



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**



“ ESTUDIO DE LA RECOLECCION Y TRATAMIENTO  
DEL PLASTICO DE LA BASURA URBANA ”

PROYECTO DE GRADO  
Previo a la obtención del Título de:  
INGENIERO MECANICO

Presentada por:  
Bolívar Leonardo Espín Galarza

Guayaquil - Ecuador  
1989



AGRADECIMIENTO

AL ING. MARCO PAZMIÑO B.  
DIRECTOR DE TOPICO, POR SU  
AYUDA Y COLABORACION PARA  
LA REALIZACION DE ESTE  
TRABAJO.

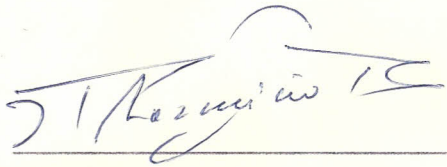


DEDICATORIA

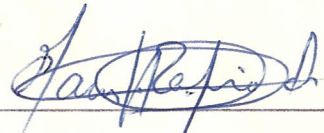
*[Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]*

A MI MADRE



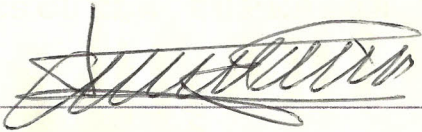


ING. MARCO PAZMINO  
DIRECTOR DE TOPICO

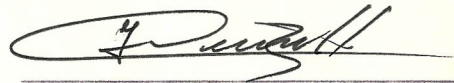


ING. MARCOS TAPIA  
PRESIDENTE DE GRADO

DOCTRINAS EXPUESTAS EN ESTE PROYECTO DE  
LEY DE ASESORIA TECNICA Y DE ASESORIA  
TECNICA



ING. EDMUNDO VILLACIS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. FREDDY CEVALLOS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



DECLARACION EXPRESA

"LA REPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y  
DOCTRINAS EXPUESTAS EN ESTE PROYECTO DE  
GRADO CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL  
PATRIMONIO INTELECTUAL DEL MISMO, A LA  
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE LITORAL"

(REGLAMENTO DE TOPICO DE GRADUACION)

  
BOLIVAR ESPIN GALARZA



**RESUMEN**

Para realizar el presente proyecto se ha definido cinco capítulos, los cuales mencionarán en resumen su contenido. Los antecedentes del proyecto están en el capítulo primero, en el que se expresan los objetivos y su justificación.

En el segundo capítulo se hace un análisis teórico de los plásticos, donde se da a conocer las bases para el estudio de los diferentes tipos que existen, su clasificación, características y porcentajes de uso en nuestro medio.

El capítulo tercero enfoca a los desechos plásticos, que comienza con el análisis de la composición de la basura en general de Guayaquil, además, la forma como se realiza su recolección hasta que llega a las fábricas para ser reutilizado.

El capítulo cuarto analiza la forma manual o mecánica que puede separar el plástico de la basura, se da a conocer los procesos automáticos de separación de cada uno de los componentes de la basura y entre ellos el plástico, también se analiza el tratamiento que se le da al plástico sucio, mezclado, etc...para su reuso; y finalmente se estudia al plástico como materia prima para otros usos de ingeniería.



La evaluación de costos, que correspondería al capítulo final de éste proyecto, se refiere a la cantidad de divisas que se puede obtener dejando de importar y usar el plástico desechado.

## INDICE GENERAL

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS	XII
INTRODUCCION	XIV
CAPITULO I.- ANTECEDENTES	
1.1 Objetivo de la recuperación del plástico de los desechos sólidos urbanos	16
1.2 Justificación del tema	18
CAPITULO II.- LOS PLASTICOS: ANALISIS PRELIMINAR	
2.1 Generalidades	21
2.2 Tipos de plásticos	23
2.3 Características específicas de los plásticos	25
2.3.1 Polietileno de alta densidad	25
2.3.2 Polietileno de baja densidad	26
2.3.3 Polipropileno	27
2.3.4 Polivinilcloruro	28
2.3.5 Poliestireno	29
2.4 Los plásticos recolectados y la industria	31



### CAPITULO III.- ESTUDIO DE LOS DESECHOS PLASTICOS

3.1 Depósitos de desechos plásticos en la ciudad	37
3.2 Composición de la basura en Guayaquil	38
3.2.1 Porcentajes de goma, caucho y plástico	38
3.3 Metodología de recolección	43
3.4 Ciclo del plástico	45

### CAPITULO IV.- INDUSTRIALIZACION DEL PLASTICO DESECHADO

4.1 Separación del plástico de la basura	57
4.1.1 Separación manual	57
4.1.2 Separación mecánica	58
4.2 Clasificación de los plásticos a reciclarse	61
4.3 Condiciones técnicas para el reciclado de los plásticos	62
4.4 Perspectivas del plástico desechado	66
4.4.1 Reutilización como fuente de energía almacenable	66
4.4.2 Reutilización como fuente de energía eléctrica	68
4.4.3 Reutilización como material no plástico	70

### CAPITULO V.- EVALUACION DE COSTOS

5.1 Importación del plástico	72
5.2 Costos de recolección del plástico	75
5.3 Ahorro de divisas	80

5.3.1 Costo del dólar	80
5.3.2 Recolección en sucres y en dólares	80
5.3.3 Importación equivalente a la recolección	80
5.3.4 Ahorro neto	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFIA	88



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Datos globales de porcentajes de fábricas que usan materias primas plásticas	33
Tabla 2.- Porcentajes de fábricas que "SI" reciclan	34
Tabla 3.- Porcentajes de fábricas que "NO" reciclan	35
Tabla 4.- Sitios de la ciudad donde existen desechos plásticos	39
Tabla 5.- Composición de la basura en Guayaquil	41
Tabla 6.- Porcentaje de gomas, caucho y plásticos	42
Tabla 7.- Porcentajes de plásticos	43
Tabla 8.- Componentes plásticos contenidos en la basura	44
Tabla 9.- Importación de plásticos al Ecuador	53
Tabla 10.- Costos de Importación del plástico	73
Tabla 11.- Precios de recolección del plástico	76
Tabla 12.- Recolección (resumen)	81
Tabla 13.- Importación equivalente	81
Tabla 14.- Ahorro	82

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Botadero Municipal de Guayaquil	19
Figura 2.- Botadero en la ciudadela Los Sauces	20
Figura 3.- Gráfico Correspondiente a la tabla 1.	33
Figura 4.- Gráfico Correspondiente a la tabla 2.	34
Figura 5.- Gráfico Correspondiente a la tabla 3.	35
Figura 6.- Cantidades comparativas de fábricas que "SI" y "NO" reciclan	36
Figura 7.- Mapa correspondiente a la tabla 4.	40
Figura 8.- Recolección de envases en el botadero	46
Figura 9.- Recolección de fundas en el botadero	47
Figura 10.- Recolección del plástico: Centro de la ciudad	48
Figura 11.- Recolección del plástico de embalaje	50
Figura 12.- Ciclo del plástico	51
Figura 13.- Gráfico correspondiente a la tabla 9	54
Figura 14.- Cantidades y porcentajes de recolección	55
Figura 15.- Separación manual en el botadero	58
Figura 16.- Separación manual por cribado	59
Figura 17.- Diagrama de una planta selectora de desechos urbanos	60
Figura 18.- Envases plásticos	65
Figura 19.- Diagrama de una planta lavadora de plásticos	67
Figura 20.- Diagrama de una planta pirolítica	69
Figura 21.- Esquema de un incinerador de plásticos	71
Figura 22.- Gráfico correspondiente a la tabla 10	74



Figura 23.- Distribución de precios en la  
compra-venta del plástico

## INTRODUCCION

Los residuos se van desplazando conforme se desplaza la población a cualquier rincón del planeta, además como la población humana crece exponencialmente, entonces la basura también se incrementa.

Nuestro país es considerado como un país con problemas agudos de contaminación, entre los cuales está el mal manejo de los desechos sólidos, que debido a la falta de aplicación y la tecnología se va incrementando constantemente.

En Guayaquil o en cualquier ciudad del mundo, todos los que vivimos en ellas nos hemos percatado del problema que presentan los desechos sólidos, ya que en las calles y en los alrededores de la ciudad están llenos de ellos.

Sabemos que en el medio que nos rodea está sujeto a todas las actividades diarias personales y colectivas, en la que es necesario conocer sus componentes: Agua, aire y suelo conocidos como un recurso sujeto a las leyes de la naturaleza, los que el hombre está empeñado en alterarlos.

Pero la mayoría de la población terrestre pretende olvidar el problema de la basura y de las leyes naturales,



y todo lo que se hace es depositarla formando grandes acumulaciones en los alrededores de la ciudad e incluso en las calles mismas.

Pero dentro de los últimos años, desarrollos significantes han ocurrido, los que han hecho del reciclado de desperdicios una realidad; sin embargo, antes de que se alcance una gran utilización de éstos, las especificaciones de los productos deben ser reescritas, las cuales llevan a un gran uso de éstos desperdicios.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.1. Objetivos de la recuperación del plástico de desechos sólidos urbanos.

El crecimiento industrial y la no planificada urbanización a través de los años hace que el problema de la basura sea cada vez más grave, porque no tenemos medios modernos para la recolección y una disposición final para los mismos.

Por esta razón se trata de no botar los desechos sólidos en un lugar destinado sin aprovechamiento alguno, así como la recuperación de las sustancias orgánicas y transformarlas en compost para un fin posterior como pueden ser los abonos y fertilizantes,

así como también la recuperación de hierro, papel, cartones, y sobre todo el plástico para un reciclaje en la industria.

Pero la importancia en sí que tiene la recuperación del plástico de la basura es porque trae consigo consecuencias posteriores de contaminación.

Los plásticos cuando se encuentran a la intemperie; es decir, sometidos al calor, radiación solar, a lluvias, con alteración de PH, a incineración, o simplemente cuando está en un ambiente deteriorante, y de acuerdo a la resistencia del plástico, éste se descompondrá y como resultado dará polvo, humos tóxicos, y otros productos contaminantes que posteriormente lo hará con el suelo, ríos u otros depósitos de aguas naturales o artificiales, así como también el aire circundante, y más aún si el plástico fué elaborado con materia prima venenosa como lo es el PVC.

