

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

**“diseño de una planta recicladora de plástico
En la ciudad de santa ana.”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR:
PEÑATE RAMÍREZ, RAÚL ANTONIO
RODRÍGUEZ ARREVILLAGA, KARINA ALEXANDRA**

**DOCENTE DIRECTOR:
ING. MAX HERNÁNDEZ RIVERA**

16 DE FEBRERO DE 1841

SANTA ANA,

EL SALVADOR,

CENTRO AMERICA

Autoridades Universitarias

Dra. María Isabel Rodríguez
Rectora

Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez
Vice Rector Académico

Dra. Carmen Elizabeth Rodríguez de Rivas
Vice Rectora Administrativa

Licda. Lidia Margarita Muñoz Vela
Secretaria General

Autoridades de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente

Licdo. Jorge Mauricio Rivera

Decano

Licdo. Roberto Gutiérrez Ayala

Vice Decano

Licdo. Víctor Hugo Merino Quezada

Secretario

Departamento de Ingeniería

Ing. Mauricio Ernesto García Eguizabal

Jefe

Ing. Max Hernández Rivera

Docente Director

AGRADECIMIENTOS

AL SEÑOR TODOPODEROSO

Por haberme permitido realizarme profesionalmente, gracias por estar conmigo siempre, darme las fuerzas y sabiduría necesarias para alcanzar esa meta.

A MIS PADRES

Jaime Rodríguez, por el apoyo, paciencia y colaboración para poder lograr mis metas. Ángela Arrevillaga de Rodríguez, por brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mis estudios, impulsar en mí, el hábito de esforzarse para obtener lo que se ha propuesto, por los desvelos y sacrificios para obtener juntos este objetivo.

A MI HERMANA

Claudia Rodríguez que juntos hemos logrado salir adelante, gracias por su apoyo a lo largo de todo el proceso.

MI NOVIO

Alejandro Montoya, por su comprensión y apoyo incondicional para alcanzar una de mis metas.

FAMILIARES Y AMISTADES

Por darme su confianza y consejos para lograr mis propósitos.

KARINA ALEXANDRA RODRÍGUEZ ARREVILLAGA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO

Por haberme permitido culminar con una de las etapas mas grandes de la vida, como lo es realizarse profesionalmente, gracias por darme las fuerzas necesarias para alcanzar esa meta junto como mis padres hermanos y familiares.

A MIS PADRES

Narcisa Ramírez, por fomentar en mi, ese empuje, paciencia y espíritu luchador para poder lograr mis metas, con infinito amor, en honor a sus desvelos y sacrificios a lo largo de mi vida.

Armando Peñate, por impulsar en mi, el hábito de realizarse profesionalmente como una herramienta para defenderse mejor en la vida y tener mayores oportunidades.

A MIS HERMANOS

Milton Armando y Lilian Maribel que juntos hemos logrado salir adelante, gracias por su apoyo.

MIS SOBRINOS

Enrique y Marcela Ramírez, para demostrarles y ser una buena fuente de inspiración para que ellos también se realicen profesionalmente.

MI ABUELA

María Jaco, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y especialmente en mi carrera.

FAMILIARES Y AMISTADES

Por brindarme su apoyo y confianza, así como la motivación para no desfallecer y lograr mis propósitos.

RAÚL ANTONIO PEÑATE RAMÍREZ

INDICE

Introducción.....	i
-------------------	---

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes	1
1.1.1 A nivel mundial:.....	1
1.1.2 En el salvador:	3
1.1.3 Ciudad de santa ana	5
1.2 Planteamiento del problema	8
1.3 Objetivos	10
1.3.1 General:.....	10
1.3.2 Específicos:.....	10
1.4 Alcances.....	11
1.5 Limitaciones	12
1.6 Justificación.....	13

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

LOS DESECHOS SÓLIDOS Y EL PLÁSTICO

2.1 Introducción.....	16
2.2 Definición y clasificación de los desechos sólidos	17
2.2.1 Definición de desechos sólidos:.....	17
2.2.2 Clasificación de los desechos sólidos	17
2.3 Etapas en el manejo de desechos sólidos.....	18
2.4 Manejo integral de los desechos sólidos	19
2.4.1 La ley de las 3r's.....	20

2.5 Aspectos generales del plástico	23
2.5.1 Definición:.....	23
2.5.2 Historia del plástico.....	24
2.5.3 Clasificación y uso de los plásticos	27
2.5.4 Propiedades de los plásticos	29
2.5.4.1 Propiedades generales de los plásticos	29
2.5.4.2 Propiedades específicas de algunos plásticos	31
2.5.5 Ventajas y desventajas de los plásticos	34
2.5.6 Procesos utilizados en la manufactura de productos plásticos	35
2.5.7 Codificación de los plásticos	38
2.6 Reciclaje de desechos plásticos.....	39
2.6.1 Definición.....	40
2.6.2 Plásticos reciclables	40

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE SANTA ANA

3.1 Introducción.....	43
3.2 Diagnóstico de la situación actual	44
3.2.1 Desechos sólidos en el relleno sanitario	44
3.2.1.1 Tipo de material plástico.....	47
3.2.1.2 Cantidades del material plástico	49
3.2.2 Diagnóstico del potencial de reciclaje de los plásticos.....	51
3.2.3 Separación del plástico para reciclaje	52
3.2.3.1 Separación en el origen.....	52
3.2.3.2 Separación en el relleno sanitario de camones	52
3.2.4 Situación del sector dedicado a la recuperación manual	53

3.2.5	Diseño de la muestra de personas a encuestar	54
3.2.6	Resultado de las encuestas	55
3.2.7	Análisis del diagnóstico	58
3.2.7.1	Análisis de los resultados de las encuestas	59

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA PLANTA RECICLADORA DE PLÁSTICO EN LA CIUDAD DE SANTA ANA

4.1	Introducción.....	61
4.2	Estudio de mercado	62
4.2.1	Definición del producto.....	63
4.2.2	Análisis de la demanda	64
4.2.2.1	Recopilación de información de fuentes primarias	64
4.2.2.2	Recopilación de información de fuentes secundarias	67
4.2.2.2.1	Proyección de la demanda.....	68
4.2.3	Análisis de la oferta	69
4.2.3.1	Proyección de la oferta.....	70
4.2.4	Determinación de la demanda potencial insatisfecha	71
4.2.5	Análisis de precios	72
4.2.6	Comercialización del producto.....	72
4.2.7	Análisis del estudio de mercado	74
1.3	Estudio técnico.....	75
4.3.1	Determinación de la capacidad instalada óptima de la planta.....	76
4.3.2	Localización óptima de la planta	77
4.3.3	Ingeniería del proyecto.....	78
4.3.3.1	Proceso de producción.....	79
4.3.3.2	Técnicas de análisis del proceso de producción	91
4.3.4	Selección de maquinaria.....	94

4.3.5 Cálculo de mano de obra	99
4.3.6 Distribución de la planta	102
4.3.7 Cálculo de áreas de la empresa	107
4.3.8 Control de calidad.....	122
4.3.9 Programa de higiene y seguridad industrial.....	122
4.3.10 Organización del recurso humano	124
4.3.10.1 Organigrama general de la empresa.....	125
4.3.10.2 Perfil del recurso humano	125
4.3.11 Requerimientos de agua y energía eléctrica	128
4.3.12 Análisis del estudio técnico.....	131

CAPÍTULO V

INVERSIÓN TOTAL PARA LA PLANTA RECICLADORA DE PLÁSTICO EN LA CIUDAD DE SANTA ANA

5.1 Introducción.....	133
5.2.1 Determinación de los costos	136
5.2.2 Inversión total inicial: fija y diferida	144
5.2.3 Depreciaciones y amortizaciones	149
5.2.4 Capital de trabajo.....	150
5.2.5 Precio de escobas plásticas.....	151
5.2.6 Punto de equilibrio	151
5.2.7 Estado de resultado pro-forma	153
5.2.8 Costo de capital	155
5.2.9 Financiamiento.....	156
5.2.10 Balance general	156
5.2.11 Inversion total.....	157
5.3.1 Cálculo de valor presente neto y tasa interna de retorno	159
5.3.2 Análisis de sensibilidad	160

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones	169
6.2 Recomendaciones.....	172
Bibliografía	174
Anexos.....	177

INTRODUCCIÓN

Los desechos forman parte, en estos días, de una realidad cada vez más presente. En la sociedad moderna la basura se produce continuamente, a cada momento y al final de cada año las cantidades generadas suman cientos de miles de toneladas. El problema es que los sistemas de recolección y manejo, así como los lugares apropiados para depositarla, no se desarrollan en la misma proporción y capacidad. Por ello, cada día la basura se desborda y contamina el medio ambiente.

En El Salvador existe una elevada generación de residuos sólidos, lo cual es originado principalmente por la falta de educación de la población. Dentro de los desechos sólidos se encuentran los plásticos que causan un impacto sobre el medio ambiente debido a que su periodo de descomposición es de 400 años aproximadamente.

Este documento presenta una alternativa para contribuir a disminuir el impacto ambiental por medio de reciclaje de productos plásticos.

El primer capítulo incluye una breve narración de cómo se ha incrementado el volumen de basura a través de los años y las distintas alternativas que se han aplicado para su tratamiento a nivel mundial, en El Salvador y especialmente en la ciudad de Santa Ana.

El planteamiento del problema da a conocer algunos de los daños que causan las alternativas de solución que se aplican, lo poco que se trata de hacer para reciclar los materiales que se desechan, la participación de los pepenadores y las razones por las cuales es necesario realizar el estudio propuesto.

Incluye también objetivos que orientan el trabajo hacia lo que se pretende lograr con el proyecto, alcances que exponen los lineamientos sobre los cuales se guiará el estudio y hasta donde se pretende llegar. Las limitaciones plantean algunos aspectos que de una u otra forma impiden el proceso investigativo del estudio.

En la justificación se hace énfasis en la problemática que representa la falta de tratamiento de desechos sólidos y la cultura de reciclaje, dando la idea de cómo afectará a través del tiempo el aumento de basura debido al crecimiento poblacional.

El capítulo II correspondiente al marco teórico, titulado: “Los Desechos Sólidos y El Plástico”, presenta información teórica que define los desechos sólidos y su clasificación, las distintas etapas que involucra su tratamiento y el manejo integral que se les debería aplicar. Al mismo tiempo, teoría sobre aspectos generales del plástico como la definición, historia, clasificación, propiedades, ventajas y desventajas, procesos utilizados en la manufactura y la respectiva codificación.

En el capítulo III, diagnóstico, nombrado: “Situación Actual De Los Desechos Plásticos En La Ciudad De Santa Ana”, se estudia los tipos y la cantidad aproximada de desechos plásticos que diariamente son acumulados en el relleno sanitario, el potencial de reciclaje de los plásticos y los métodos de separación utilizados actualmente junto con el sector dedicado a la recuperación manual de los desechos.

El capítulo IV que se refiere a “La Propuesta Del Diseño De La Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana”, contiene el estudio de mercado y el técnico, el primero da la pauta para definir el producto que se fabricará del material a reciclar, haciendo un análisis de la demanda, la oferta, la demanda potencial insatisfecha y los precios que proporcionan los datos necesarios para determinar el precio del producto y los canales de distribución adecuados para el producto.

El segundo, formula las necesidades básicas de operación de la planta, señalando la capacidad y localización óptima de la misma, la ingeniería del proyecto, la selección de maquinaria, el cálculo de mano de obra, la distribución de la planta, control de calidad, la higiene y seguridad industrial, la organización

del recurso humano, que en su conjunto son los elementos mínimos para la realización del producto propuesto.

El capítulo V denominado: “Inversión Total Para La Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana”, incluye el estudio económico junto con la evaluación económica y financiera, y muestra los recursos monetarios necesarios para la realización de las distintas actividades, lo que permite determinar si el proyecto es rentable o no para su instalación.

Asimismo, se hace mención del análisis del riesgo en que puede incurrir la empresa producto de sus actividades diarias debido a tecnología, mercado y la fluctuación de los intereses bancarios y la inflación.

Finalmente, en el capítulo VI, se exponen las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado producto del proceso investigativo realizado, haciendo hincapié en la necesidad del reciclaje de desechos plásticos.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 A NIVEL MUNDIAL:

La aparición del hombre sobre la tierra trajo, entre otros, el problema de la generación de la basura. Los primeros grupos humanos eran nómadas, es decir, no permanecían en un sitio determinado el tiempo suficiente para que la basura o desechos generados constituyeran un problema sensible para ellos. A medida que el hombre fue volviéndose sedentario, fue notoria la generación de basura y su acumulación demandaba un mejor manejo, alrededor del año 10,000 A.C.

El hombre a través de la historia ha tenido que ingeniarse la forma de manejar la basura producto de sus actividades cotidianas, de maneras tan diversas como los botaderos, los cuales se siguen utilizando hasta en la actualidad con ciertos cambios. Así alrededor del año 500 A.C. en Atenas se organizó el primer botadero municipal en el mundo occidental y fueron requeridos recogedores para disponer los desechos, al menos a una milla fuera de los muros de la ciudad.

Es así como a través de los siglos, el problema de la basura ha sido abordado y tratado por medio de las leyes, las cuales han tratado de normar el manejo de ésta; un hecho muy importante fue la prohibición de canaletas públicas y acequias de irrigación para disponer desechos en el año 1,388 por el parlamento en Inglaterra.

Para el año 1400, en París, los desechos eran apilados tan alto en el exterior de la ciudad que impedía a los ciudadanos defenderse de los invasores. Hacia el año 1,900 las condiciones de inmundicia y suciedad se hacían notorias en el mundo occidental y los ciudadanos empezaron a presionar a los gobiernos para que se preocuparan por ello, a lo que el gobierno respondió contratando personal especial que solucionara el problema, fue hasta entonces que se

comenzó a tratar con la disposición de desechos, poniendo mayor énfasis en los desechos sólidos.

En tiempos más recientes de nuestra historia, contando con medios más sofisticados y mejor tecnología, se llegó a propuestas sistemáticas que ayudaron a aliviar este problema como “El destructor”, un sistema de incineración en Nottingham, Inglaterra, en 1874. Para 1885 en Nueva York se había construido un incinerador, el primero en América. De esta manera se fueron creando programas para el manejo de los desechos que incluyen los rellenos sanitarios, compostaje, reciclaje e incineración entre otros.¹

El problema de los desechos sólidos cobró especial importancia a partir del periodo de la revolución industrial, debido a los procesos de industrialización sufridos alrededor del mundo, los cuales demandaron una mejor utilización de los recursos y su consiguiente desperdicio. Esto aunado al aumento de la población en el planeta, especialmente en los asentamientos urbanos causó una creciente preocupación por eliminar dichos desperdicios.

Una práctica que se empleó por mucho tiempo fue la de utilizar el mar y otras cuencas hidrográficas como disposición final para los desechos. Desde la década de los treinta se está utilizando como solución a la problemática nuevamente el reciclaje de ciertos materiales contenidos en los desechos; ya que a parte de reducirlos pueden salvarse grandes cantidades de recursos naturales no renovables, disminuye el consumo de energía al usar menos combustibles y por ende se genera menor cantidad de dióxido de carbono, evitando así la lluvia ácida y el efecto invernadero. Algunos de estos desechos sólidos, a los cuales se les aplica el reciclaje, son los productos plásticos, y a nivel mundial, varios países se han interesado en emplear esta solución, entre los cuales están: Japón, Tailandia, Filipinas, Canadá, Estados Unidos; en Europa, uno de los precursores es Alemania a la cual se han sumado otros países como Suecia, Suiza, España, Francia, Holanda y otros con el objetivo

¹ Fuente: Salvanaturas, 1993.

primordial de disminuir, en la medida de lo posible, el daño causado al medio ambiente.

A nivel latinoamericano están: México, Colombia, Argentina y Chile, en los cuales su población ha adquirido una educación ambiental a cerca del reciclaje de productos a base de plástico, así se ha logrado facilitar la recolección de los mismos. En Centroamérica, uno de los países pioneros desde la década de los setenta en el reciclaje de plástico es Costa Rica y El Salvador desde la década de los noventa.

1.1.2 EN EL SALVADOR:

La situación demográfica ha sido un factor determinante en la degradación ambiental, las cifras sobre la dinámica demográfica en el período de 1950-1971 arrojó un crecimiento acelerado contrario al período de 1930-1950 en donde la población creció en un 29% debido a las altas tasas de mortalidad en esa época; reflejándose para los años 1950-1951 mejorías en el saneamiento ambiental y en la cobertura del sistema de salud pública.

Por otra parte, la población urbana tuvo un mayor crecimiento y más acelerado que la población rural en esos mismos años, a causa de la migración rural a las zonas urbanas, produciéndose un crecimiento de la población urbana alrededor de un millón; en tanto que la población rural creció en un 0.7 millones. Estas cifras relativas al crecimiento de la población rural apuntaba a una mayor presión sobre la tierra, provocando una mayor deforestación y erosión; reflejándose entre los años de 1961 a 1971 un crecimiento absoluto de unas 600,000 personas.

Los esfuerzos para disponer adecuadamente los desechos sólidos en El Salvador surgieron desde 1969, año en el que la Alcaldía Municipal de San Salvador y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, proyectaron un relleno sanitario, el cual no llenó los requisitos necesarios y simplemente se

convirtió en un botadero de basura en la finca “Las Margaritas” que se encontraba ubicada sobre el Boulevard del Ejército Nacional.

Simultáneamente a ese proyecto se creó otro relleno que se encontraba ubicado en la colonia Escalón, el que tuvo una vida promedio de dos años.

El proyecto de Las Margaritas duró aproximadamente siete años y se cerró porque no tenía más capacidad para enterrar la basura desde 1969 hasta 1977, en este último año se iniciaron trámites para el arrendamiento de 12 manzanas en la finca Las Victorias que se encontraba ubicada en Soyapango, contiguo a la fábrica de jabón Oliva, el proceso que se le dió a la basura fue el enterramiento en capas y con escaso proceso de cobertura, en dicho botadero se recibía basura de San Salvador y Soyapango con un promedio de 600-625 toneladas diarias de basura; en 1991 fue clausurado dicho botadero aunque los residentes siguieron utilizándolo.

En aquellos años el problema para encontrar otros sitios para la disposición final de los desechos sólidos, se hacía difícil, seleccionándose el área del Ingenio El Ángel ubicado en el valle de Nejapa, constituyéndose en el cuarto botadero municipal en 22 años, las razones para la selección de este sitio se desconocen, pero lo cierto es que para su selección no hubo un análisis técnico, ni mucho menos una evaluación de impacto ambiental.

La zona del botadero de Nejapa, ya fue clausurada, según informe de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados del año de 1975 a 1976, dicha zona fue declarada como una importante fuente de captación de agua, este informe fue confirmado por las declaraciones de los pobladores del lugar, quienes afirmaron que en dicha zona, antes de que se creara el botadero, estaba cubierta por una gran variedad de árboles, originándose bajo esta cuatro manantiales, donde obtenían agua para todos los usos, contrario a este informe, la Gerencia de Saneamiento Ambiental de la Alcaldía Municipal de San Salvador, reportó que a partir de la apertura de dicho botadero, los manantiales ya no existían mucho menos la vegetación.

Después del botadero de Mariona, la Sociedad de Economía Mixta y Manejo Integral de los Desechos Sólidos (MIDES) se reunió con la empresa Canadiense CINCTREDI para llevar a cabo la construcción del relleno sanitario de Nejapa, la cual se inició en Noviembre de 1998, en este relleno 10 municipalidades, de las 14 del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) disponen sus desechos.

En 1999 en Pasaquina, La Unión, comenzó a funcionar un relleno sanitario; y en Sonsonate se inicio uno el 7 de abril del 2002, y fue el 1^o de octubre de 2002 que comenzó a funcionar el Relleno Sanitario de Camones en Santa Ana. A principios de la década de los noventa en El Salvador se empezó a reciclar plástico, prueba de ello es la existencia de empresas como: EL PANDA, AVANGARD, FUNDACIÓN ABA y SALVAPLASTIC, las cuales están ubicadas en la capital, San Salvador.

1.1.3 CIUDAD DE SANTA ANA

A diferencia de San Salvador, la ciudad de Santa Ana no cuenta con información escrita sobre el estado de la problemática de los desechos sólidos municipales, sin embargo, la Alcaldía cuenta con el Departamento de Aseo.

En 1916 la Municipalidad compró un terreno a doña Mercedes Ramírez v. De Meléndez en el que se construyó un crematorio de basura terminándose en 1919.

En la época de los sesenta dicho departamento contaba con cinco camiones recolectores, los cuales transportaban la basura recolectada al beneficio de los Velis Melis y Cia, el cual contaba con una fábrica de abono orgánico que se obtenía de dichos desechos sólidos; la técnica que utilizaban para la separación de la basura era un sistema mecánico de vibradores y bandas transportadoras sin fin; contrataban personal para los diferentes procesos en que incurrían hasta llegar al producto terminado que era el abono orgánico, el cual se comercializaba con diferentes cooperativas.

Debido al bajo índice de población y a la escasa tecnología de esta época, la basura no se encontraba en grandes proporciones a tal grado, que dicha fábrica compraba la basura como materia prima a Guatemala y Honduras.

Esta fábrica de abono orgánico quebró por falta de mercado y fue cerrada en 1970. Por lo que la Alcaldía se vió en dificultades para enfrentar el problema de no contar con un lugar donde depositar la basura. Para obtener una solución viable al problema, el Alcalde Municipal de la época, Don Armando Monedero decidió que la basura fuera transportada a una barranca de la colonia El Monje ubicada contiguo al Cementerio General Santa Isabel de esta ciudad; también optó por comprar un tractor para remover los desechos sólidos. Poco a poco la barranca fue rellenándose hasta ya no tener más capacidad para poder depositar la basura, construyéndose en ese lugar una cancha de fútbol.

En vista de esta situación el señor Ricardo Molina permitió que los desechos sólidos de la ciudad se depositaran en una barranca situada en un terreno de su propiedad ubicado en el Salamo, pero este no duró mucho tiempo ya que el señor Molina tubo problemas con la Alcaldía con respecto a impuestos municipales y por no ser exonerado tomó la decisión de ya no permitir que la basura fuera depositada en ese lugar.

Con el afán de solventar este problema, el Doctor Francisco Flores Menéndez intentó comprar un terreno de doce manzanas ubicado en el cantón Cutumay Camones para convertirlo en un botadero, pero los vecinos de dicho lugar protestaron argumentando que en este sitio existían varios nacimientos de agua y esto provocó que este proyecto no funcionara.

En el año 1978, el señor Gerente Municipal de ese entonces gestionó la aprobación de convertir una barranca ubicada en las cercanías de la Hacienda San Cayetano, propiedad de la familia Regalado, en un vertedero de desechos sólidos de la municipalidad llamado “Botadero de Camones” y es desde esa época que dicho vertedero ha servido como paliativo en lo referente al destino final de los desechos sólidos de esta ciudad (Ver anexo 1).

Los residuos sólidos transportados a ese vertedero eran tratados indiscriminadamente sin separación ni tratamiento especial según su peligrosidad, ya que los desechos hospitalarios también eran llevados a dicho lugar, sin que la Alcaldía interviniera en la disposición de dicha basura; siendo los “pepenadores” quienes separan los desechos para luego comercializarlos.

De acuerdo al departamento Ambiental de la Alcaldía Municipal, Santa Ana está dividida en 20 zonas y cuenta con 10 camiones recolectores de basura, a dichas zonas se les da cobertura de una forma alterna ya que el número de unidades no son suficientes.

Existió una fábrica de abono orgánico en la carretera a la ciudad de Metapán en el kilómetro 85 Cantón San Miguel. Para la producción de este abono se utilizaron los desechos sólidos del rastro Municipal de Santa Ana. El nombre de la fábrica era Huisil, el abono lo vendían a nivel nacional y a Guatemala.

El 1 de octubre del 2002 se inició el funcionamiento del relleno sanitario (Ver anexo 2) ubicado en Camones sobre el botadero a cielo abierto, el cual duró aproximadamente 25 años.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En épocas remotas el control de la basura no tenía importancia, la cantidad de terreno disponible para su asimilación era grande y la degradación era rápida, a medida que el mundo evolucionó comenzaron los problemas sobre la forma de eliminar los desechos sólidos, las grandes epidemias por causa de la basura dieron lugar a la creación de la “higiene pública”.

En la actualidad la cantidad de desechos sólidos generados en todo el planeta continúa creciendo debido a la explosión demográfica, el crecimiento de grandes centros urbanos y los patrones culturales de producción y consumo. En los últimos cuarenta años la humanidad ha producido más desechos que desde su origen. Los países ricos han desarrollado diversas tecnologías en busca de una solución; algunos están fabricando barcos para tirar sus desechos al mar poniendo en peligro el último recurso con que cuenta el planeta para alimentar a las futuras generaciones. Aunque la naturaleza tiene capacidad de amortiguar y absorber los impactos de los desechos sólidos, los cuerpos de agua como: mares, ríos y lagos; la atmósfera y la tierra presentan hoy un desequilibrio que ha excedido la capacidad de asimilación natural.

La gran cantidad de basura se debe a que la mayoría de actividades humanas generan desechos, entre los que se encuentran: cartón, papel, vidrio, plásticos, ripio, desperdicio de comida, madera y otros materiales de origen orgánico. Algunos de estos desechos por si solos no constituyen un peligro para la vida, particularmente de origen natural y orgánico que son biodegradables; pero otros como el plástico, el vidrio y los metales, permanecen en el ambiente durante cientos de años, alterando los ciclos biogeoquímicos y los ecosistemas naturales amenazando la salud de la humanidad.

Los desechos plásticos causan diversos impactos sobre el ambiente debido a que su periodo de descomposición es uno de los más largos. Sin embargo, esta es una materia inerte, pero en El Salvador la disposición final de la basura se

ha hecho por medio de botaderos a cielo abierto, sólo existen hasta el momento cinco rellenos sanitarios ubicados en: Nejapa en el departamento de San Salvador, Camones en Santa Ana, Pasaquina en la Unión, en Sonsonate y Jiquilisco.²

En Santa Ana que es la segunda ciudad más importante de El Salvador, no se cuenta con una disposición final para los desechos sólidos ambientalmente adecuada debido a que el sitio donde se encuentra el relleno sanitario no fue preparado con impermeabilización en la base, ni canaletas para aguas lluvias, tuberías para la recolección de lixiviados, lagunas de tratamiento y secado de lixiviados; como lo solicita el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Existiendo aún contaminación aérea por la emanación de metano y CO₂, acuífera por el escurrimiento de lixiviados.

En la actualidad, grupos de personas de bajos recursos económicos se dan a la tarea de recolectar algunos de los materiales que se desechan en el botadero, los cuales venden a intermediarios de empresas que se dedican al reciclaje, logrando de esta manera subsistir con sus familias.

Al relleno sanitario de Camones llegan desechos que en su mayoría son plásticos, los cuales podrían ser reciclados de existir alguna empresa que se dedicara a ello en la ciudad de Santa Ana, de esta manera se estaría colaborando con aumentar la vida útil del relleno, que cada día se está tratando de mejorar para que cumpla con lo requerido por el MARN.

Es por estas razones que se propone el proyecto “Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana” con el cual se estaría contribuyendo a disminuir el impacto ambiental que causan los desechos plásticos.

²Fuente: Primer Censo Nacional del Manejo de Desechos Sólidos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001; CAPSA S.A. de C.V.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL:

Realizar un Estudio de Factibilidad Técnico-Económico para el “Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana”, mejorando así la calidad de vida de la población, mediante la conservación del medioambiente.

1.3.2 ESPECÍFICOS:

- Preparar un diagnóstico que refleje la cantidad aproximada y el destino actual de los desechos plásticos.
- Conocer los distintos tipos de plástico y sus posibilidades de reciclaje según sus características químicas para su futura utilización como materia prima para la fabricación de otro producto.
- Proponer opciones para el manejo de desechos plásticos.
- Seleccionar el proceso de reciclaje más viable.
- Hacer uso de técnicas de Ingeniería Industrial para la creación y administración de la planta recicladora.

1.4 ALCANCES

A través de los años, el medio ambiente ha sido el receptor de todos los productos de desechos, resultante de la actividad humana. Los daños sociales y económicos a consecuencia de esta producción indiscriminada de basura, ya han llegado a tal magnitud que actualmente son considerados como problemas de primer orden que requieren atención y medidas inmediatas para su control y consecuentemente, su solución a corto plazo.

En el proyecto “ Diseño de una Planta Recicladora de Plástico en la Ciudad de Santa Ana” se exponen los siguientes lineamientos sobre los cuales se guiará el estudio:

- El diagnostico se llevará a cabo en la ciudad de Santa Ana.
- Mediante el estudio se determinará cuales son los plásticos más rentables para reciclar.
- El diseño de la planta contemplará el sistema de recolección, procesamiento y venta de plástico reciclado como materia prima o como producto terminado.
- La propuesta de la creación de la planta contemplará:
 - Estudio de mercado.
 - Estudio Técnico: Distribución de las Instalaciones, Control de la Calidad, Programa de Higiene y Seguridad Industrial, Tamaño y Localización de la Planta, Selección del Proceso, Selección de la Maquinaria y Equipo, Requerimiento de Mano de Obra y Perfil de ésta, Requisitos de energía Eléctrica.
 - Estudio Económico.
 - Evaluación Económica.

1.5 LIMITACIONES

En muchos lugares de El Salvador, así como en otros países en vías de desarrollo, existen distintos problemas relacionados con lo que son los desechos sólidos. Estos no solo tienen un efecto sobre la salud del hombre, también, afectan el medio ambiente, entendido este como el lugar que sustenta la vida y que la rodea físicamente, siendo el agua, el aire y el suelo.

El proyecto incluye algunos aspectos que impiden o dificultan el proceso investigativo del estudio entre los cuales se presentan los siguientes:

- Debido a que los estudios sobre cantidades de desechos sólidos y sus componentes resultan con un costo elevado para las instituciones estatales, la información a utilizar estará basada en los datos más actualizados que estas posean.
- Dificultad al realizar el diagnóstico, ya que no todas las instituciones estatales poseen información sobre los desechos sólidos en un lugar determinado.
- Acceso restringido a empresas recicladoras de plástico debido al celo profesional que existe a nivel empresarial.

1.6 JUSTIFICACIÓN

En El Salvador, aunque es un país pequeño la situación es preocupante debido a la gran cantidad de desechos sólidos generados. Según el MARN, en 1992 la zona rural con un 49% de la población, generó 278 mil toneladas métricas por año (TM/A), es decir, el 28% del total de basura, mientras que la población urbana con el 51% del total nacional generó 713 mil TM/A, es decir, el 72% del total de desechos. Mediante una proyección al año 2010 se puede decir que la situación será la siguiente: la población rural será del 40% y producirá 329 mil TM/A, equivalente al 17% del total de basura, mientras que la población urbana será el 60% del total, generando cerca de 2 millones de TM/A, representando el 83% del total de basura. Como puede observarse la cantidad de desechos sólidos está aumentando con el transcurso del tiempo, esto es producto del crecimiento poblacional debido a que la mayoría de actividades comerciales, industriales y de la vida diaria de la población genera desechos que se clasifican de la siguiente forma: materia orgánica 58%, metales 2%, papel y cartón 19%, plásticos 11%, vidrio 2%, otros 8%.³

Dentro de las diferentes fracciones que conforman la composición promedio de los desechos sólidos en el país, el plástico es uno de los que más tiempo tarda en biodegradarse, 400 años, a pesar de que su fabricación es a partir del petróleo que es un recurso no renovable, Pero la disposición final inadecuada de estos desechos es una de las causas del deterioro del medio ambiente.

En El Salvador de 262 municipios, 182 cuentan con servicio de recolección de desechos y existen 143 sitios de disposición final debido a que algunos municipios comparten esos lugares, de estos sitios de disposición final 139 son botaderos a cielo abierto, sólo 4 son rellenos sanitarios ubicados en Nejapa en el departamento de San Salvador, Camones en Santa Ana, Pasaquina en la Unión y en Sonsonate.

³ Fuente: Salud Ambiental del Equipo Técnico de la Zona Occidental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador, 1997.

La ciudad de Santa Ana es la segunda más importante de El Salvador, además de estar en el segundo lugar en cuanto a generación de desechos(202 TM/D), pero no cuenta con una empresa que lleve a cabo el reciclaje de plástico. Aunque en esta ciudad ahora se cuenta con un relleno sanitario, no se hace mayor separación de los desechos. Considerando que el 11% del total de la basura son plásticos, es decir, 22.22 TM/D de los cuales solo se rescatan los recipientes de shampoo que es aproximadamente un 1% el resto queda en el relleno utilizando un espacio bastante amplio debido a que en volumen el 50% del total de la basura que llegan cada día son plásticos⁴. Esto trae como consecuencia que la vida útil del relleno sea más corta (Ver anexo 3).

El relleno sanitario está funcionando sobre un botadero a cielo abierto, es decir que abajo del relleno hay basura que tiene hasta 25 años, es por este motivo que es difícil controlar la combustión espontánea que aun se da dentro del relleno, además que existe un problema muy grande con los gases emitidos por esta basura ya que las chimeneas solo tienen 4 mts. de profundidad y hay basura a más de 20 mts. (Ver anexo 4).

Existen plásticos que pueden reciclarse y convertirlos en otros productos para contribuir a disminuir el impacto ambiental. Considerando la importancia y valor que una solución relacionada con éste problema pueda tener, el proyecto que se presenta con el tema: “**Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana**” el cual es una alternativa de disposición de basura que agrega valor a los desechos, que tiene como propósito contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, a través de la colaboración en la limpieza de la ciudad y sobre todo en la conservación del medioambiente.

⁴ Fuente: Jefe del Departamento de Aseo Urbano de la Alcaldía Municipal de Santa Ana.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO
LOS DESECHOS SÓLIDOS
Y EL PLÁSTICO

2.1 INTRODUCCIÓN

La generación de desechos de un país o de una sociedad, está directamente relacionado con la cantidad de recursos naturales consumidos; de tal forma que, los países que gozan de mejores niveles de vida, generan mayores volúmenes de desechos y consumen una mayor cantidad recursos naturales.

El afán de ganancia de las empresas, los constantes bombardeos de publicidad hacia el consumismo, a estar a la moda y el fomento de la cultura de lo desechable, y de corta durabilidad; han jugado un rol importante en el incremento de los desechos sólidos.

La industria en general ha avanzado rápidamente y los usos de los plásticos también, sustituyendo principalmente al metal y al vidrio, prueba de ello es que está presente tanto en empaques como en recipientes de uso diario dentro y fuera del hogar además en componentes mecánicos y juguetes.

En este capítulo se presenta información teórica acerca de desechos sólidos como lo es la definición y las diferentes clasificaciones, asimismo se explican las distintas etapas en el tratamiento y el manejo integral de los desechos.

Se incluye también teoría sobre los aspectos generales del plástico como la definición, historia, clasificaciones, propiedades, ventajas y desventajas, procesos utilizados en la manufactura y la respectiva codificación.

Se mencionan los plásticos que pueden ser reciclados y los productos que se fabrican a partir de ellos, así como las propiedades que el material pierde al ser reciclado.

2.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Los desechos sólidos son producto de la forma en que se ha estructurado el sistema social en que se vive y de la manera como se ve el ser humano en la naturaleza, dependiendo de las condiciones locales, de estos desechos se pueden obtener materia prima para la industria como: papel, plástico, aluminio; combustibles para la producción de energía, y material biodegradable que puede ser utilizado en el campo de la agricultura; por lo tanto, es importante conocer que son los desechos sólidos.

2.2.1 DEFINICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS:

Se pueden definir, como materiales de naturaleza sólida o semisólida que provienen de las actividades realizadas por el hombre, y en algunos casos por los animales, que relativamente no poseen ningún valor, y que pueden ser desechados.

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Por su origen los desechos sólidos se pueden clasificar:

- a) **DESECHOS ORGÁNICOS:** Son aquellos materiales que se degradan por acción biológica, es decir, que sufren biodegradación o putrefacción bacteriana, por medio de microorganismos bajo condiciones de temperatura, humedad, oxigenación, luz y aire.
- b) Los desechos orgánicos son de origen animal o vegetal. Y se incluyen desechos de alimentos.
- c) **DESECHOS INORGÁNICOS:** Son todos aquellos materiales no biodegradables, es decir, que no son degradables por microorganismos como lo son los plásticos, vidrio, aluminio.
- d) **DESECHOS PELIGROSOS:** Es todo aquel desecho, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas e

irritantes representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Por su procedencia los desechos sólidos pueden ser:

- a) DESECHOS DOMICILIARIOS: El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.
- b) DESECHOS COMERCIALES: Es aquel que es producido en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.
- c) DESECHOS INDUSTRIALES: Es aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción.
- d) DESECHOS INSTITUCIONALES: Se entiende por desecho sólido institucional aquel que proviene de establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras.
- e) DESECHOS MUNICIPALES: Se derivan del servicio municipal del barrido de calles, cortes de jardín, residuos de sumideros, animales muertos, cubos de basura municipal.

2.3 ETAPAS EN EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

Los desechos sólidos, como toda materia, tienen su ciclo de vida y sus impactos permanecen mientras dure su existencia. Las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos son:

2.3.1 GENERACIÓN: Cantidad de desechos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado. Es la etapa que reúne actividades relacionadas con la identificación de un material sólido como

carente de valor. Las principales fuentes productoras de desechos sólidos son los hogares particulares, establecimientos colectivos, educacionales, comerciales, hospitales e industriales entre otros.

2.3.2 ALMACENAMIENTO: Es la acción de retener temporalmente los desechos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos. Esta etapa generalmente es responsabilidad del generador.

2.3.3 RECOLECCION: Se refiere a las actividades relacionadas con la recopilación de los desechos sólidos de viviendas, negocios y otros lugares, cargándolos a un vehículo de conducción y transportándolos a la estación de transferencia y procesamiento o disposición final.

