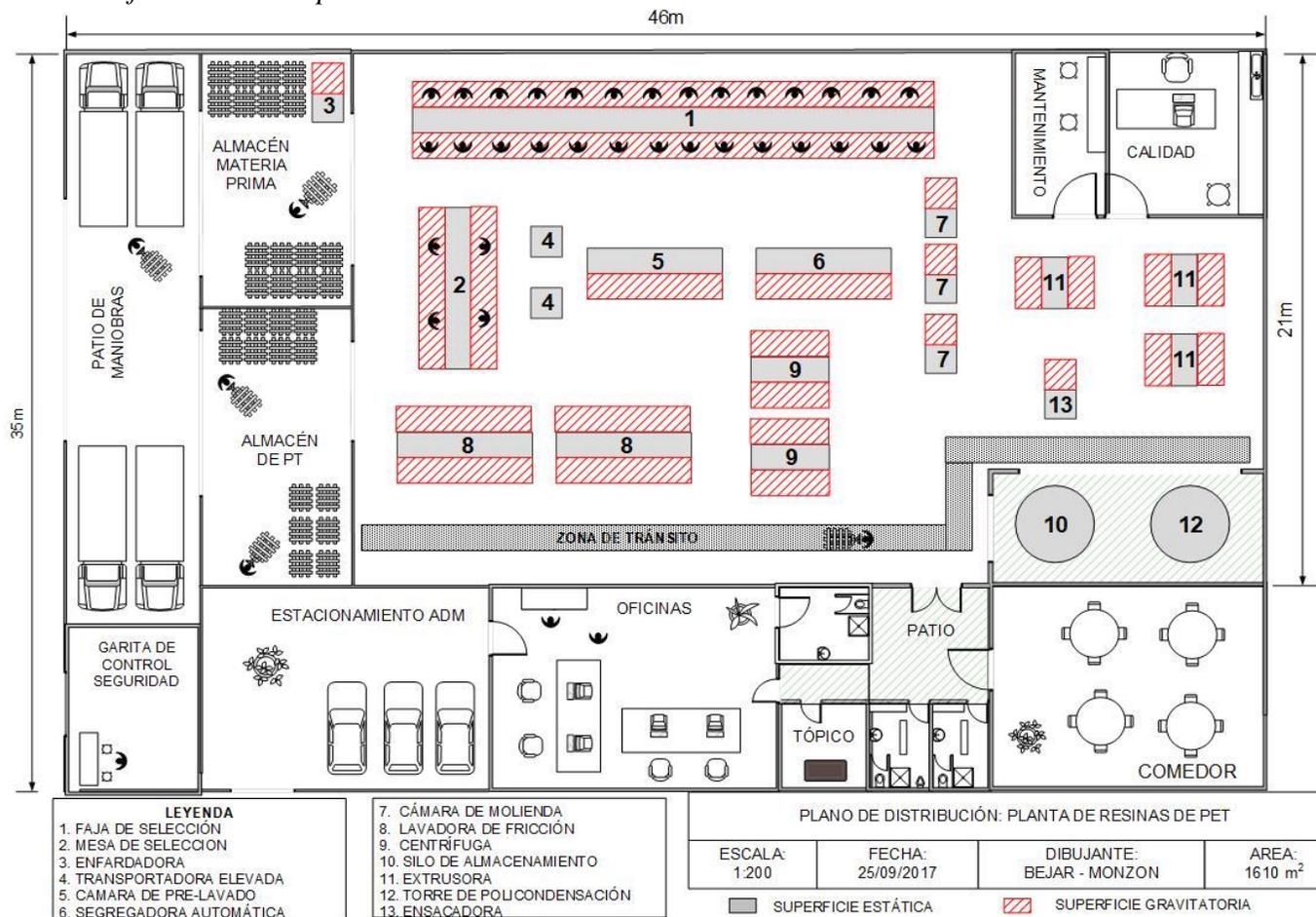


5.11.6. Disposición de detalle

El plano se muestra en la Figura 5.16

Figura 5.16.

Plano referencial de la planta



5.12. Cronograma de implementación del proyecto

Se utilizará la técnica del Diagrama de Gantt para programar las actividades, que se presenta bajo la forma de un tabla de doble entrada, donde:

- En el eje de las abscisas se presentan los periodos de tiempo total que durará el proyecto desde el periodo de inicio.
- En el eje de las ordenadas se presentan las actividades involucradas para llevar a cabo dicho proyecto.

A continuación, se muestra el cronograma de actividades:

Tabla 5.32.

Cronograma de actividades

Actividades	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Investigación, estudios y desarrollo	■	■	■	■																				
Gastos administrativos pre-operativos			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gastos de organización y constitución					■	■	■	■																
Compra de terreno							■	■																
Obras civiles, construcción							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Compra e instalaciones de maquinarias y equipos																					■	■	■	■
Gastos financieros pre-operativos																								
Compra e instalación de mobiliario de oficinas																						■	■	■
Gastos de entrenamiento de personal																							■	■
Puesta en marcha de las máquinas																							■	■

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1. Formación de la organización empresarial

La empresa es una organización con fines de lucro dedicada a la fabricación de resinas de PET a partir de botellas recicladas, el nombre es RECIPE S.A.C. (Sociedad Anónima Cerrada), el nombre no figura en registros públicos por lo que podría utilizarse sin problemas, el domicilio sería el local donde estarán la planta y oficinas. La organización será por áreas de trabajo que mencionaremos en el siguiente punto.

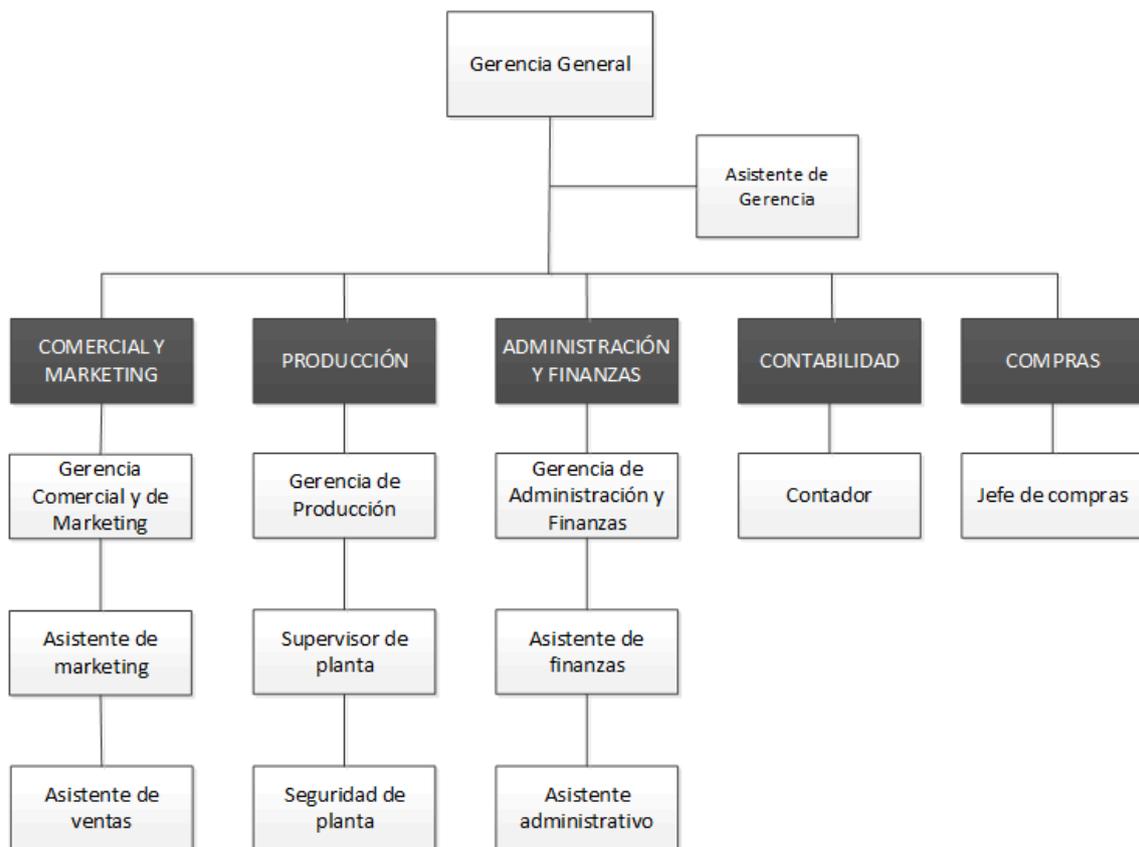
6.2. Requerimiento de personal directivo, administrativo y de servicios

La empresa contará con cuatro gerencias: General, Comercial y Marketing, Administración y Finanzas y finalmente Producción. Debido a que la empresa es nueva, se optará por tener pocas gerencias de tal manera que el reporte y supervisión sea de mayor efectividad y directa. Una vez que las ventas vayan aumentando año a año como se ha proyectado, las áreas se irán dividiendo y especializando.