Si bien es cierto, las industrias locales de plásticos importan la materia prima (resinas) para su procesamiento, habría una vital importancia que estas industrias aprovecharan la recuperación del plástico y reciclarlo, entonces estaría disminuyendo la importación de materia prima tomando un recurso recuperable de bajo costo como lo son los desechos plásticos, ahorrando divisas para el Ecuador.



## 1.2. Justificación del tema.

En nuestro país ha sido tradición desde la constitución de los cabildos, asignar la función de la empresa pública. El Ornato, con el barrido de los cuerpos municipales y locales.

Lamentablemente en muchas cosas la responsabilidad municipal ha sido delegada ha una sola persona con práctica en la dirección personal, pero sin el conocimiento de las implicaciones económicas y técnicas para su recolección y su respectivo reciclaje.

En todas las localidades de nuestro país se han creado botaderos a cielo abierto, como en el caso de la ciudad de Guayaquil, (Ver Fig 1.) el mismo que es criadero de aves de rapiña, ratas, moscas, mosquitos, y otros animales e insectos, que encuentran en éste las condiciones favorables para su alimentación y proliferación, afectando a las partes aledañas con malos olores y humos debido a la descomposición e incineración de desechos como es el caso de materias orgánicas, caucho, plásticos, ropa, etc..., que traen como consecuencia posterior a la comunidad urbana, reportes de enfermedades infectocontagiosas, epidemias, etc..., incluso la muerte.

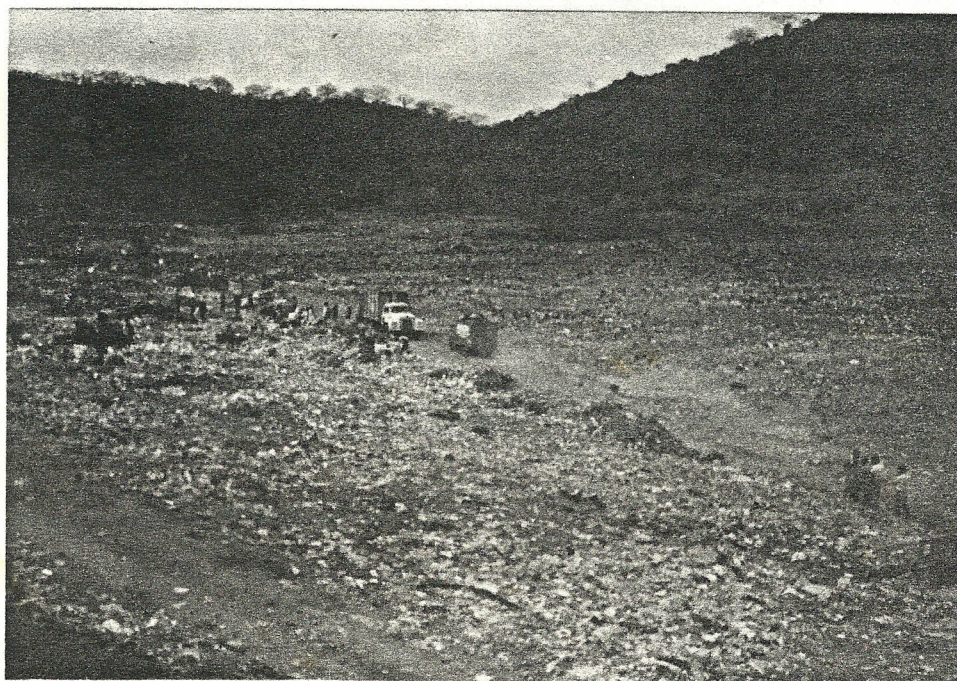
El botadero municipal se encuentra situado en el oeste de toda la ciudad en general, puntos notables cercanos



a él están: el Estadio de Barcelona, y la fábrica de la Cemento Nacional "San Eduardo" (Ver Fig. 7.). Es un lugar donde permanece la basura con todos sus componentes (materia orgánica, metales, plásticos, caucho, textiles, madera, papel, cartón, piedras, cenizas, etc...) durante todo el año, así también hay lugares donde permanecen durante algunos meses, días u

**Figura 1.**

**Botadero Municipal de Guayaquil**



**Foto: Bolivar Espín G.**

horas como son los botaderos en urbanizaciones, (Ver Fig 2.) zonas industriales, mercados, o en cualquier calle en donde se proliferan todos estos animales e insectos, por ejemplo: la mosca es transmisora de enfermedades



tales como la tifoidea, disentería, poliomielitis, tuberculosis, hepatitis, entre otras que conforman una lista de aproximadamente 30 enfermedades.

**Figura 2.**

**Botadero en la Ciudadela Los Sauces**



**Foto: Bolivar Espín G.**

Los rodeores son portadores de ectoparásitos como: piojos, niguas y pulgas.

Las ratas son asociadas con la septicemia hemorrágica o peste bubónica, infecciones helmínticas, entre otros.

Los roedores consumen y contaminan los alimentos, afectando así de una manera directa o indirecta al hombre.



## CAPITULO II

### LOS PLASTICOS

#### ANALISIS PRELIMINAR

##### 2.1. Generalidades

Los polímeros son moléculas gigantes o macromoléculas naturales artificiales, éstos son muy variados, y los encontramos en: resinas sintéticas para lacas y barnices, plásticos anticorrosivos, plásticos para fibras de decoración, embalajes, aislantes, plásticos para exigencias mecánicas y termicas, etc... Donde la tecnología de las macromoléculas se ha convertido en un gigante en el mundo de la industria.

Los plásticos sintéticos son compuestos químicos orgánicos producidos de la química básica como el carbón, hidrógeno y oxígeno. Estos átomos, cuando son

combinados en cantidades específicas, conforman cadenas de moléculas llamadas polímeros. Otros químicos notables son: cloro, fluor, silicón, sulfuro y otros aditivos, que también son importantes para producir estos polímeros.

El enorme desarrollo de la materia plástica después de la segunda guerra mundial no se ha manifestado únicamente por un constante aumento de los índices de producción, sino también por un continuo perfeccionamiento de los métodos ya conocidos y la simplificación de las instalaciones de transformación.

La palabra plástico tiene un gran significado y aplicación en la industria el cual crece cada día más.

Los plásticos son polímeros hechos por el Hombre, y pueden ser líquidos y sólidos, capaces de ser formados dentro de varias figuras por el calor y presión.

Los plásticos tienen un alto rango de propiedades, las cuales pueden ser:

- Peso liviano
- Aislante eléctrico
- Agradable al tacto
- Transparencia o color original
- Habilidad de ser metalizados
- Resistencia química

- Higiénicos y no alérgicos
- Resistencia del moho y hongos
- Pueden ser masas producidas
- Proporcionan libertad de diseño
- Adaptabilidad
  
- No son materiales estructurales
- No son resistentes al calor
- No son resistentes a la luz solar

## 2.2. Tipos de plástico

Existen muchos criterios para clasificar a los plásticos.

Según algunos autores clasifican a los plásticos de la siguiente manera:

- Según su estructura molecular
- Según las reacciones de formación
- Según la aplicación de los plásticos
- Según la clase de manipulación
- Otros criterios

Fero en forma general los plásticos pueden ser divididos en tres grandes categorías:

a) Termofraguantes



## b) Termoplásticos

## c) Elastómeros

El primer grupo corresponde a los termofraguantes, que son tipos de plásticos formados mediante calor y con o sin presión, resultando un producto que es permanentemente duro, insoluble e infundible. El calor primeramente ablanda el material, pero al añadirse calor o sustancias químicas especiales, se endurecen por un cambio químico conocido como polimeración. Son llamados también termodurables, como son las resinas fenólicas, aminas, epóxicas y poliésteres.

El segundo grupo son los termoplásticos, que son los tipos de plásticos que no sufren cambios químicos en el moldeo y no se vuelven permanentemente duros con la aplicación de presión y calor, permanecen suaves a temperaturas elevadas hasta que endurecen por enfriamiento; además que se les puede fundir repetidamente por aplicaciones sucesivas de calor, como es el caso de la parafina, nylon, acrílico, vinil, etc. En el tercer grupo tenemos los elastómeros, que son materiales que pueden ser estirados repetidamente al menos el doble de la longitud original y cuando son sueltos de esta posición retornan con fuerza a su longitud natural. Muchos elastómeros alcanzan sus propiedades por procesos de vulcanización y luego son incapaces de ser reprocesados. Los polímeros de

silicón, uretano, caucho de nitrilo y polietileno tratados con cloro son ejemplos de elastómeros.

### 2.3. Características específicas de los plásticos

En la industria de los plásticos existe una diversidad en cuanto a tipos se refiere, en nuestro medio las fábricas plastificadoras usan algunos tipos de plásticos, entre los mas usados podemos mencionar al polietileno de alta y baja densidad, polipropileno, polivinilcloruro, poliestireno, etc.

#### 2.3.1. Polietileno de alta densidad (PE)

a) Propiedades físicas generales: Fuerte y poco flexible en un amplio rango de temperaturas, su superficie puede ser marcada fácilmente, se diferencia del polietileno de baja densidad por que que tiene mayor resistencia a la rotura por flexión.

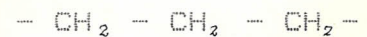
b) Fórmula estructural:

Monómero



Etileno

Cadena



c) Color: Blanco

d) Densidad: 0,935 - 0,960 gr/cc

- e) Poder calorífico: 10.000 Kcal/Kg
- f) Calor: Es un termoplástico de buena estabilidad al calor.
- g) Luz: Si se somete a exposiciones prolongadas sufre alguna deterioración.
- h) Eléctrica: Excelente aislador eléctrico.
- i) Otros: Aumento de la resistencia a la penetración de ciertos solventes y agentes químicos.
- j) Usos: Se lo utiliza para la producción de planchas, películas, varillas, tubos, como material de moldeo para la elaboración de una gama muy grande de artículos, etc.

### 2.3.2. Polietileno de baja densidad (PE)

- a) Propiedades físicas generales: Fuerte y muy flexible en un amplio rango de temperaturas, su superficie es blanda y se marca fácilmente.
- b) Fórmula estructural: Igual al polietileno de alta densidad.
- c) Color: Blanco translúcido, transparente.