2.3.4 TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE: Esta fase incluye todas las actividades relacionadas con la utilización de estaciones temporales de almacenamiento de los desechos sólidos, donde son transferidos por unidades recolectoras de menor capacidad a unidades de mayor capacidad para ser transportados a las unidades de procesamiento y/o recuperación o a disposición final, generalmente son utilizadas cuando la distancia para el transporte es grande.

2.3.5 TRATAMIENTO: Comprende las técnicas, equipos, instalaciones y servicios utilizados para recuperar materiales útiles, productos de conversión o energía de los desechos sólidos. Proceso previo a la disposición final.

2.3.6 DISPOSICIÓN FINAL: Reúne todas las actividades relacionadas con el destino final de los desechos sólidos. Generalmente se hace por medio de botaderos a cielo abierto.

2.4 MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Es el conjunto de procesos relacionados con el manejo y disposición de los desechos de las actividades domésticas, industriales, agroindustriales, comerciales, hospitalarias e institucionales en general. En esta gestión se ven

involucradas tanto la legislación como una normativa técnica, lo mismo que los procesos de reducción en origen como los métodos de separación en la fuente, recolección, reciclaje y disposición final, ya sean públicos o privados. La gestión integral de residuos corresponde a todas las personas, una guía para los ciudadanos se conoce como la ley de las 3 R's.

2.4.1 LA LEY DE LAS 3R'S

Reducción en el origen

En el proceso de generación de basura que inicia desde la producción, luego la distribución y por último el consumo de mercancías y productos de una amplia gama, la reducción tiene un papel especial, porque es la primera acción que se puede poner en práctica para evitar que al final de la cadena productiva, el volumen y composición de los desechos sólidos sea incontrolable.

La reducción se puede aplicar en cualquiera de las etapas del ciclo productivo, es decir, en la generación misma de los artículos, en la distribución que se hace de una gran cantidad de productos, en el consumo que se hace en la infinidad de centros de adquisición, que van desde comestibles, herramientas, prendas de todo tipo, hasta artículos suntuarios, pasando por una gran cantidad de otro tipo de mercancías.

La reducción en el punto de origen, tanto durante el proceso de producción como de consumo, es aplicar la filosofía de “prevenir antes que lamentar”. La reducción en origen incluye una diversidad de acciones y medidas que podrían reducir la cantidad y toxicidad de la basura que se genera. La reducción en el origen puede además, conservar los recursos naturales que son materias primas básicas, ayuda a disminuir la contaminación del aire y el agua, reducir el volumen final de desechos y por tanto bajar los costos que implica la recolección y disposición final de los mismos.

La reducción es necesaria porque al producir menos basura, se reducen los problemas sociales, económicos y ambientales asociados a ella. El principal

beneficio directo de la reducción de la cantidad de desechos que se generan en la fábrica, el comercio o el hogar, es que se contribuye a prevenir la acumulación de grandes cantidades de desechos de todo tipo, incluyendo materiales potencialmente útiles, en botaderos y vertederos.

Reusando la basura

Reusar las cosas y los productos que se adquieren en el mercado y que usualmente se convierten en basura cuando ya no sirven, es uno de los caminos para reducir la cantidad de todo lo que se tira.

Se produce basura todo el tiempo, todos los días, durante todo el año. Anualmente, las cantidades acumuladas suman centenares de miles de toneladas, que terminan siendo depositadas en grandes vertederos, en botaderos clandestinos o ilegales, en basureros espontáneos, en ríos y lagos, o simplemente esparcida al aire libre. La basura se desborda y la actitud del ser humano es tirarla, alejarla de ellos, lanzarla por las ventanas del bus, del automóvil, tirarla en la acera, a la calle, donde ya no le estorbe.

Actualmente se vive en sociedades de consumo, donde tirar se ha convertido en la forma más fácil de deshacerse de la basura, sin considerar el valor que pueden tener muchos de los objetos que se consideran en un momento dado un simple desperdicio. Hoy en día el mercado ofrece una variedad interminable de productos, bienes y servicios para satisfacer necesidades reales y ficticias.

Los patrones de consumo se han venido transformando a través del tiempo, por la influencia de los avances de la tecnología, que progresivamente implantó la producción en serie, introdujo nuevos materiales, creó nuevas aplicaciones domésticas de los avances científicos y abarató los precios. Paralelamente, los medios de comunicación masiva jugaron su papel, desarrollando las herramientas de la publicidad y la propaganda.

La incorporación de mas y más países en los circuitos globales de comercio incrementan el flujo de mercancías y bienes, y permite el desarrollo de una

cultura homogénea que incentiva el consumo de nuevos satisfactores para alcanzar confort y la seguridad del progreso material.

En las sociedades de consumo actuales, los productos cada vez son aparentemente más inteligentes y eficientes, pero a menudo son de menor durabilidad, lo cual sirve para alimentar la espiral de consumo.

A continuación se dan una serie de alternativas para recuperar y reutilizar muchas cosas que usualmente terminan en la basura.

- Mantener y recuperar productos duraderos.
- Reusar bolsas, recipientes y otros artículos.
- Prestar, alquilar o compartir artículos de uso poco frecuente.
- Vender o donar artículos en vez de tirarlos.

Reciclaje

Se puede decir que el reciclaje es la fase que complementa la reducción y el reuso en el proceso de un buen manejo de la basura. Es decir, que si no se puede reducir el consumo de materiales descartables, ni tampoco reutilizarlos, al menos se debe consumir materiales preferiblemente reciclados y cuyos desechos se puedan reciclar.

El reciclaje es el proceso mediante el cual los materiales son recolectados y utilizados como materia prima para procesos nuevos. El reciclaje previene que materiales potencialmente útiles lleguen a los rellenos sanitarios o sean quemados, reduciendo los volúmenes destinados a los sitios de disposición final.

El reciclaje ayuda a ahorrar energía y recursos naturales. Es una actividad que requiere especialmente de la participación de la iniciativa privada y de la existencia de empresarios creativos con responsabilidad social y ambiental.

2.5 ASPECTOS GENERALES DEL PLÁSTICO

Los plásticos son materiales que permiten infinidad de usos y aplicaciones, al igual que otros materiales, PLÁSTICO es el nombre genérico, ya que existen diferentes tipos de materiales plásticos y cada día se descubren nuevas aplicaciones. Es difícil encontrar una industria que no utilice algún tipo de plástico en sus productos, en construcción, agricultura, medicina, informática, automotriz, alimentación y tantas como se les ocurra.

2.5.1 DEFINICIÓN:

Los plásticos son materiales obtenidos a base de resinas sintéticas cuya plasticidad en cierto período de elaboración permite moldearlos con facilidad, dándoles forma permanente mediante presión, calor o simple colada, para obtener de ellos artículos de numerosas aplicaciones. Las resinas sintéticas son productos orgánicos formados, como casi todos los compuestos de esta rama de la química, por muy pocos elementos, fundamentalmente carbono, hidrógeno y cloro, los cuales se obtienen del carbón, del petróleo, de la celulosa, del aire, del agua y de la sal común.

La sustancia está constituida de moléculas sintéticas, o sea, producidas por el hombre, llamadas polímero. Los polímeros son, por tanto, moléculas básicamente lineales, constituidas por la unión de moléculas de bajo peso molecular. Estas se denominan monómeros y se unen por intermedio de reacciones químicas. Así es que los polímeros pueden ser definidos químicamente como moléculas relativamente grandes, de pesos moleculares del orden de 1.000 a 1.000.000, en cuya estructura se encuentran unidades químicas sencillas repetidas.

2.5.2 HISTORIA DEL PLÁSTICO

Hasta el inicio del siglo XIX, el hombre solo conocía las macromoléculas orgánicas de origen natural, como la madera y la lana. Estos materiales eran muy utilizados en la fabricación de varios objetos, en la construcción civil y en vestuario, entre otras aplicaciones.

El primer material polimérico de que se tiene noticia, fue producido por Charles Goodyear en 1839. Él consiguió modificar las propiedades mecánicas de la goma natural, extraída del jébe proveniente de Brasil, mezclándola con azufre y calentándola. Antes, en días muy tórridos se reblandecía y quedaba pegajosa, mientras que en el invierno se volvía dura como hueso. Con la modificación, el caucho permanecía seco y flexible a cualquier temperatura. Ese proceso por él patentado, quedó conocido como vulcanización. Con la vulcanización, la goma natural obtuvo muchas aplicaciones, transformándose en un importante producto comercial.

El surgimiento del plástico ocurrió en 1861, cuando Alexander Parkes obtuvo un material celulósico, a partir del tratamiento de residuos de algodón con ácido nítrico y sulfúrico, en presencia de aceite de ricino.

El material conseguido, llamado parkesina, no tuvo suceso comercial debido a su elevado costo de producción. Entretanto, en 1868, John W. Hyatt mejoró el producto desarrollado por Parker y consiguió un producto económicamente viable sustituyendo el aceite de ricino por el alcanfor, resultando el celuloide. A partir de este material, se obtuvieron, como el primer producto fabricado con material sintético, las bolas de billar. El celuloide fue usado por mucho tiempo en la fabricación de una diversidad de productos: peines, cabos de cubiertos, muñecos, dentaduras, soportes de lentes, bolas de ping pong y películas fotográficas. Apenas se abandonó la utilización del celuloide después del surgimiento de otros materiales poliméricos menos inflamables.

Por tanto, los descubrimientos del caucho vulcanizado, de la parkesina y del celuloide representaron el comienzo de un nuevo tipo de material. Entretanto, las estructuras químicas de estas moléculas eran totalmente desconocidas. La primera hipótesis de la existencia de macromoléculas fue desarrollada en 1877 por Friedrich A. Kekulé. Él levantó la posibilidad de que estas sustancias orgánicas naturales podrían ser constituidas de moléculas muy grandes, y tener propiedades especiales. Con base en esta hipótesis, en 1893, Emil Fisher sugirió que la estructura de la celulosa natural podría ser formada por cadenas constituidas por unidades de glucosa, mientras que los polipéptidos serían largas cadenas de poliaminoácidos asociadas, unidas.

En 1907, Leo H. Baekeland perfeccionó el proceso de producción de la resina fenol-formaldehído, desarrollada unos años antes por Adolf Von Bayer. La sustancia formada era una resina rígida y poco inflamable, llamada baquelita. La baquelita fue ampliamente utilizada en la fabricación del cuerpo de equipos eléctricos principalmente teléfonos, hasta la mitad de los años 50, cuando fue sustituida por otros polímeros apenas por razones estéticas, ya que la baquelita es oscura y casi no permite variaciones de color.

Hermann Staudinger, en 1924, formuló la hipótesis de que el poliéster y el caucho natural estaban constituidos por estructuras químicas lineales, independientes y muy largas, proponiendo nombrarlas macromoléculas. Posteriormente recibió el Premio Nobel en Química, en 1953, por haber sido el pionero en la declaración de la estructura química de las macromoléculas. Cuatro años después, Guayabee H. Carotes, en el Laboratorio Central de Investigación de la DuPont, estudió polímeros lineales obtenidos por policondensación de monómeros bifuncionales. Su grupo de investigaciones desarrolló el neopreno, poliésteres y poliamidas. Un miembro de este grupo, Paul J. Flory, también recibió, en 1974, Premio Nobel de Química por su contribución en la investigación de la físico-química de polímeros.

Durante los años 20, surgieron el acetato de celulosa, el policloruro de vinilo (1927), el polimetacrilato de metilo (1928) y la resina urea-formaldehído (1929). Se calcula que durante los 10 años siguientes, en Estados Unidos se produjeron cerca de 23 000 toneladas de plásticos, básicamente de materiales fenólicos y celulosos.

Entre 1930 y 1942 varios polímeros se descubrieron, tal como el copolímero de estireno-butadieno (1930), poliacrilonitrilo, poliacrilatos, poliacetato de Vinilo y el copolímero estireno-acrilonitrilo (1936); los poliuretanos (1937); el poliestireno y el politetraflúor-etileno ó teflona (1938); las resinas fenol o melamina-formaldehído conocido como fórmica y el politereftalato de etileno (1941); fibras de poliacrilonitrilo (orlon) y los poliesteres insaturados (1942). La primera industria a producir nylon fue la DuPont en 1938, y la fabricación del nylon-6 (perlon) fue iniciada en el año siguiente por la I. G. Faber. Por ésta época en Alemania, P. Shlack hizo la primera polimerización por abertura de anillo, de un compuesto orgánico cíclico, al producir el nylon a partir de la caprolactama.

Después de la segunda guerra mundial, la fabricación y la comercialización de los materiales poliméricos tuvo un gran impulso con el apareamiento de las resinas epoxi (1947) y ABS (1948), además del desarrollo de los poliuretanos.

Otro paso significativo en el estudio de la química de polímeros ocurrió en 1953, con el descubrimiento de la polimerización estéreo regular, por los investigadores Karl Ziegler y Giulio Natta, por lo que también recibieron el Premio Nobel de Química, en 1963.

La década de los 50 fue marcada por el surgimiento de varios polímeros como el polietileno lineal, el polipropileno, el poliactal, el policarbonato, el polióxido de fenileno, así como de nuevos copolímeros. Durante los años 60, los plásticos pasaron a sustituir la madera, como también el cartón y el vidrio en los embalajes. Y en los años 70, tomaron el lugar de algunas aleaciones ligeras.

En los años 80, la producción de plásticos se intensificó y diversificó, tornándose una de las principales industrias químicas del mundo. Debido a la continua necesidad de nuevos materiales poliméricos, varios centros de investigación, industrias y universidades mantienen investigaciones científicas o tecnológicas, constantemente desarrollando polímeros con las más variadas propiedades químicas y físicas.

Desde la década de los 90, el mundo no se puede imaginar sin los plásticos ni los cauchos. El progreso de un país se puede medir por su producción de plásticos. El consumo per cápita durante 1995 en Brasil fue de 14 kg/hab/año, un índice muy bajo si se compara con el de otros países como Singapur, Taiwán, Japón, Estados Unidos, y países de Europa Occidental. Sin embargo, este consumo en Brasil está aumentando significativamente, lo que trae el desarrollo de las industrias de producción y de transformación de plásticos en el país, y principalmente, una mejor calidad de los productos.

2.5.3 CLASIFICACIÓN Y USO DE LOS PLÁSTICOS

Según su estructura molecular los plásticos se dividen en dos grandes grupos:

- a) **TERMOPLÁSTICOS:** Son materiales que por la acción del calor se funden y pueden moldearse repetidas veces, se debe tener en cuenta que en cada transformación se pierde parte de sus propiedades originales, Ver cuadro 1.

Cuadro 1:
Tipos de termoplásticos

TIPO	APLICACIONES
Polietileno Tereftalano	Botellas, envases termo-formados.
Polietileno de Baja Densidad	Bolsas, recipientes domésticos, juguetes, flores artificiales, recipientes de embalaje, frascos flexibles, aparatos médicos, piezas de alta frecuencia.
Polietileno de Alta Densidad	Utensilios domésticos, juguetes, recipientes de transporte, botellas, bolsas, piezas para alta frecuencia, aparatos médicos, artículos técnicos, cajas.
Cloruro de Polivinilo	Juguetes, tuberías cable eléctrico, mangueras, tarjetas de crédito, blister pack.
Polipropileno	Recipientes y objetos de uso diario, artículos para mecánica fina y aparatos eléctricos, cascos protectores, tacones para zapatos, sillas para jardín, película, rafia, filamento para pañal, ganchos.
Poliestireno	Elementos constructivos, piezas aislantes para la técnica eléctrica y de telecomunicaciones, objetos domésticos, juguetes, artículos de escritorio y publicitarios, botes, estuches de cosméticos, estuches de cassettes.
Acrilonitrilo- Butadieno-Estireno	Carcasas de teléfonos, batidoras, licuadoras y maquinas de escribir.

- b) **TERMOFIJOS:** Son materiales que una vez moldeados, no se pueden fundir para reutilizarse, ya que se carbonizan, generalmente están cargados con minerales y fibra de vidrio. Ver cuadro 2.

Cuadro 2:
Tipos de termofijos

TIPO	APLICACIONES
Resina Poliéster	Encapsulados, lámina acanalada
Resina Fenólica	Apagadores de luz
Poliuretano	Colchones, espumas y relleno de muebles

2.5.4 PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS

Hay más de 100 tipos de plásticos pero tienen propiedades que los caracterizan y dependiendo de ellas pueden sufrir transformaciones, a continuación se presentan propiedades generales de los plásticos y específicas de algunos de ellos.

2.5.4.1 Propiedades generales de los plásticos

Para conocer acerca de los plásticos a continuación mostramos las propiedades de este material.

PROPIEDADES FÍSICAS	
PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Masa Especifica	Esta comprendida entre 1 y 1.7 kg/dm ² aumenta cuando crece la polimerización.
Color y Propiedades Ópticas	El color varía entre blanco y castaño. Existen plásticos transparentes a la luz visible, rayos ultravioleta e infrarrojos utilizado en cristales de óptica.
Propiedades Eléctricas	Resistividad del orden 10 ¹² a 10 ¹⁶ ohm.cm, rigidez eléctrica del orden de 10 kv por cm de espesor.
Características Térmicas	Calor específico varía de 0.25 y 0.5 Cal/gr.°C, elevada dilatación lineal y buenos aislantes térmicos, conductividad de 8 a 10 veces que la de los mejores caloríficos.
Fusión	No representa un punto, sino un intervalo de fusión, las sustancias termoplásticas es de 100 a 150 °C; en el caso de sustancias termoenduradas solo existe fusión cuando no ha alcanzado el estado final de su evolución química.
Solubilidad	Si se sobrepasa la concentración relativa a la saturación, queda una fase sólida en presencia de una solución.

PROPIEDADES MECANICAS	
PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Elasticidad	Presentan una elasticidad análoga a la de los metales, esta se debe a los enlaces intermoleculares que intervienen como fuerza de cohesión; el alargamiento elástico excede 4% a la temperatura ordinaria.
Plasticidad	Se manifiesta de manera sensible en las sustancias termo-plásticas y con una intensidad que aumenta con la temperatura, ciertos productos se deforman fácilmente con agua hirviendo, los termo-duros no son deformables pues su alargamiento a la tracción apenas sobrepasa el 0.7% a la temperatura ordinaria, mientras que es del orden del 10 al 100% a las sustancias termo-plásticas.
Resistencia a la Rotura	La resistencia a la tracción es del orden de 2 a 6 kg /mm ² para los productos moldeados, pero mas elevada para los productos estratificados hasta 35 kg /mm ²
Rozamiento Interno	Las vibraciones se extinguen rápidamente en el seno de las piezas de plástico por razón del elevado valor del coeficiente de rozamiento interno de esas sustancias, esto sirve para eliminar la resonancia cuando el producto queda sometido a compresiones periódicas.

PROPIEDADES QUÍMICAS	
PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Acción del Calor	Cada plástico esta caracterizado por una temperatura máxima de utilización continua que varía de 60 a 260 °C, y que es inferior a su punto de fusión.
Combustión	Excepto los productos basados en nitrato de celulosa, los plásticos arden difícilmente pero algunos son incluso inflamables como las sustancias ricas en halógenos o que representan un alto grado de poli-condensación.
Acción de los Reactivos Usuales	Son insensibles a la acción del agua y de soluciones diluidas ácidas y básicas, aunque se prefiere eliminar la imputrefacción de los plásticos, actualmente la mayoría de ellos resultan imputrescibles y pueden ser empleados sin precauciones en climas calientes y húmedos, pero la acción prolongada de la luz da lugar a que las sustancias incoloras o coloradas adquieran una tonalidad amarillenta.

2.5.4.2 Propiedades específicas de algunos plásticos

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	
PROPIEDAD	DESCRIPCION
Nombres Comerciales	Hostalen, Vestolen.
Color y aspecto del material corriente en el mercado como materia prima	Masas granuladas, en granza, incoloro opaco lechoso y en todas las tonalidades transparentes y opacas, tacto semejante a la cera.
Propiedades Generales del Producto	Alta rigidez, estabilidad a la temperatura y estabilidad de forma; buena dureza superficial; destacadas propiedades dieléctricas, insípido e inodoro, resistente a la ebullición y esterilizable.
Temperatura de uso máximo permanente sin perjuicio	150°C
Estabilidad a los productos químicos	Estable frente a ácidos y álcalis, alcohol, esterés, cetonas, éteres, aceites y grasas; inestable frente a hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.
Comportamiento y olor al aplicar la llama	Sigue ardiendo al separar la llama, llama luminosa con núcleo azul, goteo.
Olor	A parafina o velas de esterina.
Conductividad térmica	0.33Kcal /mh ⁰ C.
Calor específico	0.45Kcal /kg ⁰ C.
Densidad a 20 ⁰ C	0.94-0.96g /cm ³ .
Tiempo de secado	De 1-1.5 horas a 65 ⁰ C.
Para construcción en molde	Hay que contar con una contracción de 2-4%.

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	
PROPIEDAD	DESCRIPCION
Nombres Comerciales	Lupolen, Trolen 200.
Color y aspecto del material corriente en el mercado como materia prima	Masa granulada, en granza, incoloro opaco lechoso y en todos los tonos de color transparente y opaco, tacto semejante a la cera.
Propiedades generales del producto acabado	Alta flexibilidad, buena resistencia térmica, baja dureza superficial, buenas propiedades dieléctricas, insípido e inodoro.
Temperatura de uso máximo permanente sin perjuicio	85-95°C
Estabilidad a los productos químicos	Frente a ácidos y álcalis, alcohol, ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas; inestables frente a hidrocarburos clorados, bencina, carburantes.
Comportamiento y olor al aplicar la llama	Sigue ardiendo tras separarla, llama luminosa con núcleo azul, goteo.
Olor	A parafina.
Conductividad térmica	0.26 kcal / mh°C.
Calor específico	0.5 kcal / kg°C.
Densidad a 20°C	0.92-0.94 g /cm ³ .
Tiempo de secado	1- 1.5 h, a 65°C.
Para construcción en molde	Los recipientes hechos con este termoplástico son permeables respecto a líquidos volátiles, para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 1.5 a 3.0%.

POLIPROPILENO	
PROPIEDAD	DESCRIPCION
Nombres Comerciales	Hostalen PPH, Luparen, Vestolen P.
Color y aspecto del material corriente en el mercado como materia prima	Masa granulada, incolora, opaca y teñida, transparente y oscura.
Propiedades Generales del Producto	Elevada estabilidad de forma al calor, resistencia a la tracción y al choque, rigidez, buena dureza superficial, sin tendencia a la corrosión por tensiones, esterilizable hasta los 120°C, prácticamente sin absorción de agua, se hace quebradizo a temperaturas inferiores a los 0°C.
Temperatura de uso máximo permanente sin perjuicio	120-130°C.
Estabilidad a los productos químicos	Frente a ácidos débiles, álcalis débiles; condicionalmente estable frente a alcoholes, ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas. Inestable frente a ácidos concentrados, álcalis concentrados, hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.
Comportamiento y olor al aplicar la llama	Sigue ardiendo al separarla, llama luminosa con núcleo azul, goteo.
Olor	Débil a parafina.
Conductividad térmica	0.26 kcal / mh°C.
Calor específico	0.46 kcal / kg°C.
Densidad a 20°C	0.91 g /cm ³ ..
Tiempo de secado	1-1.5 h a 75°C.
Para construcción en molde	Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 1.2 a 0.5% en pérdidas de buena fluidez; de 2 a 3% en pérdidas de menor fluidez.

POLIESTIRENO	
PROPIEDAD	DESCRIPCION
Nombres Comerciales	Polystrol III, VI, Vestyron D.
Color y aspecto del material corriente en el mercado como materia prima	Masas granuladas uniformes; forma cilíndrica, prismática o esférica; transparente y coloreado hasta opaco.
Propiedades Generales del Producto	Gran rigidez y exactitud de medidas, valores dieléctricos favorables, resistente a la humedad y estable al agua, insípido e inodoro, tiende a formar grietas.
Temperatura de uso máximo permanente sin perjuicio	60-75°C.
Estabilidad a los productos químicos	Frente a ácidos y álcalis, alcohol; condicionalmente estable frente a aceites y grasas minerales y vegetales; inestable frente a ésteres, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.
Comportamiento y olor al aplicar la llama	Sigue ardiendo al separarla, llama brillante, fuerte formación de hollín.
Olor	Típicamente dulzaino estireno.
Conductividad térmica	0.14 kca l/ mh°C.
Calor específico	0.3 kcal / kg°C.
Densidad a 20°C	1.05 g / cm ³ .
Tiempo de secado	1-3 h a 60-80°C.
Para construcción en molde	Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0.4 a 0.6%.

2.5.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLÁSTICOS

Muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que se desechan a continuación se presentan algunas ventajas y desventajas que poseen los plásticos:

VENTAJAS:

- Son resistentes a la corrosión.
- Livianos y con capacidad de adoptar múltiples formas.
- Conservan por más tiempo intactas las características del producto como el sabor y el aroma.
- Minimizan la penetración de oxígeno permitiendo el envasado al vacío.
- Permite ver a través de ellos sin tocarlos.

DESVENTAJAS:

- Son materiales bastante frágiles.
- Tardan mucho tiempo en degradarse.
- Al fabricarlos se produce dióxido de carbono.
- Generan un impacto negativo al medio ambiente cuando son desechados.

2.5.6 PROCESOS UTILIZADOS EN LA MANUFACTURA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS

La mayoría de los artículos manufacturados mantienen las características básicas de las materias primas de que están fabricados; con los plásticos no ocurre lo mismo. Las fibras que componen el papel siguen siendo fibras de madera, pese a los procesos y alteraciones por que han pasado. En los plásticos, la celulosa de la madera se convierte en producto completamente nuevo, que no tiene parecido alguno con su material original.

La base para casi todos los plásticos es el proceso químico llamado polimerización, en el cual las moléculas individuales se agrupan en varias combinaciones para formar nuevos materiales. Se comienza con simples moléculas llamadas monómeros, que pueden proceder de una o varias sustancias combinadas. Los monómeros son susceptibles de polimerización, es

decir, de ser unidos permanentemente entre sí para formar largas cadenas de moléculas llamadas polímeros. En la formación de polímeros intervienen en unos casos el calor o la presión, y en otros la exposición a ciertos rayos o irradiación. También se utilizan aceleradores catalíticos, emulsiones, tales como el jabón y solventes.

Los principales procesos empleados para la manufactura de los plásticos, son los siguientes:

MOLDEO POR COMPRESIÓN:

Se utiliza una matriz de acero, con la forma negativa del artículo que se desea fabricar y debidamente calentada; se coloca en ella una cantidad convenientemente pesada del compuesto plástico de moldeo y luego es cerrada a presión por medio de una prensa hidráulica, mecánica o manual. Al ponerse en contacto el compuesto con la matriz caliente a unos 150°C, ya sea eléctricamente o por circulación de un fluido caliente, se transforma en una masa pastosa e inmediatamente después se produce una reacción química en el material, que lo transforma en cuerpo rígido e infusible. Este procedimiento se emplea principalmente para las materias termoendurecibles, se opera generalmente bajo presión del orden de los 700 kg/ cm² con el fin de permitir un buen llenado del molde e impedir la formación de burbujas debido a emanación de gas, y particularmente de vapor de agua.

MOLDEO POR INYECCIÓN:

Se realiza por una máquina que se compone de una tolva por donde entran los gránulos del material, de un cilindro con bandas de resistencias eléctricas, donde el material es plastificado por acción del calor hacia los 200°C, y de un molde con circulación de agua fría donde el material es endurecido y se le da la forma que se desee.

La resina es inyectada a gran presión dentro del molde a través del cilindro de calor por medio de un pistón a 1000 kg/cm^2 . Terminada la inyección, el pistón retrocede y el molde se abre para facilitar la extracción de la pieza moldeada. Este procedimiento se usa generalmente en forma exclusiva para el moldeo de las materias plásticas del tipo termoplástico.

MOLDEO POR EXTRUSIÓN:

Se efectúa este procedimiento mediante una tolva por donde entra el material en forma de gránulos. Constituye una variante del moldeo por inyección; el pistón es sustituido por un tornillo sin fin y la materia, siempre termoplástica fluye por una tobera o boquilla. El producto obtenido es enfriado al aire o por inmersión en agua.

MOLDEO POR SOPLADO:

Consiste en colocar dos láminas de celuloide entre las dos mitades de una matriz de bronce u otra aleación, calentándolas por medio de vapor que es luego inyectado a presión entre ambas láminas, a fin de que adopten la forma de la matriz. Se sustituye el vapor por aire frío y al mismo tiempo la matriz es enfriada por circulación del agua hasta obtener el completo endurecimiento del material plástico, lo cual permite extraer la pieza terminada. Se usa para fabricar objetos que sean huecos en su interior.

MOLDEO AL VACÍO:

Es el proceso de calentar una hoja o película de plástico y colocarla sobre un molde, luego se extrae el aire que existe entre el plástico y el molde; de manera que el plástico tome la forma requerida.

MOLDEO POR TRANSFERENCIA:

La materia plástica, en forma de polvo o de pastilla, es colocada en el receptáculo superior del molde y luego inyectada por medio del émbolo a las cavidades inferiores. Este procedimiento permite el moldeo de piezas con

tolerancias verticales más exactas de lo que se puede obtener por compresión y puede usarse para moldear en torno a insertos de metal delicados, tales como alambres de cobre o platino.

FUNDICIÓN DE MOLDE A PRESIÓN:

A veces es llamado moldeo por inyección, ya que la única diferencia entre ambos moldes es la forma de introducir en material. Este proceso empuja el material a una cámara, mediante un émbolo, esta cámara se llama Cámara de descarga porque recibe el material, la que después es separado y extraído el producto.

MOLDEO A PRESIÓN:

Este moldeado es el opuesto del moldeado vacío, pues aplica aire a presión en una cavidad para obligar al material caliente a expandirse contra la forma del molde.

PELICULA SOPLADA:

Similar al moldeo a presión, o al vacío en algunos aspectos. Se extruye un tubo plástico delgado con un troquel, se tira del tubo a través del troquel, hasta los rodillos de presión en una torre a cierta distancia encima del troquel, después se le inyecta aire para formar una burbuja de plástico, cuando llega a los rodillos ya esta fría y sólida.

2.5.7 CODIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

Algunas aplicaciones de diferentes materiales son semejantes, por lo que es muy difícil identificar un material plástico con la vista o al tacto, por eso se implementó un sistema que ayuda a identificar el material empleado para fabricar: tarros, botellas, contenedores, recipientes, bolsas y cubetas.

Este sistema fue desarrollado por “La Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos (SPI)”, y ha sido adoptado en todo el mundo.

Se basa en una simbología simple que permite en el proceso de recolección y reciclaje, identificar y separar los diferentes productos. Se compone de tres flechas que forman un triángulo con un número en el centro y letras en la base. Existen cinco familias de plásticos que son las que se encuentran en los empaques domésticos:



Polietileno Tereftalato (PET)



Polietileno de alta densidad (PEAD)



Cloruro de Polivinilo (PVC)



Polietileno de baja densidad (PEBD)



Polipropileno (PP)



Poliestireno (PS)



Otros

2.6 RECICLAJE DE DESECHOS PLÁSTICOS

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales reciclados. Los recursos renovables, como los árboles, también pueden ser salvados. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía. Cuando

se consuman menos combustibles fósiles, se generará menos CO₂ y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero.

2.6 1 DEFINICIÓN

RECICLAJE: Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. La palabra "reciclado" es un adjetivo, el estado final de un material que ha sufrido el proceso de reciclaje. En términos de absoluta propiedad se podría considerar el reciclaje puro sólo cuando el producto material se reincorpora a su ciclo natural y primitivo: materia orgánica que se incorpora al ciclo natural de la materia mediante el compostaje. Sin embargo y dado lo restrictivo de esta acepción pura, extendemos la definición del reciclaje a procesos más amplios. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo primario o simple, e indirecto secundario o complejo.

2.6.2 PLÁSTICOS RECICLABLES

Los plásticos que pueden ser reciclados son los termoplásticos, a continuación se especifican cada uno de ellos junto con los productos que se pueden obtener y las propiedades que pierden:

PET: Las propiedades del pet reciclado se modifican por la presencia de contaminantes en los artículos a reciclar como etiquetas de PEAD que por no ser compatible con el poliéster origina que el pet presente turbidez, adhesivos que en presencia del calor degradan el material disminuyendo su viscosidad y el acetaldehído, que debido a que es un volátil, fácilmente se desprende del pet

propiciando la degradación durante el pelletizado. El pet reciclado se utiliza para fabricar: filamento para alfombras y vestimenta.

PEAD: En el reciclado de los polietilenos, las propiedades que más se modifican son la resistencia a la tensión y elongación, relacionadas con el contenido de humedad y el tipo de contaminantes que presenten. De estos materiales se pueden obtener otros envases.

PVC: Es un material difícil de reciclar ya que presenta grandes cambios como pérdida de brillo, amarillamiento y transparencia. El PVC reciclado se utiliza para fabricar suelas de zapatos y caños.

PEBD: Al igual que el PEAD pierde resistencia a la tensión y elongación; de este material reciclado se puede fabricar film para agricultura.

PP: Es uno de los que más conservan sus propiedades en el reciclado, se han desarrollado estabilizadores para polipropileno reciclado con los cuales se conservan las propiedades del material hasta cinco historiales térmicas. Sus principales aplicaciones son en la fabricación de tuberías y artículos para la industria automotriz.

PS: De la familia del poliestireno, uno de los materiales que representa más dificultades es el poliestireno expansible debido al aditivo de espumado que se agrega durante su producción, conserva sus propiedades hasta tres historiales térmicos. El PS reciclado se utiliza para fabricar tacones, ganchos de ropa, macetas, accesorios de oficina y aislamientos térmicos.

CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE SANTA ANA

3.1 INTRODUCCIÓN

La situación de los desechos plásticos a nivel mundial es preocupante, significan grandes cantidades de material no biodegradable que afectan el medio ambiente.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los municipios encargados de la recolección y disposición final de los residuos ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen que representan.

Por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Algunos datos alertan sobre esto. Por ejemplo, un camión con una capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes, transportará apenas 6 ó 7 toneladas de plásticos compactado, y apenas 2 de plástico sin compactar.

Mediante el diagnóstico de la situación actual de los desechos plásticos en la ciudad de Santa Ana, se pretende tener una noción tanto de las cantidades como también de la disposición final de estos.

Con una exploración en el Relleno Sanitario de Camones, se obtienen los tipos de material plástico y las cantidades aproximadas que de cada uno se encuentran. Se incluye, además, un diagnóstico del potencial de reciclaje de los plásticos y los métodos de separación que se usan actualmente.

Se da a conocer la situación del sector dedicado a la recuperación manual de desechos en el relleno sanitario, el tamaño de las muestras de las personas a encuestar y para finalizar el análisis del diagnóstico.

3.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Los volúmenes de producción y características de los desechos sólidos son muy variables, ciudad por ciudad, país por país, en función de los diferentes hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, del clima, de las estaciones y otras condiciones locales que se modifican con el transcurso de los años.

Estas variaciones influyen mucho en la búsqueda de la solución más apropiada a los problemas involucrados en las operaciones del servicio de aseo. Las operaciones básicas a las que es necesario dar solución como: el almacenamiento, la recolección y la disposición final.

En cualquier ciudad, sea grande o pequeña, es esencial conocer la cantidad de basura a recoger y disponer, y sus características tales como la composición, con el objetivo de diseñar técnicamente los sistemas de recolección, transporte y disposición final de la misma.

El análisis de la basura tiene como objetivo el permitir conocer en forma fidedigna dichas características, el objeto de contar con los antecedentes necesarios para dar correcta solución a los problemas que se plantean.

3.2.1 DESECHOS SÓLIDOS EN EL RELLENO SANITARIO DE CAMONES

Actualmente los desechos sólidos, generados en la ciudad de Santa Ana son depositados en el Relleno Sanitario de Camones, terreno administrado por la empresa Coordinadora y Asesora de Proyectos (CAPSA S.A. DE C.V.), ubicado a unos 8 Km del centro de la ciudad de Santa Ana en dirección a Metapán, donde anteriormente funcionaba el botadero a cielo abierto, el terreno consta aproximadamente de 4 manzanas y una vida útil de 10 años.

Sobre las cantidades de desechos sólidos domiciliarios en promedio, generadas en el año; solo se cuenta con información del año 2002 y 2003, desde que se inicio el relleno sanitario de Camones, mediante el método de pronósticos se calculan las cantidades de los años anteriores (ver anexo 5) y las proyecciones por medio del método de los mínimos cuadrados (ver anexo 6), estas cantidades se muestran en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

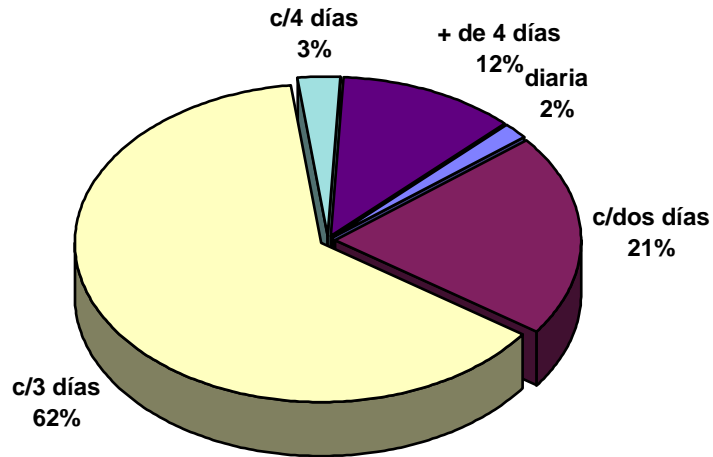
Cantidad promedio diario de desechos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Santa Ana

AÑO	DESECHOS DOMICILIARES	AÑO	PROYECCIÓN DE DESECHOS DOMICILIARES
2000	112 T/D	2004	229 T/D
2001	136 T/D	2005	259 T/D
2002	166 T/D	2006	289 T/D
2003	202 T/D	2007	319 T/D

Actualmente el método de manejo de los desechos sólidos en la ciudad de Santa Ana consiste en recolectar periódicamente los desechos producidos en la ciudad mediante rutas preestablecidas utilizando camiones de volquete y cilindros, éstos al terminar su ruta depositan los desechos en el relleno sanitario para su disposición final, donde son pesados previo a su ingreso.