6.3. Estructura organizacional

El siguiente mapa muestra la estructura organizacional que tendrá RECIPE S.A.C.

Figura 6.1.
Organigrama



CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1. Inversiones

7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo

La estimación de la inversión se puede realizar usando diversos modelos o métodos, para este proyecto se usará el Método de Lang (Peter & Timmerhaus) que sirve para determinar la capacidad productiva óptima de una planta, basándose en la hipótesis de que existe una relación entre el monto de la inversión y la capacidad productiva del proyecto. Se basa en los costos de los equipos y en que el costo de la planta es un múltiplo del costo de las máquinas principales del proceso productivo.

La fórmula es la siguiente:

$$C = F \times E$$

Donde:

C: Costo de la Planta

F: Factor de Lang, el cual puede ser:

Planta de sólidos (minerales, agroindustriales) = 3,10

Planta fluidos-sólidos (farmacéuticos) = 3,63

Planta fluidos (gaseosas, oxígeno) = 4,74

E: Costo FOB de los equipos.

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en 3 tipos: activos fijos tangibles, activos fijos intangibles y capital de trabajo.

7.1.1.1. Activos tangibles

Los activos tangibles constituyen todos los activos fijos que se utilizarán en el proceso de producción o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Entre estos se tiene los siguientes rubros: los terrenos, las obras físicas (edificios industriales, oficinas, vías

de acceso, estacionamientos, almacenes, etc.), equipamiento de planta, muebles en general, vehículos y la infraestructura de servicios (agua potable, desagües, red eléctrica, energía, etc.)

Los activos fijos deben estar sujetos a “depreciación” que servirá como escudo fiscal en la contabilidad del proyecto. Cabe mencionar que muchas veces los terrenos e infraestructuras aumentan su valor por la plusvalía generada por el desarrollo urbano o rural; sin embargo, también pueden perder su valor en el mercado por lo cual es común considerar el valor del terreno como constante.

a) Costo del terreno y mejoras de terreno

El costo del terreno partirá del cálculo del espacio (área) realizado en el capítulo 5.12.2. Con el Método de Guerchet, esta área representa donde se ubicará espacialmente la planta. La planta medirá un total de $1,610m^2$.

b) Edificaciones planta y oficinas

En este campo se incluyen los gastos relacionados con excavaciones y movimiento de tierras, vías de acceso, cimientos, levantamiento de muros y construcción de edificaciones; así como las instalaciones y acabados.

c) Maquinaria y equipo

Anteriormente se mencionaron los costos unitarios de las máquinas y los equipos auxiliares usados en el proceso, por lo tanto, a continuación, se presentan los costos totales de éstos, considerando la cantidad requerida. (Ver tabla 7.1)

d) Muebles y equipos de oficina

Como muebles en general (oficinas y planta) se considerarán los siguientes requerimientos:

- Laptops y/o computadoras (13)
- Impresoras (5)

- Muebles de escritorio: escritorios (13), estantes (5), archivadores (5), sillones (3), sillas (20)
- Teléfonos (13)

Tabla 7.1.

Costo de maquinarias

Maquinaria – Equipo -Vehiculos	Costo (S/.)	Cantidad	Costo Total
Camiones compactadores	S/ 195 000	10	S/ 1 950 000
Camiones furgones recolectores	S/ 42 900	10	S/ 429 000
Montacargas	S/ 26 250	5	S/ 131 250
Balanza de plataforma	S/ 6 000	1	S/ 6 000
Balanza industrial	S/ 2 500	5	S/ 12 500
Faja transportadora de selección	S/ 9 900	1	S/ 9 900
Enfardadora	S/ 10 250	1	S/ 10 250
Transportadora elevada	S/ 8 250	2	S/ 16 500
Cámara de prelavado	S/ 18 000	1	S/ 18 000
Segregadora automática	S/ 20 000	1	S/ 20 000
Cámara de Molienda	S/ 50 000	3	S/ 150 000
Lavadora de fricción	S/ 32 340	2	S/ 64 680
Centrífuga	S/ 34 230	2	S/ 68 460
Silos de almacenamiento	S/ 14 000	1	S/ 14 000
Extrusora	S/ 50 000	3	S/ 150 000
Torre de policondensación	S/ 150 000	1	S/ 150 000
Ensacadora	S/ 15 000	1	S/ 15 000
			S/ 3 215 540

e) Instalaciones

Para realizar las instalaciones y conexiones necesarias de los equipos y maquinas del proceso de producción, será necesario contratar o tercerizar el servicio de una compañía dedicada al rubro. Se puede decir que esto equivaldrá al 25% del valor de las máquinas.

f) Vehículos

Se consideran 10 camiones recolectores de desechos urbanos o compactadores, con capacidad de 25 toneladas por camión. Dichos vehículos terminan de depreciarse en el año

2023, por lo que se tiene planificado realizar una compra de una nueva flota para el año 2024.

Además, se tiene considerado comprar una flota de 10 camiones furgones de 15 toneladas dedicados a la recolección de material reciclado.

g) Instrumentación y control

Activo necesario para implementar el área de control de calidad. Dichos activos se terminan de depreciar en el año 2022, se tiene pronosticado renovar tecnología para el año 2023 y 2027.

7.1.1.2. Activos intangibles

Los activos intangibles del proyecto son aquellos que no pueden ser materializados físicamente, sin embargo, colaboran con la generación de utilidades a la empresa, a continuación, se mencionará a los elegidos del proyecto:

a) Intereses pre-operativos

Corresponden a los intereses que se pagan sobre el préstamo recibido cuando la planta está en construcción o cuando no se encuentra aún operativa.

7.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)

Para la estimación del capital de trabajo se utilizará el método de Timmer-Haus, tabla 7.2 se muestra la tabla de proporciones de cada activo del proyecto con el porcentaje que corresponde a cada uno de ellos, siendo la maquinaria el 100%.

Tabla 7.2.

Timmer-Haus modificado

	S/	Porcentaje
Costos Directos		
Maquinaria y equipo	705 290	100
Vehículos	2 510 250	210
Instalación de maquinaria	176 323	25
Instrumentación y control	77 582	11
Tuberías y eléctricos	282 116	40
Edificaciones planta	543 073	77
Edificaciones oficinas	211 587	30
Muebles y enseres	91 688	13
Mejoras de Terreno	303 275	43
Terreno	4 025 000	570
Total Activo Fijo Tangible	8 926 183	1120
CAPITAL DE TRABAJO	479 597	68
INVERSIÓN TOTAL	9 405 780	1188

En el caso de terreno, con un cálculo de ajuste se puede demostrar que la proporción es el 490% del valor de los equipos. El m² del terreno en chorrillos está S/. 2.500. En el plano se demuestra que se necesitan 1.610m² para la instalación total de la planta, lo que da un total de S/. 4.025.000, el valor de los equipos es de S/. 705.290, entonces:

$$\text{Proporción} : \frac{4.025.000}{705,290} = 5,7 \approx 570\%$$

Una vez conocido el porcentaje de terreno con respecto al valor de los equipos, se muestra la tabla de valores de estimación de Peter & TimmerHaus.

Además, como se ve tabla 7.2, el Capital de Trabajo representa el 68% del valor de los equipos.