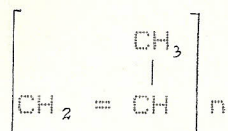


- d) densidad: 0,918 - 0,915 gr/cc
- e) Poder calorífico: 10.000 Kcal/Kg
- f) Calor: Termoplástico poco resistente al calor
- g) Luz: Alguna deterioración con exposiciones largas
- h) Eléctrica: Buen aislador hasta en altas temperaturas
- i) Otros: Retiene su flexibilidad a temperaturas inferiores a 60°C, tiene excelente resistencia a la mayoría de los agentes químicos y solventes comunes, no es afectado por alimentos ácidos y solventes de uso en el hogar, ni tampoco por fluidos limpiadores.
- j) Usos: Tiene aplicaciones similares al polietileno de alta densidad.

### 2.3.3. Polipropileno (PP)

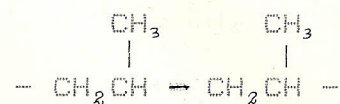
- a) Propiedades físicas generales: Es un plástico con propiedades similares al polietileno, pero tiene un punto de ablandamiento mas elevado, es mas rígido y mas duro.
- b) Fórmula estructural:

Monómero



Propileno

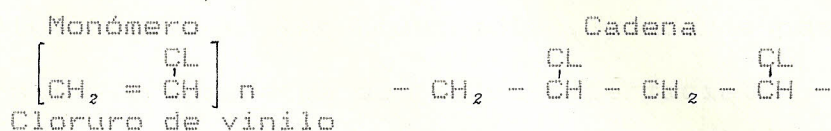
Cadena



- c) Color: Transparente
- d) Densidad: 0,900 - 0,910 gr/cc
- e) Poder calorífico: 10.500 Kcal/Kg
- f) Calor: Resistente al calor.
- g) Luz: Se deteriora con exposiciones prolongadas
- h) Eléctrica: Excelente aislador eléctrico.
- i) Otros: Posee propiedades mecánicas buenas, resistencia a los ácidos, bases y sales, aún a elevadas temperaturas.
- j) Usos: Se lo utiliza para la elaboración de películas para embalaje, envases semirígidos, planchas, etc.

#### 2.3.4. Polivinilcloruro (PVC)

- a) Propiedades físicas generales: Fuerte y resistente al impacto, posee estabilidad dimensional.
- b) Fórmula estructural:



- c) Color: Incoloro
- d) Densidad: 1,350 - 1,550 gr/cc
- e) Poder calorífico: 4.300 Kcal/kg
- f) Calor: Termoplástico resistente a la deterioración por el calor, quema con dificultad.
- g) Luz: Alguna deterioración con el calor.
- h) Eléctrica: Buen aislante, particularmente en el rango de bajas frecuencias.
- i) Otros: Buena resistencia a los ácidos y a la mayoría de los agentes químicos y solventes comunes.
- j) Usos: Se lo utiliza en tubos industriales, en mangueras, mangos, planchas, envases para ciertos alimentos, cosméticos, etc.

### 2.3.5. Poliestireno (PS)

- a) Propiedades físicas generales: Es duro y rígido, posee buena estabilidad dimensional,





#### 2.4. Los plásticos recolectados y la industria

El plástico que es recolectado por los chamberos en el botadero de basura se utiliza como materia prima o en mezcla con un cierto porcentaje de materia virgen para ser procesados y elaborados los diferentes productos que salen al mercado, siendo los más comunes los rollos, fundas, láminas, envases domésticos, tubos, mangueras, accesorios, etc...

En nuestra ciudad algunas empresas utilizan plástico chambeado como materia prima, que según las estadísticas realizadas a empresas grandes como pequeñas, existe un porcentaje del 36,25% que reciclan éste material, siendo un resultado aparente sobre 80 fábricas encuestadas.

Tanto a las fábricas que reciclan plásticos como también a las que no reciclan plástico se las encuestó, y la pregunta fué: Con qué tipo de materia prima trabajaban en los diferentes procesos de manufacturas? y la respuesta sobre las 80 fábricas se puede apreciar en la (Tabla 1.- Fig. 3.). Siendo el polietileno el que más demanda tiene en el mercado local, es así que en 75 fábricas de las 80 usan polietileno, éste material representa el 93,75%, de éste porcentaje sólo el 33,75% reciclan polietileno y la diferencia no lo hace.

Después del polietileno los materiales que más se usa son el polipropileno, polivinilcloruro, poliestireno, y por último el poluretano, y otros.

Todas éstas estadísticas se las puede analizar en las (Tablas 2. y 3.), y (Figuras 4., 5. y 6.).

Podemos representar detalladamente lo siguiente:

PE = Polietileno

PS = Poliestirol

PP = Polipropileno

PVC = Polivinilcloruro

Que son las distintas materias primas usadas



Tabla 1.  
 Datos globales de porcentaje de  
 Fabricas que usan materias primas plásticas

Tipos	Cantidad base 80	base 127	base 80
PE	75	59,06	93,75
PP	26	20,47	32,50
PVC	18	14,17	22,50
PS	5	3,94	6,25
Otros	3	2,36	3,75
Suman ---	127	100,00	158,75

Figura 2. Empresas Encuestadas 80

Figura 3.

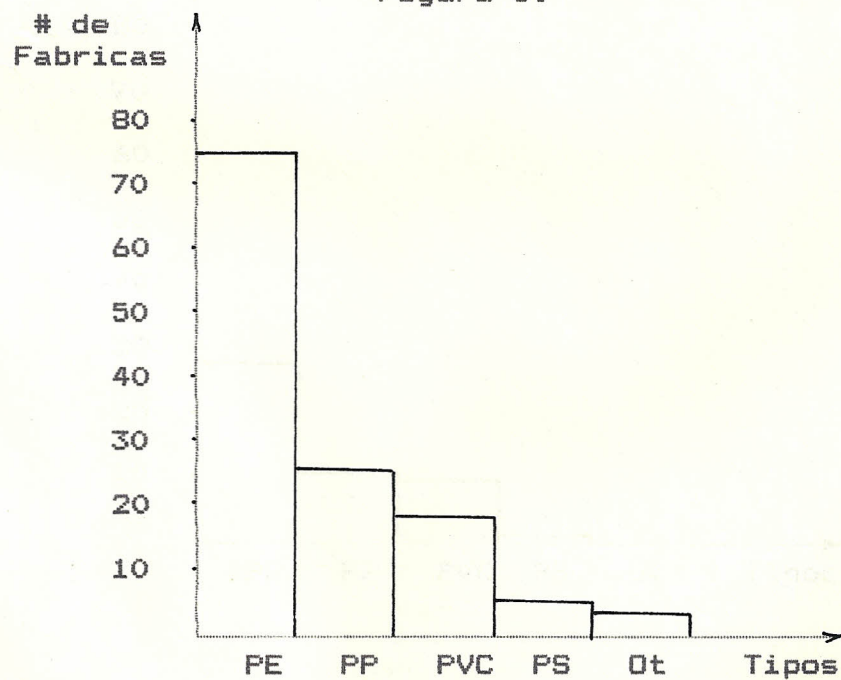


Tabla 2.

## Porcentajes de Fabricas que "SI" reciclan

Tipos	Cantidad base 80	base 47	base 80
PE	27	57,45	33,75
PP	10	21,27	12,30
PVC	9	19,15	11,25
PS	1	2,13	1,25
Otros	0	0,00	0,00
Suman	47	100,00	58,75

Empresas Encuestadas 80

Figura 4.

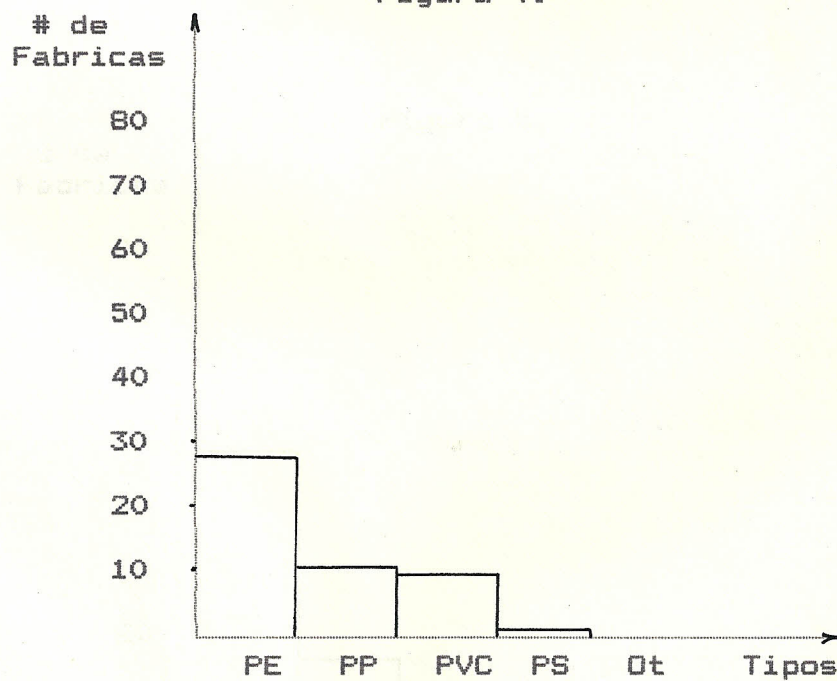


Tabla 3.  
Porcentaje de Fabricas que "NO" reciclan

Tipo	Cantidad Base 80	Base 80	Base 80
PE	48	60,00	60,00
PP	16	20,00	20,00
PVC	9	11,25	11,25
PS	4	5,00	5,00
Otros	3	3,75	3,75
Suman	80	100,00	100,00

Empresas Encuestadas 80

Figura 5.