La frecuencia de recolección para Santa Ana es de 2 a 3 veces por semana como se muestra en el gráfico 3.1. La población de la ciudad atendida con servicio de recolección se estima que es de un 90%.

Grafico 3.1
Frecuencia de recolección de desechos



La frecuencia de recolección diaria se da en las siguientes zonas:

- Los mercados.
- Los parques de Santa Ana.
- El Hospital San Juan de Dios.
- Terminal de autobuses.
- El centro de Santa Ana.

El equipo utilizado para recolectar desechos son 10 camiones de los cuales 2 de volquete y 2 de cilindro son propiedad de la Alcaldía Municipal de Santa Ana, los 6 restantes son alquilados.

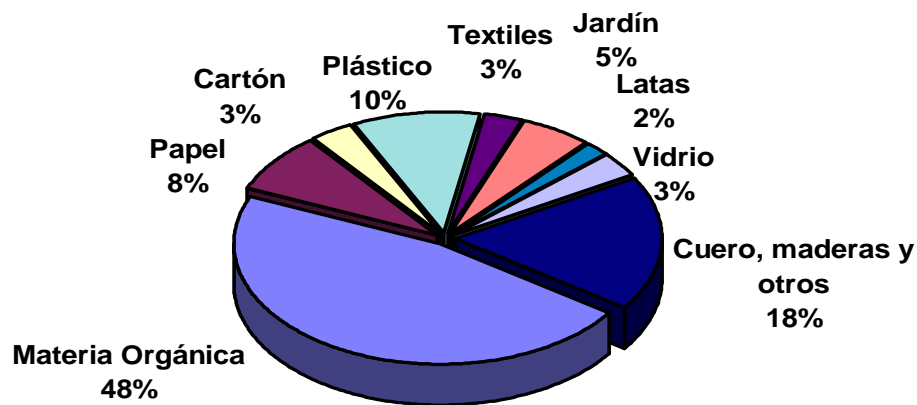
La composición física de los desechos sólidos en el relleno sanitario de Camones, distribuidos por peso; generalmente desechos sólidos domésticos, recolectados por la municipalidad se dividen, en los siguientes componentes:

- Desperdicios orgánicos
- Papel y cartón

- Metales
- **Plásticos**
- Cueros
- Vidrios
- Madera y tela

La composición de los desechos sólidos encontrados en el estudio de la Organización Panamericana de la Salud, cuyas siglas son OPS, en la municipalidad de Santa Ana para 1997 es la mostrada en el gráfico 3.2.

Gráfico 3.2
Composición de los desechos sólidos de Santa Ana a 1997



Fuente: Alcaldía de Santa Ana, 1997

3.2.1.1 Tipo de material plástico

En cuanto al tipo de material plástico y las cantidades de cada uno, no se encontró información, por lo tanto se realizó un estudio de desechos plásticos dentro del Relleno Sanitario de Camones, el cual consistió en tomar una

muestra de 1m³ de basura durante tres días donde se observaron los tipos de plásticos y las cantidades. Este estudio se realizó los días 2, 3 y 4 de junio del 2003 (ver anexo 7), el recurso humano que se utilizó fue dos estudiantes realizando el trabajo de graduación Diseño de una Planta Recicladora de Plástico en la Ciudad de Santa Ana, el Ingeniero encargado del relleno de Camones y los pepenadores que se encuentran en dicho relleno.

Entre los desechos domiciliarios, el tipo de material plástico encontrado durante el estudio fue:

POLIETILENO TEREFTALATO:

- Botellas para bebidas carbonatadas
- Botellas para agua
- Botellas para aceite vegetal

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD:

- Bolsas para supermercado
- Botellas para jugo
- Botellas para lácteos
- Recipientes de sorbete
- Recipientes para detergentes
- Botes de shampoo
- Recipientes para aceite automotor
- Juguetes

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD:

- Bolsas
- Bolsas para congelados
- Envoltorios para alimentos
- Recipientes flexibles para agua

POLIPROPILENO:

- Bolsas tejidas
- Cuerda
- Botes para margarina
- Utensilios para el hogar
- Juguetes

POLIESTIRENO:

- Cubiertos desechables
- Platos y vasos descartables
- Recipientes para yogurt y postres
- Juguetes

POLIURETANO:

- Partes de colchones

3.2.1.2 Cantidades del material plástico

Según el jefe de aseo urbano de la Alcaldía Municipal de Santa Ana, el porcentaje en peso para el año 2002 de desechos plásticos en el Relleno de Camones es de 11% del total de desechos sólidos diarios, cantidad que aumenta aceleradamente debido a las nuevas marcas de productos que utilizan empaques plásticos y al crecimiento poblacional.

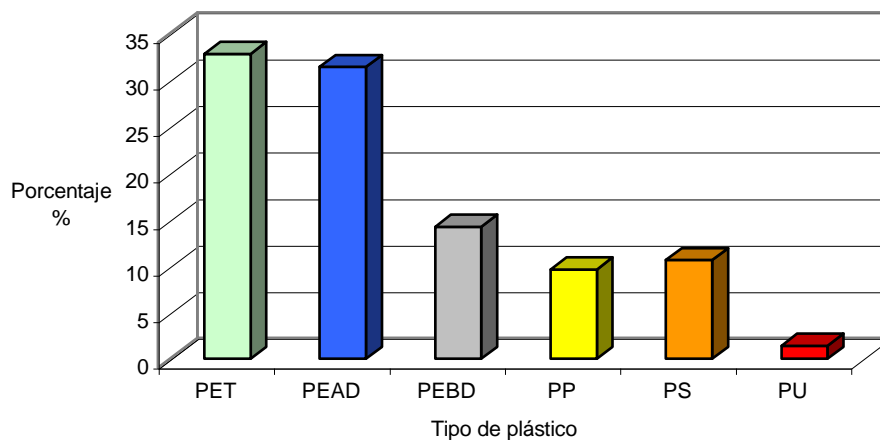
Con el porcentaje del año 1997 sobre desechos plásticos del gráfico 3.2 y el del año 2002 mencionado anteriormente, se obtienen datos intermedios y futuros por medio del método de pronósticos (ver anexo 5), el método de mínimos cuadrados (ver anexo 6); y con el cuadro 3.1 se calculan las toneladas diarias en promedio de desechos plásticos los cuales se muestran en el cuadro 3.2:

Cuadro 3.2
Cantidades de desechos plásticos

AÑO	% DE DESECHOS PLÁSTICOS	T/D DE DESECHOS PLÁSTICOS
2000	10.6	11.9
2001	10.8	14.7
2002	11.0	18.3
2003	11.2	22.6
2004	11.4	26.1
2005	11.6	30.0
2006	11.8	34.1
2007	12.0	38.3

Mediante el estudio de desechos plásticos, antes mencionado, realizado con ayuda de los recogedores manuales del Relleno Sanitario de Camones y el Ingeniero encargado de dicho relleno, se determinaron las cantidades de los diferentes tipos de plásticos que allí se encuentran (ver anexo 7), los resultados se muestran en el grafico 3.3:

Grafico 3.3
Porcentajes de los diferentes tipos de plásticos



3.2.2 DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL DE RECICLAJE DE LOS PLÁSTICOS

De los **plásticos** encontrados en el relleno sanitario de Camones el 98.6 % son reciclables, ya que se clasifican dentro de los termoplásticos, que según la teoría son los que se pueden moldear varias veces, entre este porcentaje se encuentran: PET, PEAD, PEBD, PP y PS.

Es muy difícil reconocer si un **plástico** ha sido reciclado anteriormente, porque para ello se utilizan procedimientos mecánicos y químicos, lo cual tendría un costo, debido a este factor es conveniente reciclar materiales que se fabrican a partir de materia prima virgen. Estos plásticos son los empaques y recipientes para alimentos que se clasifican dentro de los termoplásticos ya que para su elaboración se debe tener un estricto control de calidad sanitaria y solo se utilizan materias primas vírgenes.

A continuación en el cuadro 3.3 se presentan los plásticos que es recomendable reciclar según la teoría y lo encontrado dentro del relleno de Camones:

Cuadro 3.3
Plásticos que conviene reciclar

PLÁSTICOS QUE CONVIENE RECICLAR	
POLIETILENO TEREFTALATO	Botellas para agua Botellas para bebidas carbonatadas Botellas para aceite vegetal
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	Botellas para jugos Botellas para lácteos Recipientes para sorbete
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	Empaques de alimentos Recipientes flexibles para agua
POLIPROPILENO	Recipientes para margarina
POLIESTIRENO	Cubiertos Platos y vasos descartables Recipientes para yogurt y postre

3.2.3 SEPARACIÓN DEL PLÁSTICO PARA RECICLAJE

Actualmente en la ciudad de Santa Ana no se separa el material plástico, a excepción de los botes de shampoo que compran algunos intermediarios, no hay empresas en dicha ciudad que reciclen material plástico, pero existe la separación de otros materiales tanto en el lugar de origen como en el relleno sanitario los que se explicaran a continuación:

3.2.3.1 Separación en el origen

Se está dando mayor importancia a los desechos domiciliarios porque son los que contienen los desechos de empaque y recipientes de alimentos, por este motivo solo se referirá a la separación en el hogar.

La separación domiciliar en la ciudad de Santa Ana se realizaba por grupos de personas que recorrían las calles comprando diferentes materiales. Esta práctica se ha perdido poco a poco, ya que los ingresos que se percibían eran bastante bajos y los ciudadanos no se interesan en la separación de los desechos porque el precio de compra es mínimo, además de no existir la cultura necesaria para cuidar del medio ambiente.

Sin embargo, la separación en el lugar de origen es lo ideal porque los materiales no se contaminan y se facilita su limpieza.

3.2.3.2 Separación en el Relleno Sanitario de Camones

La recuperación de elementos con valor que forman parte de la basura municipal es una actividad peligrosa desde el punto de vista sanitario si no se hace de forma adecuada.

La separación en el Relleno Sanitario de Camones se realiza por escarbado, y consiste en grupos de personas que seleccionan manualmente lo reciclable del

promontorio de basura que vacía el camión recolector antes de ser compactado.

3.2.4 SITUACIÓN DEL SECTOR DEDICADO A LA RECUPERACIÓN MANUAL DE DESECHOS EN EL RELLENO SANITARIO DE CAMONES

La actividad de recuperación de desechos sólidos en el relleno sanitario de Camones, que actualmente se lleva a cabo, genera problemas que impiden la actividad propia del lugar.

Los escarbadores seleccionan los materiales cuando el camión descarga los desechos, esto implica que se debe retrasar la compactación hasta que se retiren los objetos que representan algún valor, esto se permite para realizar de alguna forma labor social de parte de la Alcaldía Municipal de Santa Ana.

Para que estas personas tuvieran acceso al relleno sanitario a realizar sus labores fue necesario un convenio entre la empresa CAPSA S.A. de C. V. y los pepenadores, el cual se realizó el 2 de Octubre de 2002 (Ver anexo 8).

Los recogedores son personas de bajo nivel social, siendo un estrato que vive en condiciones extremadamente pobres, a pesar de que realizan una labor productiva no viven ni trabajan en condiciones adecuadas, se exponen a los medios insalubres del relleno sanitario para ganar el sustento diario.

Estos grupos de personas generalmente tienen líderes que realizan funciones de intermediarios, los cuales al transcurrir el tiempo se vuelven explotadores de sus propios compañeros.

Estas personas son en la mayoría de los casos menores de edad y personas de avanzada edad debido a que son las edades más difíciles para encontrar otro tipo de trabajo, más, sin embargo, tienen que alimentar a sus familias y no les queda otra opción.

3.2.5 DISEÑO DE LA MUESTRA DE PERSONAS A ENCUESTAR QUE ESTAN INVOLUCRADAS DIRECTA O INDIRECTAMENTE EN EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Entre las personas a las cuales se aplicó encuestas están los recuperadores manuales, que se encuentran en el relleno sanitario de Camones, para obtener información acerca de los materiales y cantidades que recuperan y las personas que trabajan en el servicio del tren de aseo urbano de la ciudad de Santa Ana porque ellos también recuperan materiales que tienen algún valor.

El tamaño de la muestra se determina por medio de muestreo probabilístico para universo finito denominado “ al azar simple” (ver anexo 9).

TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LOS RECUPERADORES MANUALES DEL RELLENO SANITARIO

Los valores de “p” y “q” se toman de 0.5 respectivamente ya que la probabilidad de aceptación ó rechazo es la misma. El nivel de confianza es del 95% que es el aceptable para la mayoría de las investigaciones y un error del 10%, el universo para este caso es de 80, que son las personas que realizan la recuperación manual; el tamaño de la muestra obtenido es de 44 personas a encuestar.

TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LOS TRABAJADORES DEL TREN DE ASEO

Al igual que el caso anterior los valores de “p” y “q” se toman de 0.5, el nivel de confianza del 95% y un error del 10%, el universo para este caso es de 30, que son las personas que trabajan como recogedores en el tren de aseo; el tamaño de la muestra obtenido es de 23 personas a encuestar.

3.2.6 RESULTADO DE LAS ENCUESTAS

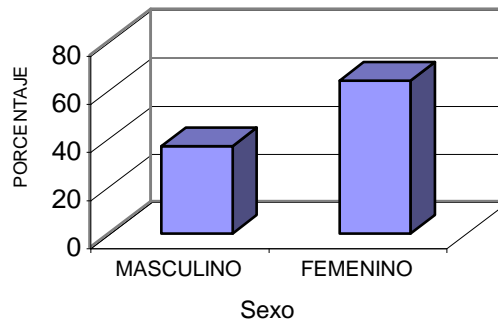
A continuación se presentan los resultados de las encuestas que se realizaron a los recuperadores manuales del relleno de Camones y los trabajadores del tren de aseo:

ENCUESTA PARA LOS RECUPERADORES MANUALES (ver anexo 10)

1. ¿ Sexo?

Masculino 16 = 36.4%

Femenino 28 = 63.6%

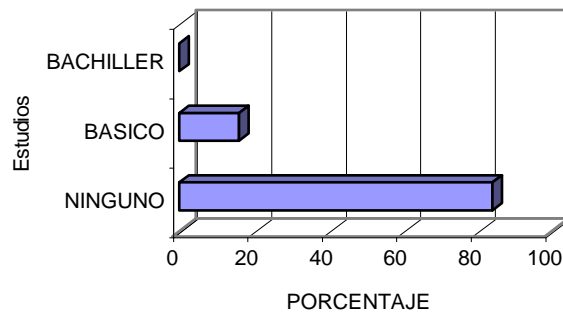


2- ¿ Estudios realizados?

Ninguno 37 = 84.1%

Básico 7 = 15.9%

Bachiller 0



3- ¿ Qué tipo de materiales recoge?

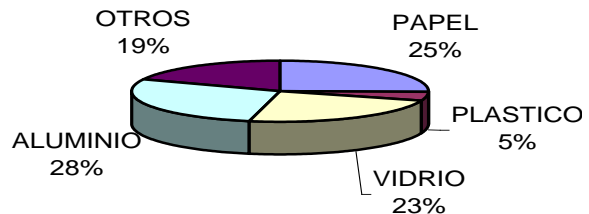
Papel 27 = 25.2%

Plástico 5 = 4.7%

Vidrio 25 = 23.4%

Aluminio 30 = 28.0%

Otros 20 = 18.7%



4- ¿ Cuanto le pagan por cada material?

Papel \$ 0.03 / lb

Vidrio \$ 0.01 c/u

Aluminio \$ 0.29 / lb

Plástico \$ 0.01 / lb

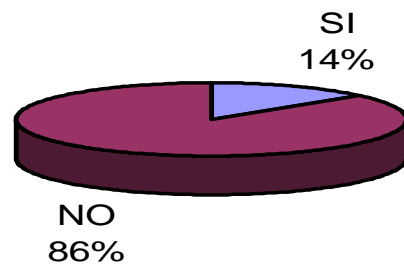
5- ¿ Cuales empresas compran los materiales recogidos?

Intermediarios 44 = 100%

6- ¿ Usa algún tipo de protección personal?

Sí 6 = 13.6%

No 38 = 86.4%



7- ¿ Qué tipo de protección personal usa?

Gorra para protegerse del sol

8- ¿ Estaría dispuesto(a) a recolectar bolsas y recipientes plásticos en caso de existir una empresa que los comprara?

Sí 44 = 100%

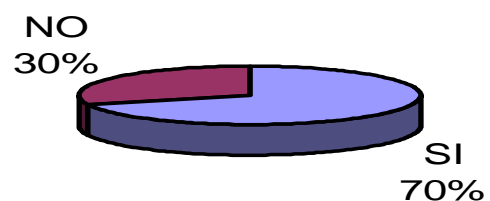
ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DEL TREN DE ASEO URBANO

(ver anexo 11)

1-¿ Selecciona usted materiales que se utilizan para reciclar?

Sí 16 = 69.6%

No 7 = 30.4%



2- ¿ Qué tipo de materiales reúne?

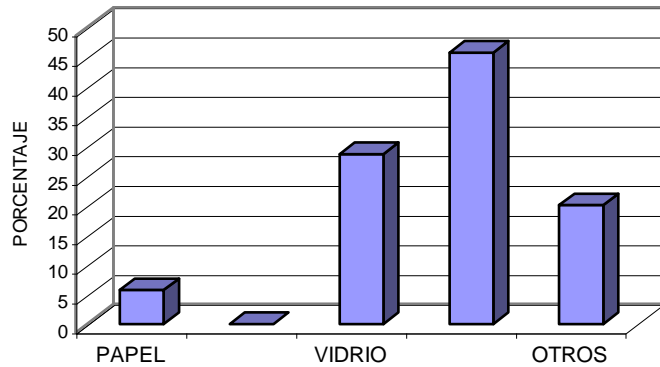
Papel 2 = 5.7%

Plástico 0 = 0 %

Vidrio 10 = 28.6%

Aluminio 16 = 45.7%

Otros 7 = 20.0%



3- ¿ Cómo comercializan el material encontrado?

Con intermediarios

4- ¿ Cual es el pago que recibe por el material acumulado?

Papel \$ 0.06 / libra.

Vidrio \$ 0.02 c/u

Aluminio \$ 0.34 /libra.

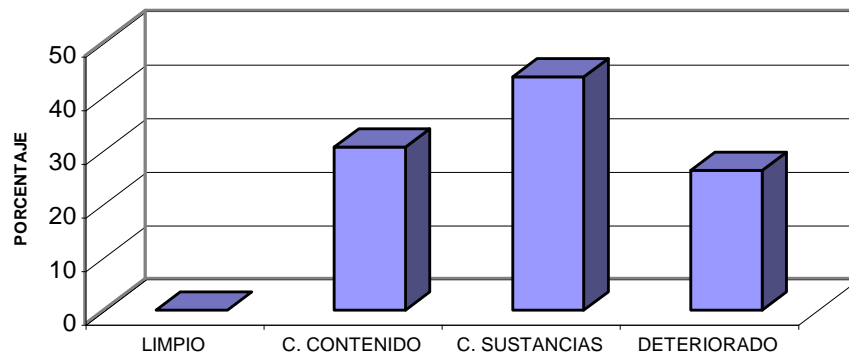
5- ¿Cuál es el estado en que encuentra el material que recoge?

Limpio 0.0%

Contaminado de su contenido 7 = 30.4 %

Contaminado de otras sustancias 10 = 43.5 %

Deteriorado 6 = 26.1 %



6- ¿Cuál es la protección que utiliza para recoger materiales contaminados?

Ninguna 23 = 100%

7- ¿ Si existiera una empresa dedicada al reciclaje de productos plásticos, estaría usted dispuesto a colaborar?

Sí 23 = 100%

3.2.7 ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO

- Las cantidades de desechos sólidos están aumentando con el transcurso del tiempo, estas cantidades serán mucho mayores que las presentadas en las proyecciones debido a que en un futuro, más municipios usarán el relleno de Camones para la disposición final de los desechos, por la prohibición de los botaderos a cielo abierto.
- Los desechos plásticos encontrados dentro del relleno sanitario de Camones, en un 98.6% son materiales termoplásticos, es decir, que se pueden reciclar (ver anexo 7).
- El material **plástico** como desecho también va en aumento, como consecuencia de los productos que cada vez más son empacados en este tipo de material, y del crecimiento poblacional.
- Se considera que es factible fabricar algún producto de la materia prima reciclada, ya que las cantidades de algunos plásticos como PET y PEAD forman el 64.2% de todo el **plástico** del relleno de Camones, según el estudio realizado (ver anexo 7).

3.2.7.1 Análisis de los resultados de las encuestas

- Tanto los recogedores manuales del relleno sanitario como los trabajadores del tren de aseo urbano, no seleccionan material **plástico** debido a que no hay compradores para estos materiales.
- El dinero que les dan por los materiales recolectados es muy bajo, más aun en el caso de los recogedores del relleno ya que es más fácil explotarlos debido a su condición social y económica.
- La mayoría no utilizan ningún tipo de protección personal, a pesar de estar expuestos al ambiente insalubre en el que se desenvuelven.
- De existir un comprador del material **plástico** tanto los recogedores del relleno como los trabajadores del tren de aseo estarían dispuestos a recolectar desechos plásticos.

CAPÍTULO IV

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA
PLANTA RECICLADORA DE
PLÁSTICO EN LA CIUDAD DE
SANTA ANA**

4.1 INTRODUCCIÓN

La presente etapa contiene el estudio de mercado y la propuesta del proyecto de reciclaje de plásticos.

En el estudio de mercado se muestra la investigación del producto a fabricar, detallando los componentes básicos del mismo, la información recopilada de fuentes primarias y secundarias sobre la demanda y la oferta existente, a través de la cual se proyecta para años posteriores permitiendo determinar la demanda insatisfecha de la cual se definirá el tamaño a cubrir por la empresa que se pretende crear. Se hace un análisis de precios obtenido de varios establecimientos dedicados a la venta del producto a fabricar, los cuales permiten tener una referencia del precio y canales de comercialización apropiados para la distribución del producto.

A través del Estudio Técnico se ha formulado las necesidades básicas para la operación de la empresa, incluyendo para ello: determinación de la capacidad instalada de la planta, considerando varios factores para definir el tamaño mas adecuado; la localización óptima de la planta por el método cualitativo de puntos ponderados; ingeniería del proyecto, que nos permite conocer aspectos importantes como: descripción del proceso de fabricación del producto propuesto, esquemas o diagramas que representa el proceso, la maquinaria y equipo adicional necesario, mano de obra requerida, la determinación de la distribución de la planta por medio del método SLP y representadas por esquemas a escala de las áreas de la planta propuesta.

Se incluye, además, los planos a escala que representan el diseño de la planta propuesta y el flujo de materiales, aspectos sobre el control de calidad, programa de higiene y seguridad industrial, la organización de la empresa y el recurso humano conteniendo los perfiles para el personal, y por último requerimientos de agua y energía eléctrica.

4.2 ESTUDIO DE MERCADO

4.2.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Considerando los resultados del diagnostico se han seleccionado dos tipos de plásticos a reciclar, estos son:

TIPO PLASTICO	APLICACIÓN SELECCIONADA
PET	Botellas para agua
	Botellas de bebidas carbonatadas
	Aceite
PEAD	Botellas para jugo
	Botellas para lácteos
	Recipientes para sorbete

Se ha determinado que estos tipos de plásticos son los mas factibles a reciclar por la cantidad que de ellos se encuentran en los desechos plásticos (ver gráfico 3.3 del capítulo III en este documento), además, provienen en su mayoría de empaques y recipientes de productos alimenticios los cuales requieren que sean elaborados de materia prima virgen para cumplir con los estrictos controles de calidad sanitaria.

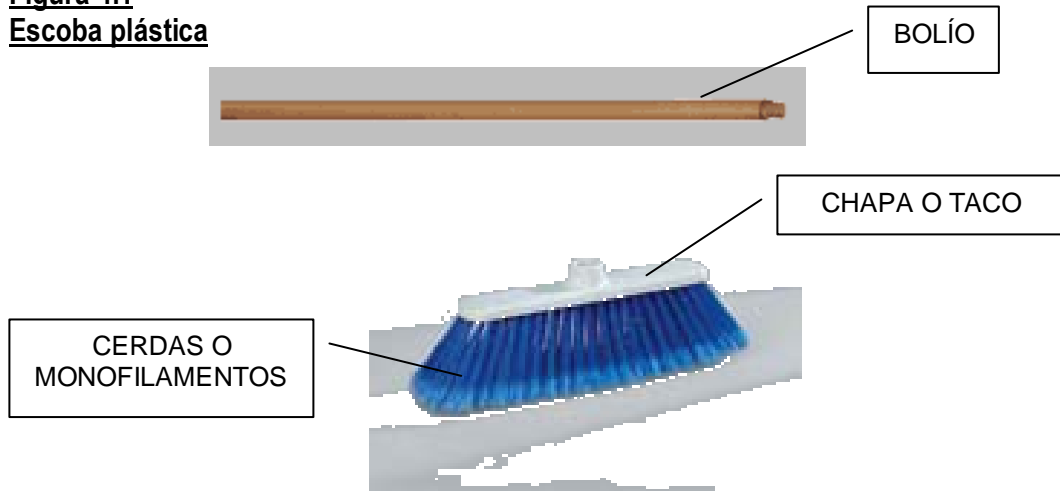
El producto que se pretende elaborar son **ESCOBAS PLÁSTICAS**, este producto no se utiliza para manipular alimentos y su construcción empleará los dos tipos de plásticos seleccionados.

Se entiende por **ESCOBA** un instrumento formado de cerdas o filamentos análogos, fijos en una chapa de forma variable, con un mango largo, cuya función es la de remover desechos sólidos o líquidos con el objetivo de proporcionar un ambiente limpio en el hogar, trabajo o lugares recreativos.

La calidad de la limpieza se logrará con las características que posea la escoba y su durabilidad según los usos para los que se destina. Ver figura 4.1

Figura 4.1

Escoba plástica



Para la construcción de este producto se utilizará materiales reciclados PET para la fabricación de las cerdas, PEAD para la chapa y el mango estará fabricado de madera al cual se le insertará la rosca hecha de plástico PEAD.

4.2.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Se determinó cuantificar la demanda haciendo uso de fuentes primarias que indican la tendencia del consumo de escobas a través de los años y cuales son los factores macroeconómicos que influyen su consumo; y fuentes secundarias, que son estadísticas oficiales emitidas por el Ministerio de Economía a través de la Dirección General de Estadística y Censos conocida como DIGESTYC.

4.2.2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE FUENTES PRIMARIAS

La información de fuentes primarias fue obtenida con el empleo de cuestionarios, las cuales están dirigidas a las amas de casa de El Salvador; para el calculo del tamaño de la muestra es necesaria la desviación estándar

del consumo. Para obtenerla se aplicó un muestreo piloto de 30 cuestionarios los cuales se realizaron vía telefónica, 10 por cada zona del País, preguntando exclusivamente si utiliza en su casa escobas plásticas o de fibra natural, el resultado obtenido fue un porcentaje de aceptación del producto de 0.93 y un porcentaje de rechazo de 0.07, el nivel de confianza que se requiere es de 95% con un error del 5%, (ver anexo 12), el número de encuestas a pasar son 100 de las cuales se dividieron entre las tres zonas que componen el País, según el censo de 1992 acerca del crecimiento poblacional (ver anexo 13), las encuestas por zona son:

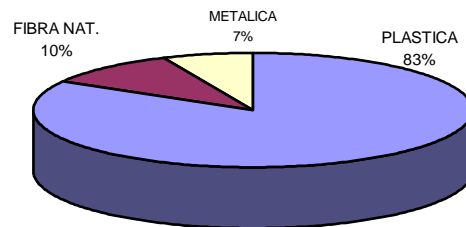
- Occidental 20
- Central 56
- Oriental 24

RESULTADO DEL CUESTIONARIO

A continuación se presentan los resultados de la encuesta que se aplicó a las amas de casa de El Salvador para determinar el consumo de escobas (ver anexo 14):

1- ¿ Qué tipo de escobas utiliza?

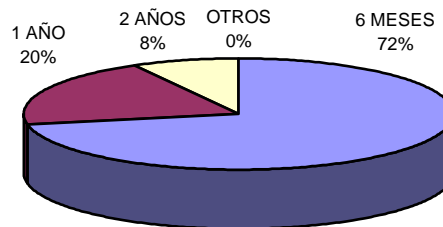
- a. Plástica 100
- b. Fibra natural 12
- c. Metálica de jardín 8



Nota: aquí el resultado da 120 respuestas por la razón de que algunas amas de casa compran dos tipos de escobas.

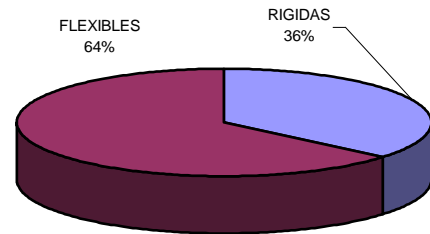
2- ¿ Con qué frecuencia compra una escoba plástica?

- 6 meses 72
- 1 año 20
- 2 año 8
- otro 0



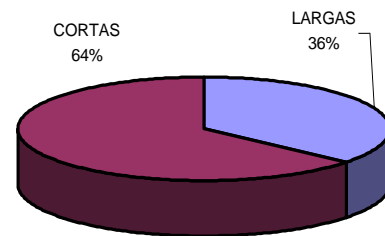
3- ¿ Cuáles son sus preferencias en dureza de cerda?

- Rígidas 36
- Flexibles 64



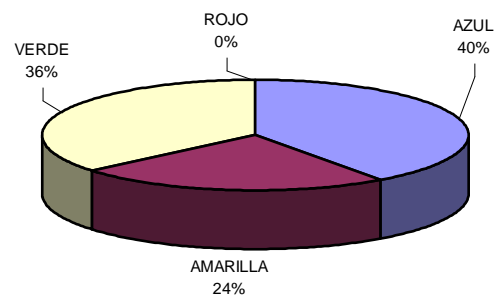
4- Cuáles son sus preferencias en tamaño de cerda?

- Largas 56
- Cortas 44



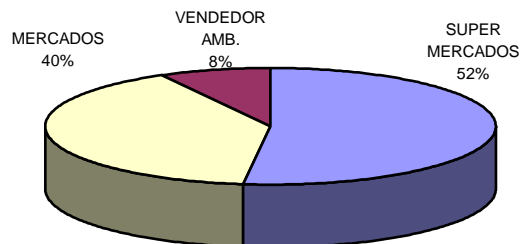
5- ¿ Qué colores prefiere las escobas?

- Rojo 0
- Azul 40
- Amarilla 24
- Verde 36



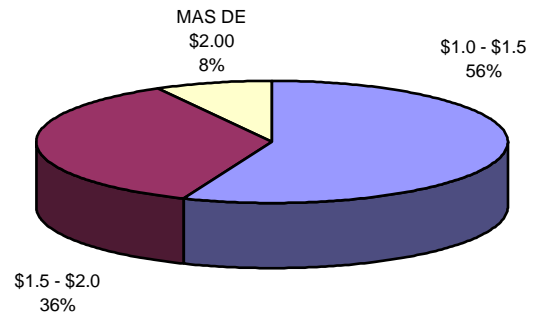
6- ¿ En donde compra las escobas plásticas?

- Supermercado 52
- Mercado 40
- Vendedores amb. 8



7- ¿ Entre qué intervalo oscila el precio por escoba?

- \$ 1.0 – \$ 1.5 56
- \$ 1.5 – \$ 2.0 36
- Más de \$ 2.0 8



4.2.2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE FUENTES SECUNDARIAS

Se consultaron los registros que tiene La DIGESTYC, dependencia del Ministerio de Economía, sobre las ventas nacionales de escobas plásticas, las importaciones y exportaciones de plásticos y sus manufacturas.

Solamente se encontraron datos sobre ventas nacionales de escobas plásticas de los años 1996 y 1997, para los próximos años esta información no se divide por tipo de producto sino que por tipo de material, plástico en general.

La demanda se calcula sumando las ventas nacionales de escobas plásticas (ver anexo 15) + 3% de las importaciones de plásticos y sus manufacturas (ver anexo 16) + las exportaciones de escobas plásticas (ver anexo 15).

El porcentaje del 3% es un dato aproximado de las importaciones de escobas, ya que los vehículos que las transportan traen de todo tipo de material plástico, el cual no es clasificado según el producto sino el tipo de material. Por tanto, este es un dato proporcionado por personal de la DIGESTYC.

A continuación, en el cuadro 4.1 se presenta el comportamiento histórico de la demanda de escobas plásticas:

Cuadro 4.1

Comportamiento histórico de la demanda de escobas plásticas según datos proporcionados por la DIGESTIC

AÑO	DEMANDA
1996	\$ 8,823,035.00
1997	\$10,036,377.00

4.2.2.2.1 Proyección de la Demanda

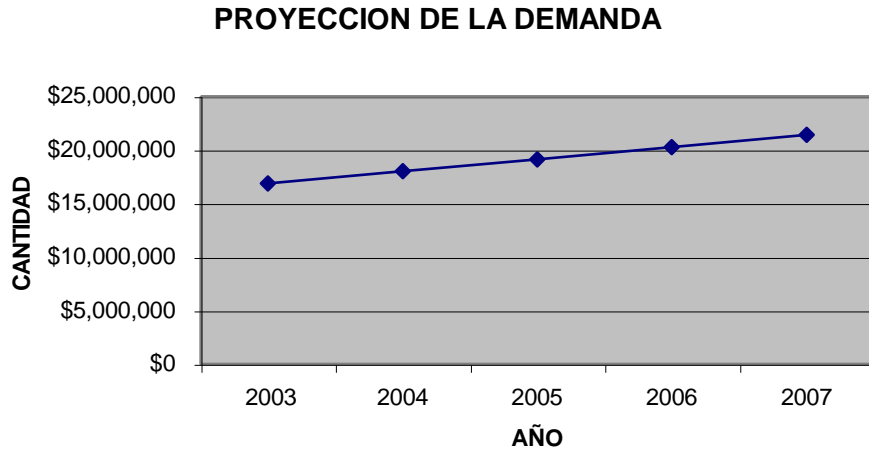
Con los datos del cuadro 4.1 mediante el método de pronósticos (ver anexo 5) se obtiene la demanda del año 1995, para hacer la proyección para los años posteriores por medio del método de los mínimos cuadrados (ver anexo 6), a continuación se presenta en el cuadro 4.2 la proyección de la demanda de escobas plásticas:

Cuadro 4.2

Proyección de la demanda de escobas plásticas

AÑO	DEMANDA
1998	\$ 11,151,929.00
1999	\$ 12,291,928.00
2000	\$ 13,431,927.00
2001	\$ 14,571,926.00
2002	\$ 15,711,926.00
2003	\$ 16,851,925.00
2004	\$ 17,991,924.00
2005	\$ 19,131,923.00
2006	\$ 20,271,922.00
2007	\$ 21,411,921.00

Grafico 4.1
Proyección de la demanda



4.2.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA

La oferta se obtuvo mediante datos encontrados en la DIGESTYC sobre la producción nacional de escobas plásticas, al igual que la demanda solo se encontró información de los años 1996 y 1997 (ver anexo 15), mediante el método de pronósticos (ver anexo 5) se obtiene la oferta del año 1995. En el cuadro 4.3 se presenta la oferta histórica de escobas plásticas:

Cuadro 4.3
Oferta de escobas plásticas

AÑO	OFERTA EN DOLARES
1995	\$ 5,652,850.00
1996	\$ 6,125,257.00
1997	\$ 6,637,143.00

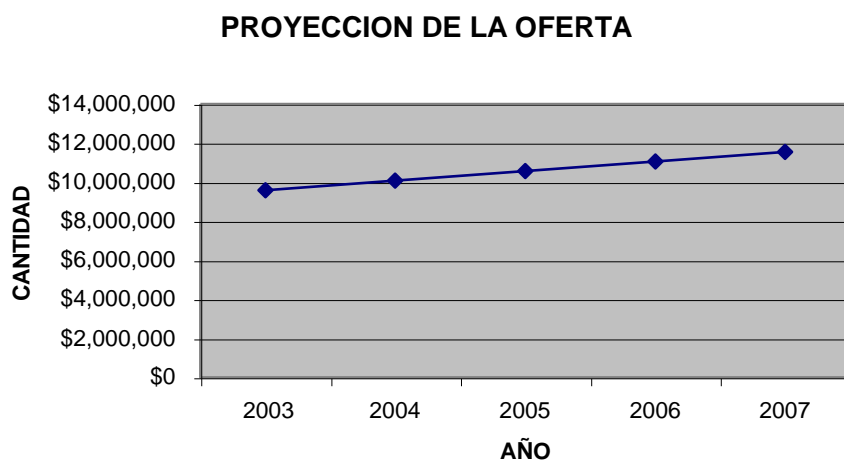
4.2.3.1 PROYECCIÓN DE LA OFERTA

Los datos de cuadro 4.3 son proyectados mediante el método de los mínimos cuadrados (ver anexo 6), los resultados se muestran en el cuadro 4.4:

Cuadro 4.4
Proyección de la oferta de escobas plásticas

AÑO	OFERTA
1998	\$ 7,122,709.00
1999	\$ 7,614,856.00
2000	\$ 8,107,002.00
2001	\$ 8,599,178.00
2002	\$ 9,091,294.00
2003	\$ 9,583,441.00
2004	\$ 10,075,587.00
2005	\$ 10,567,733.00
2006	\$ 11,059,880.00
2007	\$ 11,552,025.00

Grafico 4.2
Proyección de la oferta



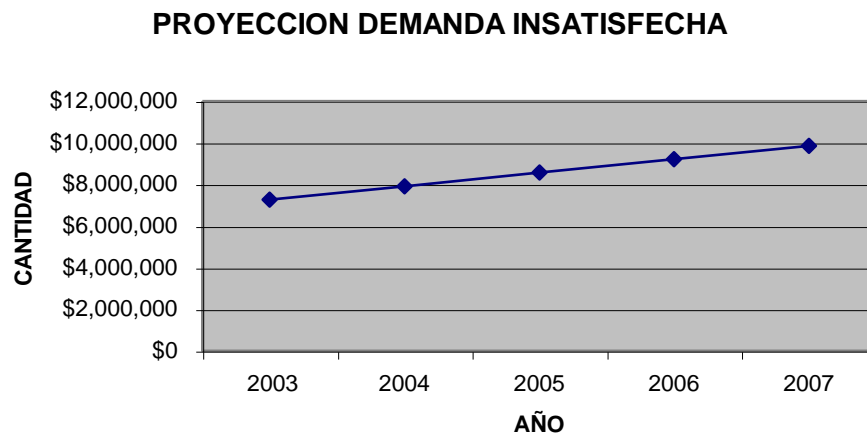
4.2.4 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL INSATISFECHA

Con una simple resta de los datos de la proyección de la demanda del cuadro 4.2 menos la proyección de la oferta del cuadro 4.4 se obtiene la demanda insatisfecha. Los resultados se presentan en el cuadro 4.5:

Cuadro 4.5
Demanda potencial insatisfecha

AÑO	DEMANDA INSATISFECHA
1998	\$ 4,029,219.00
1999	\$ 4,677,072.00
2000	\$ 5,324,925.00
2001	\$ 5,972,778.00
2002	\$ 6,620,631.00
2003	\$ 7,268,484.00
2004	\$ 7,916,337.00
2005	\$ 8,564,190.00
2006	\$ 9,212,043.00
2007	\$ 9,859,896.00

Grafico 4.3
Proyección de la demanda insatisfecha



4.2.5 ANÁLISIS DE PRECIOS

En lo que respecta al precio del producto, no existe ninguna Empresa que produzca escobas a partir de materia prima reciclada, sin embargo, para contar con un parámetro, se optó por investigar el costo de las escobas existentes en el mercado.