7.2. Costos de producción

7.2.1. Costos de materias primas

La materia prima no tendrá costo alguno puesto que se obtendrá del recojo de residuos urbanos en el distrito de Chorrillos. Los insumos directos como los sacos de polipropileno

y el pabito se calcularon en base a sus precios unitarios, S/ 16,5 por saco y S/. 0,2 por metro. Ver la tabla 7.3.

Tabla 7.3.

Cálculo de los costos por materias primas

	Materia prima (residuos plásticos)	Sacos de polipropileno	Pabito	Total
2019	S/ 0,00	S/ 71 437	S/ 8 659	S/ 80 096
2020	S/ 0,00	S/ 90 115	S/ 10 923	S/ 101 038
2021	S/ 0,00	S/ 111 350	S/ 13 497	S/ 124 847
2022	S/ 0,00	S/ 135 440	S/ 16 417	S/ 151 857
2023	S/ 0,00	S/ 162 682	S/ 19 719	S/ 182 401
2024	S/ 0,00	S/ 193 421	S/ 23 445	S/ 216 866
2025	S/ 0,00	S/ 228 005	S/ 27 637	S/ 255 642
2026	S/ 0,00	S/ 266 879	S/ 32 349	S/ 299 228
2027	S/ 0,00	S/ 310 456	S/ 37 631	S/ 348 087
2028	S/ 0,00	S/ 359 246	S/ 43 545	S/ 402 791

7.2.2. Costo de la mano de obra directa

El valor de lo que representa la mano de obra monetariamente constituye uno de los principales puntos de los costos de operación de un proyecto. Se necesitará identificar y cuantificar al personal que se necesitará, tanto en el área productiva como en la administrativa. Para el área productiva se considerará un total de 129 operarios mientras que el área administrativa contará con un gerente general, de marketing, finanzas, producción, supervisor de planta, seguridad, etc.

La importancia relativa que tenga dentro de éstos dependerá, entre otros aspectos, del grado de automatización del proceso productivo, de la especialización del personal requerido, de la situación del mercado laboral, las leyes laborales, del número de turnos requeridos, etc.

Para el cálculo de mano de obra directa, se ha considerado 129 operarios distribuidos en 43 operarios por turno, en 3 turnos al día. Como mano de obra indirecta

se considerará 50 recolectores de residuos urbanos. A continuación, la tabla 7.4 detalla la distribución del personal.

7.2.3. Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)

En el caso de la mano de obra indirecta, se considera el gerente de producción, supervisor de planta, seguridad de planta. La tabla 7.5 muestra al detalle la mano de obra indirecta y el sueldo que recibirán, los descuentos y aportes obligatorios por ley.

En la tabla 7.6 se muestra el cálculo del Costo Indirecto de Fabricación.

7.3. Presupuesto Operativos

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

La tabla 7.7 muestra la demanda de sacos anuales y el precio de venta de éstos a S/. 50 y se calcula el ingreso por ventas que se tendrá anualmente en soles.

Tabla 7.4.

Cálculo del costo por mano de obra directa

Puestos Directos	Cantidad	Sueldo mensual (S/)	Descuento trabajador ONP	Es Salud	Sueldo mensual del colaborador	Total sueldo anual	Gratificaciones	CTS	Total anual (S/)
Operarios	129	1 300	169	117	1 417	17 004	2 834	1 300	2 726 802
Chofer camión compactador	10	1 200	156	108	1 308	15 696	2 616	1 200	195 120
Recolectores camión compactador	20	1 200	156	108	1 308	15 696	2 616	1 200	390 240
Chofer furgon reciclaje	10	1 200	156	108	1 308	15 696	2 616	1 200	195 120
Ayudantes furgon reciclaje	10	1 200	156	108	1 308	15 696	2 616	1 200	195 120
Total MO Directa									3 702 402

Tabla 7.5.

Cálculo del costo por mano de obra indirecta

Puestos Indirectos	Cantidad	Sueldo mensual (S/)	Descuento trabajador ONP	Es Salud	Sueldo mensual del colaborador	Total sueldo anual	Gratificaciones	CTS	Total anual (S/)
Gerente de Producción	1	15 000	1 950	1 350	16 350	196 200	32 700	15 000	243 900
Supervisor de planta	1	10 000	1 300	900	10 900	130 800	21 800	10 000	162 600
Seguridad de planta	3	3 000	390	270	3 270	39 240	6 540	3 000	146 340
Total MO Indirecta									552.840

Tabla 7.6.

Cálculo Costos Indirectos de Fabricación

CIF	S/ 216,88
Personal de recolección	S/ 44,23
Supervisor de planta	S/ 7,37
Seguridad de planta	S/ 6,63
Gerente de Producción	S/ 11,06
Materia Prima Indirecta	S/ 18,26
Gasolina	S/ 20,21
Agua	S/ 29,78
Luz	S/ 79,34

Tabla 7.7.

Presupuestos de ingresos por ventas

Año	Ventas (sacos)	Precio unitario (S/ / saco)	Ventas (S/)
2019	2 610	S/ 3 750	S/ 9 786 368
2020	3 742	S/ 3 674	S/ 13 747 131
2021	5 029	S/ 3 695	S/ 18 582 278
2022	6 489	S/ 3 728	S/ 24 189 156
2023	8 140	S/ 3 767	S/ 30 665 713
2024	10 003	S/ 3 811	S/ 38 116 976
2025	12 099	S/ 3 859	S/ 46 693 402
2026	14 455	S/ 3 911	S/ 56 540 352
2027	17 096	S/ 3 965	S/ 67 778 474
2028	20 053	S/ 4 017	S/ 80 556 035

7.3.2. Presupuesto operativo de costos

La tabla 7.8 muestra la depreciación de los activos fijos tangibles que se usarán para el cálculo del presupuesto de costo de producción que se encuentra detallado en la tabla 7.9.

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos

El presupuesto operativo de gastos generales, se muestra la tabla 7.11 y se ha calculado partiendo de la información de los gastos de ventas, administrativos y operativos. Ha sido necesario calcular la amortización de los activos fijos intangibles (tabla 7.10) y a la vez usar el cálculo de la depreciación no fabril.



Tabla 7.8.

Presupuesto de depreciación de activos fijos tangibles

Activo Fijo Tangible	Importe (S/)	% Dep	Año										Deprec. Total	Valor residual	
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028			
Terreno	4 025 000	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 025 000
Mejoras de Terreno	303 275	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303 275
Maquinaria y equipo (f)	705 290	10%	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	70 529	705 290	0
Vehículos (f)	2 510 250	20%	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	502 050	5 020 500	0
Instalación de maquinaria (f)	176 323	10%	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	17 632	176 323	0
Instrumentación y control (f)	77 582	25%	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	19 395	193 955	38 791
Tuberías y eléctricos (f)	282 116	10%	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	28 212	282 116	0
Edificaciones planta (f)	543 073	5%	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	27 154	271 537	271 537
Edificaciones oficinas (nf)	211 587	5%	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	10 579	105 794	105 794
Muebles y enseres (nf)	91 688	10%	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	9 169	91 688	0
Total	8 926 183		684 720	6 847 201	4 744 396										
Deprec. Fabril			664 972	6 649 720											
Deprec. No Fabril			19 748	197 481											
														Valor de mercado	50%
														Valor de salvamento	2 372 198

Leyenda 1era compra de activos 2da compra de activos

Tabla 7.9.

Presupuesto de costo de producción

RUBRO	Año									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Costo Producción	888 908	1 274 329	1 712 687	2 209 763	2 771 908	3 406 098	4 119 988	4 921 980	5 821 285	6 828 004
Depreciación Fabril	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972
Total Costo Producción	1 553 880	1 939 301	2 377 659	2 874 735	3 436 880	4 071 070	4 784 960	5 586 952	6 486 257	7 492 976

Tabla 7.10.

Presupuesto de amortización de activos fijos intangibles

Activo Fijo Intangible	Importe	% Amort	Año										Amort. Total	Valor Residual
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028		
Intereses Preoperativos	1 128 694	10%	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	1 128 694	0
Total	1 128 694		112 869	1 128.694	0									

Tabla 7.11.