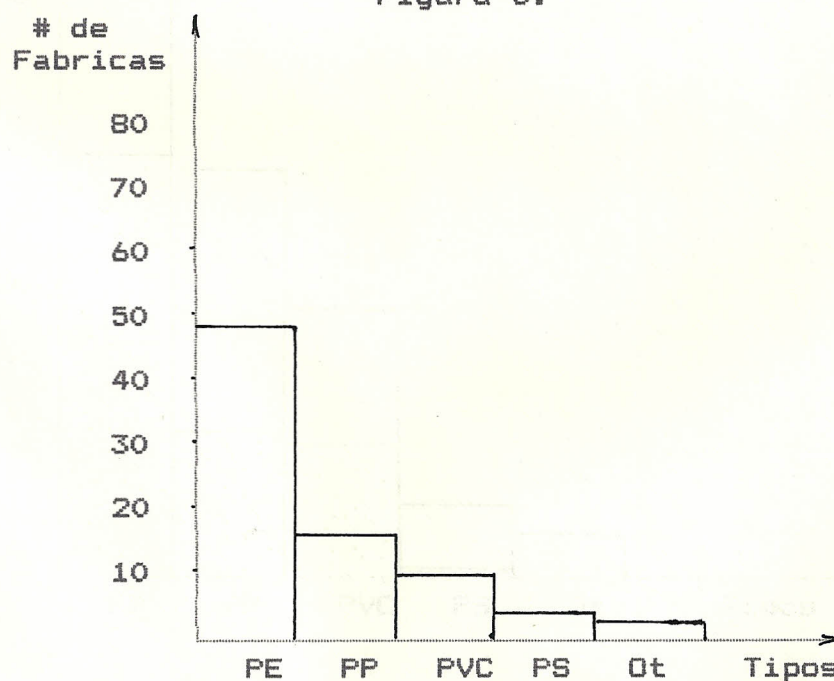
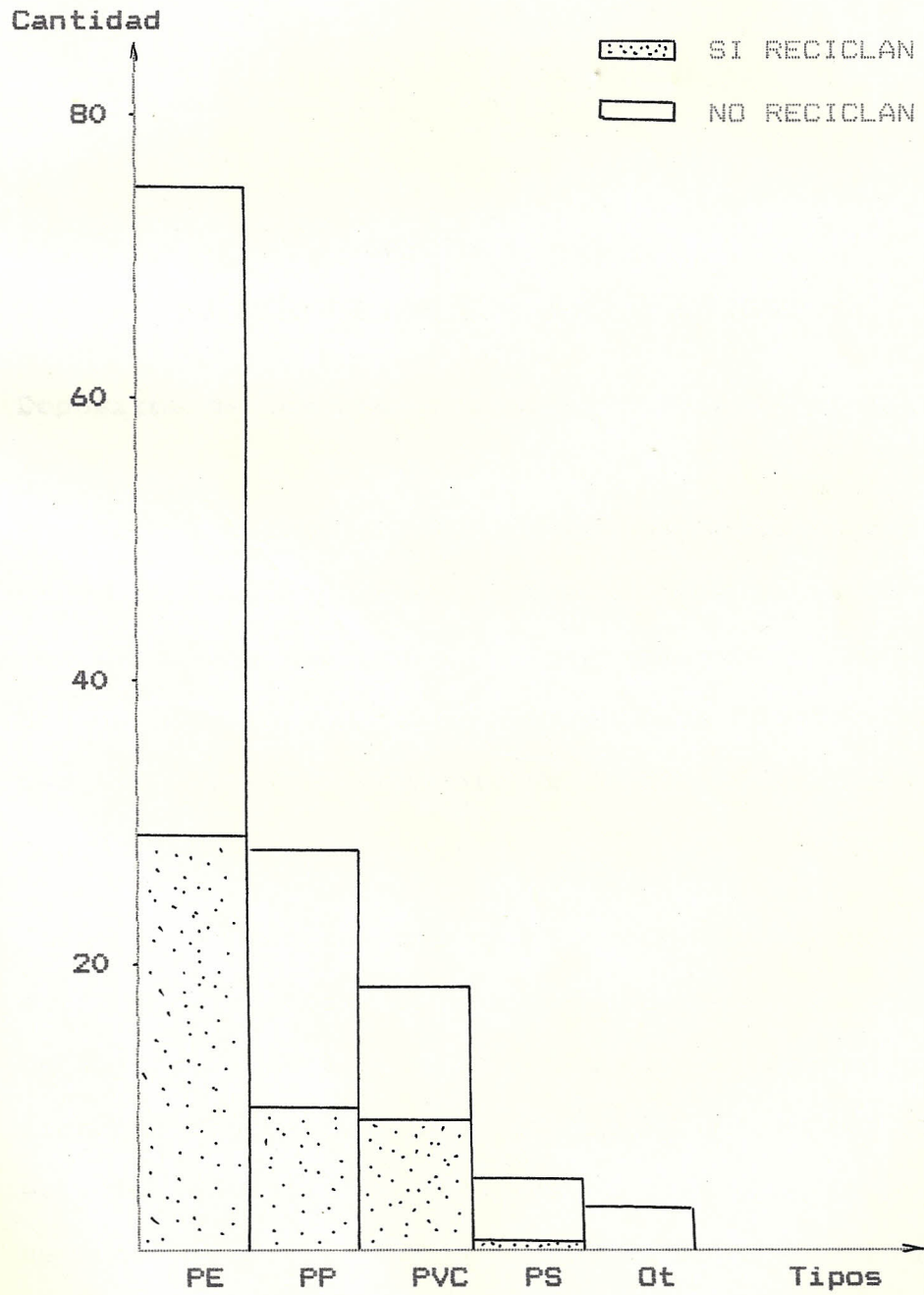




Figura 6.  
Cantidades Comparativas de Fabricas que  
"SI" Y "NO" reciclan



### CAPITULO III

#### ESTUDIO DE LOS DESECHOS PLASTICOS

##### 3.1. Depósitos de los desechos plásticos en la ciudad

En nuestra ciudad existe además del botadero municipal, otros depósitos de basura repartidos a lo largo y ancho de la misma, que según el Departamento de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de ésta ciudad, considera que la densidad promedio es de 300 Kg./metros cúbicos con una producción diaria de 0.85 Kg. por persona.

Toda ésta basura que cada persona genera diariamente está formada por diferentes componentes (sustancias orgánicas, papel, cartón, plástico, caucho, metales, vidrios, madera, etc...); es decir, que en Guayaquil no existen depósitos exclusivos de plástico, ya que estos se encuentran esparcidos conforme lo está la basura.

Ahora, para tener conocimiento de los lugares donde podemos encontrar plástico mencionaremos algunos de los



depósitos barriales en donde la basura conjuntamente con los plásticos permanecen por días hasta que los carros recolectores pasen por ellas para una disposición final en el botadero municipal. (Ver Tabla 4). Estos depósitos están acompañados por un mapa para una mejor clarificación de los lugares en donde están ubicados. (Ver Fig. 7).

### **3.2. Composición de la basura en Guayaquil**

Refiriéndonos a la naturaleza de los residuos sólidos en forma global un 60% de los mismos están constituidos por materia orgánica y un 20% son papeles y cartones, y la diferencia la constituyen los plásticos, vidrios, metales, textiles, y otros materiales.

De las investigaciones realizadas por parte de la Municipalidad de Guayaquil en 1.984, tanto en invierno como en verano se efectuó un muestreo representativo de la basura de ésta ciudad para determinar el contenido de los diferentes componentes, los que pueden apreciar en la (Tabla 5.).

#### **3.2.1. Porcentaje de goma, caucho y plástico**

Puesto que la recuperación del plástico para ser reprocesados por nuestras industrias tienen que ver con el análisis estadístico, fué necesario



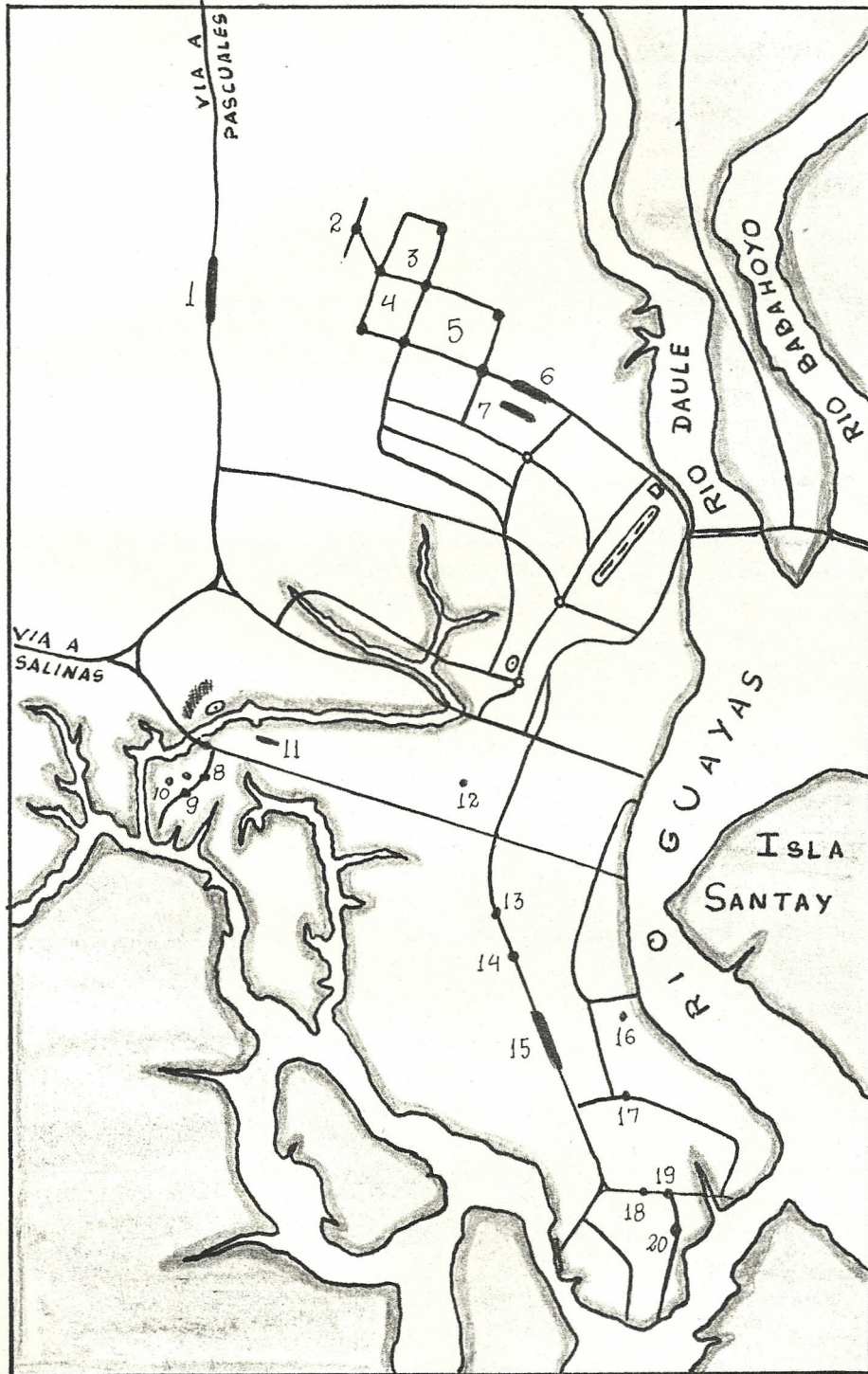
determinar con precisión los diferentes porcentajes de gomas, cauchos, plásticos en dis