PRECIO DE ESCOBAS PLASTICAS EN SUPERMERCADOS

Cuadro 4.6

Precios de escobas plásticas en la ciudad de Santa Ana y San Salvador

MARCA	PRECIO \$
1	1.47
2	1.50
3	1.49
4	1.65
5	1.95
6	1.65
7	1.80

4.2.6 COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

Según la encuesta realizada, en la pregunta ¿Dónde compra las escobas plásticas?, da como resultado que el 52% de la población consumidora las adquiere en supermercados, el 40% en mercados y el 8% con vendedores ambulantes.

De estos resultados se puede determinar que los canales de distribución adecuados son:

- PRODUCTOR – SUPERMERCADOS –CONSUMIDOR
- PRODUCTOR – MERCADOS – CONSUMIDOR

Con ambos canales seleccionados se puede observar que una de las principales ventajas es el hecho de que solo existe un intermediario, por lo tanto, el porcentaje de ganancia que este obtendrá del producto no afectará en gran medida al consumidor final.

El segundo canal seleccionado podría convertirse en algún momento en un tipo de canal: PRODUCTOR- MERCADO –TIENDA –CONSUMIDOR, por lo cual, el comprador final si se podría ver afectado por un leve incremento del precio del producto pero con la ventaja de que lo tendría cerca de su casa.

Un tercer canal podría ser:

- PRODUCTOR – TIENDAS 10,12 Y MAS – CONSUMIDOR FINAL

Este tipo de negocios es visitado por consumidores de artículos que en su mayoría son de material plástico, por lo tanto, el cliente puede ser influenciado ha realizar una compra no planeada del artículo por el simple hecho de observarlo.

Las estrategias de comercialización a aplicar son:

La más importante, un tipo de divulgación por medio de anuncios de prensa o boletines en los centros de distribución, haciendo hincapié en el hecho de que el producto proviene de material plástico reciclado, contribuyendo de esta forma al resguardo del medio ambiente y fomento de una cultura de apoyo al reciclaje en la población.

Como será una nueva marca en el mercado, la promoción por medio de vehículos ambulantes combinado con otro tipo de producto para limpieza será una buena estrategia de dar a conocer el producto.

4.2.7 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MERCADO

A través de la investigación se observó que existe una gran cantidad de importaciones, por lo que la fabricación de este producto va enfocada a tratar de introducirse en ese mercado para disminuir en cierta proporción el hecho de que el producto sea traído de otros países.

También se observó que existe una buena cantidad de este producto que se exporta, por lo que en un futuro, podría ser una alternativa de mercado a conquistar.

De acuerdo con el estudio, para el primer año de operación de la empresa, la demanda potencial insatisfecha será de: \$ 7,916,337, a nivel nacional, por lo tanto, se considera que la fabricación de este producto se presenta como un proyecto atractivo para su realización.

En la proyección de la demanda a través de fuentes secundarias se observó que ésta tiende a aumentar conforme aumentan los años.

4.3 ESTUDIO TÉCNICO

4.3.1 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA ÓPTIMA DE LA PLANTA

El tamaño de un proyecto es la capacidad de producción instalada, es decir, el volumen de unidades producidas durante un periodo de tiempo, es una decisión a largo plazo, debido a que variarse la capacidad a corto plazo implicaría una nueva inversión en maquinaria, equipo y redistribución en planta.

FACTORES A CONSIDERAR:

Existen ciertos factores que se deben considerar al determinar el tamaño de un proyecto, debido a las relaciones que existen entre el tamaño y la demanda del producto, la disponibilidad de materia prima, equipo y maquinaria, entre otros. El análisis de estos factores, que condicionan el tamaño del proyecto, reduce las alternativas de tamaño y se llega a determinar el más adecuado para las condiciones existentes.

A continuación se presentan factores a considerar para lograr obtener un adecuado tamaño del proyecto:

➤ Mercado de consumo

De acuerdo con el estudio de mercado para el año 2004 la demanda potencial insatisfecha anual de escobas plásticas es de \$ 7,916,337 de lo cual se cubrirá el 10 %, es decir, \$ 791,633. Si cada escoba tiene un valor \$ 1.25 (ver anexo 15) se producirán 633,307 unidades anuales.

➤ Disponibilidad de materia prima

Conforme al diagnostico realizado en el relleno sanitario de Camones el 30% de los desechos plásticos es PET y el 30% PEAD, según la proyección de toneladas de plásticos dentro del relleno para el año 2004 es de 26.1TM/D, es decir, que se contaría con 7.83 TM/D de PET y PEAD.

Para cada escoba se necesitan 0.35 lbs de PET para las cerdas (ver anexo 17), para producir 633,307 unidades se necesitan 221,658 lbs anuales o 100.75 TM/A, se cuenta con 2,857.95 TM/A de las cuales solo se tomará el 10%, que son 285.8TM/A, cantidad suficiente para cubrir la demanda insatisfecha.

4.3.2 LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LA PLANTA

Para la localización de la planta primero se tomó en cuenta la cercanía con el relleno sanitario de Camones debido a que de ese lugar proviene la materia prima y además existen otras zonas industriales cercanas al lugar, también se consideró la zona industrial Santa Lucía.

Para la localización de la planta es necesario determinar la ubicación precisa, haciendo uso de métodos de ingeniería, el método a aplicar es el Cualitativo Por Puntos Ponderados considerando la selección de 2 lugares dentro del municipio de Santa Ana, los cuales son:

1. Cantón Cutumay Camones
2. Santa Lucia

MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS PONDERADOS

El método consiste en determinar una serie de factores que se consideran importantes para la localización óptima de la planta para luego asignarles una ponderación cuantitativa según su grado de importancia, los cuales al totalizarlos dan como resultado el lugar óptimo por tener mayor puntaje.

En el cuadro 4.7 se muestra los factores a considerar y la ponderación asignada a cada uno de ellos.

Cuadro 4.7

Factores relevantes para la localización de la planta

FACTORES RELEVANTES	PESO ASIGNADO
Disponibilidad de materia prima	0.40
Disponibilidad de mano de obra	0.25
Costo de la vida	0.05
Cercanía del mercado	0.10
Disponibilidad de transporte	0.20

Conociendo el valor de cada factor se procede a calificar cada uno de los lugares seleccionados, dando como resultado los valores que se muestran en el cuadro 4.8.

Cuadro 4.8

Calificación para los lugares elegidos

CUTUMAY CAMONES		SANTA LUCÍA	
Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
9	3.6	7	2.8
8	2.0	10	2.5
8	0.4	6	0.3
8	0.8	9	0.9
10	2.0	6	1.2
	8.8		7.7

Como se puede observar, el lugar que tiene mayor valor es Cutumay Camones por lo que la planta se ubicará en dicho lugar.

4.3.3 INGENIERÍA DEL PROYECTO

El propósito general del estudio de ingeniería del proyecto es dar a conocer la descripción del proceso, el equipo y maquinaria a utilizar, la mano de obra

necesaria, la distribución de la planta entre otros puntos que en conjunto dan los requerimientos mínimos para el funcionamiento de la planta.

Los datos que se presentan han sido obtenidos de empresas dedicadas a la elaboración de escobas plásticas por medio de visitas a las mismas y material bibliográfico existente en el ciudad de San Salvador.

4.3.3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

El tipo de proceso que se utiliza para la elaboración de escobas es un proceso por lotes, ya que el producto a fabricar se hace en grandes cantidades y las operaciones realizadas son repetitivas.

El proceso está dividido en tres partes y consta básicamente de las siguientes operaciones:

Parte 1:Reciclado:

1. Recepción, Clasificación y pesado
2. Lavado
3. Secado
4. Cortado
5. Molido

Parte 2:Elaboración de la escoba:

1. Mezclado
2. Extrusado del mono-filamento
3. Corte del mono-filamento
4. Inyectado de taco y rosca
5. Insertado y desplumado
6. Encajado
7. Sellado
8. Etiquetado

Parte 3: Elaboración de bolío:

1. Pintado
2. Etiquetado
3. Engrapado de rosca
4. Amarrado

A continuación se explica en que consiste cada uno de estos procesos:

PROCESO DEL RECICLADO

Los materiales a reciclar son el polietileno tereftalano y el polietileno de alta densidad, los cuales se utilizarán para la elaboración del mono-filamento y el taco con su rosca respectivamente. Estos materiales serán desechos comprados por la empresa a intermediarios, pepenadores del Relleno Sanitario de Camones o personas particulares que se dediquen a la recolección de este tipo de plásticos.

Es necesario considerar que los desechos que se obtengan, en su mayoría estarán contaminados de sustancias, tanto de su contenido como del contacto con el de otras sustancias, además de haber estado sometido a condiciones ambientales determinadas, por lo que se le aplicará un proceso de lavado previo a su utilización.

Las operaciones a aplicar en este proceso son:

RECEPCIÓN, CLASIFICACIÓN Y PESADO

Al momento de comprar el material plástico a reciclar solo se recibirán los fabricados de polietileno tereftalano y polietileno de alta densidad que se muestran en el cuadro 4.9.

Cuadro 4.9

Tipos de plásticos aceptados para reciclar

TIPO DE PLÁSTICOS	
POLIETILENO TEREF TALANO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
Botellas de agua purificada	Botellas de refrescos
Botellas de bebidas carbonatadas	Botellas para lácteos
Botellas para aceite vegetal	Botes para sorbetes
Los que tengan el número 1 en el centro del símbolo de reciclaje	Los que tengan el número 2 en el centro del símbolo de reciclaje

En esta operación, se hará la separación entre los dos tipos de plásticos a reciclar para que no haya una mezcla de materiales en las operaciones posteriores y se modifiquen las propiedades del producto por descuido.

Una vez separado los materiales se pesarán para hacer efectivo el pago al vendedor, además de saber la cantidad de materia prima con la que se cuenta y serán depositados posteriormente en recipientes de inventario para procesar.

LAVADO

Debido a que el material comprado dependerá en su mayoría de desechos, estos vendrán contaminados, motivo por el cual es necesario realizarles un lavado manual en pilas de la siguiente manera:

Lavado con agua jabonosa: se hará con el objetivo de desprender materiales adheridos a los recipientes como viñetas, tierra y eliminar restos de residuos de sustancias propias o ajenas del recipiente tales como: restos de alimentos, grasa, aceite y otras sustancias.

Lavado con lejía: esta se utilizará como desinfectante de los materiales, además de que ayudará a desprender restos que no se lograron quitar con el lavado anterior.

Lavado con agua limpia: se aplicará para asegurarse de un lavado que no deje contaminantes químicos que puedan perjudicar el funcionamiento de las máquinas.

SECADO

Después de lavar los materiales, estos serán llevados al área de secado, en la cual se les aplicará un escurrimiento junto con un ventilador eléctrico, y exposición al sol para una evaporación del agua, teniendo cuidado que la exposición no sea prolongada ya que distorsionará el material física y químicamente.

CORTADO

Este se realizará con la ayuda de una cizalla, con el objetivo de disminuir el volumen del material plástico que luego será depositado en cubetas para facilitar su transporte al área de molido.

MOLIDO

Para disminuir a una proporción adecuada para las máquinas el material cortado se le aplicará un molido mecánico, luego, el material resultante se depositará en cubetas para acumular el inventario suficiente para las operaciones posteriores, llevando un control del peso de cada cubeta, para saber la cantidad de cada material y el desperdicio resultante del mismo.

Si el área actual no es suficiente para mantener el inventario este se llevará hacia el almacén de materia prima o pasillos cerca de la operación que les corresponde posteriormente para mantenerlos como bodegas temporales.

ELABORACIÓN DE LA ESCOBA

Actualmente las escobas son fabricadas de materiales diversos, dependiendo de las normas ambientales de cada país y la exigencia de estos.

Para la elaboración de la cerda o mono-filamento se utiliza como materia prima principal Cloruro de Polivinilo conocido como PVC, también, como material sustituto se utiliza el Polietileno Tereftalano, cuya diferencia principal es la resistencia del material y la duración del mismo, además del grado de contaminación que causa el PVC debido a su largo período de degradación. Para la elaboración del taco se utiliza el Polipropileno, algunas veces mezclado con partículas de Polietileno de Alta Densidad conocido como PEAD.

Con el muestreo realizado se ha determinado según el estudio de mercado que la cantidad de desechos existentes es suficiente para cumplir con la oferta proyectada. Pero se tiene como alternativa el uso de materia virgen en caso de ausencia de material plástico proveniente de desechos, mezclado con material reciclado, evitando de esta forma capacidad ociosa de máquinas y mano de obra.

El proceso consta de las siguientes operaciones:

MEZCLADO

Consiste en la elaboración de un compuesto que servirá para la elaboración de los mono-filamentos.

Las sustancias que se utilizan para hacer este compuesto se muestran en el cuadro 4.10:

Cuadro 4.10

Materiales para la elaboración del compuesto para el mezclado

MATERIAL	APLICACIÓN	PRESENTACION
Polietileno Tereftalano	Material base para mono-filamento	Polvo molido
Estireno cristal	Para dar brillo y para que no se peguen los mono-filamentos al salir de la extrusora	Granulo
Ácido esteárico	Evita que se quemen los componentes en la mezcla	Polvo
Plastificante DOP	Para dar elasticidad al filamento	Liquido viscoso
Pigmentos	Para dar color a la mezcla	Polvo

El mezclado se hace a través de dos tanques que se sellan herméticamente. En el primero de ellos se vierten los componentes del compuesto, luego se sella y por la acción de unas espas internas que giran por la maniobra de un motor se crea una fricción interna entre los materiales y la pared del recipiente, llegando ésta a una temperatura de 140⁰ C, en un período de 12 minutos, permitiendo que el compuesto sea homogéneo y logre sus características de brillo, elasticidad, color y rigidez. Finalizado el mezclado se deja caer al otro tanque.

El segundo tanque posee dos paredes entre medio de las cuales se encuentra agua a temperatura ambiente, de esta forma el compuesto es secado en un periodo de 5 minutos por transferencia de calor, luego, se deja caer a una bandeja de la cual es extraído con un cucharón para ser depositada en bolsas y pesarlas.

Cada bolsa obtenida se va colocando sobre una tarima para llevarlo a la bodega de producto en proceso, para ser posteriormente transportado al área de Extrusado.

EXTRUSADO

Esta operación es realizada utilizando una maquina extrusora. El compuesto elaborado en la operación de mezclado es depositado en la tolva de la

extrusora, este llega a un tornillo sin fin para ser empujado a través de un cilindro que está a la temperatura de fusión del plástico, que es de 180 °C, la cual vuelve al compuesto en un material líquido viscoso, que sale a través de un molde que posee una serie de agujeros y permite que el material tome la forma de filamento.

El mono-filamento producido es enfriado primeramente por la acción de un ventilador y luego es introducido en una pila de agua a temperatura ambiente, llamada bañera de enfriamiento.

Para mejorar las características de elasticidad y diámetro del mono-filamento, este se hace pasar por varios rodillos, donde experimenta un estiramiento preliminar, después pasa por una bañera de calentamiento a una temperatura de 95 °C, con la cual se pretende mejorar su elasticidad y crear en la fibra una resistencia a la pérdida de la memoria, es decir, que esta regrese a su posición normal si le es aplicada una fuerza que la deforme.

Un segundo estiramiento es aplicado a la fibra haciéndola recorrer por siete rodillos, esto corren a mayor velocidad que los primeros, lo que permite que el mono-filamento se tense y su diámetro se reduzca también.

Luego es enrollado en un devanador, de una longitud de 210 centímetros, el cual al estar completo, el mono-filamento se corta y es llevado a una pila de temple con una temperatura de 95 °C por un período de 5 a 6 segundos, transcurrido este tiempo, se retira de la pila y se coloca sobre el borde de la misma en posición vertical e inclinada para un escurrimiento previo.

Después de unos minutos, se coloca el devanador sobre una guía donde en el extremo inferior posee una cuchilla con la cual se corta el mono-filamento, se retira el devanador de la guía y el mono-filamento es amarrado del extremo superior y luego se cuelga de un estante para un escurrimiento y secado total por un período de 15 minutos. El devanador es usado nuevamente para realizar otro embobinado.

Después, el mono-filamento es encapsulado en un envoltorio plástico, lo que facilitará su posterior cortado.

Cada encapsulado es acumulado en una carretilla para ser llevado al área de cortado y colocarlo en unos estantes, formando de esta manera madejas de mono-filamentos.

CORTE DE MONO-FILAMENTO

El área de corte posee una serie de estantes donde están contenidos las madejas de encapsulados de mono-filamentos de los distintos colores y tamaños que se fabrican.

El operario toma varias madejas de mono-filamentos y las coloca sobre el área de stock de la máquina, aproximadamente 25 encapsulados.

Seguidamente, el operario hala un encapsulado y procede a hacer el primer corte, el cual es un desperdicio debido a que posee extremos incompletos o doblados, luego, corta los mono-filamentos al doble del tamaño que tendrá la escoba y los deposita en una canasta con una capacidad aproximada de 59 cortes acondicionados verticalmente.

De forma temporal se alinean en una bodega de proceso para ser llevados posteriormente al área de insertado.

Al terminar de hacer todos los cortes queda un sobrante el cual también es un desperdicio, además durante los cortes puede suceder que algún mono-filamento este grueso, muy delgado o doblado, por lo tanto, el operario al percatarse procede a retirarlo y lo deposita en una bolsa de desperdicios.

La mayor parte de los desperdicios de esta operación son reciclables, por lo que se llevan al molino para ser cortados y procesados nuevamente.

INYECTADO

Esta operación tiene como resultado la elaboración del taco de la escoba y la rosca.

Los materiales a utilizar para esta operación se muestran en el cuadro 4.11.

Cuadro 4.11

Materiales para la elaboración de la materia prima del inyectado

MATERIAL	APLICACIÓN	PRESENTACION
Polietileno De Alta Densidad	Material base para elaborar taco y rosca	Material molido
Colorante	Dar color a los gránulos	Granulo

De la bodega de materia prima se lleva una tarima con polietileno de alta densidad, PEAD, hacia el área de inyectado la cual contiene el colorante necesario para que se homogenicen los materiales en la máquina. Estos componentes deben poseer aceite mineral para evitar que al momento del mezclado el compuesto se vaya al medio ambiente y para que se adhiera más fácilmente al tornillo de la máquina inyectora.

La calidad del color de la mezcla dependerá del grado de pureza que posea el gránulo y el porcentaje del mismo.

El depósito del material es colocado cerca de la máquina inyectora, al cual se le introduce una manguera succionadora que lleva el material hacia la tolva de la misma, de esta baja hacia un cilindro que por la aplicación de temperaturas es convertido en estado líquido viscoso y luego es inyectado sobre el molde.

Cuando los tacos y las roscas son arrojados por la máquina, se deposita rápidamente en un barril con agua para evitar que se pierda el volumen del mismo, ya que si se deja secar a temperatura ambiente este experimenta una deformación en su espesor.

Como resultado del inyectado el operario tiene que quitar con una cuchilla la rebaba resultante del molde, la cual será reciclada posteriormente.

Después de secados los tacos son depositados en canastas, las cuales se colocan sobre tarimas que posteriormente serán llevadas al área de insertado y bolío respectivamente.

INSERTADO Y DESPLUMADO

Esta operación lleva dos partes, la primera consiste en insertar el mono-filamento en el taco y la segunda en el desplumado de la escoba.

Para el insertado el operario toma de la bodega de proceso las canastas necesarias para alimentar la maquina tanto de mono-filamentos como de tacos.

La maquina posee un total de cinco mordazas, la primera sostiene un taco para que se puedan controlar los ejes de referencia del movimiento de la máquina, dos de ellas sirven para abrir agujeros y las últimas dos para insertar el mono-filamento.

Primeramente se alimenta la maquina de mono-filamentos, posteriormente se colocan un par de tacos en las mordazas para hacer las perforaciones donde irán insertados los mono-filamentos, ya con los agujeros se retiran de las mordazas actuales y se ubican en otras, aprovechado la capacidad de la máquina se toma otro par de tacos para abrir agujeros mientras a los tacos anteriores se les inserta el mono-filamento.

La escoba ya formada es retirada de las mordazas, se le adhiere una etiqueta de código de barras y es colocada en área de espera, a la vez se toma un par de tacos para abrir agujeros.

Seguidamente, las escobas del área de espera se insertan en un sujetador de la maquina desplumadora con la cual se pretende que los mono-filamentos se abran y la escoba se vea mas compacta y tenga mejores resultados al utilizarla.

El desplumado consiste en llevar la escoba por medio de una banda transportadora a través de varios elementos de la maquina, con los cuales primeramente se le aplica un cortado de los mono-filamentos, para emparejar la altura de los mismos.

Después, la escoba recorre dos cuchillas en forma de aspas que hacen que los mono-filamentos se desplumen; el siguiente elemento de la maquina consiste en un cepillo que se mueve en el eje horizontal y retira los residuos producto del desplume.

Mediante un cepillo que se mueve en el eje vertical se golpea la parte inferior de la escoba, para que el desplumado tienda a abrirse permitiendo que la escoba se vea mas compacta y por tanto mejorando su área y calidad de barrido.

Terminado el desplume la escoba es lanzada hacia la mesa de empacado y se alimenta la maquina con otro par de escobas.

EMPACADO

La forma de venta del producto es en caja de cartón, por lo tanto, se forma una docena de escobas de varios colores y se depositan de forma ordenada en la caja.

SELLADO Y ETIQUETADO

Una vez empacadas las escobas se procede al sellado de la misma con tape transparente manualmente haciendo uso de pistolas selladoras, tanto de la parte inferior como de la superior. Por ultimo se le coloca la etiqueta de código de barras.

Al terminar un grupo de cajas, estas son colocadas en tarimas de producto terminado.

Al estar llena la tarima esta es transportada a la bodega de producto terminado.

ELABORACIÓN DE BOLIO

El material que se utilizará para la elaboración del mango de la escoba conocido como bolío será madera, lo que hace al producto de fácil manejo por el peso que este tendrá. En algunos países se utiliza el metal, debido a que las asociaciones ambientalistas tratan de evitar la tala de árboles. Considerando este aspecto la empresa deberá proyectarse en el futuro para cambiar el material utilizado, permitiendo que el producto se expanda fuera de nuestra fronteras.

El proceso consta de la siguientes operaciones:

PINTADO

Mediante el uso de carretillas se traslada un grupo de bolíos para alimentar una estación metálica, aquí son acondicionados para ir de uno en uno, luego mediante la acción de un motor se hacen mover cadenas que deslizan el bolio hacia una banda transportadora, pasando por el recipiente de pintado, en este, al abrir una llave de chorro se deja caer la pintura sobre el bolio, el cual pasa sobre un orificio que contiene un empaque hecho de tubo de llanta de automóvil y que permite que el bolío se bañe uniformemente de la pintura. Al llegar a la banda transportadora el bolio es llevado en forma ordenada a todo lo largo de la misma y mediante la acción de un ventilador estos son secados en el recorrido.

Al final de la banda transportadora caen en una carretilla en donde son acondicionados periódicamente por el operario, y la cual al llenarse es transportada al área de etiquetado.

El tipo de pintura utilizada es laca de secado rápido por lo que el recorrido es suficiente para el secado.

Es posible que por el contacto con la banda transportadora el bolío quede despintado de la punta superior, para corregir esta situación se le pinta luego

mediante una esponja. Al estar llena la carretilla se traslada hacia el área de etiquetado o se mantiene en área de producto en proceso.

ETIQUETADO

El operario procede a tomar una bolío y mediante la ayuda de una máquina etiquetadora adhiere la viñeta de la marca a todo el inventario que posee, luego lo desliza sobre una mesa donde se forma el inventario para engrapar.

ENGRAPADO

El operario coloca la rosca a un grupo de bolíos y mediante un pistola engrapadora inserta una grapa metálica a cada uno para asegurarla, luego lo desliza para ser posteriormente amarrado.

AMARRADO

El operario toma una docena de bolíos y los coloca sobre una carretilla, mediante el uso de pita es amarrado de ambos extremos y luego son colocados sobre tarima de bolíos terminados.

4.3.3.2 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCION

Para facilitar la distribución de la planta y aprovechar el espacio disponible de forma óptima, mejorando los tiempos y movimientos de los hombres y las máquinas se hace uso de dos métodos para representar el proceso productivo: el primero consiste en el diagrama de bloques, ver figura 4.2 y el segundo en el diagrama de flujo del proceso, ver figura 4.3.

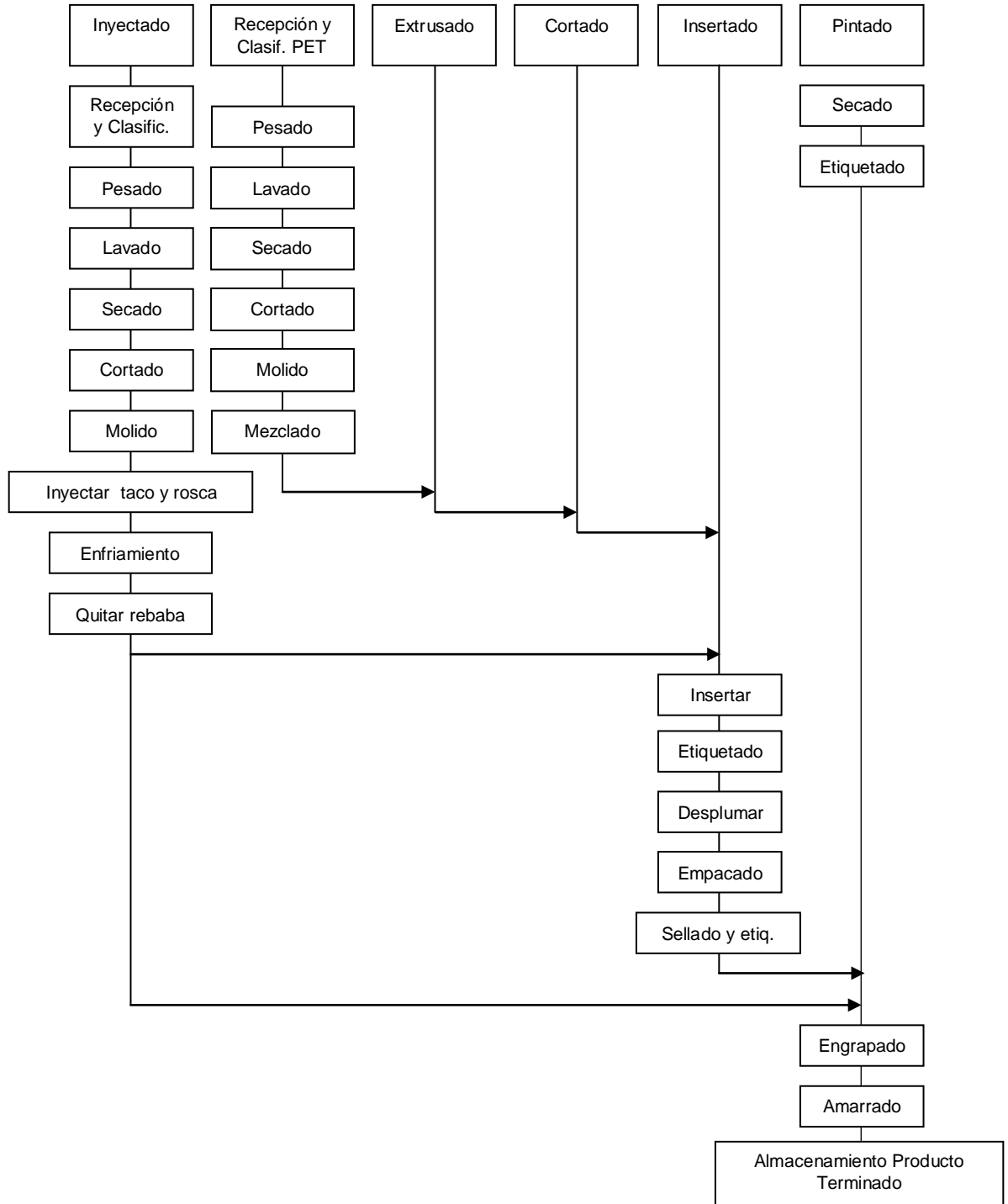


Figura 4.2
Diagrama de bloques del proceso elaboración de escobas plásticas

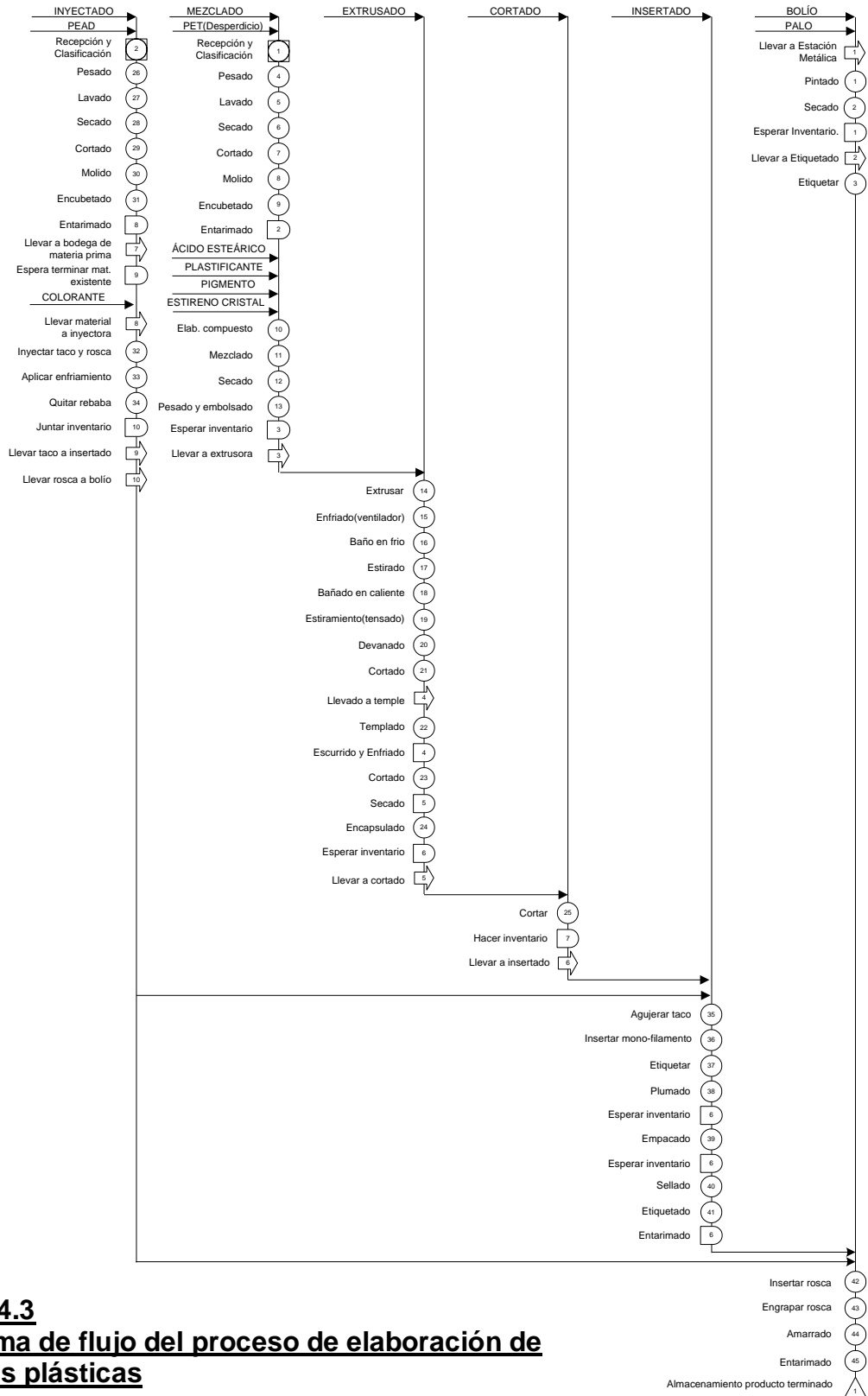


Figura 4.3
Diagrama de flujo del proceso de elaboración de escobas plásticas

4.3.4 SELECCIÓN DE MAQUINARIA

Conociendo el proceso productivo se procede a determinar la cantidad maquinaria, equipo y mano de obra utilizar.

La producción anual requerida es de 633,307 unidades. Tomando 248 días del calendario como laborales, se tiene que la producción promedio diaria deberá de ser de 2,554 unidades, lo que da la cantidad de 320 unidades por hora en un turno de 8 horas laborables.

Se ha establecido un horario de 9 horas diarias, de lunes a jueves y ocho horas el viernes y en caso de no cumplir con la meta de producción por razones ajenas a lo planificado, se podrá trabajar los días sábados haciendo horas extras.

De las nueve horas que se tendrán en el horario de trabajo, 45 minutos serán para el consumo de los alimentos y 15 minutos para un receso por la mañana, por tanto, solo quedan 8 horas laborables.

Para cumplir con la meta de producción requerida, la capacidad de las máquinas es muy importante, ya que la producción estará básicamente restringida por la capacidad de estas en la elaboración de las tres partes del producto, estas son:

1. Elaboración del mono-filamento
2. Elaboración de taco y rosca
3. Elaboración de bolío

En la elaboración del mono-filamento las maquinas deberán tener la capacidad de producción mínima de 45 Kg /hora.

En la elaboración del taco y la rosca la capacidad mínima debe ser 52 Kg /hora.

La elaboración del bolio es un proceso abundante por lo que no hay restricciones de máquinas.

En el cuadro 4.12 se presenta una descripción de las especificaciones de las máquinas a utilizar en el proceso de producción de escobas plásticas. La máquinas que se describen son las que requieren un manejo semiautomático y que por lo tanto, exigen la mayor inversión de la puesta en marcha de la empresa.

Cuadro 4.12
Máquinas a utilizar en la elaboración de escobas plásticas

OPERACIÓN	MAQUINA	POTENCIA	CAPACIDAD(kg/h)
Cortado	Trituradora/cizalla	5.5 kw	200 Kg/hora
Molido	Molino granulador	10 HP	200 – 400 kg/hora
Mezclado	Tanque mezclador y secador	11 kw	105 kg/hora
Extrusado	Extrusora	20 – 30 HP	20 – 90 kg/hora
Inyectado	Inyectora	20 HP	384 kg/hora
Insertado	Taladradora / Insertadora	20 HP	760 mechones/hora
Desplumado	Desplumadora / cortadora	1 HP	225 unidades/hora
Pintado bolío	Alimentadora de bolíos	1 HP	1,200 bolíos/hora
Secado bolío	Banda transportadora	1 HP	1,200 bolíos/hora

El proceso de producción de escobas plásticas también requiere de otros equipos adicionales, en el cuadro 4.13 se presenta un resumen de toda la maquinaria y el equipo necesario para el proceso completo de elaboración de escobas plásticas.