Presupuesto de gastos generales

RUBRO	AÑO									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Gastos Administrativos	1 326 403	1 242 851	1 241 886	1 241 018	1 240 236	1 239 533	1 238 900	1.238.330	1 237 817	1 237 356
Sueldos Administrativos	1 186 980	1 186 980	1 186 980	1 186 980	1 186 980	1 186 980	1 186 980	1.186.980	1 186 980	1 186 980
Suministros	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10.000	10 000	10 000
Trabajos de investigación y estudios afines	12 730									
Gastos de constitución formal de la empresa	16 750									
Selección y capacitación del personal	10 720	9 648	8 683	7 815	7 033	6 330	5 697	5 127	4 615	4 153
Puesta en Marcha	53 000									
Seguro	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Servicios	32 940	32 940	32 940	32 940	32 940	32 940	32 940	32 940	32 940	32 940
Impuestos Municipales	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283	1 283
Gastos Ventas	1 073 973	1 023 973								
Sueldos Ventas	634 140	634 140	634 140	634 140	634 140	634 140	634 140	634 140	634 140	634 140
Publicidad	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
Programas de concientización sociedad	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	250 000	250 000	250 000	250 000	250 000
Tercerización de la distribución	19 833	19 833	19 833	19 833	19 833	19 833	19 833	19 833	19 833	19 833
Gastos Operativos	1 647 849	1 706 896	1 826 995	1 888 096	1 949 197	2 010 297	2 071 398	2 132 499	2 193 600	2 254 701
Relleno Sanitario	1 637 849	1 696 896	1 816 995	1 878 096	1 939 197	2 000 297	2 061 398	2 122 499	2 183 600	2 244 701
Mantenimiento	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Depreciación No Fabril	21 757									
Amortización Intangibles	131 425									
Total Gastos Generales	4 201 407	4 176 902	4 296 036	4 356 269	4 416 588	4 426 985	4 487 453	4 547 984	4 608 572	4 669 212

7.4. Presupuestos financieros

7.4.1. Presupuesto de Servicio de deuda

Tabla 7.12 se muestra la relación deuda/capital el cual se ha calculado en 1.5, siendo la proporción de deuda y capital de 60% y 40% respectivamente.

Tabla 7.12.

Relación deuda/capital

Relación deuda/capital		
Deuda	60%	5 643 468
Capital	40%	3 762 312
Relación deuda/capital		2
Total		9 405 780

Además, se ha calculado el presupuesto de gastos financieros o el servicio de la deuda considerando una tasa efectiva anual (TEA) de 20%, 1 año de gracia parcial de periodo pre operativo, usando el método de cuotas constantes.

Tabla 7.13.

Servicio de la deuda

Periodo	Deuda	Amortización	Intereses	Pago	Saldo
0 PREOP.	5 643 468	0	1 128 694	1 128 694	5 643 468
1	5 643 468	217 402	1 128 694	1 346 096	5 426 066
2	5 426 066	260 882	1 085 213	1 346 096	5 165 184
3	5 165 184	313 059	1 033 037	1 346 096	4 852 125
4	4 852 125	375 671	970 425	1 346 096	4 476 454
5	4 476 454	450 805	895 291	1 346 096	4 025 650
6	4 025 650	540 966	805 130	1 346 096	3 484 684
7	3 484 684	649 159	696 937	1 346 096	2 835 525
8	2 835 525	778 991	567 105	1 346 096	2 056 535
9	2 056 535	934 789	411 307	1 346 096	1121 746
10	1 121 746	1 121 746	224 349	1 346 096	0

7.4.2. Presupuesto de Ganancias y Pérdidas

Tabla 7.14.

Estado de ganancias y pérdidas

RUBRO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingreso por ventas	9 786 368	13 747 131	18 582 278	24 189 156	30 665 713	38 116 976	46 693 402	56 540 352	67 778 474	80 556 035
(-) Costo de producción	1 553 880	1 939 301	2 377 659	2 874 735	3 436 880	4 071 070	4 784 960	5 586 952	6 486 257	7 492 976 73 063
(=) Utilidad bruta	8 232 489	11 807 829	16 204 619	21 314 421	27 228 833	34 045 906	41 908 442	50 953 400	61 292 217	059
(-) Gastos generales	3 036 330	2 959 268	2 967 958	2 978 039	2 989 640	3 002 905	3 017 997	3 035 092	3 054 388	3 076 102
(-) Gastos financieros	1 128 694	1 085 213	1 033 037	970 425	895 291	805 130	696 937	567 105	411 307	224 349
(+) Venta de activos en el mercado										2 372 198
(-) Valor en libros de activos										4 744 396
=Utilidades antes de Particip e Impuestos	4.067.465	7.763.348	12.203.624	17 365 957	23 343 903	30 237 871	38 193 508	47 351 202	57 826 522	67 390 410
(-) Participación de los trabajadores (10%)	406.746	776.335	1.220.362	1 736 596	2 334 390	3 023 787	3 819 351	4 735 120	5 782 652	6 739 041
= Utilidad antes de impuestos	3.660.718	6.987.014	10.983.261	15 629 361	21 009 513	27 214 084	34 374 158	42 616 082	52 043 870	60 651 369
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	1.079.912	2.061.169	3.240.062	4 610 662	6 197 806	8 028 155	10 140 376	12 571 744	15 352 942	17 892 154
(=) Utilidad antes de reserva legal	2.580.806	4.925.845	7.743.199	11 018 700	14 811 706	19 185 929	24 233 781	30 044 338	36 690 928	42 759 215
(-) Reserva legal (Hasta 10%)	258.081	492.584	1.797							
(=) Utilidad disponible	2 322 726	4 433 260	7 741 402	11 018 700	14 811 706	19 185 929	24 233 781	30 044 338	36 690 928	42 759 215

Uso de utilidades disponibles	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Repartición de utilidades 70%	1 625 908	3 103 282	5 418 981	7 713 090	10 368 194	13 430 150	16 963 647	21 031 037	25 683 650	29 931 451
Utilidades para Capital de Trabajo 30%	696 818	1 329 978	2 322 421	3 305 610	4 443 512	5 755 779	7 270 134	9 013 301	11 007 278	12 827 765
Resultados Acumulados	696 818	2 026 796	3 652 399	5 628 031	7 749 122	10 199 291	13 025 913	16 283 436	20 020 580	23 835 043

7.4.3. Presupuesto de Estado de Situación Financiera

Tabla 7.15.

Estado de Situación Financiera

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Activo Corriente	5 521 853	10 645 445	16 691 133	23 684 526	31 494 818
Efectivo	4 240 906	7 523 721	5 894 124	6 401 280	6 975 026
Capitalización	0	696 818	1 329 978	2 322 421	3 305 610
Existencias	1 280 948	2 424 906	9 467 031	14 960 826	21 214 183
Activo No Corriente	8 241 463	7 556 743	6 872 023	6 187 303	5 502 583
Terrenos y mejora de terreno	4 328 275	4 328 275	4 328 275	4 328 275	4 328 275
Maquinarias y equipo	705 290	705 290	705 290	705 290	705 290
Vehículos	2 510 250	2 510 250	2 510 250	2 510 250	2 510 250
Muebles	91 688	91 688	91 688	91 688	91 688
Edificios	754 660	754 660	754 660	754 660	754 660
Otros activos	536 020	536 020	536 020	536 020	536 020
Activos Intangibles	112 869	225 739	338 608	451 477	564 347
Depreciación acumulada	-684 720	-1 369 440	-2 054 160	-2 738 880	-3 423 601
Amortización acumulada	-112 869	-225 739	-338 608	-451 477	-564 347
Total Activo	13 763 316	18 202 188	23 563 156	29 871 829	36 997 401
Pasivo	6 723 380	7 487 235	8 405 246	9 462 787	10 674 261
Pasivo Corriente	1 297 314	2 322 051	3 553 121	4 986 332	6 648 611
Parte Corriente DLP	217 402	260 882	313 059	375 671	450 805
Tributos por pagar	1 079 912	2 061 169	3 240 062	4 610 662	6 197 806
Pasivo No Corriente	5 426 066	5 165 184	4 852 125	4 476 454	4 025 650
Deuda Largo Plazo	5 426 066	5 165 184	4 852 125	4 476 454	4 025 650
Patrimonio neto	7 039 936	10 714 952	15.157.910	20 409 042	26 323 140
Capital Social	3 762 312	3 762 312	3 762 312	3 762 312	3 762 312
Reserva Legal	258 081	492 584	1 797	0	0
Resultados del Ejercicio	2 322 726	4 433 260	7 741 402	11 018 700	14 811 706
Resultados Acumulados	696 818	2 026 796	3 652 399	5 628 031	7 749 122
Total Patrimonio y Pasivos	13 763 316	18 202 188	23 563 156	29 871 829	36 997 401

Tabla 7.16.