**Tabla 4.**

**Sitios de la ciudad donde, existe desechos de Plásticos**

N-	UBICACION	CIUDADELA	PARROQUIA
1	Av Fco Huerta Rendon	Mapasingue	Tarqui
2	Sin Nombre	Sauces 5	Tarqui
3	Sin Nombre	Sauces 4	Tarqui
4	Sin Nombre	Sauces 3	Tarqui
5	Sin Nombre	Sauces 2	Tarqui
6	Sin Nombre	Sauces 1	Tarqui
7	Calle A y Luis Cordero	*****	F. Cordero
8	Chembers y Av Revolucion	*****	F. Cordero
9	Av. Revolución y G	*****	F. Cordero
10	Calle E y Luis Cordero	*****	F. Cordero
11	Gomez Rendon 27...36	*****	F. Cordero
12	Gomez Rendon y Mascote	*****	F. Cordero
13	Av. 25 de Julio (largo)	Amazonas	Ximena
14	Av. 25 de Julio (IESS)	Pradera I	Ximena
15	A 25/Julio y A Pradera	Pradera I	Ximena
16	Los Jardines (largo)	Guasmo Norte	Ximena
17	Flor Alfaro y Floresta	Floresta	Ximena
18	Esclusas y Gregorio	Guasmo Centr	Ximena
19	Esclusas y Calderón	U. Bananera	Ximena
20	Av. Abdón Calderón	U. Bananera	Ximena

Figura 7.  
Depósitos de plásticos en la ciudad  
Números correspondientes a la tabla 4.





**Tabla 5.**  
**Composición de la basura en Guayaquil**  
**Octubre de 1.984**

Componentes	Porcentajes
Materia Orgánica	61,2
Papel, Cartón	18,3
Caucho, Gomas y Plástico	8,2
Metales	2,4
Textiles, trapos	2,0
Vidrio	1,1
Madera, Piedra, Cenizas, etc.	6,8
Total	100,00

Fuente: Ver la referencia #12 de la bibliografía  
 Elaboración: Ing. Marco Pazmiño

tintos lugares de basura. El resultado de éste análisis puede observarse en la (Tabla 6.), pudiéndose determinar un promedio de 8.2.% de estos componentes existentes en la basura de Guayaquil.

También se puede determinar por medio de otro muestreo, el porcentaje solo de plásticos de la recolección total de los mismos. (Ver Tabla 7.). Esta tabla se elaboró con diez muestras pudiendo determinar que del 100 % del total de la basura corresponden a plásticos exclusivamente el 5.6 % .



De los 5.6 % que le corresponden a los plásticos, de éste mismo muestreo se pudo determinar los diferentes tipos de plásticos contenidos en esas mezclas

**Tabla 6.**

**Porcentajes de Gomas, Cauchos y Plásticos**

Muestras	Porcentajes
M-1	8,5
M-2	6,6
M-3	4,3
M-4	12,2
M-5	8,3
M-6	13,3
M-7	5,8
M-8	4,6
M-9	11,5
M-10	6,9

Promedio: 8,2 %

Fuente: Ver la referencia #12 de la bibliografía  
Elaboración: Ing. Marco Pazmiño

heterogéneas sacadas de los distintos sitios de la ciudad, estos resultados se pueden observar en la (Tabla 8.), y se fundamenta en que los plásticos encontrados se pudieran separar de la siguiente manera: fundas, láminas, tarrinas, envases, vajillas y artículos de mesa.

### 3.3. Metodología de Recolección

Partiendo de hecho de que en Guayaquil de hoy con 1'700.000 habitantes, se generan alrededor de 1.445 ton/día de desechos, pero está considerado que en la actualidad así como desde hace varios años la cobertura

**Tabla 7.**  
**Porcentaje de Plásticos**

Muestras	Porcentajes
M-1	6,75
M-2	5,08
M-3	3,05
M-4	9,28
M-5	6,32
M-6	4,87
M-7	5,49
M-8	3,54
M-9	6,94
M-10	4,70

Promedio = 5,602 %

Fuente: Ver la referencia #12 de la bibliografía

Elaboración: Ing. Marco Pazmiño

de servicio de recolección es sólo del 42% de la población, quedando un remanente diario del 58%; es decir, 838 ton/día.



Para solucionar éste problema se ha hecho una serie de estudios como los que se puede destacar: la recolección fluvial hecho por el CICYT de la Escuela Superior

**Tabla 8.**

**Componentes Plásticos contenidos en la basura**

Muestra	Fundas Laminas	Tarrinas	Envases	Vajilla art.mesa
M-1	5,07	0,76	0,92	--
M-2	4,31	0,43	0,34	--
M-3	1,80	0,98	--	0,27
M-4	7,69	--	1,28	0,31
M-5	4,28	1,02	1,02	--
M-6	2,92	0,76	0,76	0,43
M-7	4,26	1,06	--	0,17
M-8	3,22	0,32	--	--
M-9	4,78	1,30	0,86	--
M-10	2,81	0,46	0,93	0,56

Promedio = 5,602 %

Fuente: ver la referencia #12 de la bibliografía

Elaboración: Ing Marco Pazmiño B.

Politécnica del Litoral. El Sistema de Transformación por Terraplenes hecho por el CENDES y el comúnmente usado el transporte por medio de recolectores. Este último método de transportación, recolecta la basura desde cada una de las zonas compuestas por sectores



Por lo anotado anteriormente se puede decir, que la recolección del plástico comienza tanto en el botadero municipal como en los distintos sitios de la ciudad donde permanecen grandes acumulaciones de basura.

### 3.4. Ciclo del Plástico

Los plásticos que son extraídos de los recursos naturales con que se elaboran los diferentes artículos y continúan hasta que éstos hayan completado un útil servicio al hombre. Al estudiar el papel de los plásticos en los desperdicios sólidos, es importante recordar de dónde vienen éstos materiales versátiles, una gran cantidad de materia prima proviene de los recursos del petróleo. El 5% del petróleo en los Estados Unidos cada año va a los usos petroquímicos y aproximadamente el 1% va a los plásticos.

En el ciclo de los plásticos que ha sido sobremirado hasta hace pocos años, su disposición y contaminación hubiera sido alarmante, pero la intervención de la ecología muestra una preocupación más por salvar nuestros recursos naturales.

Podría muy bien asegurarse de estar de acuerdo en algunas definiciones básicas, puesto que hay diferentes interpretaciones al ser aplicados los términos de



reciclaje. Nosotros podemos empezar por decir que un producto está dispuesto cuando éste ha servido con su propósito entendido y no tiene otro uso de su forma original, en éste punto del ciclo del plástico tiene dos alternativas:

a) Este puede ser desechado y enviado al botadero.

b) Pueden ser recolectados para un uso posterior.

### Figura 8.

Recolección de envases en el botadero



Foto: Bolivar Espín G.

Por lo tanto ya se puede hablar de como es el ciclo del plástico en Guayaquil.



Hablemos primeramente de la recolección que se efectúa en el botadero, donde los chamberos recolectan el plástico en condiciones infrahumanas (Ver Fig 8. y 9.). Una parte de éste es vendido directamente a

**Figura 9.**

**Recolección de Fundas en el Botadero.**



**Foto: Bolivar Espín G.**

recolectores que se dirigen a las fábricas, también es vendido a intermediarios menores y éstos a su vez tienen dos compradores:

El primero es el intermediario mayor y el segundo las fábricas recicladoras, y por último los intermediarios



mayores que comercializan al por mayor con las fábricas procesadoras de desechos.

En segundo plano podemos anotar que el plástico que se recoje en los diferentes lugares de la ciudad, (Ver Fig 10.) que comprende el centro de la ciudad, todas las ciudadelas, y alrededores, se efectúa manualmente igual que la anterior; por personas, éste plástico

**Figura 10.**

**Recolección del Plástico: Centro de La Ciudad  
Plaza San Francisco.**



**Foto: Bolivar Espín G.**

recolectado es vendido a intermediarios menores y mayores, los menores pueden venderlo a las fábricas a los intermediarios mayores y sean éstos los que comercialicen con las fábricas.

Cabe anotar que las fábricas que compran directamente el plástico del botadero, lo hacen para evitar el alza de los precios por los intermediarios, pero tienen la desventaja, que el plástico que compran tiene un alto porcentaje de suciedad, siendo éste un problema grave para el reciclado.

Otro punto que hay que anotar es que los intermediarios mayores tienen monopolizado el comercio con las fábricas, siendo un problema para los intermediarios menores comercializar directamente con la fábrica, y es por esto, que unos intermediarios menores están obligados a vender su plástico a intermediarios mayores. Aquí hay que destacar un punto muy importante en el ciclo del plástico. El plástico que se recupera no sólo es de las resinas y/o químicos (polímeros) de importación obligado sino que lo constituyen también los plásticos de embalajes que vienen con otro tipo de importaciones, (Ver Fig 11.) éste tipo de plástico en su mayoría es polietileno que es vendido después de usar el material con el que vino. Además éste no es enviado al botadero, ni a otros sitios de la ciudad, sino que es aprovechado y vendido directamente a fábricas procesadoras.