Cuadro 4.13
Equipo necesario para la producción de escobas plásticas

ACTIVIDAD	ÁREA	DESCRIPCION ACTIVIDAD	EQUIPO NECESARIO	CANTIDAD
1	RECICLADO	Recepción desechos plásticos	Mesa de madera, Báscula de 100 Kg.	1
2		Almacenado temporal de desechos	Depósitos para desechos plásticos	2
3		Lavado de desechos	Pilas de lavado	3
4		Secado de desechos	Ventilador eléctrico	1
5		Cortado preliminar de desechos	Trituradora / cizalla	1
6		Molido de desechos	Molino granulador	2
7		Almacenaje y transporte material	Tarimas	6
8	MEZCLADO	Preparación de compuesto	Mesa de trabajo	1
			Balanza granataria	1
9		Mezcla de materiales	Tanque mezclador centrifugo	1
10		Secado de compuesto	Tanque secador por transferencia de calor	1
11		Depósito para compuesto	Bandeja para compuesto	1
12		Embolsado de compuesto	Cucharón	1
13		Pesado compuesto	Báscula de 100 Kg.	1
14	Almacenaje de material	Tarimas	4	
15	CORTADO	Depositar desperdicio	Canasta plástica	1
16		Cortar mono-filamentos encapsulados	Máquina cortadora	1
17		Almacenamiento de mono-filamentos	Canastas plásticas	15
18		Almacenamiento de encapsulados	Estantes metálicos	2

Continuación cuadro 4.13

Equipo necesario para la producción de escobas plásticas

ACTIVIDAD	ÁREA	DESCRIPCION ACTIVIDAD	EQUIPO NECESARIO	CANTIDAD
19	EXTRUSADO	Extrusado de mono-filamentos	Extrusora	2
20		Enfriado de mono-filamentos	Ventilador de piso	2
21		Baño en frío de mono-filamentos	Bañera de enfriamiento(pila metálica)	2
22		Estiramiento de mono-filamentos	Plataforma de rodillos de estirado	2
23		Calentamiento de mono-filamentos	Bañera de calentamiento	2
24		Estirado de rodillos de estirado(temple)	Plataforma de rodillos de estirado	2
25		Embobinado de rodillos de estirado	Plataforma de embobinado	2
26		Enrollado de mono-filamentos	Devanadores	2
27		Corte de mono-filamentos defectuosos	Tijeras	2
28		Templado mono-filamentos embobinado	Pila de temple	1
29		Cortar mono-filamentos embobinado	Esmeril cortador	1
30		Escurrimiento de mono-filamentos	Plataforma metálica	1
31		Encapsulado de mono-filamentos	Varillas con material de encapsular	2
32		Trasladar mono-filamentos encapsulado	Carretilla	1
33	INYECTADO	Inyectado de taco y rosca	Inyectora	1
34		Depositar taco para enfriamiento	Barril metálico con agua	3
35		Depositar rosca para enfriamiento	Recipiente plástico con agua	3
36		Depósito de taco	Canastas plásticas	6
37		Depósito de rosca	Canastas plásticas	4

Continuación cuadro 4.13

Equipo necesario para la producción de escobas plásticas

ACTIVIDAD	ÁREA	DESCRIPCION ACTIVIDAD	EQUIPO NECESARIO	CANTIDAD
38	INSERTADO	Insertado de mono-filamento en taco	Máquina taladradora / Insertadora	2
39		Desplumado de escoba	Maquina desplumadota / cortadora	2
40		Empacado de escoba	Mesa de madera	2
41		Almacenado temporal de escobas	Tarimas	4
42	ELABORACIÓN BOLIO	Almacenamiento de material a procesar	Tarimas	7
43		Pintado de bolío	Estación metálica para bolíos	1
44			Plataforma de pintado	1
45			Banda trasportadora	1
46			Carretilla para depósito de inventario	2
47			Ventilador eléctrico industrial	1
48			Etiquetado de bolío	Maquina etiquetadota
49		Mesa de inventario		1
50		Insertado y engrapado de rosca	Mesa	1
51			Engrapadora	2
52		Amarrado de bolíos	Estación de amarrado	1
53	Almacenaje de producto terminado	Tarimas	4	
54	RECEPCIÓN MATERIA PRIMA	Almacenamiento de materiales	Tarimas	10
55		Transporte de materiales	Diablos	2
56	BODEGA PRODUCTO TERMINADO	Almacenamiento de producto terminado	Tarimas	10
57		Transporte de producto terminado	Diablos	2

4.3.5 CÁLCULO DE MANO DE OBRA

El número de personas a participar en el proceso de elaboración de escobas plásticas se calcula asignando tareas según las operaciones existentes.

Puesto que algunas operaciones tienen la capacidad de generar una enorme cantidad de inventario, los obreros que pertenecen a estas serán considerados para asignarles otras tareas.

A continuación se detallan la asignación de tareas y el personal requerido para elaborarlas según el área del proceso.

ÁREA DE RECICLADO

En esta área serán asignados operarios permanentes a las máquinas, estas son: trituradora/cizalla y molinos granuladores, en total son tres empleados. Aquí se llevan a cabo otras actividades, como lo son la recepción de desechos plásticos, lavado y secado los mismos para luego ser reciclados, por lo que con tres operarios más será suficiente para llevarlas a cabo.

ÁREA DE ELABORACIÓN DE BOLÍO

Esta área requiere de tres operarios, los cuales realizarán las siguientes tareas:

Operario 1: Alimentar la estación metálica con bolíos a pintar

Amarrar bolíos

Operario 2: Alimentar pintura a la plataforma de pintado

Llevar la carretilla de bolíos pintados hacia el área de etiquetado.

Etiquetar bolíos

Operario 3: Insertar y engrapar roscas a bolíos

Amarrar bolíos

Ya que esta es la operación con mas capacidad de producción, los empleados que pertenecen a esta área serán los encargados de llevar a cabo las tareas en el área de reciclado, las cuales son:

Recepción de material a reciclar

Lavado de material

Secado de material

AREA MEZCLADO

Esta operación solo requiere de una persona, la cual tendrá a cargo las siguientes actividades:

Elaboración de compuesto

Operar tanques de mezclado y secado

Embolsar, pesar y entarimar el compuesto terminado

AREA DE EXTRUSADO

Los mono-filamentos de las escobas generalmente son de varios colores, por lo que esta operación utiliza dos maquinas para evitar cambio de color de materiales, y además es un proceso lento ya que durante el recorrido se aplican una serie de procesos para mejorar sus propiedades físicas. Esta operación requerirá de dos operarios, los cuales tendrán a su cargo la alimentación de materiales en las máquinas, y darle seguimiento al recorrido de los mismos, hasta encapsularlos para ser llevados al área de cortado.

AREA DE CORTADO

Esta operación solo requiere de un operario, el cual es el encargado de mantener el estante de madejas con los encapsulados de mono-filamentos suficientes y clasificados por color y tamaño para luego cortarlos y llevarlos al área de insertado.

AREA DE INYECTADO

Las tareas a realizar en esta área son el operado de la maquina inyectora para obtener el taco y la rosca, por lo que solo es necesario un operario.

AREA DE INSERTADO/DESPLUMADO

En esta área se llevan a cabo varias operaciones, la primera de ellas es el insertado simultáneamente con el desplumado, debido a la capacidad de la maquinaria, es necesario el uso de dos maquinas para lograr cumplir con la producción, por lo que se requiere de un operario para cada una de ellas, seguidamente se ejecutan las tareas de empackado, sellado y etiquetado que requieren de un operario para cada maquina.

ÁREA DE MANTENIMIENTO

Esta requerirá de un jefe de mantenimiento y de un mecánico industrial que será el encargado de aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria de la planta.

AREA DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS

Para la administración de la planta se requerirá de varios gerentes, estos son:

- 1 Gerente general
- 1 Gerente de ventas
- 1 Gerente de compras
- 1 Gerente de producción
- 2 Secretarias

AREA DE BODEGA DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

Esta área solo requerirá de una persona, la cual será la encargada de llevar el control de los materiales que entran a la planta y los productos que salen de la misma.

También existirá personal independiente, ya que no pertenecen a un área específica, pero que sus funciones son en las instalaciones, estas son:

Encargada de limpieza

Agente de seguridad

En total se puede determinar que el número necesario de personal para realizar las diferentes tareas es de 24 personas.

4.3.6 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

Para realizar la distribución de la planta se utilizará el método de distribución sistemática de las instalaciones de la planta conocido como SLP por sus siglas en inglés: Systematic Layout Planning, el cual consiste en obtener un diagrama de relación de actividades, que se construye con dos códigos.

El primero de ellos es el código de cercanía que está representado por letras, donde cada una representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de la otra; el segundo código es el de razones, representado por números, cada número representa el por qué se decide que un área esté cerca o lejos de la otra.

Los cuadros 4.14 y 4.15 representa los códigos a utilizar.

Cuadro 4.14

Cuadro de cercanía

LETRA	CERCANIA
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Común
U	Sin importancia
X	Indeseable

Cuadro 4.15

Cuadro de cercanía

No.	RAZONES
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por Conveniencia
5	Seguridad

El cuadro 4.16 muestra las actividades que se realizarán en la empresa y la relación entre ellas según su importancia:

Cuadro 4.16
Diagrama relaciona de actividades

No	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA					
		A	E	I	O	U	X
1	Recepción desechos	3,15	2,17		13,16	4-11,14,18	12
2	Recepción materia prima	15,17	1,4	3,13	12,14,16	5-10,18	12
3	Área reciclado	1,4,18	5,7,17	2,6,15	8-11,13,14	16	12
4	Mezclado	3,5,18	2	6,10,17	7,11,13	1,8,9,14-16	12
5	Extrusado	4,6,18	3	17	7,8,11,13	1,2,9,10,14-16	12
6	Cortado	5,8,9,18	3	4,7	10,11,13,14	1,2,15-17	12
7	Inyectado	8,9,14,17,18	3	6	5,6,10,11,13	1,2,15,16	12
8	Insertado y desplumado	6,7,9,18	10,14		3,5,11,13	1,2,4,15-17	12
9	Empac., Sellado y Etiq.	6,7,8,18	10,16	15	3,11,13,14	1-2,4,5,17	12
10	Elaboración bolío	14,17,18	8,9,13,15,16	4	3,6,7,11	1,2,5	12
11	Servicios sanitarios Prod.				2-10,16-18	1	12-15
12	Servicios sanitarios Ofic..	13					1-11,14-18
13	Oficinas administrativas	12,14-17	10	2	1,3-9	18	11
14	Bodega Prod. Terminado	7,10,13	8		3,4,6,9	4,5,1,2	11,12
15	Parqueo y vigilancia	1,2,13,14,16,17	10	3,9		4-8,18	11,12
16	Despacho Prod. Terminado	13-15	9,10,16		1,2,11	3-8,17,18	12
17	Almacén Mat. Prima	2,7,10,13-15	1,3,16	4,5	10,11	6,8,9,18	12
18	Mantenimiento	3-10			1,11	2,13-18	12

Con la realización de este cuadro se forma el diagrama general de relación de actividades y el diagrama de bloques mostrado en la figura 4.4 y figura 4.5 respectivamente, los cuales permiten elaborar el diseño de la planta propuesta.

Figura 4.4
Diagrama general de relación de actividades para la elaboración de escobas plásticas

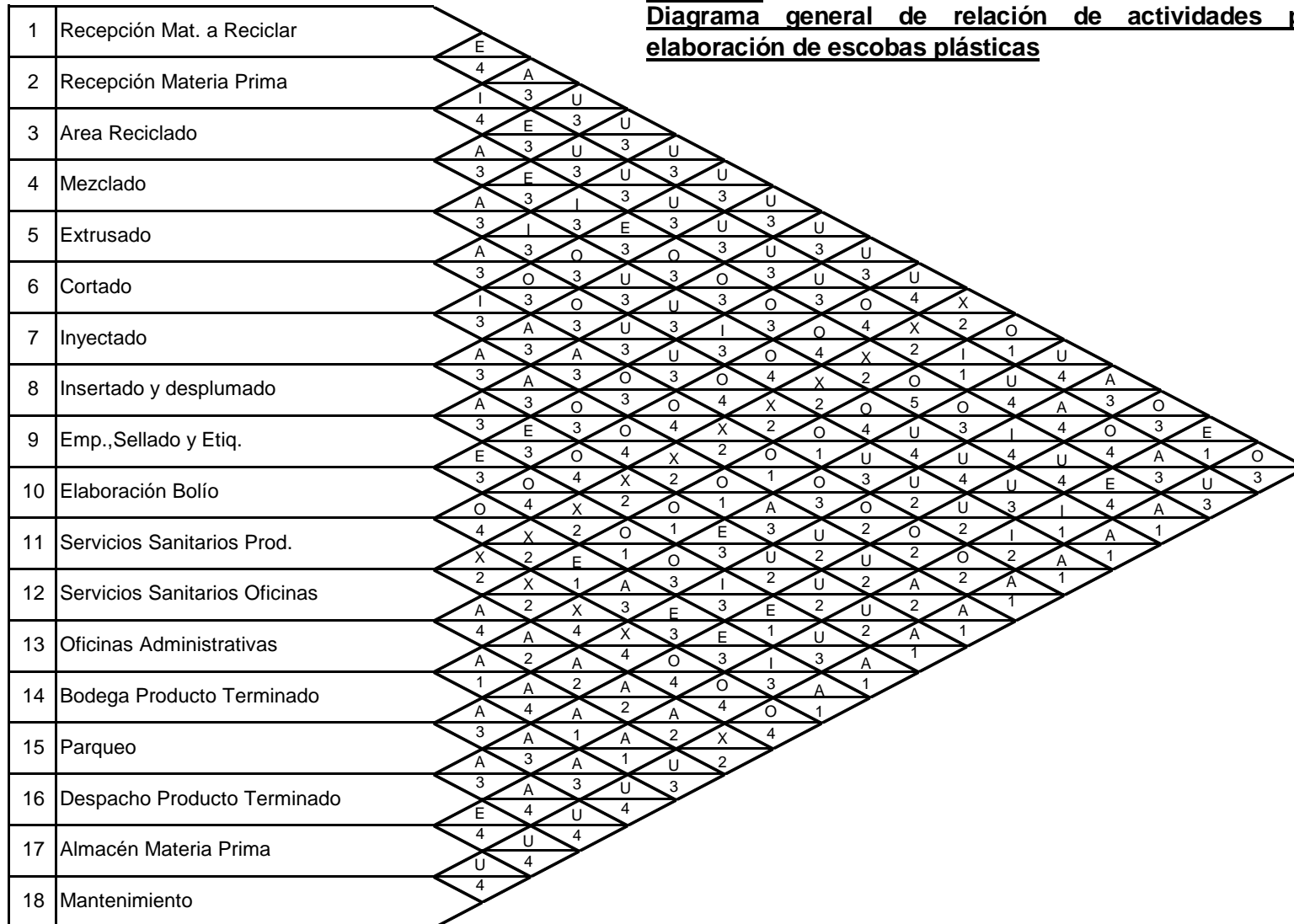
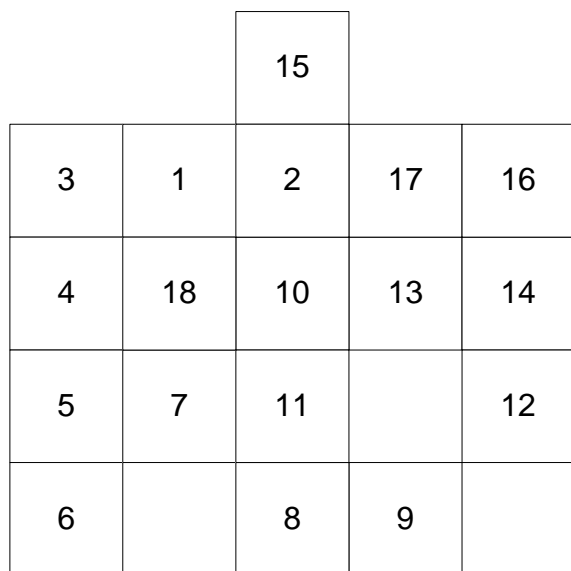


Figura 4.5

Diagrama de bloques de distribución de las áreas para la elaboración de escobas plásticas



NUMERO	AREA QUE REPRESENTA
1	Recepción de material a reciclar
2	Recepción de materia prima
3	Área de reciclado
4	Mezclado
5	Extrusado
6	Cortado
7	Inyectado
8	Insertado y desplumado
9	Empacado, sellado y etiquetado
10	Elaboración de bolío
11	Servicios sanitarios producción
12	Servicios sanitarios oficinas
13	Oficinas administrativas
14	Bodega producto terminado
15	Parqueo
16	Despacho producto terminado
17	Almacén de materia prima
18	Mantenimiento

4.3.7 CÁLCULO DE ÁREAS DE LA EMPRESA

Se ha logrado llegar a una proporción de la distribución ideal de la planta, pero es importante definir el tamaño físico de las áreas necesarias para cada una de las actividades que se realizarán en la planta.

Las áreas que se consideran debe tener la empresa se enuncian en el cuadro 4.17.

Cuadro 4.17

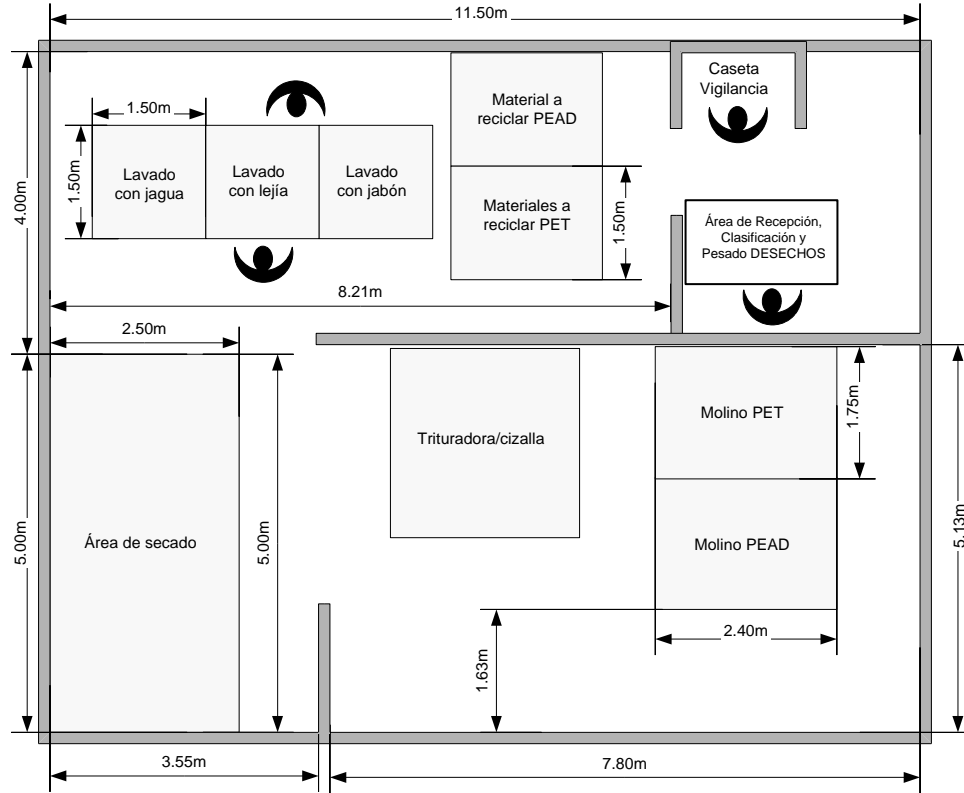
Cálculo para cada una de las áreas de la planta

NUMERO	ACTIVIDAD	AREA MT²
1	Área de reciclado	103.5
2	Mezclado	35.5
3	Extrusado	65.7
4	Cortado	24.0
5	Inyectado	29.1
6	Insertado, desplumado, empacado, sellado y etiquetado	69.2
7	Elaboración de bolío	70.4
8	Servicios sanitarios producción	3.3
9	Servicios sanitarios oficinas	4.1
10	Oficinas administrativas	44.5
11	Recepción de materia prima y despacho de producto terminado	150.5
12	Mantenimiento	8.4
TERRENO NECESARIO		608.17

Este cálculo considera el flujo de material, espacio para pasillos, máquinas y equipo adicional que se utiliza en cada una de las operaciones.

A continuación, haciendo uso de herramientas de computación existentes actualmente, se presenta la distribución de cada una de las Áreas De La Planta Recicladora De Plásticos En La Ciudad De Santa Ana, incluyéndose el plano de distribución de la misma y el flujo de material que se tendrá.

**EN ADELANTE SE PRESENTA LA DISTRIBUCIÓN DE
CADA UNA DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA
RECICLADORA DE PLÁSTICO**



PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana

CONTENIDO: Distribución Área De Reciclado

PRESENTAN:

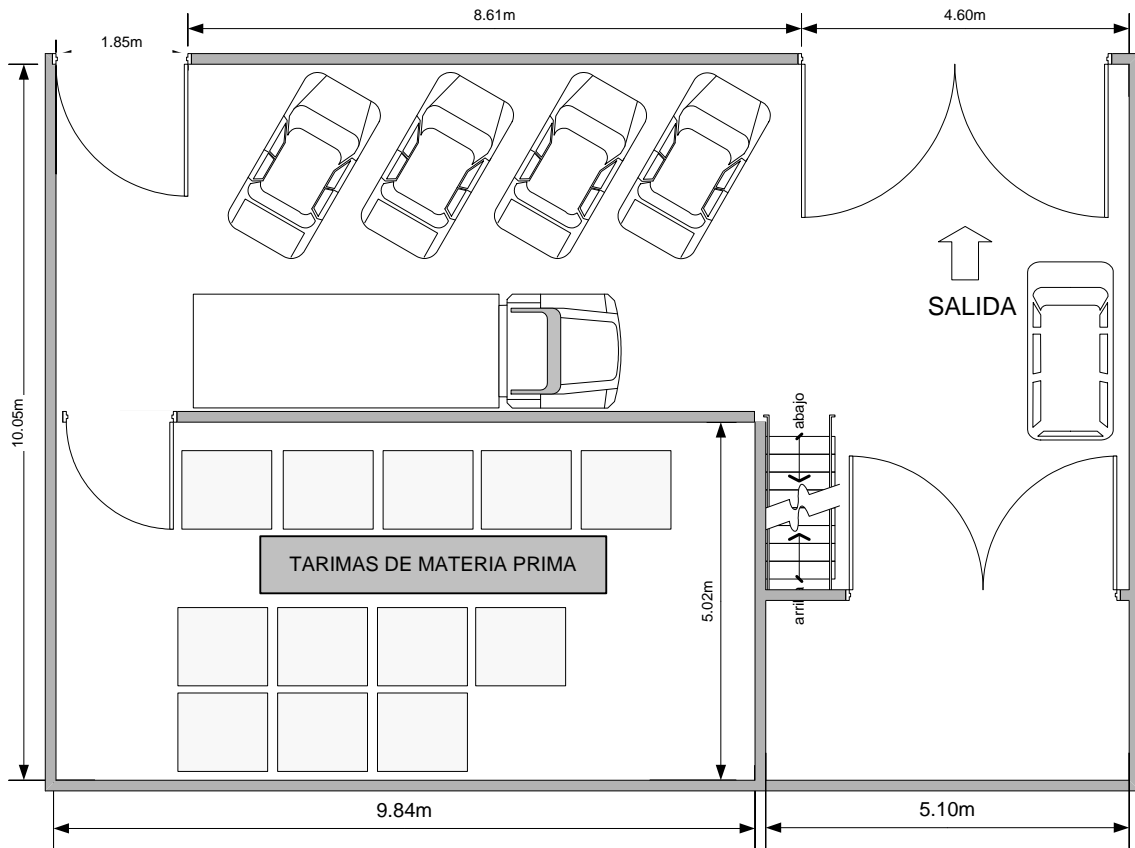
Peñate Ramírez, Raúl Antonio
Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra

ESCALA:

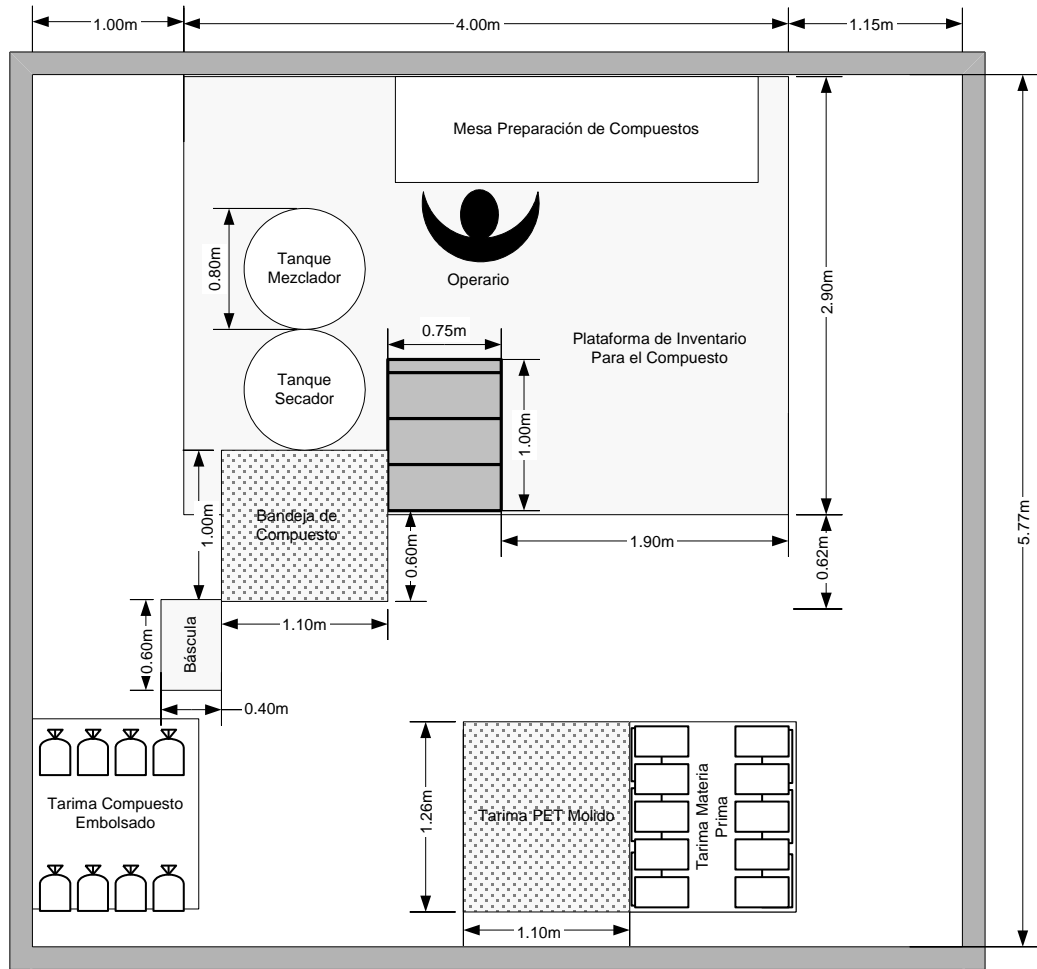
1:100

CENTRO DE ESTUDIOS:

FACULTAD MULDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Recepción De Materia Prima Y Despacho De Producto Terminado	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrebillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:100
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana

CONTENIDO: Distribución Área De Mezclado

PRESENTAN:

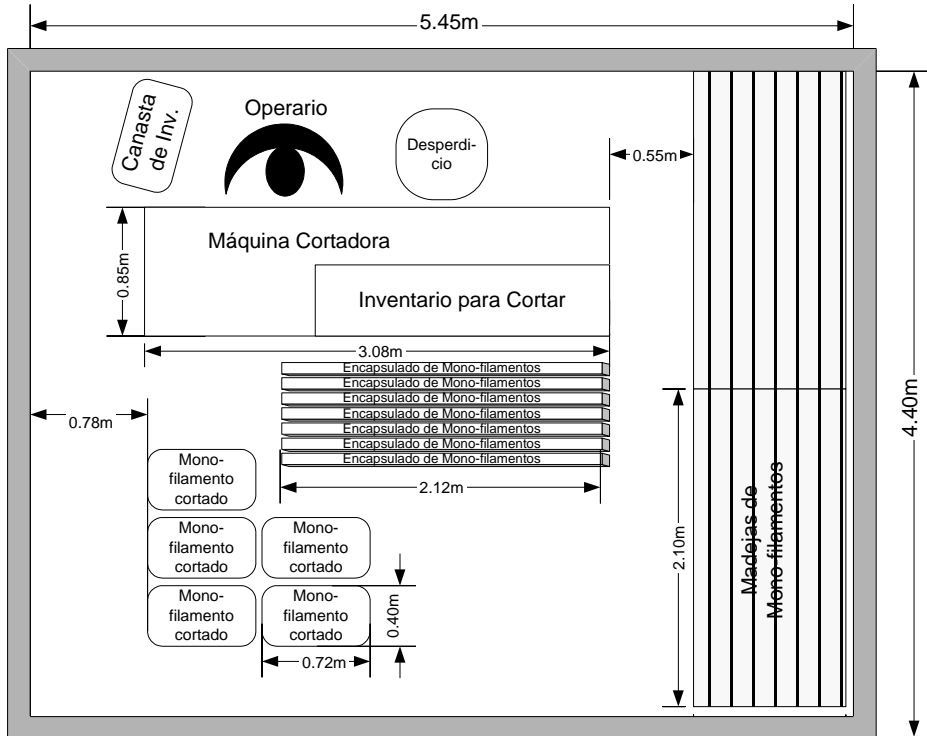
Peñate Ramírez, Raúl Antonio
Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra

ESCALA:

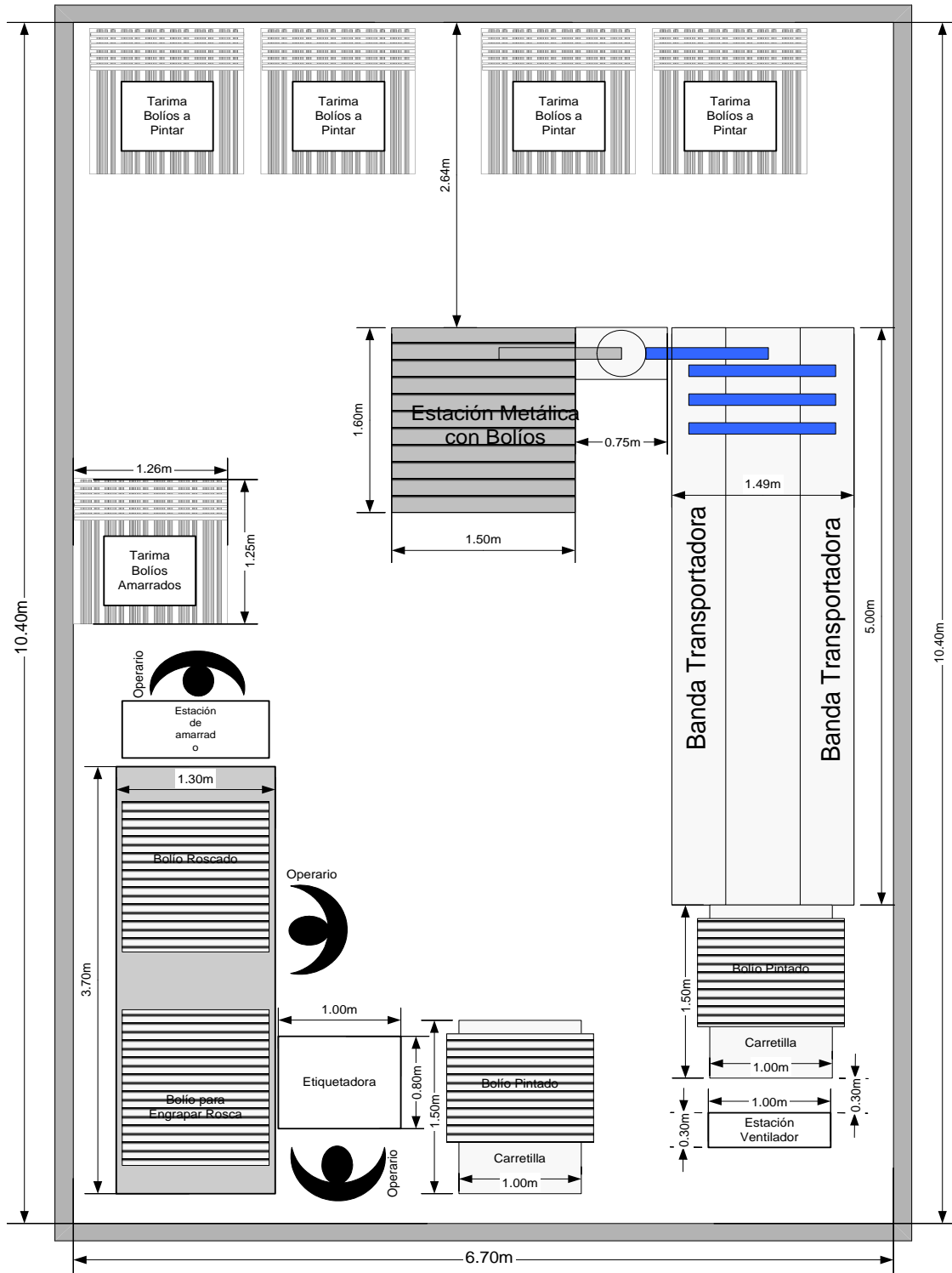
1:50

CENTRO DE ESTUDIOS:

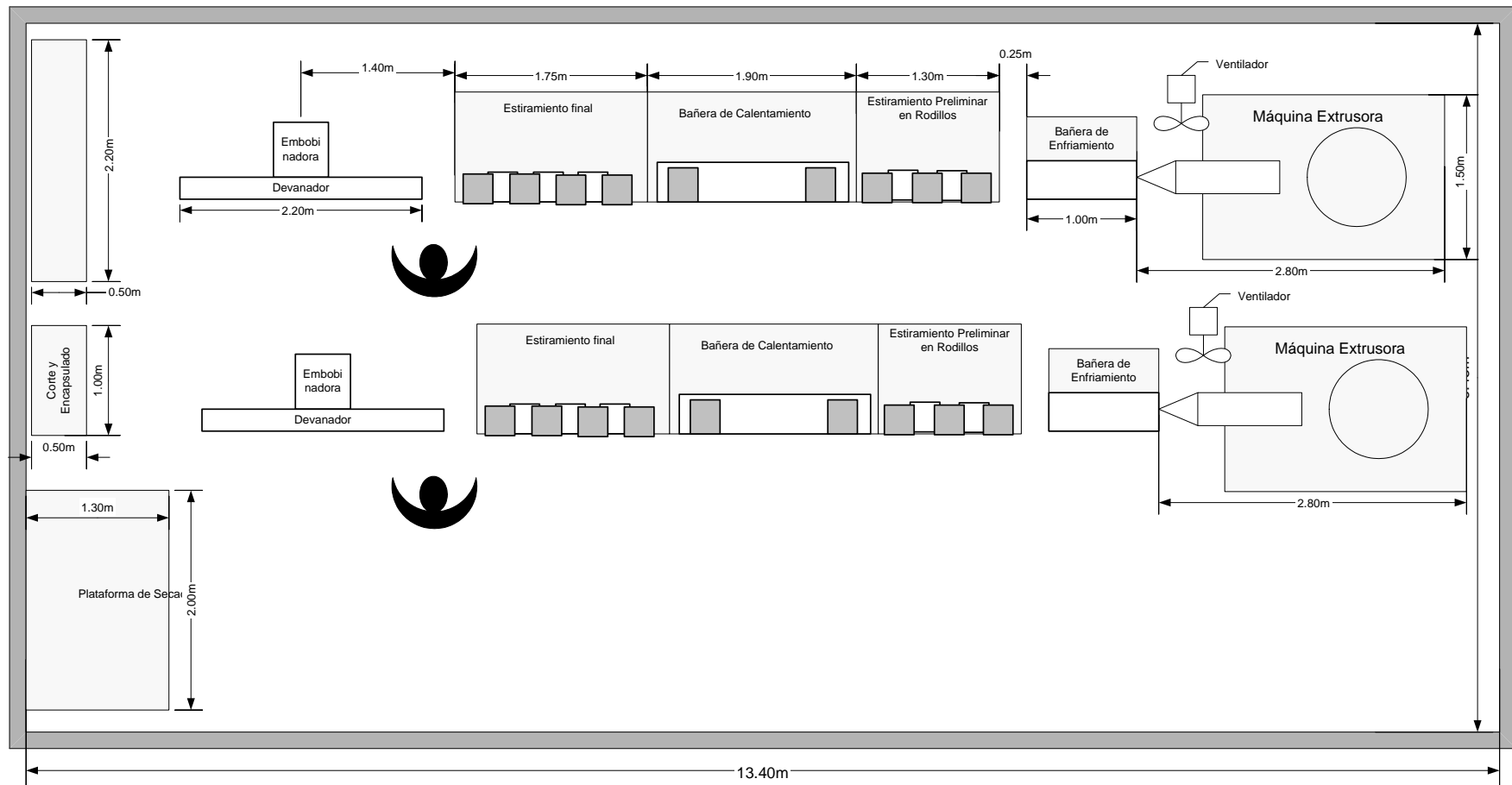
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Cortado De Mono-filamento	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:50
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	