Presupuesto de caja (Ingresos y Egresos)

Año	AÑO									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingreso	9 786 368	13 747 131	18 582 278	24 189 156	30 665 713	38 116 976	46 693 402	56 540 352	67 778 474	80 556 035
Ventas	9 786 368	13 747 131	18 582 278	24 189 156	30 665 713	38 116 976	46 693 402	56 540 352	67 778 474	80 556 035
Egresos	5 545 462	6 223 410	7 114 486	8 137 876	9 386 998	13.156.518	12 170 814	13 905 671	15 949 386	17 856 625
Costo de ventas	888 908	1 274 329	1 712 687	2 209 763	2 771 908	3 406 098	4 119 988	4 921 980	5 821 285	6 828 004
Gastos de ventas	1 084 873	1 090 533	1 096 970	1 104 269	1 112 524	1 121 837	1 132 320	1 144 096	1 157 302	1 172 085
Gastos operativos	492 437	495 266	498 485	502 135	506 262	510 918	516 160	522 048	528 651	536 043
Gastos administrativos	1 326 403	1 240 851	1 239 886	1 239 018	238 236	1 237 533	1 236 900	1 236 330	1 235 818	1 235 356
Gastos financieros	1 128 694	1 085 213	1 033 037	970 425	895 291	805 130	696 937	567 105	411 307	224 349
Amortización de deuda	217 402	260 882	313 059	375 671	450 805	540 966	649.159	778 991	934 789	1 121 746
Compra de activos fijos					77 582	2 510 250			77 582	
Participación colaboradores	406 746	776 335	1 220 362	1 736 596	2 334 390	3 023 787	3 819 351	4 735 120	5 782 652	6 739 041
Flujo de caja anual	4 240 906	7 523 721	5 894 124	6 401 280	6 975 026	7 622 481	8 351 463	9 170 550	10 089 151	11 117 584

7.5. Flujo de fondos netos

7.5.1. Flujo de fondos económicos

En la tabla 7.17 se muestra los flujos de fondo económicos que servirán para la elaboración de la evaluación económica.

En este flujo se considera en el año 0 la inversión total; es decir. La deuda total y el capital social.

7.5.2. Flujo de fondos financieros

Tabla 7.18 se muestra los flujos de fondos financieros que servirán para la elaboración de la evaluación financiera

En este flujo se considera en el año 0 únicamente el capital social. Que significa el 40% de la inversión total. Además, se debe restar la amortización de la deuda para todos los años.

Tabla 7.17

Flujo de caja económico del proyecto

RUBRO	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversion Total	-9 405 780										
Utilidad antes de reserva legal		2 580 806	4 925 845	7 743 199	11 018 700	14 811 706	19 185 929	24 233 781	30 044 338	36 690 928	42 759 215
(+) Amortización de intangibles		112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869
(+) Depreciación fabril		664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972
(+) Depreciación no fabril		19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748
(+) Gastos financieros x (1-t)		938 960	902 789	859 383	807 297	744 792	669 788	579 782	471 775	342 166	186 636
(+) Valor residual (V. Libros)											4 744 396
(+) Capital de trabajo											4 661 385
Flujo neto de fondos económicos	-9 405 780	4 317 356	6 626 223	9 400 172	12 623 586	16 354 088	20 653 306	25 611 152	31 313 702	37 830 684	53 149 221

Tabla 7.18

Flujo de caja financiero del proyecto

Rubro	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversión Total	-9 405 780										
Préstamo	5 643 468										
Utilidad antes de la reserva legal		2 580 806	4 925 845	7 743 199	11 018 700	14 811 706	19 185 929	24 233 781	30 044 338	36 690 928	42 759 215
(+) Amortización de intangibles		112 869	112 869	11 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869
(+) Depreciación fabril		664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972
(+) Depreciación no fabril		19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748
(-) Amortización del préstamo		-217 402	-260 882	-313 059	-375 671	-450 805	-540 966	-649 159	-778 991	-934 789	-1 121 746
(-) Amortización del IPO		-93 896	-93 896	-93 896	-93 896	-93 896	-93 896	-93 896	-93 896	-93 896	-93 896
(+) Valor residual (V. Libros)											4 744 396
(+) Capital de trabajo											4 661 385
(-) IPO		-1 128 694									
Flujo neto de fondos financieros	-4 891 006	3 067 098	5 368 656	8 133 834	11 346 723	15 064 595	19 348 657	24 288 316	29 969 041	36 459 833	51 746 943

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

Se empezará hallando el COK, conocido como la tasa que el accionista está dispuesto a recibir como mínimo. Utilizamos esta tasa para los siguientes análisis con el objetivo de que los retornos de inversión sean mayores al COK.

$$COK = Rf + \beta * (Rm - Rf)$$

$$Rf = \text{Tasa libre de riesgo} = 3,32\%$$

$$\beta = \text{Prima de riesgo de mercado} = 0,81\%$$

$$Rm = \text{Tasa de rentabilidad del sector industrial} = 19,98\%$$

$$COK = 3,32\% + 0,81\% * (19,98\% - 3,32\%) = 16,81\%$$

La tasa libre de riesgo es lo mínimo que como empresa se espera recibir, es decir, un porcentaje prácticamente asegurado de ganancia, la prima de riesgo de mercado es el adicional que se quisiera obtener y la tasa de rentabilidad del sector industrial (reciclaje) es evidentemente la tasa de ganancia que en promedio se obtiene por pertenecer a ese sector.

Luego de las evaluaciones se espera obtener una TIR mayor al COK para que el proyecto de más ganancias de las que el accionista espera, de ese modo se tendría más inversores interesados en aportar para financiar el proyecto.

8.1. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

En la tabla 8.2 se presenta la evaluación financiera, así como los resultados de los indicadores financieros, VAN, TIR B/C y PR.

Tabla 8.1.

Evaluación económica del proyecto

	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Factor de actualización	1,0000	0,8561	0,7329	0,6274	0,5371	0,4598	0,3937	0,3370	0,2885	0,2470	0,2114
VA. AL Kc (16.81%)	-9.405.780	3 696 050	4 856 305	5 897 877	6 780 514	7 520 145	8 130 354	8 631 156	9 034 294	9 343 810	11.238.198
Flujo de caja acumulado		3 696 050	8 552 356	14 450 233	21 230 747	28 750 892	36 881 246	45 512 402	54 546 696	63 890 505	75 128 703
Valor actual neto		-5 709 730	-853 425	5 044 453	11 824 967	19 345 112	27 475 466	36 106 621	45 140 915	54 484 725	65 722 923
Van económico		65 722 923			-853 425	0	5 044 453				
Relación B / C =		7,988			2	X	3				
TIR Económico =		82,10%									
Periodo de recuperación (años)	2,14	(2 AÑOS,2 MESES)									

Tabla 8.2.