Para visualizar mejor el ciclo que cumple el plástico en nuestro medio podemos (Ver la Fig. 12.). En éste diagrama se puede observar desde que el plástico



es importado como resina y/o químicos, que son procesados por las fábricas produciendo los diferentes artículos que van al mercado, y es ahí que después de

**Figura 11.**

**Recolección del Plástico de embalaje**

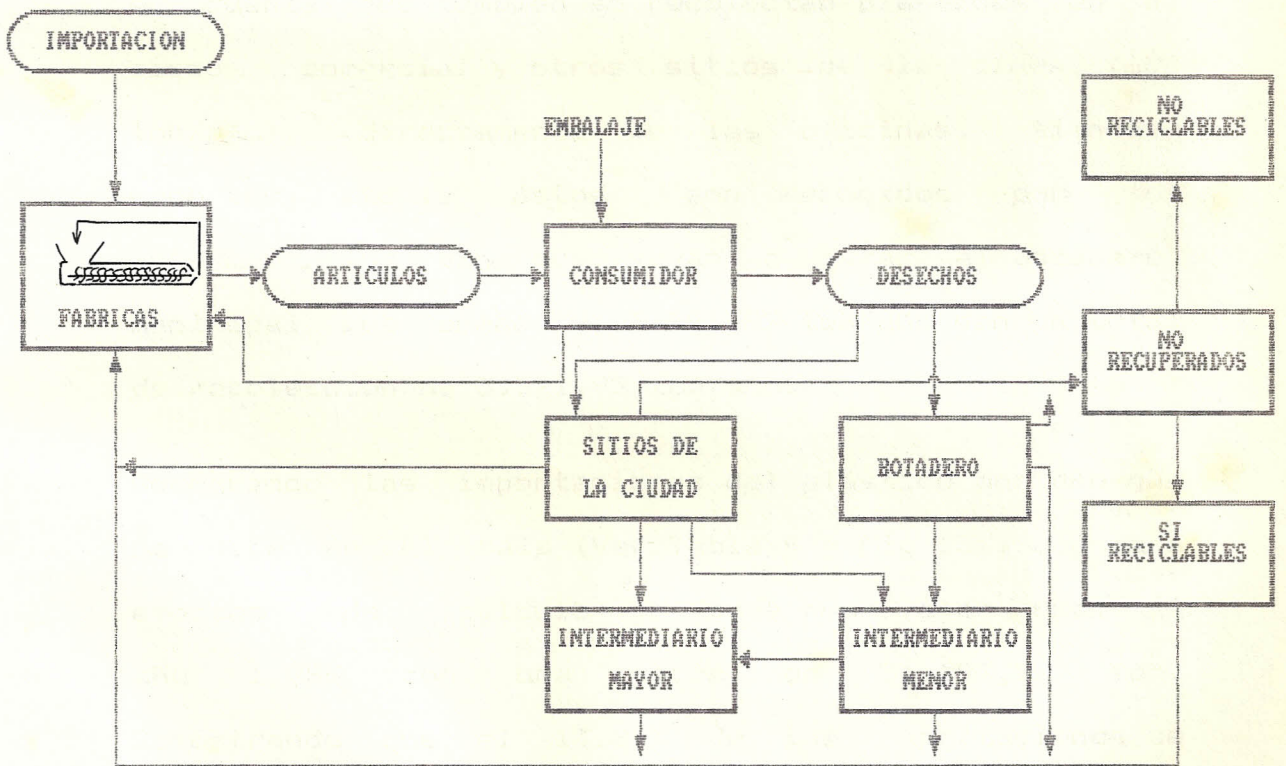


**Foto: Bolivar Espín G.**

cumplir su vida útil es desechado, siendo una parte recuperado, pero existe otra parte que no lo es, y en ésta parte existen todavía algunos plásticos que pueden ser reciclados, aumentando de ésta manera el porcentaje del plástico a recuperar.

Hablando en cifras y en porcentajes se puede decir que de toda la basura que se produce en Guayaquil, la que

Figura 12.  
Ciclo del Plastico





asciende a 527.425 ton/año, sólo un 42% se recoje de la urbe ( 221.518 ton/año ), de los cuales según la composición de la basura el 8,2% corresponde a las gomas, cauchos y plástico (18.164,52 ton/año) y el 68,3% de ésta cantidad solamente a los plásticos (12.406,4 ton/año) que corresponden de la recolección municipal ,pero sólo el 30% del total del plástico se recupera (3.721,92 ton/año).

Todo éste análisis hecho hasta éste punto establece la recolección desde el botadero, pero se tiene que tomar en cuenta que también se recolectan plásticos en el casco comercial y otros sitios de la ciudad (600 ton/año), directamente de las oficinas, tiendas, negocios, etc... éstos son recogidos por los intermediarios sin que vayan a parar al botadero municipal que sumados a 3.721,92 ton/año dan un total de recolección de 3.721,92 ton/año.

Comparando las importaciones del plástico por año que se hace en el país (Ver Tabla 9 y Fig 13.) que para efectos de cálculo se toma como valor real al año 1.988 con una cifra de 31.197,7 ton. Demostrando que el 13.85% de las importaciones se recupera.

De igual manera sucede con el plástico de embalaje que viene en las distintas importaciones (300 ton/año), entre ellas tenemos el plásticos de

**Tabla 9.**  
**Importación de Plástico al Ecuador**  
**Partida N: 39.02.00.00**  
**Valores en Toneladas**

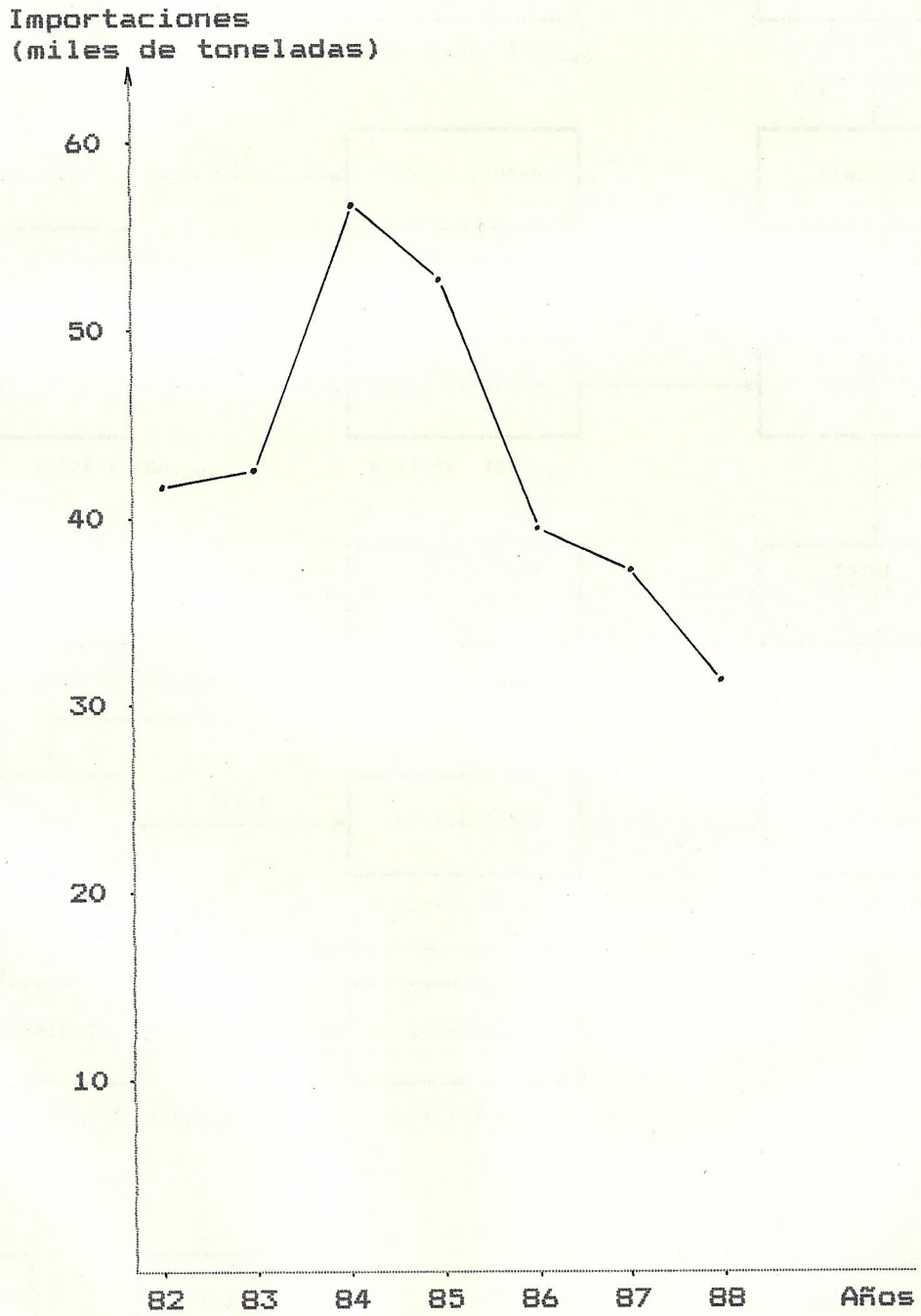
Tipos	Años	82	83	84	85	86	87	88
Polietileno		20.165,2	19.269,9	27.790,2	26.048,8	7.004,9	10.497,0	6.882,3
Poliestireno		2.480,4	3.134,3	3.329,9	3.404,6	3.186,5	3.324,9	1.479,1
Otros polímeros y copolímeros de estireno		122,0	282,3	180,3	373,8	233,0	175,8	266,8
Polímeros y copolímeros de polivinilo		158,0	102,2	13,6	54,0	112,3	340,6	302,4
Cloruro de polivinilo en suspensión		10.087,2	9.119,4	13.117,4	11.206,0	2.850,9	567,2	713,3
Cloruro de polivinilo en emulsión		612,1	583,5	430,8	463,5	7.726,7	7.139,1	8.188,3
Los demás cloruros de polivinilo		4.450,4	5.600,6	5.371,9	5.040,6	10.788,9	10.325,3	8.446,1
Polipropileno		3.559,4	4.394,4	6.692,8	6.258,3	6.824,7	5.135,9	4.929,4
TOTAL		41.634,7	42.466,5	56.926,9	52.849,6	39.847,9	37.506,9	31.197,7

Fuente: Anuarios de Importación del Banco Central del Ecuador  
 Elaboración: El autor

Promedio = 43.132,8 Ton.