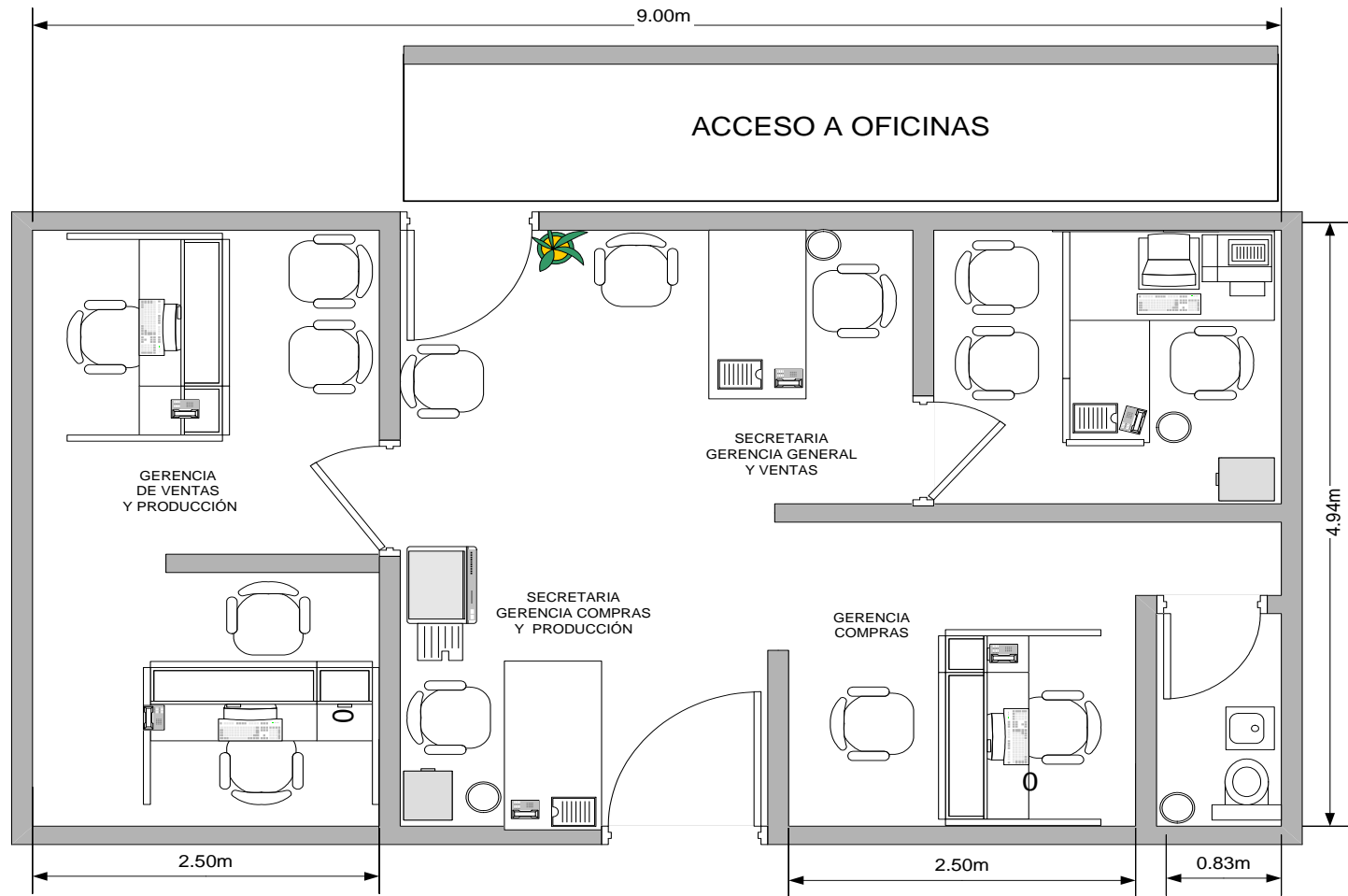


PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Elaboración de Bolío	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:50
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	

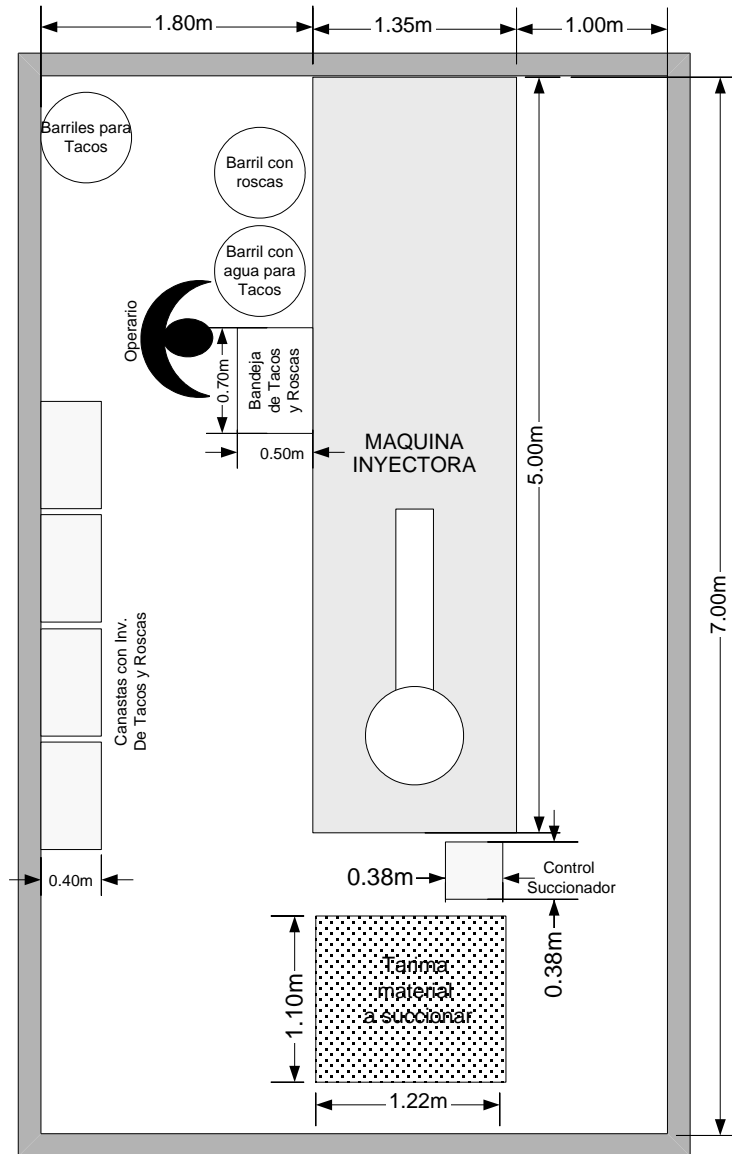


PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Extrusado	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrebillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:100
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	

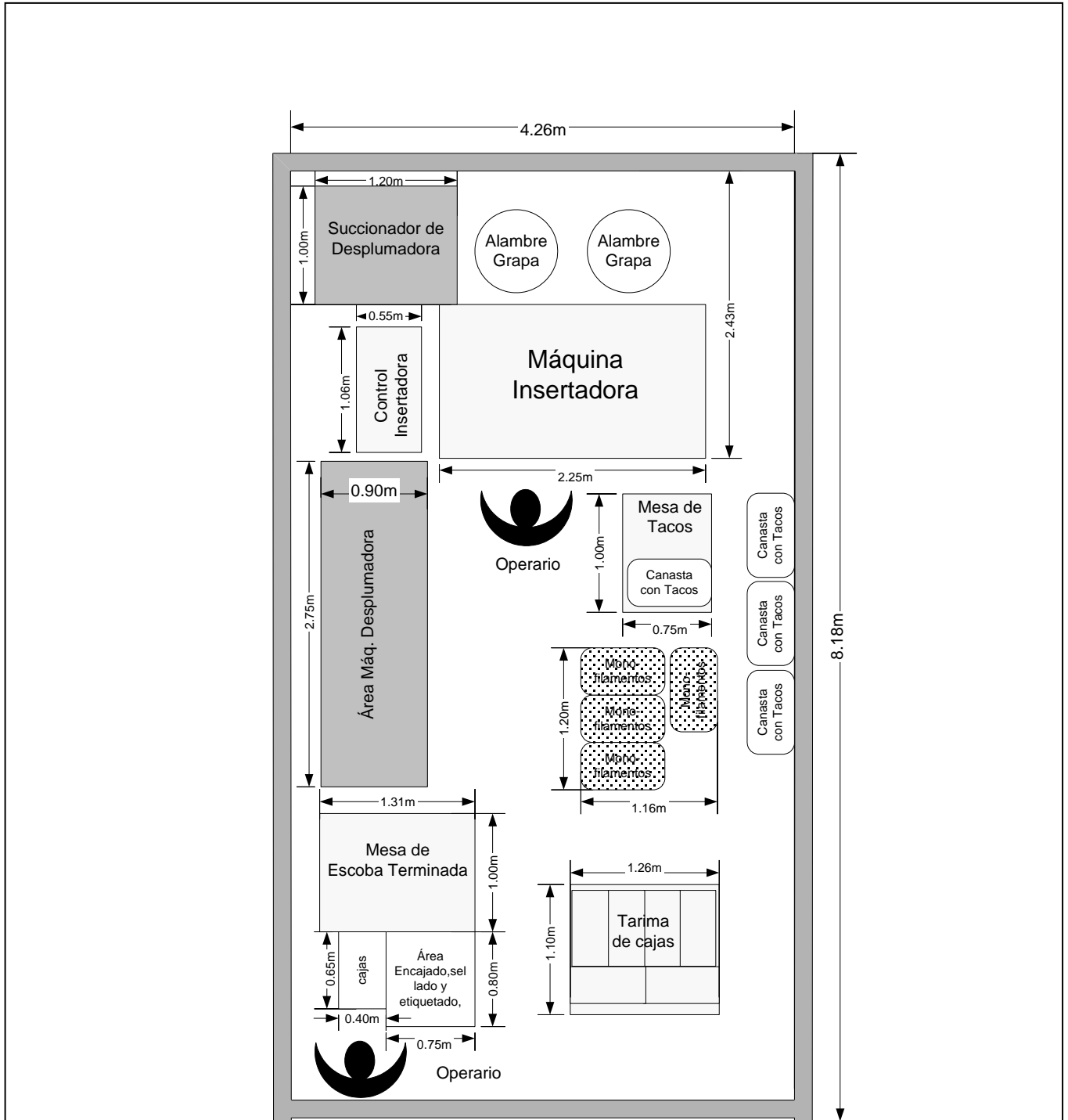
Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana



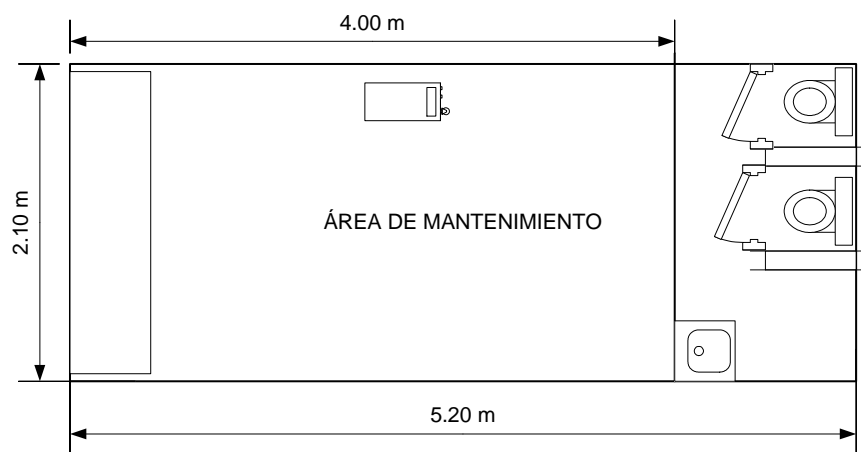
PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Oficinas Administrativas	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:100
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



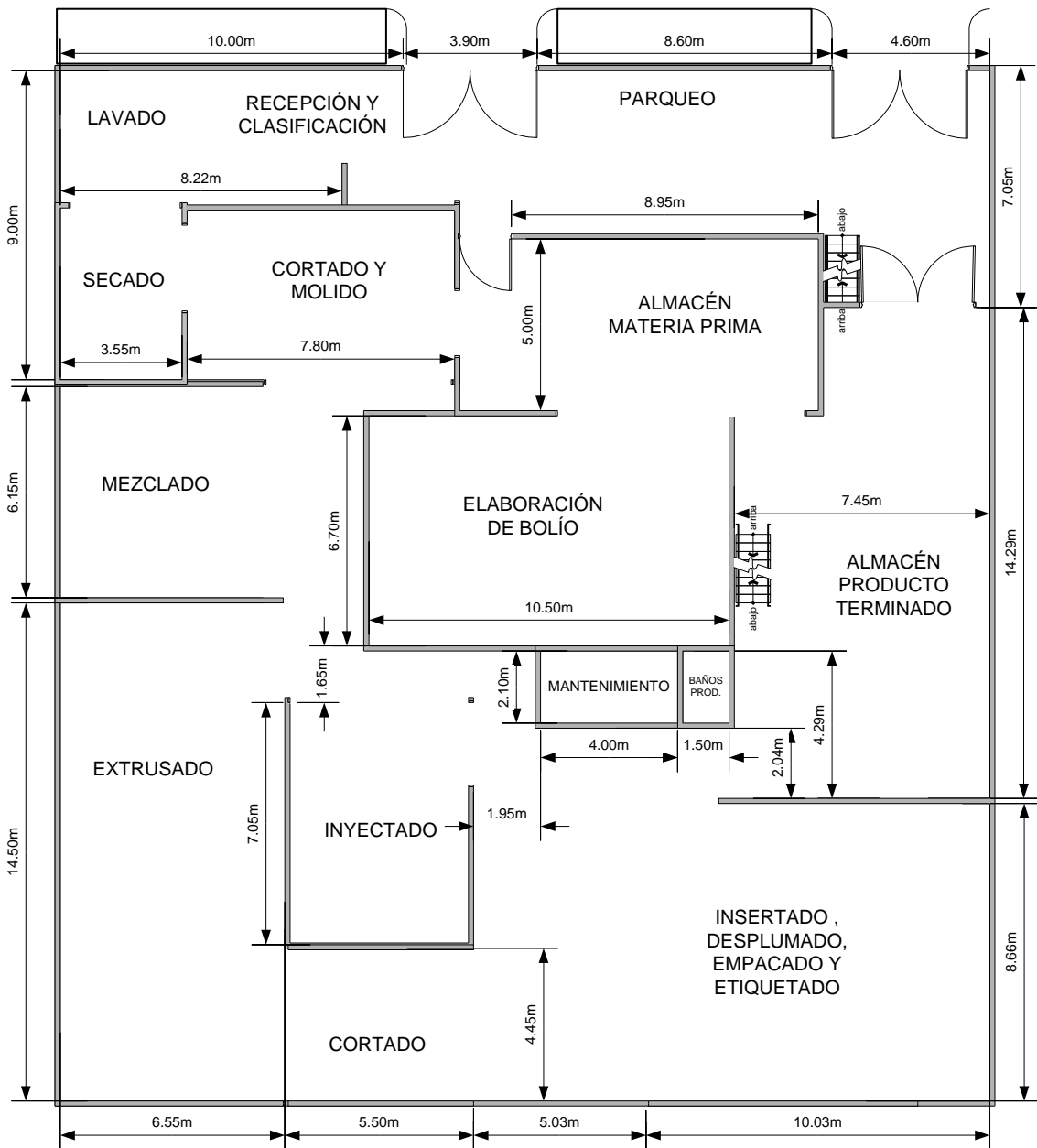
PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Inyectado	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:50
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



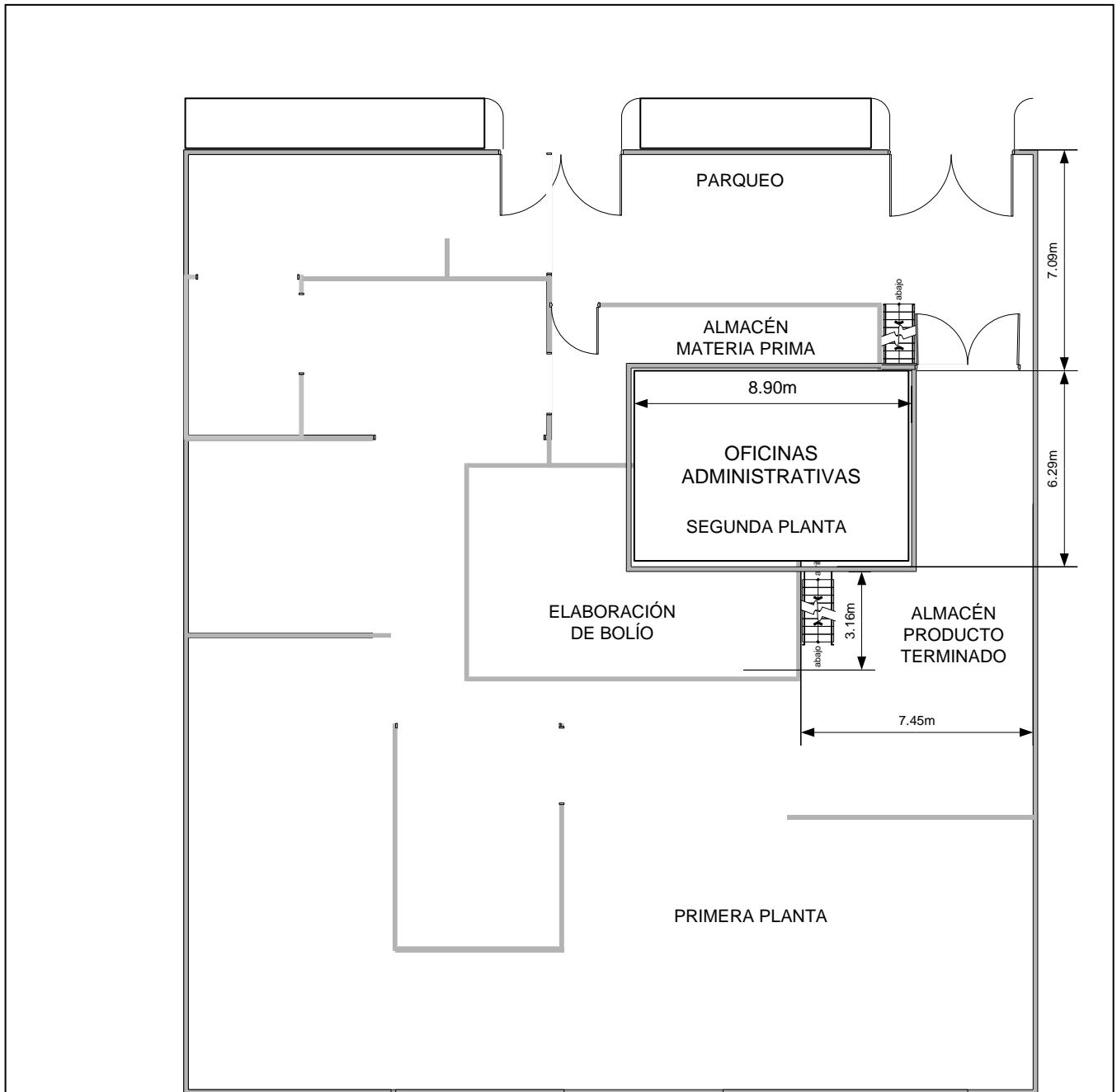
PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Distribución Área De Insertado, Desplumado, Encajado, Etiquetado Y Sellado	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:50
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



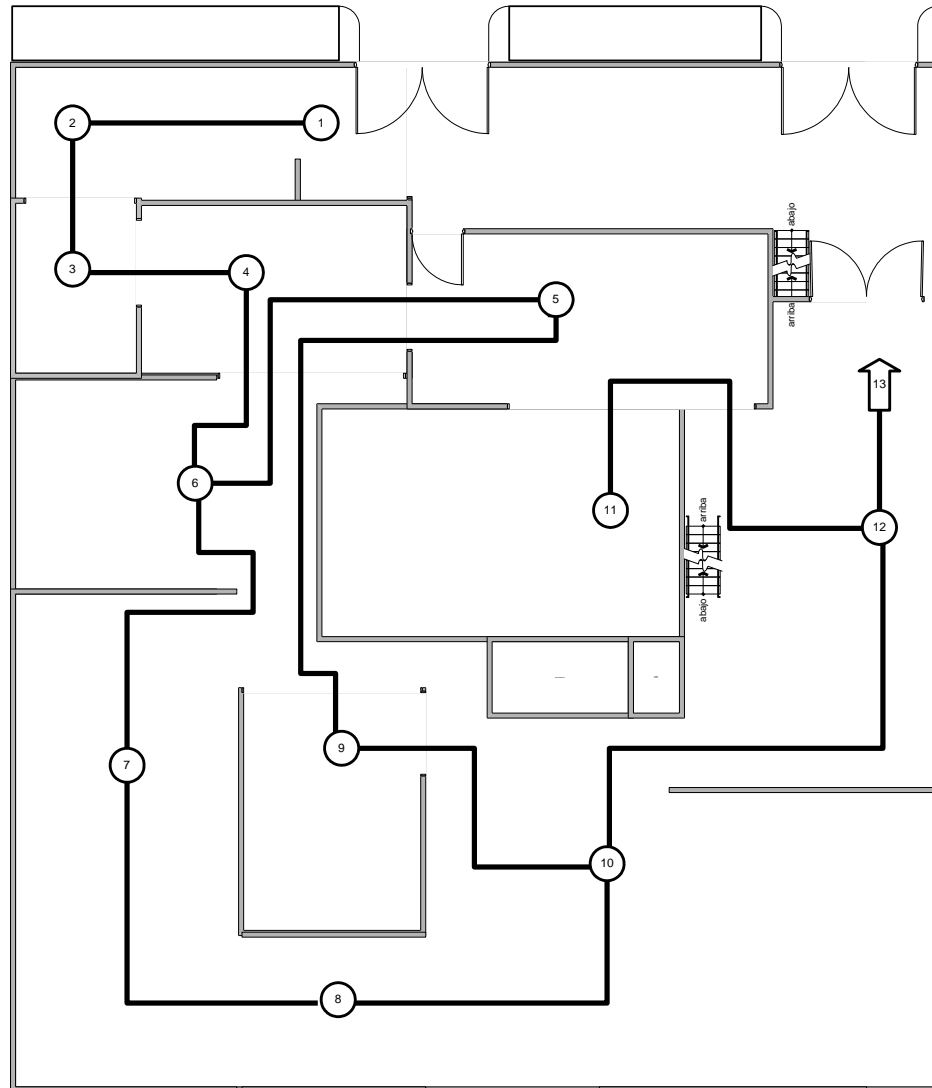
PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Área De Mantenimiento Y Baños De Producción	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:50
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Plano de Distribución De Primera Planta	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrebillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:200
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana	
CONTENIDO: Plano de Distribución De Segunda Planta	
PRESENTAN: Peñate Ramírez, Raúl Antonio Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra	ESCALA: 1:200
CENTRO DE ESTUDIOS: FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



DESCRIPCION FLUJO

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Recepción, clasificación y pesado 2. Lavado 3. Secado 4. Molido 5. Bodega materia prima 6. Mezclado 7. Extrusado | <ol style="list-style-type: none"> 8. Cortado 9. Inyectado 10. Insertado, desplumado, empacado sellado y etiquetado 11. Elaboración de Bolío 12. bodega de producto terminado 13. Despacho de producto terminado |
|---|--|

PROYECTO: Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana

CONTENIDO: Flujo Del Proceso De Elaboración De Escobas Plásticas

PRESENTAN:

Peñate Ramírez, Raúl Antonio
Rodríguez Arrevillaga, Karina Alexandra

ESCALA:

1:200

CENTRO DE ESTUDIOS:

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

4.3.8 CONTROL DE CALIDAD

Actualmente el control de calidad de cualquier producto es necesario para la supervivencia del mismo en el mercado. El producto bajo estudio son escobas plásticas cuya calidad estará determinada básicamente por el reciclaje en sí.

El éxito del producto depende esencialmente de tres factores:

- a) Que el plástico sea de tipo PET o PEAD según el proceso o elemento a fabricar:

Para garantizar el uso del material correcto, se dará un seguimiento desde que es recibido hasta que llega a la operación en la cual se utilizará.

El mayor riesgo de mezclar materiales se corre en el proceso de triturado-cortado, por lo que aquí es donde habrá de tenerse mayor cuidado para que los materiales no se mezclen unos con otros, ya que podría perderse las propiedades de los elementos de la escoba a fabricar.

- b) Proceso de lavado

Para obtener buenos resultados se debe asegurar que no queden restos de alimento, adhesivo de las viñetas u otras sustancias contaminantes en los materiales.

- C) Materia prima

Se añadirá un 10% de materia prima virgen de polietileno de alta densidad para el taco de la escoba para mejorar las propiedades de dureza.

Con respecto al producto terminado, se verificarán los acabados, estos tienen que estar sin escoria y con la forma adecuada garantizando el buen funcionamiento del producto.

4.3.9 PROGRAMA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Es importante hacer notar la importancia que actualmente tiene la Seguridad e Higiene Industrial para cualquier empresa, ya que la protección de la fuerza de

trabajo en el país está debidamente reglamentado en el Art. 314 del Código De Trabajo, obligando tanto a los empresarios como a los trabajadores a colaborar para la seguridad.

Para el caso específico del reciclaje de plástico, es necesario proteger a los trabajadores principalmente de:

- a) Enfermedades de las vías respiratorias producidas por la inhalación de sustancias químicas.
- b) Intoxicaciones: enfermedades producidas por la absorción de líquidos de origen químico, por las vías respiratoria o digestiva.
- c) Envenenamiento; este se produce por la absorción de sustancias dañinas para la salud, ocasionando en casos extremos la muerte de las personas afectadas.

Síntomas de envenenamiento.

- Visión borrosa
- Comportamiento confundido
- Presión en el pecho
- Dolor de cabeza y mareos
- Nauseas
- Debilidad general
- Dolor de estómago
- Desfallecimiento
- Espasmos musculares de la cara y lengua.

PROGRAMA PREVENTIVO

- 1) De acuerdo a las actividades que se realicen, deberá utilizarse el equipo que sea necesario para mantener seguro al trabajador y su área de trabajo. El equipo básico según las operaciones que lo exigen se muestran en el cuadro 4.18.

Cuadro 4.18
Equipo de protección personal

ACTIVIDAD	EQUIPO DE PROTECCIÓN
Lavado	Guantes impermeables, botas de hule.
Molido	Respirador, gafas, protectores auditivos.
Pintado de bolío	Respirador
Mezclado	Respirador, gafas

- 2) Verificar la integridad de los envases, etiqueta y marcas de los productos adquiridos.
- 3) Capacitar a los trabajadores en las técnicas y procedimientos apropiados para el manejo de maquinaria.
- 4) Disponer de dispositivos de emergencia necesarios como botiquín de primeros auxilios, guía telefónica de centros asistenciales, lavajos, depósitos de agua, extintores.
- 5) No fumar, comer ó beber durante la realización de las diferentes operaciones o en áreas que se consideren peligrosas.

4.3.10 ORGANIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO

La estructura orgánica es una descripción ordenada de los principales cargos y unidades orgánicas de la dependencia en función de sus jerarquías. La estructura orgánica debe corresponder a su presentación gráfica en el organigrama, tanto en lo referente al título de las unidades orgánicas como a su nivel jerárquico.

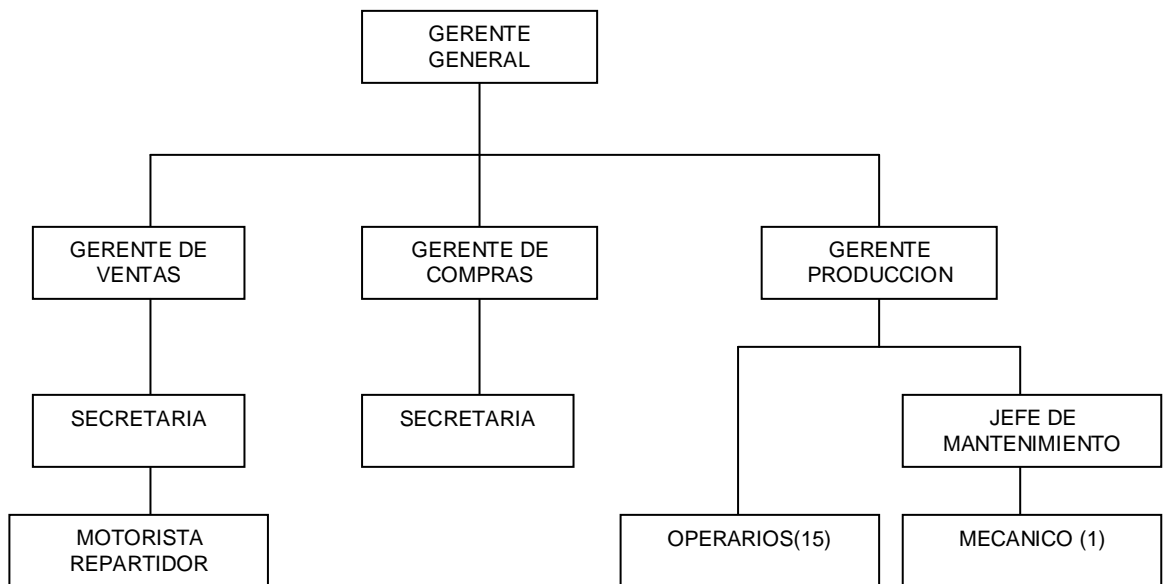
En el organigrama se representa gráficamente la estructura orgánica y refleja, en forma esquemática, la posición de las unidades orgánicas que la componen

y sus respectivas relaciones de autoridad, niveles jerárquicos y canales formales de comunicación.

4.3.10.1 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

Considerando el personal necesario para la instalación de la planta mostrada en la sección del cálculo de mano de obra, se determina el organigrama de la empresa recicladora de plástico, que se muestra en la figura 4.18.

Figura 4.18
Organigrama



4.3.10.2 PERFIL DEL RECURSO HUMANO

Debido al tipo de producto y la maquinaria utilizada, se puede observar que la empresa requiere del personal idóneo para cada una de las tareas, ya que la inversión a realizar se verá que es alta, y el grado de responsabilidad de cada uno de los que laboren en la empresa será muy importante.

A continuación, se detalla el perfil que debe reunir cada uno de los trabajadores de la empresa Recicladora De Plásticos En La Ciudad De Santa Ana.

GERENTE GENERAL

Nivel académico: Ingeniero Industrial ó Administrador de Empresas.

Sexo: Masculino o femenino.

Edad: 35 años en adelante.

GERENTE DE PRODUCCIÓN

Nivel académico: Ingeniero Industrial.

Sexo: Masculino o femenino.

Edad: 25 años en adelante.

GERENTE DE VENTAS

Nivel académico: Licdo. en Mercadeo ó Administración de Empresas

Sexo: Masculino o femenino.

Edad: 25 años en adelante.

GERENTE DE COMPRAS

Nivel académico: Administrador De Empresas

Sexo: Masculino o femenino

Edad: 25 años en adelante.

SECRETARIAS

Nivel académico: Bachiller

Sexo: Femenino

Edad: 18 años en adelante.

Idiomas: Ingles y español

OPERARIOS

Nivel académico: Bachiller
Sexo: Masculino
Edad: 18 años en adelante.

JEFE DE MANTENIMIENTO

Nivel académico: Técnico
Sexo: Masculino
Edad: 25 años en adelante.

MECANICO

Nivel académico: Bachiller en Mecánica General
Sexo: Masculino
Edad: 20 años en adelante.

ORDENANZA

Nivel académico: 9^o grado
Sexo: Femenino
Edad: 18 años en adelante.

VIGILANTE

Nivel académico: 9^o grado
Sexo: Masculino.
Edad: 20 años en adelante.

4.3.11 REQUERIMIENTOS DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA

Insumos básicos como la energía eléctrica y el agua son importantes para el funcionamiento de una empresa y para las actividades diarias de los seres humanos, a continuación se detalla los requisitos mínimos de estos dos insumos para la puesta en marcha de la empresa Recicladora De Escobas Plásticas En La Ciudad De Santa Ana.

CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA

a) Energía consumida en el proceso

Se consideran para este cálculo la potencia de los motores, horas de trabajo, y tarifas.

Cuadro 4.19

Consumo de energía eléctrica de maquinaria

OPERACION	HP
Cortado	7.4 HP
Molido	10 HP
Mezclado	14.7 HP
Extrusado	25 HP
Inyectado	20 HP
Insertado	20 HP
Desplumado	1 HP
Pintado bolío	1 HP
Secado bolío	1 HP
	TOTAL 100.1 HP

Cálculo en KW de la energía para el proceso

$$100.1 \text{ HP} \times 0.746 \text{ Kw} / 1\text{HP} = 74.67 \text{ Kw}$$

b) Otras áreas. Se considera toda la zona de construcción de la planta y se muestran en el cuadro 4.20.

Cuadro 4.20
Luminarias utilizadas en la planta

DESCRIPCION	# LAMP.	W/ H	WATTS
Recepción de materia prima	10	40	400
Reciclado	6	20	120
Oficina administrativas	3	40	120
Mezclado	2	20	40
Extrusado	4	20	80
Cortado	2	20	40
Inyectado	2	20	40
Insertado	2	20	40
Elaboración de bolío	4	20	80
Almacén producto terminado	5	40	200
Mantenimiento	1	40	40
TOTAL			1200

El consumo total de energía eléctrica será

Proceso = 74.67 Kw

Otras áreas = 1.20 Kw

$$75.87\text{Kw}$$

Consumo por día = 75.87 x 4h = 303.48 Kw

Consumo por mes = 303.48 Kw/ día x 22 d/mes = 6,676.56 Kw

CONSUMO DE AGUA

Consumo en el proceso

Lavado del plástico 1.08 mts³

b) Consumo humano. Se considera

- Cantidad de agua utilizada por persona para el uso del servicio sanitario
12 lts
- Cantidad de agua utilizada por persona para lavarse las manos = 0.8 lts
- Número de veces por persona de oficina que se lava las manos = 2 veces
- Número de veces por personal de planta que se lava las manos = 3 veces
- Número de veces por persona que hace uso del servicio sanitario = 2 veces

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente se ha determina:

- Personal de oficina que se lava las manos = $6 \times 0.8 \text{ lts} \times 2 \text{ veces/día} = 9.6 \text{ lts} = 0.0096 \text{ mts}^3$
- Personal de planta que se lava las manos = $20 \times 0.8 \text{ lts} \times 3 \text{ veces / día} = 48 \text{ lts} = 0.048 \text{ mts}^3$
- Servicio sanitario = $26 \times 12 \text{ lts} \times 2 \text{ veces} = 624 \text{ lts} = 0.624 \text{ mts}^3$

La cantidad de agua para el consumo humano será : $0.0096 + 0.048 + 0.624 = 0.6816 \text{ mts}^3$ diarios.

El requerimiento total de agua diario será = $1.08 + 0.6816 = 1.7616 \text{ mts}^3$

En un mes se consumirá:

$1.7616 \text{ mts}^3 / \text{día} \times 22 \text{ días/ mes} = 38.75 \text{ mts}^3$

4.3.12 ANÁLISIS DEL ESTUDIO TÉCNICO

- Tomando en cuenta la capacidad de la maquinaria, es posible elaborar 2,554 escobas plásticas diarias, en un periodo de ocho horas al día, considerando 248 días laborales al año se pueden producir 633,307 que es el 10% de la demanda insatisfecha según estudio de mercado.
- El diseño de la planta recicladora de plástico presenta flexibilidad de expansión debido a que puede aumentar su producción sin una inversión adicional, sólo con aumentar los turnos laborales.
- Según lo expuesto anteriormente se recomienda realizar el análisis económico y la evaluación económica.

CAPÍTULO V

**INVERSIÓN TOTAL PARA LA
PLANTA RECICLADORA DE
PLÁSTICO EN LA CIUDAD DE
SANTA ANA**

5.1 INTRODUCCIÓN

El estudio económico tiene como objetivo determinar la inversión necesaria para echar a andar el proyecto, los gastos necesarios para que se mantenga funcionando, el capital para iniciar operaciones y la cantidad mínima a vender entre otros, cabe destacar que en esta etapa no se toma ninguna decisión de continuar o desechar el proyecto, sino que la información que se reúne en el estudio económico será utilizada para realizar la evaluación económica.

Este estudio determina la inversión necesaria para emprender la empresa especificando los costos en varios rubros, estos son: costos de producción, costos en activo fijo y diferido, gastos administrativos, de ventas y financieros.

Los costos de producción se deducen de la materia prima a utilizar, del empaquetado, de la mano de obra, de los costos de energía eléctrica, consumo de agua, combustible, mantenimiento, control de calidad e higiene y seguridad industrial.

Los costos fijos se determinan por la inversión en maquinaria, equipo auxiliar, la obra civil, el costo del terreno, el mobiliario y equipo de oficina.

Los costos diferidos resultan del cálculo de costos administrativos, costos de ventas, de la depreciación y amortización del activo fijo y diferido, gastos de venta, capital de trabajo y gastos financieros.

Con toda esta información, se calcula el precio de venta del producto y es posible determinar el punto de equilibrio en que la empresa posee estabilidad económica en donde no pierde ni gana.

A través de estados pro forma se consideran tres alternativas: de producción, financiamiento y inflación, para conocer el beneficio real de las operaciones de la empresa.

Conociendo los costos y gastos en que incurrirá la planta a crear, se determina el financiamiento que se requiere, el balance general al primer año y la inversión total requerida.

Mediante la evaluación económica se comprueba la rentabilidad económica que tendrá la empresa, ya que se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente, se analizará a través de varios métodos las utilidades probables en los primeros años de operación.

La evaluación financiera señala los puntos fuertes y débiles de la empresa, empleando datos cuantitativos provenientes del balance general inicial.

5.2 ESTUDIO ECONÓMICO

5.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS

La determinación de los costos totales y de la inversión inicial está basada en los estudios de ingeniería, ya que depende de la tecnología y equipos seleccionados, la mano de obra requerida y otros elementos que se han detallado en el capítulo anterior.

A continuación se detallan los costos en que incurrirá la empresa para iniciar las actividades de la elaboración de escobas plásticas con desechos plásticos reciclables.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Estos han sido clasificados según rubros necesarios del área de producción los cuales se detallan a continuación:

1. Materia prima

El cuadro 5.1 muestra los costos en los cuales incurrirá la empresa por la compra de materia prima para la elaboración de las escobas plásticas:

Cuadro 5.1
Costo de materia prima

MATERIA PRIMA	COSTO(\$)	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Estireno cristal	\$ 590 / ton	\$ 50.69	\$ 608.28
Acido esteárico	\$ 30 / kg	\$ 187.74	\$ 2,252.88
Plastificante DOP	\$ 5 / kg	\$ 201.61	\$ 2,419.32
Pigmentos	\$ 12 / kg	\$ 187.74	\$ 2,252.88
Polietileno de alta densidad a reciclar	\$ 0.05 / lb	\$ 748.19	\$ 8,978.28
Polietileno de alta densidad virgen	\$ 650 / ton	\$ 831.39	\$ 9,976.68
Polietileno tereftalato	\$ 0.05 / lb	\$ 895.69	\$ 10,748.28
Jabón	\$ 0.44 bolsa	\$ 55.44	\$ 665.28
Lejía	\$ 0.11 botella	\$ 9.24	\$ 110.88
Bolío	\$ 0.12 c/unid	\$ 6,333.12	\$ 75,997.44
TOTAL			\$ 114,010.20

Se calcula el 10% de imprevistos sobre el total del costo de materia prima que es uno de los costos que podría variar a través del tiempo, que es 11,401.02.