Evaluación financiera del proyecto

Rubro	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Factor de actualización	1,0000	0,8561	0,7329	0,6274	0,5371	0,4598	0,3937	0,3370	0,2885	0,2470	0,2114
VA. AL Kc (16.81%)	-4 891 006	2 625 715	3 934 645	5 103 349	6 094 672	6 927 194	7 616 767	8 185 350	8 646 347	9 005 223	10 941 691
Flujo de caja acumulado		2 625 715	6 560 360	11 663 708	17 758 380	24 685 574	32 302 341	40 487 691	49 134 038	58 139 261	69 080 952
Valor actual neto		-2 265291	1 669 354	6 772 702	12 867 375	19 794 568	27 411 336	35 596 685	44 243 032	53 248 255	64 189 946
Van financiero		64 189 946			-2 265 291	0	1 669 354				
Relación B / C =		14,124			1	X	2				
TIR financiero =		112,01%									
Periodo de recuperación (años)	1,58	(1 AÑO 7 MESES)									

8.2. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto

8.2.1. Análisis de ratios

Los ratios se analizarán de la siguiente manera:

a) Índice de liquidez

$$\text{Razón corriente} = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}} = \frac{5.521.853}{1.297.314} = 4,26$$

El hecho de que este ratio sea mayor a 1 significa que la empresa puede cubrir sus obligaciones de corto plazo.

b) Índice de Actividad, Rotación o Eficiencia

$$\text{Razón corriente} = \frac{\text{Vtas Netas Anuales}}{\text{Activo Fijo Neto}} = \frac{9.786.368}{8.241.463} = 1,19$$

La rotación es de 1,19, las empresas con activos más recientes tienen rotaciones más bajas.

c) Índice de endeudamiento

$$\text{Razon Deuda – Patrimonio} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Pat. Neto}} = \frac{6.723.380}{7.039.936} = 0.96$$

El ratio se interpreta, por cada sol aportado por los socios, se tiene 0.96 veces la deuda. Se puede interpretar que la compañía no se encuentra sobre endeudada.

$$\text{Razon de Cobertura de Intereses} = \frac{\text{UAI}}{\text{G. Financieros}} = \frac{4.067.465}{1.128.693} = 3.6$$

La empresa en el primer año tiene un ratio positivo con valor de 3.6, esto quiere decir que puede cumplir sin problemas la parte de los intereses de la obligación.

d) Índice de rentabilidad

$$\text{Rentabilidad Bruta sobre Ventas} = \frac{\text{Ventas} - \text{CVentas}}{\text{Ventas}} = \frac{8.232.489}{9.786.368} = 0.84$$

$$\text{Rentabilidad Neta sobre Activos (ROA)} = \frac{\text{UNDI}}{\text{T. Activos}} = \frac{2.322.726}{13.763.316} = 0.16$$

El ROA indica cuanta rentabilidad le proporciona cada sol invertido en la compañía. Se puede decir que un buen ROA es mayor a 5%. En este caso el primer año se tiene un índice de 16% lo cual es positivo.

8.2.2. Económico

Para el análisis económico se evaluarán los resultados obtenidos tabla 8.3 los cuales fueron:

Tabla 8.3.

Resumen de resultados económicos

Van económico	65.722.923
Relación B / C =	7,988
TIR Económico =	82,10%
Periodo de recuperación (años)	2 años 2 meses

Se empezará analizando el Valor Actual Neto económico, que muestra la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos económicos de caja esperados, originada por el valor de inversión inicial. Permite traer los valores de diferentes períodos a uno en común (momento inicial).

El hecho de que el VAN económico sea mayor a cero, es un indicador de que el proyecto es rentable, es decir no genera pérdidas sino por el contrario trae ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

Específicamente, que el VAN económico sea de 65.722.923 soles muestra que si traemos todo el flujo de caja económico al presente, tendríamos ese monto de ganancias y confirma que el proyecto es rentable.

Para que la Relación Beneficio Costo indique que se está analizando un proyecto rentable y que las ganancias son mayores a los egresos, es necesario un valor mayor a 1. En el caso de nuestro proyecto, la Relación B/C es de 7,988. Definitivamente un resultado favorable y que muestra que el proyecto es viable.

El siguiente resultado a analizar es el de la Tasa Interna de Retorno, éste nos muestra la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto sea cero, es decir que no genere pérdidas ni ganancias. Para saber si es un buen indicador, lo comparamos con la tasa exigida por los inversionistas (COK) que en nuestro caso el 16,81% y se observa que la TIR es mucho mayor. Eso indica que efectivamente es un proyecto rentable.

El período de recuperación se realizará en 2 años y 2 meses, esto significa que recuperaremos el 100% de la inversión una vez pasada esa cantidad de tiempo.

8.2.3. Financiero

Usualmente el análisis financiero es al que se le toma más importancia por tratarse un análisis que pretende dar a conocer la solvencia y liquidez de sus inversiones, es decir la capacidad de la empresa para atender las obligaciones a corto y largo plazo. Dentro de sus cálculos está incluida la deuda, lo que no sucede en el análisis económico.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 8.4.

Resumen resultados financieros

Van financiero	64 189 946
Relación B / C =	14,124
TIR financiero =	112,01%
Periodo de recuperación (años)	1 años y 7 meses

Como se puede observar, el VAN financiero es mayor que 0, lo que se interpreta como que el presente proyecto generará ganancias para la empresa. Existen ganancias que superan las expectativas de los accionistas.

Con respecto a la relación costo beneficio, es mayor a 1, lo que quiere decir que las ganancias son mucho mayores que las pérdidas.

La tasa interna de retorno es mayor que el COK (16,81%), esto significa que los accionistas recibirán mucho más de lo que esperan obtener con las acciones invertidas en el presente proyecto, el proyecto tiene una mayor rentabilidad que la mínima requerida.

El Período de recuperación será de 1 años y 7 meses, eso quiere decir que en ese tiempo se recuperará el total del aporte propio.

8.3. Análisis de sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad se expondrán 3 posibles escenarios: optimista, normal y pesimista.

Para el escenario normal se considerará la demanda calculada para el proyecto, en el escenario optimista se tomará en cuenta un alza en la demanda de 30% bajo el contexto que a través de concientización ambiental la población adquiere mayor cantidad de envases plásticos a partir de resinas recicladas. Mientras que en el escenario pesimista consideraremos una demanda por debajo de la normal en un 20%, considerando el supuesto que las normativas nacionales no permitan a las compañías el uso de resinas recicladas dentro de sus procesos de producción.

De este modo teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN podremos calcular y mejorar nuestras estimaciones sobre el proyecto que vamos a comenzar en el caso de que esas variables cambiasen o existiesen errores de apreciación por nuestra parte en los datos iniciales.

Tabla 8.5.

Cálculo de ventas en escenarios optimistas y pesimistas

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Optimista	3 393	4 865	6 538	8 436	10 582	13 004	15 729	18 792	22 225	26 069
Normal	2 610	3 742	5 029	6 489	8 140	10 003	12 099	14 455	17 096	20 053
Pesimista	2 088	2 994	4 023	5 191	6 512	8 002	9 679	11 564	13 677	16 042

A continuación, tabla 8.6 se muestra el VAN esperado calculado a partir de los VAN optimista, normal y pesimista.

Tabla 8.6.

Cálculo VAN esperado

	Probabilidad	VAN
Optimista	30%	81 153 459
Normal	50%	65 722 923
Pesimista	20%	45 602 936
	VAN esperado	66 328 086

Tabla 8.7.