Figura 13.  
Importaciones Totales del Plástico  
1982-1988



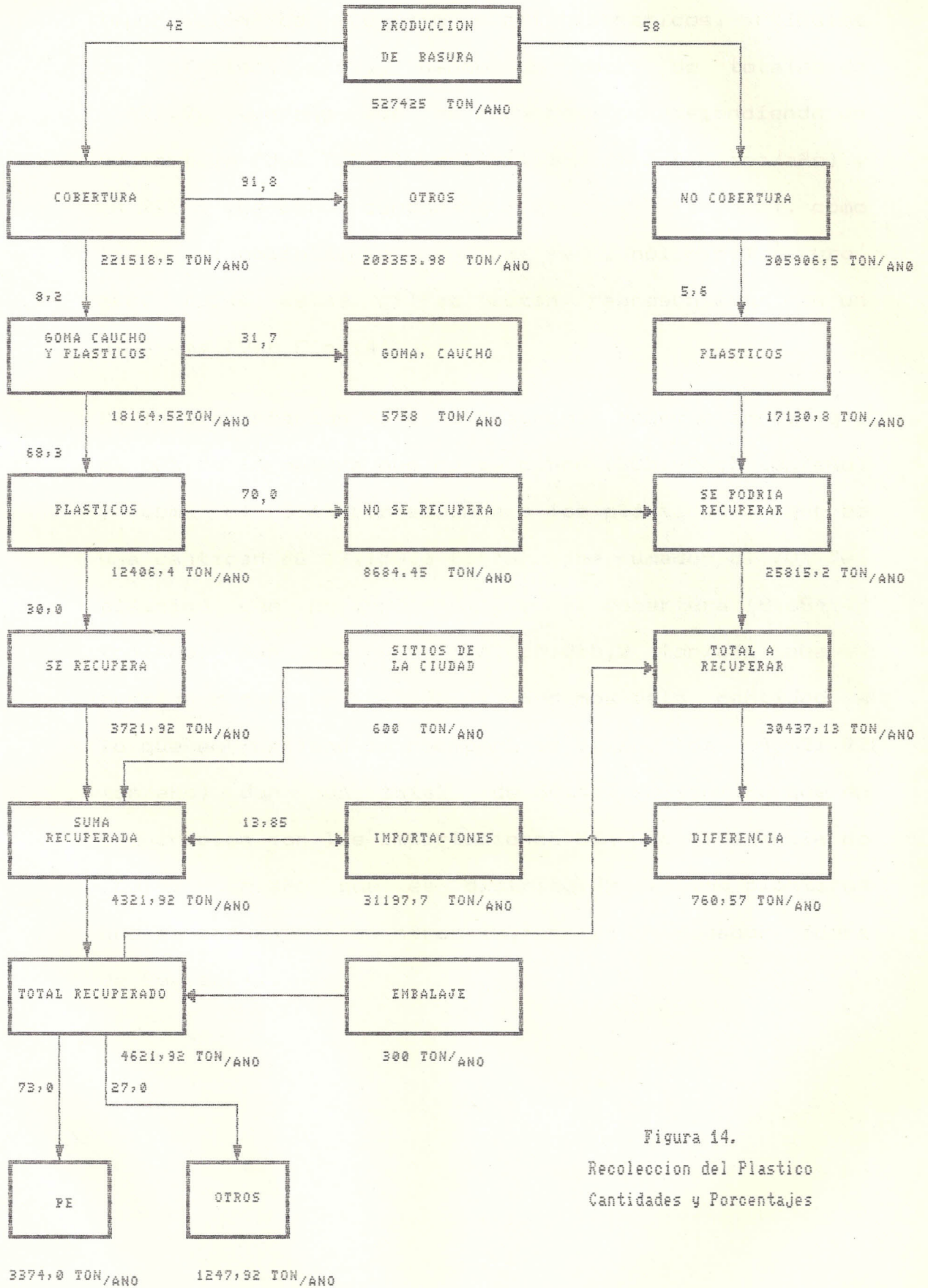


Figura 14.  
Recoleccion del Plastico  
Cantidades y Porcentajes



importación de aluminio, electrodomésticos, artículos de oficina, etc... dando un total de totales de 4.621,92 ton/año que se recuperan correspondiendo un porcentaje del 73% al polietileno (3.374,0 ton/año) y un 27% a los otros componentes (1.247,92 ton/año), como lo son el polietileno, poliestireno, polivinilcloruro, etc, todas éstas cifras están representadas en un diagrama (Ver Fig 14).

De la presentación de este diagrama podemos anotar que el 58% de la basura que no se cubre (305.906,5 ton/año) y como el 5.6% corresponde a los plásticos lo que es una cantidad de 17.130,8 ton/año que sumados al 70% del plástico que no se recupera en la cobertura (8.684,45 ton/año) dan una suma de 25.815,2 ton/año que se podrían recuperar, además si añadimos esta cantidad a lo que en realidad se recupera es decir los (4.621,92 ton/año) dan un total de 30.437,13 ton/año que en comparación con las importaciones dan una diferencia de 760,57 ton/año que es distribuido a los plásticos que se encuentran en otros lugares en el Ecuador fuera de Guayaquil.

## CAPITULO IV

### INDUSTRIALIZACION DEL PLASTICO DESECHADO

#### 4.1. Separación del plástico de la basura

El plástico para ser industrializado pudo haber recibido un tratamiento previo, que puede ser manual o mecánico (automático) para su segregación de la basura.

##### 4.1.1. Separación manual

Existe el método rudimentario utilizado por los chamberos de nuestra ciudad, consiste en coger en forma directa los plásticos que llegan al botadero (Ver Fig 15.).

También existe otro método que no es usado en nuestra ciudad, consiste en extraer los plásticos de la basura a su paso por una banda



transportadora de aproximadamente 1 metro de ancho y con una velocidad de avance de 12 m/min (Ver Fig 16.). En la práctica estarán varias personas a los lados de la banda, que serían las

**Figura 15.**

**Separación manual en el botadero**



**Foto: Bolivar Espín**

encargadas de separar el plástico de los demás desechos.

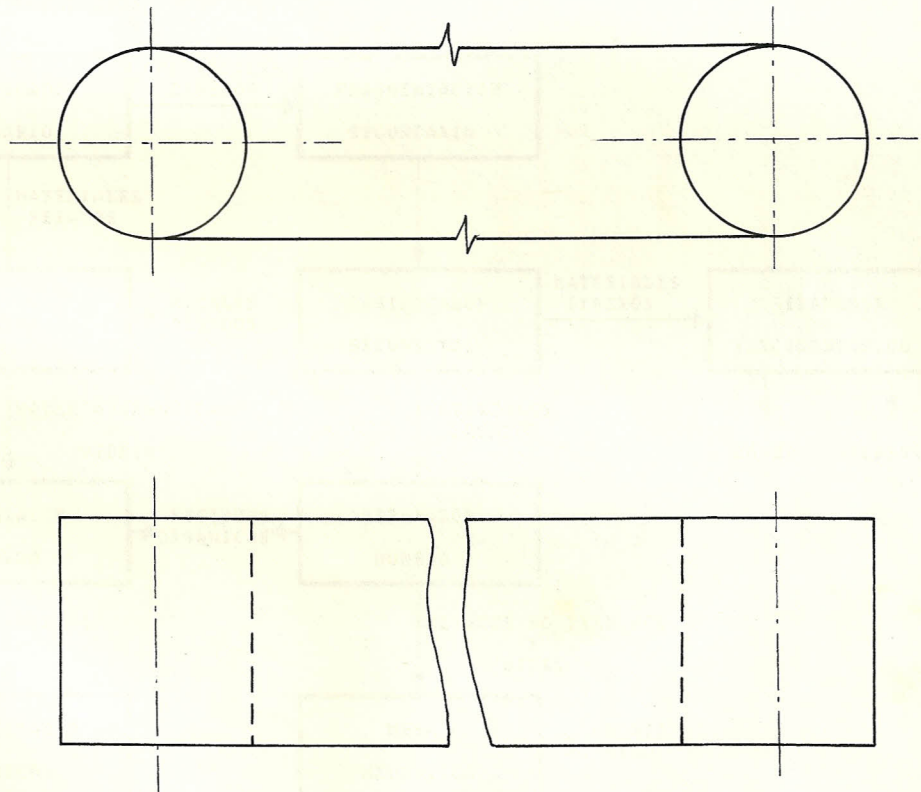
#### **4.1.2. Separación mecánica**

El método más usado para la separación del plástico de la basura; es, la del separador

electrostático. El plástico tiene la característica de quedar electrificado por fricción gracias a su propiedad de dieléctrico, que al

Figura 16.