2. Mano de obra

Esta incluye la mano de obra que influye directa e indirectamente en el proceso de producción.

a) Costo de mano de obra directa

La mano de obra directa a utilizar se muestra en el cuadro 5.2 según operación:

Cuadro 5.2

Mano de obra directa requerida en la elaboración de escobas plásticas

AREA	TRABAJADORES REQUERIDOS
Elaboración de bolio y recepción de desechos	3
Cortado y molido	2
Mezclado	1
Extrusado	2
Cortado	1
Inyectado	1
Insertado/desplumado	2
Empacado, sellado y etiquetado	2
Encargado de bodegas	1
TOTAL OPERARIOS	15

Los costos mensuales por operario son los siguientes:

Pago seguro social ISSS 8.50 % del sueldo = \$ 151.2 * 8.50% = \$ 12.85

Pago fondo de pensiones AFP 6.75 % del sueldo = \$ 151.2 * 6.75% = \$ 10.20

Anualmente los costos por operario se detallan a continuación:

Aguinaldo = \$ 50.40

Vacaciones = \$ 75.60

Sueldos (\$ 151.20 * 12) = \$ 1,814.40

Seguro social (\$12.85 * 12) = \$ 154.20

Fondo de pensiones (\$ 10.20 * 12) = \$ 122.40

El sueldo mensual por operario será de \$151.20 el cual será aumentado de acuerdo a capacidad y experiencia del operario o por un sistema de pago establecido por la empresa según conveniencia.

El proceso de producción requiere de 15 operarios actuando directamente, en el cuadro 5.3 se muestran los costos anuales en que se incurre por mano de obra directa mensual. El cuadro incluye el costo anual por operario y el costo anual de los 15 operarios.

Cuadro 5.3
Costo mano de obra directa

PAGO	COSTO ANUAL OPERARIO	COSTO ANUAL
Pago aguinaldo	\$ 50.40	\$ 756.00
Pago vacaciones	\$ 75.60	\$ 1,134.00
Pago ISSS	\$ 154.20	\$ 2,313.00
Pago AFP	\$ 122.52	\$ 1,837.80
Sueldo	\$ 1,814.40	\$ 27,216.00
TOTAL	\$ 2,217.12	\$ 33,256.80

b) Mano de obra indirecta

El cuadro 5.4 muestra el costo de mano de obra indirecta para el proceso de producción, la cual la constituye el Gerente De Producción.

Cuadro 5.4
Costo de mano de obra indirecta

PAGO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Pago aguinaldo	\$ 190.50	\$ 190.50
Pago vacaciones	\$ 285.75	\$ 285.75
Pago ISSS	\$ 48.57	\$ 582.86
Pago AFP	\$ 38.57	\$ 462.86
Sueldo	\$ 571.43	\$ 6,857.16
TOTAL	\$ 1,134.82	\$ 8,379.13

El porcentaje de seguro social y fondo de afiliación AFP se conservan.

3. Empacado

Las escobas son depositadas en cajas de cartón corrugado, con dimensiones de 64 cm. x 31 cm., cuyo valor es de \$ 1.00 /docena, luego es sellado con tape transparente en la parte inferior y superior de la misma, cuyo costo es de \$ 6.00 las 200 yardas, el bolío es amarrado por docenas con pita de nylon en sus extremos y cuyo costo es de \$ 0.05 / yarda.

La caja tiene capacidad de 12 unidades, utiliza 1.50 yardas de tape transparente para su sellado y cada docena de bolíos utiliza un aproximado de 1.6 yardas de largo de pita de nylon.

Anualmente se tiene proyectado fabricar 633,307 unidades, lo que por mes da un valor de $633,307 \text{ unidades} / 12 \text{ meses} = 52,776 \text{ unidades/mes}$.

Mensualmente se utilizarán 4,398 cajas para almacenar las 52,776 unidades que se producen y 6,597 yardas de tape para sellado.

El tamaño de pita utilizado es entonces de $4,398 \text{ cajas} * 1.6 \text{ yardas} = 7,037 \text{ yardas}$.

Los costos de empacado se detallan en el cuadro 5.5.

Cuadro 5.5
Costo de empacado

PAGO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Costo Cajas(367 docenas/mes)	\$ 366.50	\$ 4,398.00
Costo pita(6,597 yardas/mes)	\$ 329.85	\$ 3,958.20
Costo Tape(7,037 yardas/mes)	\$ 211.11	\$ 2,533.32
TOTAL	\$ 907.46	\$ 10,889.52

4. Costo de energía eléctrica

Considerando el consumo de energía eléctrica que requiere el proceso de fabricar escobas plásticas, de acuerdo al tipo de maquinas que se utilizaran se concluye que los costos de la energía serán como se detallan a continuación:

Cargo por atención al cliente	\$	1.00 / mes
Cargo por energía	\$	0.0658 / Kwh
Consumo de energía eléctrica por mes en el proceso		6570.96 Kwh
Cargo por energía	\$	432.36
Costo mensual	\$	433.36
COSTO ANUAL	\$	5200.32

5. Consumo de agua

Actualmente el metro cúbico de agua tiene un costo de **\$ 0.25**, el cuadro 5.6 muestra el desglose de costos de consumo de agua en el área de producción.

Cuadro 5.6

Costo consumo de agua área en el proceso de producción de escobas plásticas

AREA	USO DE AGUA	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Lavado	6.75 m ³	\$ 35.44	\$ 425.25
Mezclado	0.22 m ³	\$ 1.16	\$ 13.86
Extrusado	3.00 m ³	\$ 15.75	\$ 189.00
Inyectado	1.13 m ³	\$ 5.93	\$ 71.19
TOTAL	11.1 m³	\$ 58.28	\$ 699.30

6. Combustible

El costo de combustible es el que utiliza el vehículo de transporte de producto terminado, el cual es:

Consumo diario de diesel	=	5 galones
Consumo mensual	=	105 galones
Consumo anual	=	1,260 galones
Costo por galón	=	\$ 1.65
COSTO TOTAL ANUAL	=	\$ 2,079.00

7. Costo de control de calidad.

Este rubro no traerá costos adicionales a la empresa, ya que dentro de las funciones del gerente de producción se encuentra el control de calidad, además es realizado directamente por los operarios en el momento de la selección del producto.

8. Costo de mantenimiento

Este costo está dado por el sueldo devengado por los mecánicos encargados del mantenimiento de la maquinaria, el costo de repuestos y herramientas.

El área estará a cargo de 2 personas, el jefe de mantenimiento y el mecánico encargado de hacer el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.

El costo mensual del mecánico se detalla a continuación:

Pago seguro social ISSS	8.50 %
Pago fondo de pensiones AFP	6.75 %
Sueldo	\$ 151.20

Lo que anualmente tendrá un costo para la empresa detallado en el cuadro 5.7:

Cuadro 5.7
Costo personal de mantenimiento

PAGO	COSTO ANUAL MECANICO
Pago aguinaldo	\$ 50.40
Pago vacaciones	\$ 75.60
Pago ISSS	\$ 154.22
Pago AFP	\$ 122.47
Sueldo	\$ 1,814.40
TOTAL	\$ 2,217.10

En el cuadro 5.8 se muestra el costo anual del jefe de mecánica de la empresa:

Cuadro 5.8
Costo jefe de mantenimiento

PAGO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Pago aguinaldo	\$ 152.40	\$ 152.40
Pago vacaciones	\$ 228.60	\$ 228.60
Pago ISSS	\$ 38.86	\$ 466.29
Pago AFP	\$ 30.86	\$ 370.29
Sueldo	\$ 457.14	\$ 5,485.71
TOTAL	\$ 907.86	\$ 6,703.29

Repuestos : 5 % de total del costo de la maquinaria, según total en cuadro 5.11 mas adelante.

Repuestos	=	\$ 28,692.00
Herramientas	=	\$ 500.00
Costo de mantenimiento de vehículo	=	\$ 1,200.00
Mano de obra	=	\$ 8,920.39
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	=	\$ 39,312.39

9. Costo de higiene y seguridad industrial

El costo de higiene y seguridad industrial está dado por el equipo de protección personal para los operarios, gerente de producción y mecánico, según se detalla en el cuadro 5.9.

Cuadro 5.9
Equipo de protección personal

EQUIPO	UNIDADES / MES	COSTO UNITARIO \$	COSTO ANUAL \$
Guantes	6	0.87	62.64
Respiradores	20	0.40	96.00
Protectores auditivos	6	0.35	25.20
Botas	3	4.00	36.00
Gafas	4	1.00	48.00
Extintores	2	28.57	57.14
TOTAL			324.98

Con todos los datos anteriores se calcula el total de los costos de producción, los cuales se muestra en el cuadro 5.10.

Cuadro 5.10
Costos totales anuales de producción

CONCEPTO	COSTO ANUAL
Materia prima	\$ 125,411.22
Empacado	\$ 10,889.52
Mano de obra directa	\$ 33,256.80
Mano de obra indirecta	\$ 8,379.13
Energía eléctrica	\$ 5,200.32
Consumo de agua	\$ 699.30
Combustible	\$ 2,079.00
Control de Calidad	
Mantenimiento	\$ 39,312.39
Higiene y seguridad industrial	\$ 324.98
Depreciación de equipo de producción	\$ 121,634.00
TOTAL	\$ 347,186.66

5.2.2 INVERSIÓN TOTAL INICIAL: FIJA Y DIFERIDA

Comprende la adquisición de los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles que son necesarios para iniciar las operaciones de la planta, sin tomar en cuenta el capital de trabajo.

ACTIVO FIJO

En los cuadros 5.11 hasta 5.14 se detalla la inversión que es necesario hacer en activo fijo para la puesta en marcha de la empresa.

Cuadro 5.11
Costo de maquinaria

MAQUINA	COSTOS
Trituradora / cizalla	\$ 10,000.00
Molino granulador	\$ 57,142.00
Tanque mezclador y secador	\$ 18,000.00
Cortadora	\$ 40,000.00
Extrusora con tren de estiramiento	\$ 188,000.00
Inyectora	\$ 30,000.00
Taladradora / Insertadora	\$ 140,000.00
Desplumadora / cortadora	\$ 80,000.00
Alimentadora de bolios	\$ 5,700.00
Banda transportadora	\$ 5,000.00
Vehículo	\$ 9,142.86
TOTAL	\$ 582,984.86

Cuadro 5.12
Costo de equipo de producción

AREA	EQUIPO NECESARIO	COSTO
Reciclado	Báscula de 100 Kg	\$ 78.00
	Depósitos para desechos plásticos	\$ 70.00
	Pilas de lavado	\$ 60.00
	Ventilador eléctrico	\$ 35.00
	Tarimas	\$ 60.00
Mezclado	Mesa de trabajo	\$ 40.00
	Balanza granataria	\$ 125.00
	Bandeja para compuesto	\$ 30.00
	Cucharón	\$ 5.00
	Tarimas	\$ 40.00
Cortado	Canasta plástica	\$ 36.64
	Estantes metálicos	\$ 251.43
Extrusado	Ventilador de piso	\$ 57.14
	Tijeras	\$ 14.00
	Esmeril cortador	\$ 75.00
	Plataforma metálica	\$ 200.00
	Varillas para encapsular	\$ 55.00
	Carretilla	\$ 79.00
Inyectado	Barril metálico	\$ 125.10
	Canastas plásticas	\$ 22.90
Insertado	Mesa de madera	\$ 68.00
	Tarimas	\$ 40.00
Elaboración de bolío	Tarimas	\$ 70.00
	Carretilla	\$ 158.00
	Ventilador eléctrico	\$ 90.00
	Etiquetadora	\$ 150.00
	Mesa de inventario	\$ 56.00
	Engrapadora	\$ 22.00
	Estación de amarrado	\$ 124.00
	Tarimas	\$ 40.00
Recepción materia prima	Tarimas	\$ 100.00
	Diablo	\$ 6,857.00
Producto terminado	Tarimas	\$ 100.00
	Diablo	\$ 6,857.00
TOTAL		\$ 15,289.00

Cuadro 5.13
Costos de construcción

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Pared de block	971.36 mt ²	17.7	\$ 17,193.07
Techo de duralum	848.55 mt	6.86	\$ 5,821.05
Encementado	848.55 mt	7.43	\$ 6,304.72
Ventanas	848.55	21.71	\$ 18,422.02
Terracería	50.99 mt	3	\$ 152.98
Gradas	8 mt	7.3	\$ 58.40
Solera	50.99 mt	8.97	\$ 457.38
Sistema hidráulico	SG	\$ 1,445.29	\$ 1,445.29
Sistema eléctrico	SG	\$ 6,266.00	\$ 6,266.00
Puertas de madera	3	89.14	\$ 267.42
Puerta de metal	2	108.57	\$ 217.14
Portón	2	777.14	\$ 1,554.28
Retretes	4	105	\$ 420.00
Lavamanos	3	52	\$ 104.00
TOTAL			\$ 58,683.75

Cuadro 5.14
Mobiliario y equipo de oficina

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO/ UNIDAD \$	COSTO TOTAL \$
Escritorios	6	125.00	750.00
Silla secretarial	14	27.00	378.00
Archivero	2	125.00	250.00
Computadoras	3	400.00	1,200.00
Teléfono	3	22.86	68.58
TOTAL			4,594.00

El terreno que se pretende adquirir tiene una superficie de 813.3 m² que se encuentra ubicado en el kilómetro 8 carretera a Metapán donde el mt² tiene un costo de \$ 10.00/mt², por lo tanto, el terreno tiene un costo total de **\$ 8,133.00**.

ACTIVO DIFERIDO

El cuadro 5.15 muestra los costos necesarios para invertir en activo diferido de la empresa.

Cuadro 5.15
Inversión en activo diferido

CONCEPTO	COSTO \$
Instalación de energía eléctrica	1,500.00
Instalación de agua potable	292.00
Instalación de línea telefónica	228.00
Legalización de la empresa	600.00
TOTAL	2,620.00

GASTOS ADMINISTRATIVOS

Este rubro incluye los gastos que se llevan a cabo por el personal encargado de administrar la empresa, tanto gerentes como personal auxiliar a estos.

Esta área contará básicamente del siguiente personal:

Gerente General	=	1
Gerente de Ventas	=	1
Gerente de Compras	=	1
Gerente de Producción	=	1
Secretarias	=	2
Ordenanza	=	1
Vigilante	=	2

Cuadro 5.16
Sueldos de personal administrativo

PUESTO	SUELDO MES	AGUINALDO	VACACION	ISSS	AFP	GASTO ANUAL
Gerente General	\$ 685.71	\$ 228.57	\$ 342.86	\$ 58.29	\$ 46.29	\$ 10,054.86
Gerente	\$ 457.14	\$ 152.38	\$ 228.57	\$ 38.86	\$ 30.86	\$ 6,703.24
2 Secretarias	\$ 302.40	\$ 100.80	\$ 151.20	\$ 25.70	\$ 20.41	\$ 4,434.19
2 Vigilantes	\$ 302.40	\$ 100.80	\$ 151.20	\$ 25.70	\$ 20.41	\$ 4,434.19
Ordenanza	\$ 151.20	\$ 50.40	\$ 75.60	\$ 12.85	\$ 10.21	\$ 2,217.10
TOTAL						\$ 27,843.58

El sueldo mensual, el seguro y descuento AFP deben multiplicarse por doce meses para obtener el gasto anual.

Además de sueldos de empleados, administración tiene otros egresos como gastos de energía eléctrica, agua, material de oficina.

1. Costo de energía eléctrica

Cargo por atención al cliente	=	\$ 1.00 / mes
Cargo por energía	=	\$ 0.0658 / Kw / mes
Consumo de energía eléctrica por mes	=	2.64 Kw
Costo mensual	=	\$ 0.174
COSTO ANUAL	=	\$ 2.09

2. Costo de agua potable

Valor mt ³ de agua	=	\$ 0.25
Consumo mensual de agua	=	14.99 mt ³
Costo mensual	=	\$ 3.75
COSTO ANUAL	=	\$45.00

En el cuadro 5.17 se detallan los costos anuales en que se incurrirá en concepto de gastos administrativos de la empresa.

Cuadro 5.17
Total gastos administrativos

CONCEPTO	COSTO ANUAL
Sueldo de personal	\$ 27,843.58
Gastos de oficina	\$ 2,620.00
Agua potable	\$ 45.00
Energía eléctrica	\$ 2.09
Teléfono	\$ 548.57
TOTAL	\$ 31,059.24

5.2.3 DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

El cuadro 5.18 detalla el valor de la depreciación y amortización que tendrá el activo fijo con el objetivo de recuperar la inversión hecha. Ambos cálculos se hace para un periodo de 5 años.

Cuadro 5.18
Depreciación y amortización de activo fijo y diferido

DETALLE	VALOR(\$)	%	AÑO (\$)					VS
			1	2	3	4	5	
Maquinaria	582,984.9	20	116,597.0	116,597.0	116,597.0	116,597.0	116,597.0	-----
Obra civil	58,683.8	5	2,934.2	2,934.2	2,934.2	2,934.2	2,934.2	44,012.8
Equi. Oficina	4,594.0	50	2,297.0	2,297.0				-----
Invers. dif.	2,620.0	10	262.0	262.0	262.0	262.0	262.0	1,310.0
TOTAL	648,882.6		122,091.2	122,092.2	119,796.2	119,797.2	119,798.2	45,322.8

VS: Corresponde al valor de salvamento.

GASTOS DE VENTA

Los gastos de venta reflejan los costos del personal a cargo de este departamento, personal auxiliar y gastos publicitarios.

El cuadro 5.19 detalla los gastos en personal y el cuadro 5.20 muestra los gastos de venta totales.

Cuadro 5.19
Sueldos de personal de venta

PUESTO	No. PLAZAS	SUELDO MENSUAL	AGUINALDO	VACACION	ISSS	AFP	SUELDO ANUAL
Gerente	1	\$ 342.86	\$ 114.30	\$ 171.45	\$ 29.14	\$ 23.14	\$ 5,027.43
Repartidor	1	\$ 151.20	\$ 50.40	\$ 75.60	\$ 12.85	\$ 10.21	\$ 2,217.12
TOTAL							\$ 7,244.55

Cuadro 5.20
Total gastos de venta

CONCEPTO	GASTO ANUAL \$
Sueldos	7,244.55
Publicidad	1,200.00
TOTAL	8,444.55

5.2.4 CAPITAL DE TRABAJO

De los cálculos anteriores se determina que el capital necesario para iniciar las actividades de la empresa son los mostrados en el cuadro 5.21.

Cuadro 5.21
Capital de trabajo

DETALLE	GASTOS(\$)
Costo de producción	347,186.66
Gastos administrativos	31,059.24
Gastos de venta	8,444.55
Total	386,690.45
(-) Depreciación	122,092.20
CAPITAL DE TRABAJO	264,598.25

GASTOS FINANCIEROS

Estos constituyen el pago de intereses por la inversión sobre capital de trabajo, los cuales son:

18 % sobre el capital de trabajo \$ 264,598.25

18 % es la tasa de interés promedio que prestan los bancos, resulta:

TOTAL DE GASTOS FINANCIEROS \$ 47,627.69

5.2.5 PRECIO DE ESCOBAS PLÁSTICAS

Precio de costo = (gastos administrativos + costos de producción + gastos de venta + gastos financieros) / producción anual

Precio de costo = (31,059.24 + 347,186.66+ 8,444.32 + 47,627.69)/ 633,307.00

PRECIO DE COSTO = \$ 0.69

Precio de escobas plásticas = incrementando un 35 % del precio de costo en concepto de ganancia, resulta:

PRECIO DE VENTA = \$ 0.93 / UNIDAD

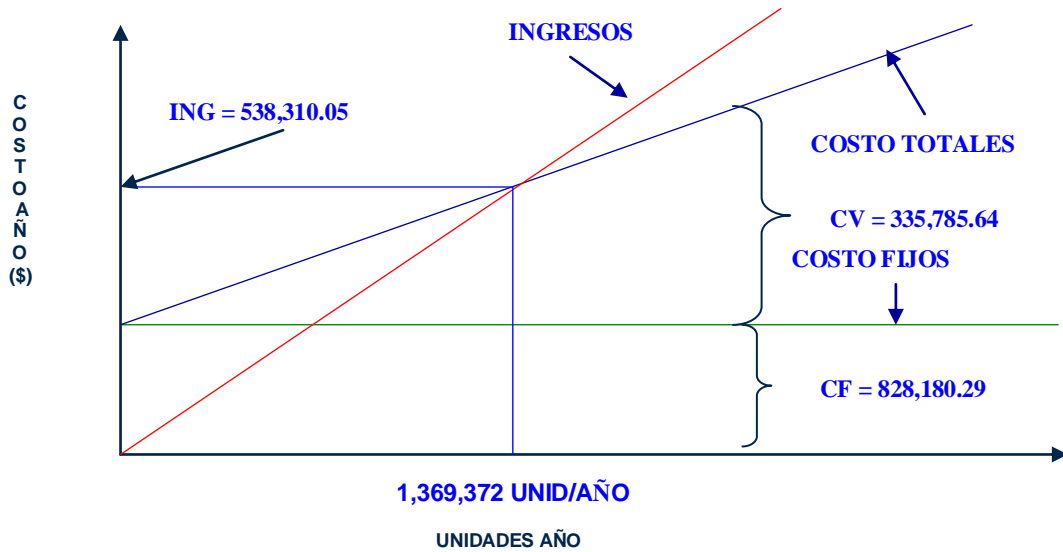
5.2.6 PUNTO DE EQUILIBRIO

Con el propósito de conocer la relación que existe entre los costos fijos, variables y los beneficios, se formula el punto de equilibrio para la empresa. En el cuadro 5.22 se muestran los datos necesarios para el calculo del punto de equilibrio y en la figura 5.1 se muestra el grafico de las relaciones que existen entre los costos y beneficios que intervienen en el cálculo.

Cuadro 5.22
Determinación del punto de equilibrio

DETALLE	CANTIDAD (\$)
Ingreso	588,975.51
Costos totales	1,106,622.52
Costos variables	347,186.66
Costos fijos	759,435.86
Punto de equilibrio	1,189,916.67

FIGURA 5.1: Punto de Equilibrio



5.2.7 ESTADO DE RESULTADO PRO-FORMA

La finalidad del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta. En el estado de resultados pro-forma, se proyecta para un plazo, en este caso, cinco años, los resultados económicos que se supone tendrá la empresa. Se han considerado tres alternativas, las cuales se detallan a continuación:

ALTERNATIVA 1: Estado de resultados sin inflación, sin financiamiento y con producción constante. Se evaluará el estado de pérdidas y ganancias para la empresa asumiendo que ésta no requerirá financiamiento y la tasa de inflación permanece constante. La hipótesis es considerar que las cifras de los flujos netos de efectivo se verán afectados solamente por la depreciación de cada año. Ver cuadro 5.23.

Cuadro 5.23

Estado de resultados con producción constante, sin inflación, sin financiamiento

CONCEPTO	AÑO				
	1	2	3	4	5
Producción	633,307.00	633,307.00	633,307.00	633,307.00	633,307.00
+ Ingresos	588,975.51	588,975.51	588,975.51	588,975.51	588,975.51
-Costos producción	347,186.66	347,186.66	347,186.66	347,186.66	347,186.66
-Costos admis.	31,059.24	31,059.24	31,059.24	31,059.24	31,059.24
-Costos de ventas	8,444.32	8,444.32	8,444.32	8,444.32	8,444.32
=Utilidad bruta	202,285.29	202,285.29	202,285.29	202,285.29	202,285.29
-Impuesto(25%)	50,571.32	50,571.32	50,571.32	50,571.32	50,571.32
=utilidad neta	151,713.97	151,713.97	151,713.97	151,713.97	151,713.97
+Depreciación	122,091.20	122,091.20	119,796.20	119,796.20	119,796.20
=flujo Neto Efectivo	273,805.17	273,805.17	271,510.17	271,510.17	271,510.17

ALTERNATIVA 2: Estado de resultados con inflación, sin financiamiento y con producción constante. Se evaluará el estado de pérdidas y ganancias asumiendo una tasa de inflación de 3.18 % anual. Ver cuadro 5.24.

Cuadro 5.24

Estado de resultados con producción constante, con inflación, sin financiamiento

CONCEPTO	AÑO (\$)					
	0	1	2	3	4	5
Producción	633,307.0	633,307.0	633,307.0	633,307.0	633,307.0	633,307.0
+ Ingresos	588,975.1	607,704.5	626,433.9	645,163.3	663,892.7	682,622.1
-Costos producción	347,186.7	358,227.2	369,267.7	380,308.3	391,348.8	402,389.3
-Costos admis.	31,059.2	32,046.9	33,034.6	34,022.3	35,010.0	35,997.7
-Costos de ventas	8,444.3	8,712.8	8,981.4	9,249.9	9,518.4	9,786.9
=Utilidad bruta	202,284.9	208,717.6	215,150.2	221,582.9	228,015.5	234,448.2
-Impuesto(25%)	50,571.2	52,179.4	53,787.6	55,395.7	57,003.9	58,612.0
=utilidad neta	151,713.7	156,538.2	161,362.7	166,187.2	171,011.7	175,836.1
+Depreciación	122,091.2	125,973.7	129,856.2	133,738.7	137,621.2	141,503.7
=flujo Neto Efectivo	273,804.9	282,511.9	291,218.9	299,925.9	308,632.9	317,339.8

ALTERNATIVA 3: Estado de resultados con inflación, con financiamiento y con producción constante. Se evaluará el estado de pérdidas y ganancias asumiendo una tasa de inflación de 3.18 % anual. Ver cuadro 5.25.

Cuadro 5.25

Estado de resultados con producción constante, con inflación, con financiamiento

CONCEPTO	AÑO (\$)					
	0	1	2	3	4	5
Producción	633,307.0	633,307.0	633,307.0	633,307.0	633,307.0	633,307.0
+ Ingresos	588,975.5	607,704.9	626,434.4	645,163.8	663,893.2	682,622.6
-Costos producción	347,186.7	358,227.2	369,267.7	380,308.3	391,348.8	402,389.3
-Costos admis.	31,059.2	32,046.9	33,034.6	34,022.3	35,010.0	35,997.7
-Costos de ventas	8,444.3	8,712.8	8,981.4	9,249.9	9,518.4	9,786.9
=Utilidad bruta	202,285.3	208,718.0	215,150.7	221,583.3	228,016.0	234,448.7
-Impuesto(25%)	50,571.3	52,179.5	53,787.7	55,395.8	57,004.0	58,612.2
=utilidad neta	151,714.0	156,538.5	161,363.0	166,187.5	171,012.0	175,836.5
+Depreciación	122,091.2	125,973.7	129,856.2	133,738.7	137,621.2	141,503.7
-pago capital		42,288.0	49,899.8	58,881.8	69,480.5	81,987.0
=flujo Neto Efectivo	273,805.2	240,224.2	241,319.4	241,044.4	239,152.7	235,353.2

5.2.8 COSTO DE CAPITAL

TMAR = tasa interna aceptable de rendimiento

La TMAR debe ser la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo. Realizando un balance neto entre el rendimiento bancario y la inflación, siempre habrá una pérdida neta del poder adquisitivo o valor real de la moneda si se mantiene el dinero invertido en un banco.

$$TMAR = i + f + if$$

i = tasa de interés como premio al riesgo.

f = tasa de inflación anual.

Para el inversionista:

$$i = 20\%$$

$$f = 3.18\%$$

$$TMAR = 0.20 + 0.0318 + (0.20 \cdot 0.0318)$$

$$TMAR = 23.8\%$$

Para la institución bancaria:

TMAR = 18% dato del Banco Salvadoreño.

	% de inversión	TMAR %		
Inversionista	55	23.8	=	13.1 %
Banco	45	18.0	=	8.1 %
				<hr/>
		TMAR MIXTA	=	21.2%

5.2.9 FINANCIAMIENTO

Se requiere \$ 672,304.61 de inversión fija y diferida, se pretende solicitar un préstamo por \$ 302,537.1 el cual se liquidara en cinco anualidades iguales, pagando la primera al final del primer año, por lo cual se cobrará un interés de 18.0 % anual.

$$A = 302,537.1(0.18 * 1.18^5 / 1.18^5 - 1) = 96,744.66$$

Cuadro 5.28
Pago de la deuda

AÑO	INTERES	ANUALIDAD	PAGO CAPITAL	DEUDA DESPUES DE PAGO
0				302,537.10
1	54,456.68	96,744.66	42,287.98	260,249.12
2	46,844.84	96,744.66	49,899.82	210,349.30
3	37,862.87	96,744.66	58,881.79	151,467.51
4	27,264.15	96,744.66	69,480.51	81,987.00
5	14,757.66	96,744.66	81,987.00	0.0

5.2.10 BALANCE GENERAL

El balance tiene como objetivo principal determinar cual es el valor real de la empresa en ese momento, mediante los activos que son cualquier pertenencia material o inmaterial; los pasivos que es todo tipo de obligación o deuda que se tenga con terceros. Capital significa los activos, representados en dinero o en títulos, que son propiedad de los accionistas.

Cuadro 5.29
Balance general inicial

BALANCE GENERAL INICIAL					
Activo circulante				<u>Pasivo circulante</u>	20,132.26
Caja y bancos					
Inventarios	1,507.95				
Cuentas por cobrar	7,482.45			<u>Pasivo fijo</u>	302,537.10
	31,274.12	40,264.52			
Activo fijo				Total pasivo	322,669.36
Equipo de producción					
Equipo de oficina	598,273.86				
Terreno y obra civil	4,594.0			<u>Capital</u>	
	66,816.75	669,684.61		Capital socia	389,899.77
<u>Activo diferido</u>					
	2,620.0	2,620.0			
Total Activos		712,569.13			712,569.13

5.2.11 INVERSION TOTAL

En el cuadro 5.30 se detalla la inversión total que deberá hacerse para opera la planta productora de escobas plásticas de desechos reciclados de plástico.

Cuadro 5.30
Inversión total inicial

DETALLE	EFFECTIVO NECESARIO (\$)
Costo de producción	347,186.66
Mobiliario y equipo de oficina	4,594.00
Maquinaria	598,273.86
Terreno y obra civil	66,816.75
Gastos administrativos	31,059.24
Inversión diferida	2,620.00
Gastos financieros	47,627.69
Gastos de venta	8,444.32
TOTAL	1,106,622.52

5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.3.1 CÁLCULO DE VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

Para llevar a cabo la evaluación económica se tomaran como parámetros el VPN, la TIR.

1. Producción constante, sin inflación y sin financiamiento

VPN = valor presente neto, es aceptable si es mayor que cero.

$$VPN = [FNE_1 / (1 + i)^1] + [FNE_2 / (1 + i)^2] + [FNE_3 / (1 + i)^3] + [FNE_4 / (1 + i)^4] + [FNE_5 + VS / (1 + i)^5] - P$$

FNE = Flujo neto de efectivo.

VS = Valor de salvamento.

P = Inversión inicial.

I = TREMA.

$$VPN = [\$273,805.17 / (1 + 0.238)^1] + [\$273,805.17 / (1 + 0.238)^2] + [\$271,510.17 / (1 + 0.238)^3] + [\$271,510.17 / (1 + 0.238)^4] + [\$271,510.17 + \$45,322.8 / (1 + 0.238)^5] - \$712,569.13$$

$$VPN = \$54,875.9$$

TIR = La tasa interna de rendimiento, es la tasa de descuento por el cual el valor presente neto es igual a cero; es la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión en cualquier punto del tiempo.

la TIR debe ser mayor que la TMAR con lo que se prueba la rentabilidad del proyecto.

$$\$712,569.13 = [\$273,805.17 / (1 + i)^1] + [\$273,805.17 / (1 + i)^2] + [\$271,510.17 / (1 + i)^3] + [\$271,510.17 / (1 + i)^4] + [\$271,510.17 + \$45,322.8 / (1 + i)^5]$$

$$TIR = i = 26.43\%$$

5.3.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Es el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuanto se afecta la tasa interna de retorno ante cambios en determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, costo de materia prima.

1. Producción constante, con inflación y sin financiamiento

$$\text{VPN} = [\$282,511.9 / (1 + 0.238)^1] + [\$291,218.9 / (1 + 0.238)^2] + [\$299,925.9 / (1 + 0.238)^3] + [\$308,632.9 / (1 + 0.238)^4] + [\$317,339.8 + \$45,322.8 / (1 + 0.238)^5] - \$712,569.13$$

$$\text{VPN} = \$119,811.53$$

TIR = La tasa interna de rendimiento

$$\$712,569.13 = [\$282,511.9 / (1 + i)^1] + [\$291,218.9 / (1 + i)^2] + [\$299,925.9 / (1 + i)^3] + [\$308,632.9 / (1 + i)^4] + [\$317,339.8 + \$45,322.8 / (1 + i)^5]$$

$$\text{TIR} = i = 30.51\%$$

2. Producción constante, con inflación y con financiamiento

$$\text{VPN} = [\$240,224.2 / (1 + 0.212)^1] + [\$241,319.4 / (1 + 0.212)^2] + [\$241,044.4 / (1 + 0.212)^3] + [\$239,152.70 / (1 + 0.212)^4] + [\$235,353.20 + \$45,322.8 / (1 + 0.212)^5] - \$712,569.13$$

$$\text{VPN} = \$ 3,462.12$$

TIR = La tasa interna de rendimiento

$$\$712,569.13 = [\$240,224.2 / (1 + i)^1] + [\$241,319.4 / (1 + i)^2] + [\$241,044.4 / (1 + i)^3] + [\$239,152.70 / (1 + i)^4] + [\$235,353.20 + \$45,322.8 / (1 + i)^5]$$

$$\text{TIR} = i = 21.42\%$$

5.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

5.4.1 RAZONES FINANCIERAS

1. Razones de Liquidez

Mide la habilidad de la empresa para satisfacer sus obligaciones a corto plazo.

- a) Razón circulante. Es la que se usa para medir la solvencia a corto plazo, e indica el grado en el cual los derechos de los acreedores a corto plazo se encuentran cubiertos por activos que se espera que se conviertan en efectivo en un periodo más o menos igual al del vencimiento de las obligaciones.

$$\text{RC} = \frac{\text{AC}}{\text{PC}}$$
$$\text{RC} = \frac{\$ 40,264.52}{\$ 20,132.26} = 2$$

De la empresa en proyecto la razón circulante RC es 2 lo que da suficiente estabilidad financiera para hacer frente a corto plazo mediante sus activos.

- b) Prueba Ácida. Se calcula deduciendo los inventarios de los activos circulantes y dividiendo posteriormente el reto entre los pasivos circulantes. Los inventarios son por lo general el menos liquido de los activos circulantes de una empresa y sobre ellos será más probable que ocurran pérdidas en el caso de liquidación.

$$\text{PA} = \frac{\text{AC} - \text{Inventario}}{\text{PC}}$$
$$\text{PA} = \frac{40,264.52 - \$ 7,482.45}{\$ 20,132.26} = 1.63$$

2. Tasa de apalancamiento

Mide los fondos proporcionados por los propietarios en comparación con el financiamiento proporcionado por los propietarios en comparación con el financiamiento proporcionado por los acreedores de la empresa

- a) Tasa de deuda. Que mide el porcentaje de fondos totales proporcionados por los acreedores.

$$\text{Tasa Deuda} = \frac{\text{Deuda Total}}{\text{Activo Total}}$$

$$\text{Tasa Deuda} = \frac{\$ 322,669.36}{\$ 712,569.13} = 0.453$$

$$\text{Tasa Deuda} = 45.3\%$$

- b) Razón De Capitalización

$$\text{Razón De Capitalización} = \frac{\text{Deuda a largo plazo}}{\text{Deuda a largo plazo} - \text{capital contable}}$$
$$= \frac{\$ 302,537.10}{\$ 302,537.10 + \$ 389,899.77} = 0.44$$

$$\text{Razón De Capitalización} = 44 \%$$

- c) Número de veces que se gana el Interés

$$\text{Número de veces que se gana el Interés} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Cargos Interés}}$$

$$\text{Número de veces que se gana el Interés} = \frac{\$ 588,975.51}{\$ 54,456.68}$$

$$\text{Número de veces que se gana el Interés} = 10.81$$

La planta en estudio posee una desfavorable situación de apalancamiento, lo que significa en gran medida que se vale de las deudas para realizar sus operaciones, no obstante esto no es una muestra de alarma, debido que a pesar de poseer una tasa de deuda del 45.3% y una razón de capitalización del 44% su cobertura de interés es de 10.81, por lo que se considera que es una situación lo suficientemente favorable al cubrir los intereses con sus ganancias las veces en que la razón mencionada lo muestra. Por lo tanto, se facilita la posibilidad de ser sujeto a crédito en las instituciones financieras sin problemas, ya que a fin de cuentas a la banca le interesa la capacidad de pago de sus deudores.

3. Rotación de activos. Mide la rotación de la planta y del equipo.

$$\text{Rotación De Activos Totales} = \frac{\text{Ventas anuales}}{\text{Activos totales}}$$

$$\text{Rotación De Activos Totales} = \frac{\$ 588,975.51}{\$ 712,569.13}$$

$$\text{Rotación De Activos Totales} = 0.83$$

La rotación de activos totales es de 0.83, significa que la empresa no está generando un volumen suficiente de ventas para el tamaño de su inversión en activos; el promedio en una industria tiene que ser de 2.