Cálculo VAN Optimista

RUBRO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
Ingreso por ventas	12 722 279	17 871 270	24 156 962	31 445 903	39 865 427	49 552 069	60 701 423	73 502 457	88 112 017	104 722 846	
(-) Costo de producción	2 020 043	2 521 092	3 090 957	3 737 155	4 467 944	5 292 391	6 220 448	7 263 037	8 432 134	9 740 869	
(=) Utilidad bruta	10 702 235	15 350 178	21 066 005	27 708 747	35 397 483	44 259 678	54 480 975	66 239 420	79 679 883	94 981 977	
(-) Gastos generales	3 036 330	2 959 268	2 967 958	2 978 039	2 989 640	3 002 905	3 017 997	3 035 092	3 054 388	3 076 102	
(-) Gastos financieros	1 128 694	1 085 213	1 033 037	970 425	895 291	805 130	696 937	567 105	411 307	224 349	
(+) Venta de activos en el mercado										2 372 198	
(-) Valor en libros de activos										4 744 396	
=Utilidades antes de Particip e Impuestos	6 537 211	11 305 697	17 065 009	23 760 283	31 512 553	40 451 643	50 766 041	62 637 222	76 214 187	89 309 328	
(-) Participación de los trabajadores (10%)	653 721	1 130 570	1 706 501	2 376 028	3 151 255	4 045 164	5 076 604	6 263 722	7 621 419	8 930 933	
= Utilidad antes de impuestos	5 883 490	10 175 127	15 358 509	21 384 255	28 361 298	36 406 478	45 689 437	56 373 500	68 592 769	80 378 395	
(-) Impuesto a la renta (28%,27% y 26%)	1 647 377	2 747 284	4 146 797	5 559 906	7 373 937	9 465 684	11 879 254	14 657 110	17 834 120	20 898 383	
(=) Utilidad antes de reserva legal	4 236 113	7 427 843	11 211 711	15 824 349	20 987 360	26 940 794	33 810 183	41 716 390	50 758 649	59 480 013	
(-) Reserva legal (Hasta 10%)	423 611	328 851									
(=) Utilidad disponible	3 812 502	7 098 992	11 211 711	15 824 349	20 987 360	26 940 794	33 810 183	41 716 390	50 758 649	59 480 013	
RUBRO	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversion Total	-9 405 780										
Utilidad antes de reserva legal		4 236 113	7 427 843	11 211 711	15 824 349	20 987 360	26 940 794	33 810 183	41 716 390	50 758 649	2 372 198
(+) Amortización de intangibles		112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869
(+) Depreciación fabril		664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972
(+) Depreciación no fabril		19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748
(+) Gastos financieros x (1-t)		938 960	902 789	859 383	807 297	744 792	669 788	579 782	471 775	342 166	186 636
(+) Valor residual (V. Libros)											4 744 396
(+) Capital de trabajo											4 661 385
Flujo neto de fondos económicos	-9 405 780	5 972 663	9 128 221	12 868 684	17 429 235	22 529 742	28 408 171	35 187 555	42 985 754	51 898 405	12 762 204
VAN OPTIMISTA		S/ 81 153 459									

Tabla 8.8.

Cálculo VAN Pesimista

RUBRO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingreso por ventas	7 829 094	10 997 705	14 865 823	19 351 325	24 532 571	30 493 581	37 354 722	45 232 281	54 222 779	64 444 828
(-) Costo de producción	1 243 104	1 551 441	1 902 127	2 299 788	2 749 504	3 256 856	3 827 968	4 469 561	5 189 006	5 994 381
(=) Utilidad bruta	6 585 991	9 446 263	12 963 695	17 051 537	21 783 067	27 236 725	33 526 754	40 762 720	49 033 774	58 450 447
(-) Gastos generales	3 036 330	2 959 268	2 967 958	2 978 039	2 989 640	3 002 905	3 017 997	3 035 092	3 054 388	3 076 102
(-) Gastos financieros	1 128 694	1 085 213	1 033 037	970 425	895 291	805 130	696 937	567 105	411 307	224 349
(+) Venta de activos en el mercado										2 372 198
(-) Valor en libros de activos										4 744 396
=Utilidades antes de Particip e Impuestos	2 420 967	5 401 783	8 962 700	13 103 073	17 898 136	23 428 690	29 811 820	37 160 522	45 568 079	52 777 799
(-) Participación de los trabajadores (10%)	242 097	540 178	896 270	1 310 307	1 789 814	2 342 869	2 981 182	3 716 052	4 556 808	5 277 780
= Utilidad antes de impuestos	2 178 870	4 861 604	8 066 430	11 792 766	16 108 323	21 085 821	26 830 638	33 444 470	41 011 271	47 500 019
(-) Impuesto a la renta (28%,27% y 26%)	610 084	1 312 633	2 177 936	3 066 119	4 188 164	5 482 313	6 975 966	8 695 562	10 662 930	12 350 005
(=) Utilidad antes de reserva legal	1 568 787	3 548 971	5 888 494	8 726 646	11 920 159	15 603 507	19 854 672	24 748 908	30 348 340	35 150 014
(-) Reserva legal (Hasta 10%)	156 879	595 584								
(=) Utilidad disponible	1 411 908	2 953 387	5 888 494	8 726 646	11 920 159	15 603 507	19 854 672	24 748 908	30 348 340	35 150 014

RUBRO	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversion Total	-9 405 780										
Utilidad antes de reserva legal		1 568 787	3 548 971	5 888 494	8 726 646	11 920 159	15 603 507	19 854 672	24 748 908	30 348 340	2 372 198
(+) Amortización de intangibles		112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869	112 869
(+) Depreciación fabril		664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972	664 972
(+) Depreciación no fabril		19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748	19 748
(+) Gastos financieros x (1-t)		938 960	902 789	859 383	807 297	744 792	669 788	579 782	471 775	342 166	186 636
(+) Valor residual (V. Libros)											4 744 396
(+) Capital de trabajo											4 661 385
Flujo neto de fondos económicos	-9 405 780	3 305 336	5 249 350	7 545 467	10 331 533	13 462 541	17 070 884	21 232 043	26 018 272	31 488 096	12 762 204
VAN OPTIMISTA		S/ 45 602 936									

CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

El proyecto abarcará inicialmente el distrito de Chorrillos, Rimac y Carabaylo e influenciará directamente a los habitantes de estos distritos educándolos sobre el reciclaje, sin embargo, la idea de este proyecto es inspirar al resto de municipalidades y compañías para que de la mano puedan educar a más distritos y que surjan empresas que utilicen materia prima proveniente del reciclaje. Esto no es necesariamente solo para Lima, a futuro puede irse expandiendo este tipo de manera de trabajar entre municipalidades y empresas privadas y llegar a provincias e ir cambiando y mejorando todo el Perú.

Si bien el sueño de expandir el proyecto por todo el Perú es a largo plazo, con compromiso de los ciudadanos y de los empresarios, se podrá acortar el tiempo de espera e ir generando el cambio desde ya.

9.2. Análisis de indicadores sociales (Valor agregado, densidad de capital, intensidad de capital, generación de divisas)

Al realizar una evaluación social de un proyecto, se miden los efectos indirectos que se tendrán con la implementación del proyecto, los mismos que se miden a partir de indicadores sociales. Tabla 9.1 se muestra los cálculos realizados.

Tabla 9.1

Evaluación social

Inversión Total	9 405 780									
Puestos de trabajo	176									
Valor promedio de la producción	9 972 sacos									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Sueldos y salarios	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042	6 094 042
Depreciación	684 720	684 720	684 720	684 720	684 720	684 720	684 720	684 720	684 720	684 720
Gastos financieros	1 128 694	1 085 213	1 033 037	970 425	895 291	805 130	696 937	567 105	411 307	224 349
UAIR	4 067 465	7 763 348	12 203 624	17 365 957	23 343 903	30 237 871	38 193 508	47 351 202	57 826 522	67 390 410
Valor agregado	11 974 920	15 627 324	20 015 423	25 115 144	31 017 956	37 821 763	45 669 207	54 697 070	65 016 591	74 393 522
Valor agregado actualizado	11 974 920	27 602 244	47 617 667	72 732 811	103 750 767	141 572 530	187 241 737	241 938 807	306 955 398	381 348 920
Relación producto/capital	40,54									
Densidad de capital	53 441,93	S/. / hab.año								
Intensidad de capital	0,02									
Productividad de la mano de obra	57	sacos/hab.año								