4. Tasas de Rentabilidad

$$\text{Tasas de margen de beneficio} = \frac{\text{Utilidad neta después del impuesto}}{\text{Ventas totales anuales}}$$

$$\text{Tasas De Margen De Beneficio} = \frac{\$ 151,713.97}{\$ 588,975.51}$$

$$\text{Tasas De Margen De Beneficio} = 25.8 \%$$

Se posee un 25.8 %, por lo que se coloca a la empresa en una excelente situación para poseer capacidad de penetración en el mercado.

5. Productividad

$$\text{Rendimiento de Activo Total} = \frac{\text{Utilidades antes del impuesto}}{\text{Activos totales}}$$

$$\text{Rendimiento de Activo Total} = \frac{\$ 202,285.29}{\$ 712,569.13}$$

$$\text{Rendimiento de Activo Total} = 28.39 \%$$

El rendimiento sobre los activos totales es de 28.39 % lo que es considerado muy bueno para ejecutar la inversión.

5.5 ANÁLISIS Y ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

El análisis de riesgo de un proyecto se refiere a la posibilidad de que la empresa, una vez instalada, vaya a la banca rota en poco tiempo, para ello se consideran tres factores, los cuales se analizan a continuación:

5.5.1 RIESGO TECNOLÓGICO

El riesgo tecnológico en el cual podría incurrir la empresa es por la adquisición de la maquinaria y sus respectivos repuestos, debido a que no existe ningún distribuidor en el país.

5.5.2 RIESGO DE MERCADO

Una empresa también puede ir a la banca rota porque disminuyan la ventas por condiciones propias del mercado. Para el caso de las escobas plásticas, existen pocas empresa fabricantes de este producto, pero actualmente hasta la exportación es una alternativa para ganar mercado.

5.5.3 RIESGO FINANCIERO

debido a que en este proyecto el 65 % se prestará a una institución financiera es evidente que la empresa podría arriesgarse a pagar intereses por arriba de la cantidad programada por una elevación de la tasa de interés de dicho préstamo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La realización de este trabajo de graduación ha llevado a las siguientes conclusiones:

- ✓ El reciclaje de plásticos es una medida necesaria para equilibrar la explotación y conservación del medio ambiente. Con el reciclaje la explotación de las materias básicas para la elaboración de plásticos serían menores y la presencia de artículos plásticos en los botaderos o rellenos sanitarios también, incrementando la vida útil de los mismos.
- ✓ El manejo de los desperdicios plásticos que son desechados por empresas y hogares hacen incurrir en elevados costos municipales por la recogida, transporte y eliminación de los mismos en el relleno sanitario, ya que su volumen no permite una recopilación completa en los camiones recolectores de basura y en el relleno sanitario aumentan el espacio ocupado siendo necesario la compactación, generando a la vez la alternativa para que los mismos sean habitad de bacterias infecciosas peligrosas.
- ✓ Para el año 2004 solo en el Relleno Sanitario de Camones se tiene proyectado recopilar un **11.4 %** de desechos plásticos del total de los desechos sólidos que se recolectarán.
- ✓ Mediante estudios hechos en el Relleno Sanitario de Camones se ha determinado que los desechos plásticos que mas se encuentran en el mismo son de mayor a menor cantidad: Polietileno Tereftalato(PET), Polietileno de Alta Densidad(PEAD), Polietileno de Baja Densidad(PEBD), Polipropileno(PP), Poliestireno(PS) y Poliuretano(PU);

por lo que, la aplicación del reciclaje para los primeros dos constituye una buena alternativa de recuperación del material desechado.

- ✓ Ha sido posible determinar que en el Relleno Sanitario de Camones no existen persona o grupos de personas que se dediquen a la recolección de desechos plásticos, debido a que actualmente no se hallan empresas o intermediarios para su compra, convirtiéndose en una buena oportunidad para la creación de recicladoras o recolectoras en esta ciudad.
- ✓ Las personas que se dedican a la recolección de desechos en los basureros municipales están expuestos a condiciones insalubres e inseguras, ya que no se usa ningún tipo de protección para el escarbado de los desechos, lo que contribuye a ser víctima de enfermedades infecciosas o dañado por algún objeto extraño, además por la competencia entre los compañeros existe el peligro de ser agredidos a pesar de la medidas de seguridad impuestas por los vigilantes del Relleno Sanitario de Camones.
- ✓ El producto que se propone fabricar, posee una demanda que es creciente y perdurable, ya que es un artículo necesario en instituciones privadas, públicas, comerciales y especialmente en el hogar, para el mantenimiento del aseo de los mismos; su demanda crece tanto a nivel nacional como internacional, siendo necesario la inversión para poner en marcha una empresa de este tipo y expandirse fuera de las fronteras nacionales.

- ✓ Con respecto a la factibilidad técnica financiera se puede decir que la creación de la planta es rentable, ya que se posee un mercado prometedor tanto nacional como internacional y la materia prima es suficiente.

- ✓ La rentabilidad económica de la empresa es aceptable, ya que el VPN > 0, tiene un valor de \$54,875.9, esto significa una ganancia extra después de ganar la TMAR y las ganancias son mayores que los desembolsos.

- ✓ La TMAR tiene un valor de 23.8% y la TIR de 26.43%, es decir, se tubo una ganancia por arriba de la TMAR de 2.63% puntos porcentuales, esto significa que el proyecto es rentable.

- ✓ El indicador contable de número de veces que gana el interés tiene un valor de 10.81 por lo que se puede solicitar el préstamo que se sugiere, ya que el mínimo que solicitan las instituciones financieras es de 7.0.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Los productos obtenidos por el reciclaje de materiales plásticos no deben ser utilizados en tareas alimenticias o otras actividades que lleven a causar enfermedades en el usuario, ya que en la mayoría de los casos dependen de desechos que han estado en contacto con materiales y sustancias desconocidas.
- ✓ La creación de cooperativas y grupos organizados para la recolección de desechos plásticos es una opción aceptable, ya que por medio de estas se pueden dar prestaciones a sus integrantes y mejorar de esta forma las condiciones de vida, generarles mayores ingresos económicos por una recolección organizada y planificada y menos riesgo de salud al ser provistos de los equipo de trabajo necesarios.
- ✓ Actualmente los desechos a reciclar son recolectados en los botaderos o rellenos sanitarios, los cuales contienen o se contaminan de sustancias extrañas, por lo que es necesario aplicarles un proceso de lavado antes de procesarlos elevando costos, lo ideal será que en el futuro los desechos a reciclar sean recolectados de forma domiciliar, para que puedan ser recolectados limpios, logrando a la vez fomentar con una campaña publicitaria persuasiva el reciclaje del plástico en los hogares, empresas privadas y instituciones públicas.
- ✓ La recolección domiciliar puede lograrse con la creación de un programa de reciclaje elaborado por la alcaldía municipal con el apoyo de la empresa privada.

- ✓ Crear instituciones o departamentos que lleven a cabo estudios de cantidades y tipos de desechos plásticos en todo el país y que fomenten el reciclaje de los mismos, proponiendo alternativas a empresas que utilizan y distribuyen envases plásticos.

- ✓ Elaborar estudios de factibilidad técnica económica para determinar otros productos que se pueden fabricar de materiales plásticos reciclables.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- C.Chaussin. Manual de Plásticos; Editorial Hispano-Europea, 1967.
- Cumbre. Enciclopedia Ilustrada Cumbres; Tomo 10; Editorial Cumbre, s.a; 1964.
- Greenpeace. Manual Ciudadano Sobre Desechos Sólidos; Editorial Greenpeace, 1998.
- Lund, Herbert. Manual McGraw-Hill de Reciclaje; Capitulo 14; Editorial McGRAW-HILL, 1996.
- C.Chaussin. Manual de Plásticos; Editorial Hispano-Europea, 1967.
- Baca Urbina. Evaluación de proyectos; 4⁰ edición ; Editorial McGraw-Hill; 2001.
- Coss Bu. Análisis y evaluación de proyectos de inversión; 2⁰ edición , 1997.
- Balbino Cañas. Manual para formulación, evaluación y ejecución de proyectos; 3⁰ edición; 2001.
- Anthony Tarquin. Ingeniería económica; 4⁰ edición, Editorial McGraw-Hill; 1999.

- Eugene F. Brigham. Fundamentos de administración financiera; 7⁰ edición, Editorial McGraw-Hill; 1993.
- Ricardo Orantes. Recopilación de leyes tributarias, código tributario, ley de impuesto sobre la renta, impuesto al valor agregado, sus reglamentos y leyes conexas. 27⁰ edición; Editorial Justicia Salvadoreña.
- TESIS:
- Acevedo Chavarria, Roger Augusto. Diseño de Modelos de Control de Calidad para la Industria Salvadoreña de Productos Plásticos; San Salvador, El Salvador, Centroamérica; Ingeniería Industrial, 1993.

INTERNET:

- PROCESOS DE FABRICACIÓN
WWW.BOUCHERIE.COM
- INDUSTRIAS SEVILLANAS DE RECICLADOS PLÁSTICOS
WWW.INSERTPLASA.COM
- PROCESOS DE FABRICACION
www.ucsc.cl/~kdt/procesos/index.htm
- MAQUINAS PARA PLÁSTICOS
WWW.SEIBT.COM

➤ SISTEMAS DE VANGUARDIA PARA PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS

<http://www.megaplastic.com/>

➤ PRODUCTOS PLÁSTICOS

WWW.SALVAPLASTIC.COM

➤ PRODUCTOS DE PET

WWW.TOTALPET.COM

ANEXOS

ANEXO 1
BOTADERO A CIELO ABIERTO DE CAMONES



ANEXO 2
RELLENO SANITARIO DE CAMONES



ANEXO 3

RECIPIENTES PLÁSTICOS EN EL RELLENO SANITARIO DE CAMONES



ANEXO 4
USO DE CHIMENEAS EN EL RELLENO SANITARIO DE CAMONES



ANEXO 5
MÉTODO DE PRONÓSTICOS

$$P_t = P_i (1 + T_p)^n$$

Donde:

P_i = Población inicial

P_r = Población final

T_p = Tasa de crecimiento de la población

n = Número de años

ANEXO 6
MÉTODO DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS

Se basa en calcular la ecuación de una curva para una serie de puntos dispersos sobre una gráfica, curva que se considera el mejor ajuste, entendiéndose por tal, cuando la suma algebraica de las desviaciones de los valores individuales respecto a la media es cero y cuando la suma del cuadrado de las desviaciones de los puntos individuales respecto a la media es mínima.

$$y = a + bx$$

donde:

a = desviación al origen de la recta

b = pendiente de la recta

X = valor dado de la variable X, el tiempo

Y = valor calculado de la variable Y, la demanda

$$a = \frac{\sum y * \sum x^2 - \sum xy * \sum x}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

ANEXO 7

ESTUDIO DE PLÁSTICOS EN EL RELLENO SANITARIO DE CAMONES

El estudio de plásticos realizado en el Relleno Sanitario de Camones se llevó a cabo los días 2, 3 y 4 de Junio del 2003, este se realizó mediante muestras de aproximadamente 1mt³, el encargado de la administración del relleno, permitió realizar una muestra cada día de los desechos compactados para no interferir con las actividades del relleno.

Los resultado de cada día se presentan a continuación:

MUESTRA N^o 1 DEL DIA 2 DE JUNIO DE 2003

TIPO DE PLASTICO	PRODUCTO	UNID.	%
PET	Botellas de bebidas carbonatadas	4	35
	Botellas para agua	1	
	Botellas para aceites	2	
PEAD	Bolsas de supermercado	1	30
	Botellas para jugo	2	
	Botellas para lácteos	1	
	Recipientes para sorbetes	1	
	Botes de shampoo	1	
PEBD	Bolsas para congelados	1	15
	Envoltorios para alimentos	1	
	Recipientes flexibles para agua	1	
PP	Bolsas tejidas	1	20
	Bote para margarina	1	
	Partes de juguete	2	
PS		0	0
PU		0	0
TOTAL		20	100

MUESTRA N^o 2 DEL DIA 3 DE JUNIO DE 2003

TIPO DE PLASTICO	PRODUCTO	UNID.	%
PET	Botellas de bebidas carbonatadas	5	28.6
	Botellas para agua	1	
PEAD	Bolsas de supermercado	4	38.1
	Botellas para jugo	2	
	Recipientes para detergentes	1	
	Partes de juguetes	1	
PEBD	Bolsas	2	19
	Envoltorios para alimentos	2	
PP		0	0
PS	Platos desechables	1	14.3
	Cubiertos desechables	2	
PU		0	0
TOTAL		21	100

MUESTRA NO 3 DEL DIA 4 DE JUNIO DE 2003

TIPO DE PLASTICO	PRODUCTO	UNID.	%
PET	Botellas de bebidas carbonatadas	6	34.8
	Botellas para aceites	2	
PEAD	Bolsas de supermercado	2	26.1
	Botellas para jugo	2	
	Botellas para lácteos	1	
	Recipientes para aceite automotor	1	
PEBD	Bolsas	1	8.7
	Envoltorios para alimentos	1	
PP	Cuerdas	1	8.7
	Utensilios para el hogar	1	
PS	Recipientes par yogurt	1	17.4
	Recipientes para postres	1	
	Partes de juguetes	1	
	Vasos desechables	1	
PU	Partes de colchón	1	4.3
TOTAL		23	100

RESUMEN DEL ESTUDIO DE PLÁSTICOS

MATERIAL	2 DE JUNIO	3 DE JUNIO	4 DE JUNIO	PROMEDIO
PET	35 %	28.6 %	34.8 %	32.8 %
PEAD	30	38.1	26.1	31.4
PEBD	15	19	8.7	14.2
PP	20	0	8.7	9.6
PS	0	14.3	17.4	10.6
PU	0	0	4.3	1.4

Nota: los promedios del cuadro anterior se tomaron como base para el gráfico 3.3 sobre los porcentajes de los diferentes tipos de plásticos.

ANEXO 8
ACUERDO PEPENADORES - EMPRESA CAPSA

COMITÉ DE GESTION Y BIENESTAR RURAL EN RECICLAJE DEL BASURERO
CANTON CAMONES SECTOR "5" LAS COCINAS, CERRO EL NÍSPERO.

Este día se reunió la directiva del Comité con los representantes de "CAPSA". El Señor Licenciado Carlos R. Pereira, Gerente General y el Señor Licenciado Sigfredo Merino Gerente Administrativo, también recibimos la visita de el Dr. Paredes de Medio Ambiente y la representación de la Municipalidad. El motivo de la reunión tratar asuntos de nuestro trabajo en reciclaje, relacionado con el proyecto de CAPSA del Relleno Sanitario. Los puntos de nuestro comité son: 1) Queremos trabajar como siempre lo hemos hecho en el basurero todos los que vivimos reciclando la basura. 2) Queremos comerciar los materiales reciclados con nuestros compradores. 3) Que para los menores de edad pedimos, ayuda económica, ayuda médica, ayuda en estudios, ayuda en ropa, ayuda alimenticia, tanto para los menores así también a los de tercera edad. Respuestas contestadas por CAPSA S.A DE C.V 1)

Que si podríamos ingresar en el momento que quisiéramos, siempre y cuando portando un carné de identidad que ellos nos proporcionarán; 2) Que podemos comerciar el reciclado con quien nosotros queramos, ya que no queremos formar una cooperativa; 3) Definitivamente no podrán ingresar a trabajar los menores de edad, tampoco lo harán las mujeres embarazadas, mucho menos los señores de la tercera edad. Que no tienen ningún tipo de ayuda para los menores, no hay ayuda para ellas las embarazadas, ni tampoco para los de la tercera edad. Digo también el Dr. Paredes de Medio Ambiente: que las embarazadas podrían mandar otra persona a cubrir su actividad; que las actividades en la basura serán en forma ordenada e higiénica; que nos darán un equipo de protección para cancelarlo a plazos; la reunión de Asamblea insistió con la ayuda a los menores, también piden a "CAPSA" incorpore en su proyecto como empleado o trabajador ya sea en la construcción a las

personas que tengan la capacidad para ella. Se dio por terminada la reunión a las once y cuarenta y cinco de la mañana, se levanta esta acta conforme a lo referido y firmamos.

m. A. H

MIGUEL ANGEL HERNÁNDEZ
PRESIDENTE

Francisco Flores

FRANCISCO FLORES
VICEPRESIDENTE

Ricardo Antonio Herrera M.

RICARDO ANTONIO HERRERA M.
SECRETARIO



JULIO OSWALDO RIVAS
TESORERO

Interiano Figueroa

INTERIANO FIGUEROA
COORDINADOR

JORJA

ANEXO 9

MÉTODO PROBABILÍSTICO PARA UNIVERSO FINITO

$$n = \frac{Z^2 pq N}{(N - 1)E^2 + Z^2 pq}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

p = Porcentaje de aceptación

q = Porcentaje de rechazo

Z = Nivel de confianza

E = Error muestral experimentado

N = Universo

Tamaño de la muestra para los recuperadores del relleno sanitario de camones

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$Z = 95 \%$$

$$E = 10 \%$$

$$N = 80$$

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(80)}{(80-1).10^2 + 1.96^2(0.5)(0.5)} = 44$$

Tamaño de la muestra para los trabajadores del tren de aseo

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$Z = 95 \%$$

$$E = 10 \%$$

$$N = 30$$

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(30)}{(30-1).10^2 + 1.96^2(0.5)(0.5)} = 23$$

ANEXO 10

ENCUESTA APLICADA A LOS RECOGEDORES MANUALES DEL RELLENO
SANITARIO DE CAMONES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

ESTUDIO: DISEÑO DE UNA PLANTA RECICLADORA DE PLÁSTICO EN LA
CIUDAD DE SANTA ANA

CUESTIONARIO

Objetivo: Recabar información sobre los recogedores manuales que se encuentran en el relleno sanitario de Camones, la información obtenida servirá para un Proyecto de Factibilidad del diseño de una planta recicladora de plástico.

Indicaciones: Responda el siguiente cuestionario con toda la veracidad posible marcando la respuesta que Ud. Crea conveniente, con una "X", ó contestando lo más breve y claramente posible.

1.- ¿ Sexo

Masculino _____

Femenino _____

2.- ¿ Estudios realizados

3.- ¿ Qué tipo de materiales recoge

Papel _____

Plástico _____

Vidrio _____

Aluminio _____

Otros _____

4.- ¿ Cuánto le pagan por los artículos que recoge?

Papel _____

Plástico _____

Vidrio _____

Aluminio _____

Otros _____

5.- ¿ Cuáles empresas compran los materiales recogidos?

6.- ¿ Usa algún tipo de protección personal?

Sí _____

No _____

7.- ¿ Qué tipo de protección personal usa?

8.-¿ Estaría dispuesto(a) a recolectar bolsas y recipientes plásticos en caso de existir una empresa que los compre?

Sí _____

No _____

ANEXO 11

ENCUESTA APLICADA A LOS TRABAJADORES DEL TREN DE ASEO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

TRABAJO DE GRADUACIÓN: DISEÑO DE UNA PLANTA RECICLADORA DE PLASTICO EN LA CIUDAD DE SANTA ANA
ENCUESTA

OBJETIVO: Obtener información de la recolección de desechos sólidos por parte del *personal que trabaja en el tren de aseo* de la ciudad de Santa Ana, la cual brindará datos para el diagnóstico del Proyecto de Factibilidad para el Diseño de una Planta Recicladora de Plástico.

INDICACIONES: Responda la siguiente encuesta verazmente marcando o contestando con la respuesta que usted considera correcta.

1. ¿ Selecciona usted materiales que se utilizan para reciclar?

Sí _____
No _____

2. ¿ Qué tipo de materiales se reúne?

Papel _____
Plástico _____
Vidrio _____
Aluminio _____
Otros _____

3. ¿ Cómo comercializan el material encontrado?

Directamente con empresa recicladora _____
Con intermediarios de empresas recicladoras _____
Con otros recogedores _____
Otros _____

4. ¿Cuál es el pago que recibe por el material acumulado?

Papel _____
Plástico _____
Vidrio _____
Aluminio _____

Otros _____

5. ¿Cuál es el estado en que encuentra el material que recoge?

Limpio _____

Contaminado de su contenido _____

Contaminado de otras sustancias _____

Deteriorado _____

6. ¿Cuál es la protección que utiliza para recoger materiales contaminados?

7. Si existiera una empresa dedicada al reciclaje de productos plásticos estaría usted dispuesto a colaborar.

Sí _____

No _____

ANEXO 12
MÉTODO PROBABILÍSTICO PARA UNIVERSO INFINITO

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

p = Porcentaje de aceptación

q = Porcentaje de rechazo

Z = Nivel de confianza

E = Error muestral experimentado

Se determinó que el nivel de confianza que se requería es de 95 % con un error de 5 % en los resultados de las encuestas, para el cálculo del tamaño de la muestra que proporcione estos parámetros, es necesaria la desviación estándar del consumo. Para obtenerla se aplicó un muestreo piloto de 30 encuestas, preguntando exclusivamente cuál es el consumo de escobas plásticas por familia.

$$p = 0.93$$

$$q = 0.07$$

$$Z = 95 \%$$

$$E = 5 \%$$

$$n = (1.96)^2(0.93)(0.07) / (0.05)^2 = 100$$

ANEXO 13

TOTAL DE PERSONAS POR DEPARTAMENTO SEGÚN EL CENSO DE 1992
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO.

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN (HABITANTES)
Santa Ana	458,587
Ahuachapan	261,188
Sonsonate	360,183
La Libertad	513,866
San Salvador	1,512,1254
Chalatenango	177,320
Cuscatlan	178,502
Cabañas	138,426
La Paz	245,615
San Vicente	143,003
San Miguel	403,411
Usulután	310,362
Morazán	160,146
La Unión	255,565

ANEXO 14

ENCUESTA APLICADA A LAS AMAS DE CASA DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

ESTUDIO: DISEÑO DE UNA PLANTA RECICLADORA DE PLASTICO EN LA
CIUDAD DE SANTA ANA

CUESTIONARIO

Objetivo: Recabar información sobre el consumo de escobas, la información obtenida servirá para un Proyecto de Factibilidad del diseño de una planta recicladora de plástico.

Indicaciones: Responda el siguiente cuestionario con toda la veracidad posible marcando la respuesta que Ud. Crea conveniente, con una "X", ó contestando lo más breve y claramente posible.

1 ¿ Qué tipo de escobas utiliza?

Plástica _____
Fibra natural _____
Metálica de jardín _____

2 ¿ Con qué frecuencia compra una escoba plástica?

6 meses _____
1 año _____
2 año _____
otro _____

3 ¿ Cuáles son sus preferencias en dureza de cerdas?

Rígidas _____
Flexibles _____

4. ¿ Cuáles son sus preferencias en tamaño de cerdas?

Largas _____

Cortas _____

5. ¿ Qué colores prefiere las escobas?

Rojo _____

Azul _____

Amarilla _____

Verde _____

6. ¿ En dónde compra las escobas plásticas?

Supermercado _____

Mercado _____

Vendedores ambulantes _____

7. ¿ Entre qué intervalo oscila el precio por escoba?

\$ 1.0 – 1.5 _____

1.5 – 2.0 _____

Más de 2.0 _____

ANEXO 15
CANTIDAD Y VALOR DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS Y DE LAS
VENTAS POR DESTINO SEGÚN CLASE DE PRODUCTO DEL MINISTERIO
DE ECONOMÍA.

Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana

MINISTERIO DE ECONOMIA
DIGESTYC
ENCUESTA ECONOMICA ANUAL, 1997
INDUSTRIA, COMERCIO Y SERVICIOS

CUADRO 23. CANTIDAD Y VALOR DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS Y SUBPRODUCTOS Y DE LAS VENTAS POR DESTINO, SEGUN DIVISION DE INDUSTRIA Y CLASE DE PRODUCTO, 1996.

Código	División de Industria y Clase de Producto	Unidad de Medida	Cantidad de Establecimientos	Productos Elaborados y Subproductos		Destino de las Ventas, Cantidad y Valor							
						Total		Nacional		Centroamericano		Otros	
						Cantidad	Valor (M.Col.)	Cantidad	Valor (M.Col.)	Cantidad	Valor (M.Col.)	Cantidad	Valor (M.Col.)
99999	Otros			-	83,416	-	89,132	-	78,484	-	8,332	-	2,316
7	Otras Industrias Manufactureras		250		356,196		324,478		245,536		23,268		55,674
64201	Bolsas de Papel	Ciento		14,648	1,221	14,648	1,221	14,648	1,221	-	-	-	-
69524	Palas	Ciento		60,445	30,224	51,609	25,806	51,609	25,806	-	-	-	-
69832	Rótulos de Metales Comunes	C/U		248,491	38,732	248,493	38,732	83,246	20,555	152,053	16,726	13,194	1,451
73216	Piezas de Repuesto P/Vehícul	-		-	1,896	-	1,896	-	1,896	-	-	-	-
89321	Ganchos de Plástico para Ropa	Ciento		14,011	1,460	14,359	1,496	11,706	1,220	2,653	276	-	-
89324	Tapones de Plástico	Ciento		1,246,745	43,636	1,064,493	37,257	1,064,493	37,257	-	-	-	-
89347	Rótulos Plásticos	C/U		30,970	8,725	30,970	8,725	30,970	8,725	-	-	-	-
89368	Repisas Plásticas	C/U		157,984	1,896	157,984	1,896	157,984	1,896	-	-	-	-
89371	Rastrillos de Plástico P/Jardín	Docena		28,056	15,151	23,953	12,936	23,953	12,936	-	-	-	-
89414	Bricho para Arboles de Navidad	-		-	464	-	476	-	476	-	-	-	-
89415	Arboles de Navidad	Docena		576	1,725	589	1,768	368	1,106	221	662	-	-
89416	Bombas para Arboles de Navidad	Docena		62,729	3,450	64,290	3,536	38,575	2,122	25,715	1,414	-	-
89417	Adornos de Cualquier Mat.p/Arbol	Nav		-	2,907	-	2,978	-	2,791	-	187	-	-
89445	Piñatas	C/U		142,408	5,696	142,408	5,696	142,408	5,696	-	-	-	-
89502	Lápices	Millar		5,680	22,524	4,861	19,279	3,160	12,531	-	-	1,701	6,748
89510	Borrador	Kg		360,964	7,508	308,963	6,426	200,826	4,177	-	-	108,137	2,249
89911	Cepillos para Limpiar Dientes	Ciento		93,560	46,778	79,875	39,940	79,875	39,940	-	-	-	-
→ 89915	Escobas de Material Plástico	Ciento		19,725	<u>53,596</u>	16,834	45,761	16,834	<u>45,761</u>	-	-	-	-
89928	Cierres de Cremallera	Ciento		308,727	44,368	309,453	44,473	46,418	6,671	27,851	4,003	235,184	33,799
89933	Flores Artificiales	Docena		16,276	3,255	16,276	3,255	16,276	3,255	-	-	-	-
89940	Cepillos para Baño	Ciento		12,386	929	12,694	952	12,694	952	-	-	-	-
89941	Esponja para Baño (Paste)	Docena		81,115	11,681	80,153	11,542	801	115	-	-	79,352	11,427
89954	Respaldos C.M. p/ Veh. Aut.	Docena		2,607	1,314	2,671	1,346	2,671	1,346	-	-	-	-
99999	Otros			-	7,060	-	7,085	-	7,085	-	-	-	-

) Las cantidades del CUCI 71922 están dadas en miles .

Diseño De Una Planta Recicladora De Plástico En La Ciudad De Santa Ana

MINISTERIO DE ECONOMIA
DIGESTYC
ENCUESTA ECONOMICA ANUAL, 1998
INDUSTRIA, COMERCIO Y SERVICIOS

CUADRO 25. CANTIDAD Y VALOR DE LOS PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS ELABORADOS Y DE LAS VENTAS POR DESTINO, SEGUN DIVISION DE INDUSTRIA Y CLASE DE PRODUCTO, 1997

Código	División de Industria y Clase de Producto	Cantidad de Establecimientos/ Unidad de Medida	Productos y Subproductos Elaborados		Destino de las Ventas, Cantidad y Valor								
					Cantidad				Valor (Miles de Colones)				
					Cantidad	Valor (Miles de Colones)	Total	Nacional	Centro-americano	Otros Países	Total	Nacional	Centro-americano
82210	Librerías de metal	c/u	464	511	464	464	-	-	-	511	511	-	-
82211	Mesas de metal en general	c/u	42,021	31,079	37,986	37,986	-	-	-	28,436	28,436	-	-
82212	Gabinets de metal	c/u	42,854	19,756	36,680	36,680	-	-	-	16,909	16,909	-	-
82215	Gaveteros de metal	c/u	3,364	1,848	3,069	3,069	-	-	-	1,688	1,688	-	-
82218	Bancos de metal	c/u	416,368	7,481	416,368	416,368	-	-	-	7,481	7,481	-	-
82219	Camas cunas de metal	c/u	2,317	1,158	2,317	2,317	-	-	-	1,158	1,158	-	-
82222	Credenzas de metal	c/u	573	656	573	573	-	-	-	656	656	-	-
82226	Estantes de metal	c/u	35,770	15,258	34,050	27,889	6,160	-	-	14,504	11,880	2,624	-
82227	Archivos de metal	c/u	1,327	1,308	1,327	1,327	-	-	-	1,308	1,308	-	-
82229	Camarones de metal	c/u	1,738	1,390	1,738	1,738	-	-	-	1,390	1,390	-	-
82245	Muebles de metal para jardín	unidad	2,924	7,373	2,924	2,924	-	-	-	7,373	7,373	-	-
86215	Películas para estampar	-	-	100,958	-	-	-	-	-	97,869	75,638	-	17,996
89316	Cajas de plástico	ciento	21,218	62,232	20,803	8,113	11,026	1,664	-	61,038	23,805	32,350	4,883
99999	Otros	-	-	161,192	-	-	-	-	-	125,660	66,163	51,123	8,374
39	Otras Industrias Manufactureras	201	-	354,097	-	-	-	-	-	356,341	192,986	60,412	102,943
63228	Regías escolares	docena	28,887	1,040	28,311	21,793	4,251	2,266	-	1,018	785	152	81
63232	Joyerías de madera	docena	21,868	19,050	21,870	-	2,683	19,186	-	19,049	-	912	18,137
65502	Tej. y fieltro oncauchados (plástico)	metro	13,575,201	17,856	14,176,962	14,176,962	-	-	-	18,648	18,648	-	-
69524	Palas	ciento	672	174	787	787	-	-	-	204	204	-	-
69832	Rótulos de metales comunes	c/u	105,791	89,703	105,758	64,696	35,202	5,858	-	89,689	75,057	12,623	2,009
89212	Rótulos impresos	ciento	75	11,843	75	75	-	-	-	11,843	11,843	-	-
89305	Cubiertos de plástico	ciento	5,264	218	6,169	6,169	-	-	-	256	256	-	-
89315	Bolsas y cestas de plástico	ciento	4,050	6,075	4,007	4,007	-	-	-	6,011	6,011	-	-
89344	Ruacales de plástico	ciento	1,887	488	2,211	2,211	-	-	-	572	572	-	-
89347	Rótulos plásticos	c/u	85,673	19,492	85,673	85,673	-	-	-	19,492	19,492	-	-
89362	Productos menudos de plástico	-	-	13,810	-	-	-	-	-	13,731	12,443	1,184	104
89363	Capas de plástico	docena	2,933	3,169	2,902	2,902	-	-	-	3,135	3,135	-	-
89501	Bolígrafos	millar	4,814	8,122	4,976	4,976	-	-	-	8,070	8,070	-	-
89502	Lápices	millar	36,860	24,676	36,123	15,793	12,474	7,854	-	24,181	10,405	8,459	5,317
89510	Borrador	kg	26,640	1,665	26,110	16,449	5,744	3,917	-	1,630	1,028	358	244
89524	Plumones	millar	3,766	10,374	4,166	3,875	189	101	-	11,281	10,253	671	357
89915	Escobas de material plástico	ciento	52,795	58,075	48,361	1,318	29,016	18,025	-	53,195	1,450	31,918	19,827
89940	Capillos y mascones para baño	ciento	7,641	4,256	6,999	381	4,199	2,418	-	3,897	58	2,339	1,346
89941	Espojas para baño (pastes)	docena	643,077	13,965	650,575	1,849	-	648,726	-	20,452	58	-	20,394
89950	Cajas acrílicas	ciento	34,985	29,785	34,985	418	933	33,632	-	29,785	291	1,734	27,760
89962	Artículos acrílicos para escritorio y	ciento	4,579	5,188	4,489	4,489	-	-	-	5,086	5,086	-	-
99999	Otros	-	-	15,073	-	-	-	-	-	15,116	7,687	62	7,367

EL SALVADOR

ANEXO 16

IMPORTACIONES DE PLÁSTICOS Y SUS MANUFACTURAS SEGÚN MINISTERIO DE ECONOMÍA.

**CANTIDAD Y VALOR DE LA EXPORTACION E IMPORTACION SEGUN SECCION, CAPITULO
SUBCAPITULO Y PARTIDA DEL SISTEMA ARANCELARIO CENTROAMERICANO (SAC): 1997**

CODIGO (SAC)	DESCRIPCION	EXPORTACION		IMPORTACION		SALDO (FOB-CIF)
		CANTIDAD (KGS)	VALOR (FOB) *	CANTIDAD (KGS)	VALOR (CIF) *	
	DINAMARCA	0	0	34,957	868,477	-868,477
	FRANCIA	0	0	624	36,624	-36,624
	ALEMANIA	0	0	7,338	584,327	-584,327
	GUATEMALA	2,942	61,380	77,282	751,507	-690,127
	HONDURAS	672	30,319	2,135	31,226	-907
	JAPON	0	0	722	48,291	-48,291
	LUXEMBURGO	0	0	90	12,984	-12,984
	MEXICO	15	977	27,877	1,140,253	-1,139,276
	HOLANDA	0	0	1,296	77,094	-77,094
	PANAMA	0	0	76,447	2,189,252	-2,189,252
	ESPAÑA	0	0	5,405	143,767	-143,767
	SUIZA	0	0	53,437	2,095,538	-2,095,538
	REINO UNIDO	0	0	14,934	393,446	-393,446
	ESTADOS UNIDOS	0	0	117,968	4,087,291	-4,087,291
	ZONA LIBRE DE COLON	0	0	2,289	314,714	-314,714
II	PLASTICO Y SUS MANUFACTURAS; CAUCHO Y SUS					
	MANUFACTURAS	16,144,779	288,986,407	103,761,822	1,549,408,186	-1,260,421,779
9	PLASTICOS Y SUS MANUFACTURAS	15,934,280	284,205,525	86,166,889	<u>1,154,110,083</u>	-869,904,558
901	POLIMEROS DE ETILENO EN FORMAS					
	PRIMARIAS.	16,110	153,489	26,830,681	238,498,634	-238,345,145
901100000	POLIETILENO DE DENSIDAD INFERIOR A 0.94	12,096	125,568	15,574,914	135,027,709	-134,902,141
	CANADA	0	0	259,725	2,579,454	-2,579,454
	COSTA RICA	12,096	125,568	409,217	2,869,325	-2,743,757
	ALEMANIA	0	0	3,111	137,000	-137,000
	GUATEMALA	0	0	46,466	503,990	-503,990
	HONDURAS	0	0	26,231	208,425	-208,425

* Valores en Colones.

**CANTIDAD Y VALOR DE LA EXPORTACION E IMPORTACION SEGUN SECCION, CAPITULO,
SUBCAPITULO Y PARTIDA DEL SISTEMA ARANCELARIO CENTROAMERICANO (SAC): 1998**

CODIGO (SAC)	DESCRIPCION	EXPORTACION		IMPORTACION		SALDO (FOB-CIF)
		CANTIDAD (KGS)	VALOR (FOB) *	CANTIDAD (KGS)	VALOR (CIF) *	
	NICARAGUA	0	0	103	5,406	-5,406
	PANAMA	0	0	39,023	1,831,566	-1,831,566
	PUERTO RICO	225	87,706	0	0	87,706
	SUIZA	0	0	9,541	660,401	-660,401
	REINO UNIDO	0	0	22,040	582,731	-582,731
	ESTADOS UNIDOS	0	0	69,448	2,331,824	-2,331,824
VII	PLASTICO Y SUS MANUFACTURAS; CAUCHO Y SUS MANUFACTURAS	19,877,460	343,489,807	124,406,955	1,701,575,721	-1,358,085,914
39	PLASTICOS Y SUS MANUFACTURAS	19,718,041	340,544,487	104,683,797	<u>1,270,941,290</u>	-930,396,803
3901	POLIMEROS DE ETILENO EN FORMAS PRIMARIAS.	51,681	367,000	34,841,192	259,387,337	-259,020,337
3901100000	POLIETILENO DE DENSIDAD INFERIOR A 0.94	39,448	324,507	18,065,868	138,597,789	-138,273,282
	BHUTAN	0	0	8,906	56,270	-56,270
	BRASIL	0	0	225	6,270	-6,270
	BELICE	0	0	17,600	146,243	-146,243
	CANADA	0	0	251,642	2,187,037	-2,187,037
	CHILE	0	0	116,193	1,262,926	-1,262,926
	COLOMBIA	0	0	2,164	225,569	-225,569
	COSTA RICA	20,800	221,165	246,463	5,110,277	-4,889,112
	CUBA	0	0	28,784	191,064	-191,064
	ALEMANIA	0	0	51,850	502,882	-502,882
	GUATEMALA	17,538	92,529	19,537	89,781	2,748
	HONDURAS	1,110	10,813	22,109	269,527	-258,714
	MEXICO	0	0	27,685	461,619	-461,619
	PANAMA	0	0	83,696	1,217,730	-1,217,730
	PORTUGAL	0	0	99,396	780,048	-780,048

ANEXO 17

PESOS DE CADA ELEMENTO DE LA ESCOBA

Se dividió una escoba en todas sus partes, el taco, cerdas, grapas, y el bolío y se pesó cada parte por separado; en la tabla siguiente se muestran los resultados de los pesos en libras.

PARTE	PESO
Taco	0.31 lbs
Cerdas	0.35 lbs
Grapas	0.01 lbs
Bolío	0.51 lbs