CONCLUSIONES

- El proyecto es tecnológicamente viable porque se pudo comprobar que, con los análisis de las máquinas a utilizar, Guerchett, análisis relacional, localización de planta, cuello de botella y capacidad de planta, los cálculos obtenidos muestran una realidad posible.
- El proyecto es tanto económica como financieramente viable pues se realizaron flujos de caja que nos permitían analizar tanto los ingresos que obtendríamos por la venta del producto, como los gastos de ventas, administrativos y operacionales, la inversión inicial, el pago de la deuda y los intereses que este genera. Tanto el VAN, TIR, R b/c y período de recupero resultaron en la misma conclusión, es un proyecto rentable.
- Se logró identificar que la macrolocalización más conveniente es la Ciudad de Lima, siendo el factor más importante a analizar la infraestructura básica seguida por la cercanía al mercado (en éste proyecto el mercado objetivo se encuentra en Lima). Con respecto a la microlocalización la mejor opción fue el distrito de Chorrillos considerando como factor de mayor importancia la disponibilidad de materia prima, y en Chorrillos hay más desechos urbanos que en los otros distritos analizados (Carabaylo y Rímac).
- Para la determinación del tamaño de planta, se analizó cuál de los factores: tamaño-mercado, tamaño-recursos productivos, tamaño-tecnología, limitaba la producción. El tamaño limitante resultó ser el tamaño-mercado con 22 058 sacos/año, el cual es mayor que el tamaño-punto de equilibrio que fue 500 sacos/año. El hecho de que el tamaño de planta sea mayor al tamaño-punto de equilibrio significa que existirán ganancias en el proyecto.
- La visita a la planta municipal EMUSSA brindó un panorama y guía para definir el proceso productivo paso a paso y elaborar la parte de selección y enfardamiento del DOP.
- Se concluye en que la iniciativa de no cobrar por el servicio de recolección de residuos urbanos no solo resultaría interesante para las municipalidades, por ser un proyecto amistoso con el medio ambiente y porque significaría una importante disminución en sus gastos. Con todo esto el proyecto es rentable.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el presente estudio para una implementación dentro de los 3 siguientes años una vez publicado. Pasado este tiempo se deberán actualizar los datos más importantes como la emisión de desechos urbanos en Chorrillos, Rímac y Carabayllo pues es probable que sea conveniente ubicar la planta en otro distrito.
- Analizar el resto de desechos lo cual no se realizó en el presente estudio por efectos académicos, e innovar con productos que le den valor agregado al cartón, papel, lata o vidrio.
- En caso se decida no dar valor agregado a los desechos urbanos segmentados diferentes del plástico, analizar la ganancia que habría al venderlos enfardados.
- Charlar directamente con municipalidades de otros distritos e incluir ese factor en el análisis de localización de planta, para concluir qué municipalidad se muestra más receptiva con el tema de reciclaje y de capacitar a sus pobladores.
- Investigar y recomendar a la municipalidad métodos de hacer la capacitación más intensa y sobre todo que con pocas charlas, lleguen a impactar a los pobladores para que ellos tomen conciencia rápidamente y segmenten sus desechos en el menor tiempo posible.
- Tomar en cuenta que éste es un proyecto que no tiene la única meta de generar utilidades sino también de crear conciencia y ser ejemplo para las demás municipalidades o empresas privadas en concientizar a los pobladores y así aumentar una cultura de reciclaje en el país.

REFERENCIAS

- Alejandro Ariosti. (2008). *Reciclando para proteger de Gobierno Argentino*. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/html/42/42_39_reciclando_proteger.htm
- Andina (2012). *Solo el 12% de recicladores trabaja de manera formal en el Perú*. 2017. Recuperado de web:<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-solo-12-recicladores-trabaja-manera-formal-el-peru-informan>
- Ayax Christopher E de Torres Llatance (2008), *Estudio de factibilidad para el manejo de residuos sólidos* en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Barrientos Guerrero, Juan (1992). “*Estudio de factibilidad para la instalación de un centro de reciclaje de residuos sólidos urbanos*”. Tesis presentada para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad de Lima.
- Conciencia ECO. (Abril del 2010). *Como diferenciar los tipos de plástico reciclados*. Recuperado de <https://www.concienciaeco.com/2010/04/24/como-diferenciar-los-diferentes-tipos-de-plasticos-reciclados/>
- DATATRADE (Mayo del 2016) Recuperado de <http://www.datatrade.com.pe/inicio.asp>
- Erica. (Julio de 2015). *Polimeros plásticos*. Recuperado de <http://www.eric.es/web/plasticos-tecnicos/>
- Espinoza Correo, Gabriela. (2009). *Determinación de la degradación de plásticos*. Gobierno del Estado de México. Escuela Preparatoria Oficial No. 79. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx>
- Guerrero. J. B. (1992). *Estudio de factibilidad para la instalación de un centro de reciclaje de residuos sólidos urbanos*. Recuperado de www.ulima.edu.pe
- Harinas (Junio del 2016) Recuperado de <http://www.creditosperu.com.pe/pep-elaboracion-de-productos-de-molineria-harinas-15316.php>
- Inforeciclaje. (Octubre del 2016). *Inforeciclaje*. Recuperado de: <http://www.inforeciclaje.com/reciclaje-pet.php>
- La Materia del Saber. (2014). *A vueltas con los materiales*. Obtenido de Tipos de reciclaje: <https://lamateriadelsaber.wordpress.com/2016/02/09/tipos-de-reciclaje/>

- Mansilla Pérez, L., & Ruiz Ruiz, M. (2009). *Reciclaje de botellas de PET para*. Lima: Universidad de Lima.
- Marina, J.J. (2009). *Estudio de pre factibilidad para la implementación de una planta de producción y comercialización de escamas de PET reciclado*. Recuperado de renati.sunedu.gob.pe
- MINAM (2016). *Sexto Informe Nacional De Residuos Sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013*. Recuperado de redrrss.minam.gob.pe
- Monografía (2003): *Materiales no convencionales. Tema: “Chapas plásticas de tereftalato de polietileno (PET)*. Vella Juan Pablo, Vozzi Lucas, Pedrido Jose Maria y Martinez Ezequiel. Recuperado de www.fceia.unr.edu.ar
- Nieto Ferro, Alyn (2008). *“El envase de polietileno tereftalato: su impacto ambiental y los métodos para su reciclado”*. Trabajo de investigación publicada por la Editorial Universitaria en la Ciudad de la Habana, Cuba.
- Odicio Valdivia, Oliver (2011). *“Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora y comercializadora de plástico PET (FLAKES)”*. Tesis presentada para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad de Lima.
- Ortega Leyva, M. (12 de 01 de 2016). *Plastic Technology Mexico*. Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/columnas/petstar-la-estrella-del-reciclaje-de-pet>
- Plastivida Argentina (2009). *Entidad técnico profesional especializada en plásticos y medio ambiente. “Características y usos de los plásticos: El tereftalato de polietileno”*. Recuperado de. <http://www.plastivida.com.ar>
- Revista tecnológica del plástico (2012). *“Botellas de PET: el peso no lo es todo”*. Recuperado de <http://www.plastico.com/temas/Botellas-de-PET,-El-peso-no-lo-es-todo+3088615>
- Sbarski, D. I. (Mayo del 2015). *Tecnología del plástico*. Recuperado de <http://www.plastico.com/temas/Propiedades-termicas-y-mecanicas-del-PET-reciclado-y-sus-mezclas+3056093?pagina=2>
- Vásquez Núñez, Luis Cristian (2009). *“Propuesta de un plan de separación y reciclaje de los residuos sólidos domiciliarios, dentro del conjunto habitacional puerta de Alcalá, Municipalidad de la Florida”* Trabajo de titulación presentada para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Ambiente en la Universidad de Santiago de Chile.

BIBLIOGRAFÍA

- Créditos Perú (2016). *Empresas en el rubro* Elaboración de Productos de Molinería
- COFIDE (2014) *Productos y servicios financieros. Resumen Programas y Líneas*. Recuperado de <http://www.cofide.com.pe/textos/programas.pdf>
- Conocimiento sobre aranceles (2017). Recuperado de <http://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/aranceles/index.html>
- Control sanitario de alimentos y bebidas (2016). Recuperado de http://www.bvs.ins.gob.pe/bvs_wp/
- Equipo de Programa de Salud Laboral en UC Berkeley y la Unión Internacional de Estibadores y Bodegueros. “*Seguridad de los trabajadores en las plantas de Reciclaje*”. Universidad de California.
- INDECOPI. (2015). *INACAL*. Recuperado de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=6382
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). Recuperado de: www.inei.gob.pe
- Lork Industrias. (Noviembre del 2016). *Ficha técnica*. Obtenido de <http://www.lorkindustrias.com/downloads/fichastecnicas/fichaTecnicaPET.pdf>
- NAPCOR. (Junio del 2015). *Postconsumers PET container recycling rate reports*. Recuperado de <http://napcor.com/reports-resources/>
- Salva Saenz, R. (Abril de 2016). *Tesis Digitales UNMSM*. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/saenz_ar/cap3.pdf
- Sapan Chaig, Nassir y Reinaldo (2015). *Preparación y Evaluación de Proyectos. 4ta edición*. Santiago de Chile: McGrawHill.
- Sistema de Industrias de plásticos (2017). Recuperado de <http://www.cip.org.p>

Tesis V1

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	doi.org Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
8	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%