Separación manual por cribado

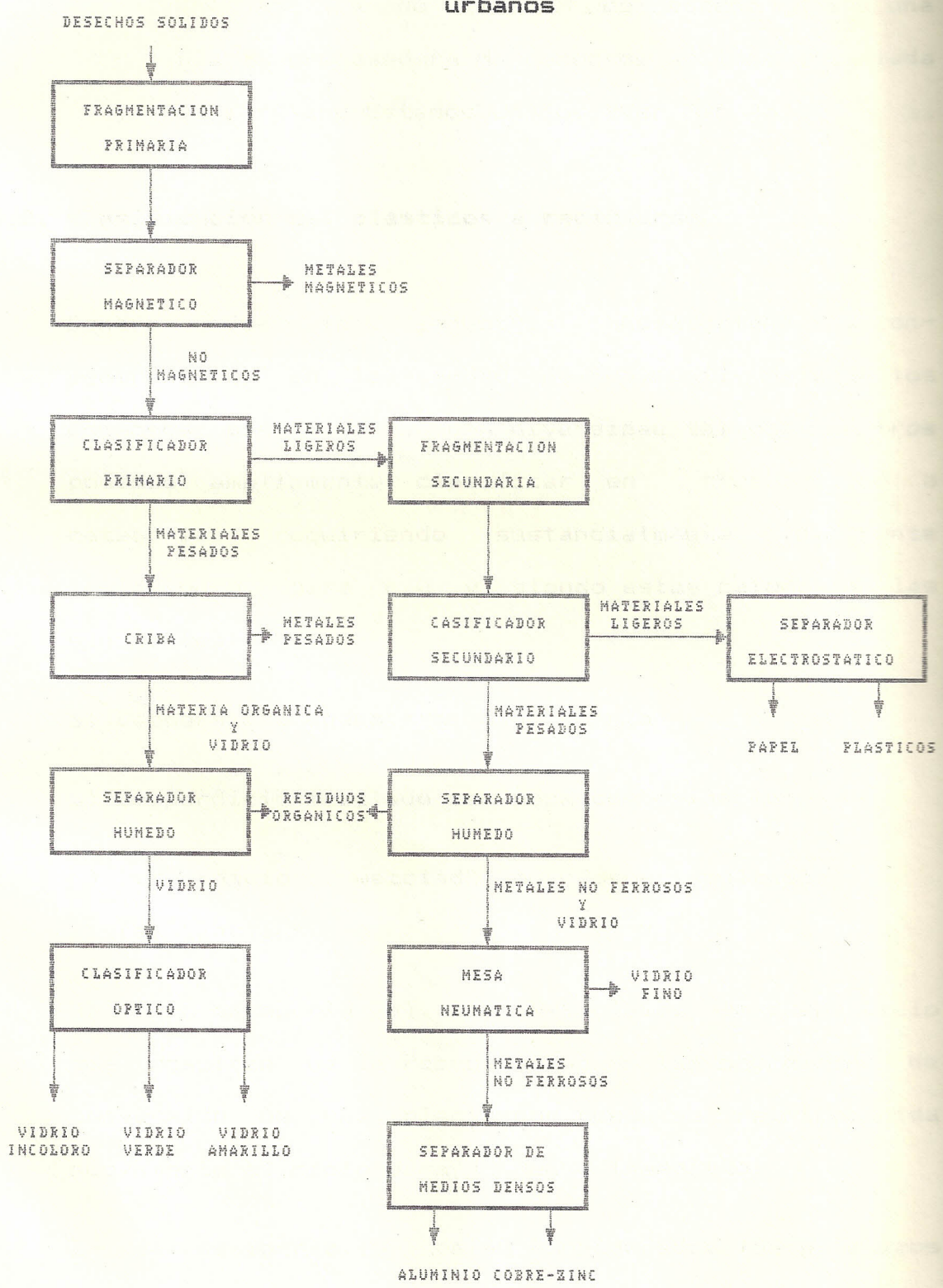


pasar por un campo eléctrico es atraído y separado de los demás desechos.



Figura 17.

Diagrama de una planta procesadora de desechos sólidos urbanos



Para tener una idea de como se extrae el plástico de la basura en general, esquematizaré un diagrama de flujo correspondiente a una planta procesadora de desechos sólidos instalada en Maryland-Estados Unidos (Ver Fig 17.)

#### 4.2. Clasificación del plásticos a reciclarse

Dentro de la industria Ecuatoriana y concentrándonos en la ciudad de Guayaquil, existen los desechos plásticos en una diversidad tal que nosotros podemos ampliamente clasificar en tres tipos o categorías, requiriendo sustancialmente diferente tratamiento, para c/u y siendo éstas categorías las siguientes:

- a) Desperdicio industrial o de planta
- b) Desperdicio mezclado con poca contaminación
- c) Desperdicio mezclado en forma múltiple (al azar).

En la categoría (a), hay materiales de desperdicio que resultan de la recuperación en las operaciones de conversión de una planta que puede ser reintroducida nuevamente al ciclo para un reuso inmediato.

En la categoría (b), están considerados los plásticos regregados que son recuperables por las fábricas que usan una serie de tipos que no están contaminados,



también están en éste tipo los plásticos mezclados que se recogen en el casco comercial y otras instituciones que no ensucian los plásticos y los desechan.

La categoría (c), es la que presenta mayores problemas de recolección y en ésta categoría se encuentra la basura que es recolectada en el botadero municipal y otros lugares donde éstos están mezclados con un cierto porcentaje de suciedades.

#### 4.3. Condiciones técnicas para el reciclado de los plásticos

Generalmente el personal que se encarga de recolectar la basura, lo hace sin el conocimiento de qué tipo de material está hecho los diferentes plásticos para una mejor clasificación de un reciclado posterior. Aún así, si se tuviese conocimiento de como están constituidos los plásticos, sería difícil clasificarlos y determinar cuales son reciclables y cuales no lo son. Los residuos plásticos residenciales e industriales generalmente son polietileno, poliestirol, polivinilcloruro, que reciclados independientemente obtendremos los mismos productos con las mismas propiedades originales, pero si se trata de reciclar combinaciones de éstos plásticos, como por ejemplo, polietileno y poliestirol, el reciclaje no funciona por extrusión y lo que se obtiene al final es solamente un

material como polvo, perdiendo así las propiedades de flexibilidad.

Los plásticos que se reciclan con suciedades, y se extruyen, del extrusor sale una masa fundida que se la pone directamente en moldes para fabricar floreros, artículos de mueblería, tanques pequeños; es decir, materiales relativamente de poco valor, y de espesores gruesos, siendo muy difícil, de obtener láminas por la mezcla de los diferentes tipos de plásticos. Pero también pueden ser reciclados triturando el plástico con el objeto de obtenerlo en pedacitos, para luego calentarlo y extruirlo para obtener trocitos de plásticos, para que después, por medio de otro proceso tener nuevos productos con ciertas propiedades y calidad.

En realidad la suciedad y la variedad son problemas que tienen los plásticos para ser renovables, pero parte de éste es rechazado por los recicladores de plásticos puros o independientes.

Cuando se trabaja con plásticos por categorías como está descrito en la sección anterior, la categoría (a) de plásticos se puede reciclar éste material internamente, en algunos casos la pérdida de propiedades es mínima, pero su uso en procesos originales solamente puede ser prohibido por los clientes. Si se tienen materiales plásticos mezclados de diferente índole, si



es posible reciclar, como es el caso de las aleaciones de nylon y polietileno con la que se puede elaborar botellas aislantes de conductores eléctricos, tubo de drenaje. Las aleaciones de poliéster y polietileno que pueden dar muchos tipos de productos moldeados por inyección de alta calidad. Pero sin embargo en esta categoría (b) aparte de los problemas de recolección y reducción de tamaño, en nuestro medio ya que está efectuando el reciclaje de mezclas compatibles como es el caso de recipientes grandes (Ver Fig 18.) donde se puede apreciar que los envases de color café de mayor tamaño son de materia prima reciclada, mientras que los demás son elaborados con materia prima virgen. Hay que tomar en cuenta que de una u otra manera los nuevos productos que salen del reciclaje son hechos para que duren un corto plazo, entonces se tendrá que volver a desecharlos; por lo tanto, no es una solución a largo plazo en la que no se sabe que tratamiento se le va a dar al nuevo desecho.

El problema principal en ésta área continúa siendo las complicaciones de compatibilidad, es por eso que se puede usar otro material adicional compatibilizador, como es el caso del polietileno clorinado, que es uno de los desarrollos más impresionantes en el área del reciclado. El mayor problema con el uso de los compatibilizadores en el reciclamiento está el factor costo, el cual hace que estas operaciones generalmente



Figura 18.  
Envases Plásticos

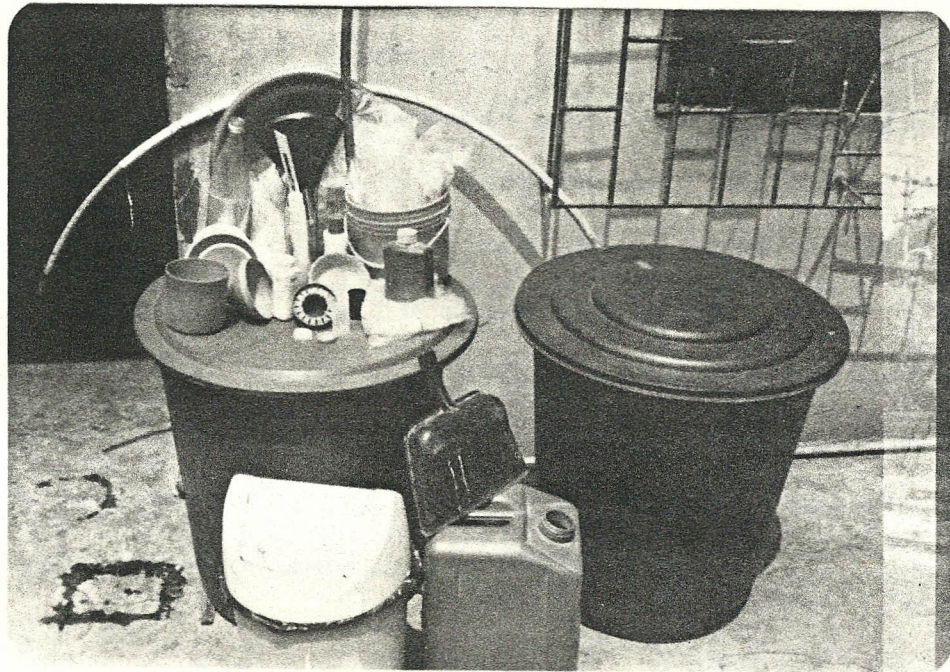


Foto: Bolivar Espín G.

no sean provechosas o lucrativas.

La tecnología para el reciclado de los desechos plásticos de la categoría (c) no se ha desarrollado a un punto donde las soluciones estén a la vista, el problema de la gran contaminación, la composición no controlada y las sustancias no derretibles presentan a tal clasificación que la operación de conversión no sea factible, pero ya existen máquinas que aceptan combinaciones de plásticos sin sustancias no derretibles como puede ser el polietileno, polipropileno, polivilcloruro, flexible o rígido provenientes de



botellas, películas, láminas y otros aditivos si son necesarios, en la que sin pasar por procesos intermedios, el material es extruido por un tornillo especialmente diseñado para plastificar, y el material es obligado a pasar a través de una válvula y puesta en el molde correspondiente. Por ésta razón a los plásticos con suciedades se les dá un tratamiento de limpieza, y son sometidos a un proceso de lavado (Ver Fig 19.) donde obtendremos el plástico limpio, el material de limpieza puede ser agua como en éste caso pero puede darse el caso de plastas que usan soda caustica y otros medios de limpieza

#### **4.4. Perspectivas del plástico desechado**

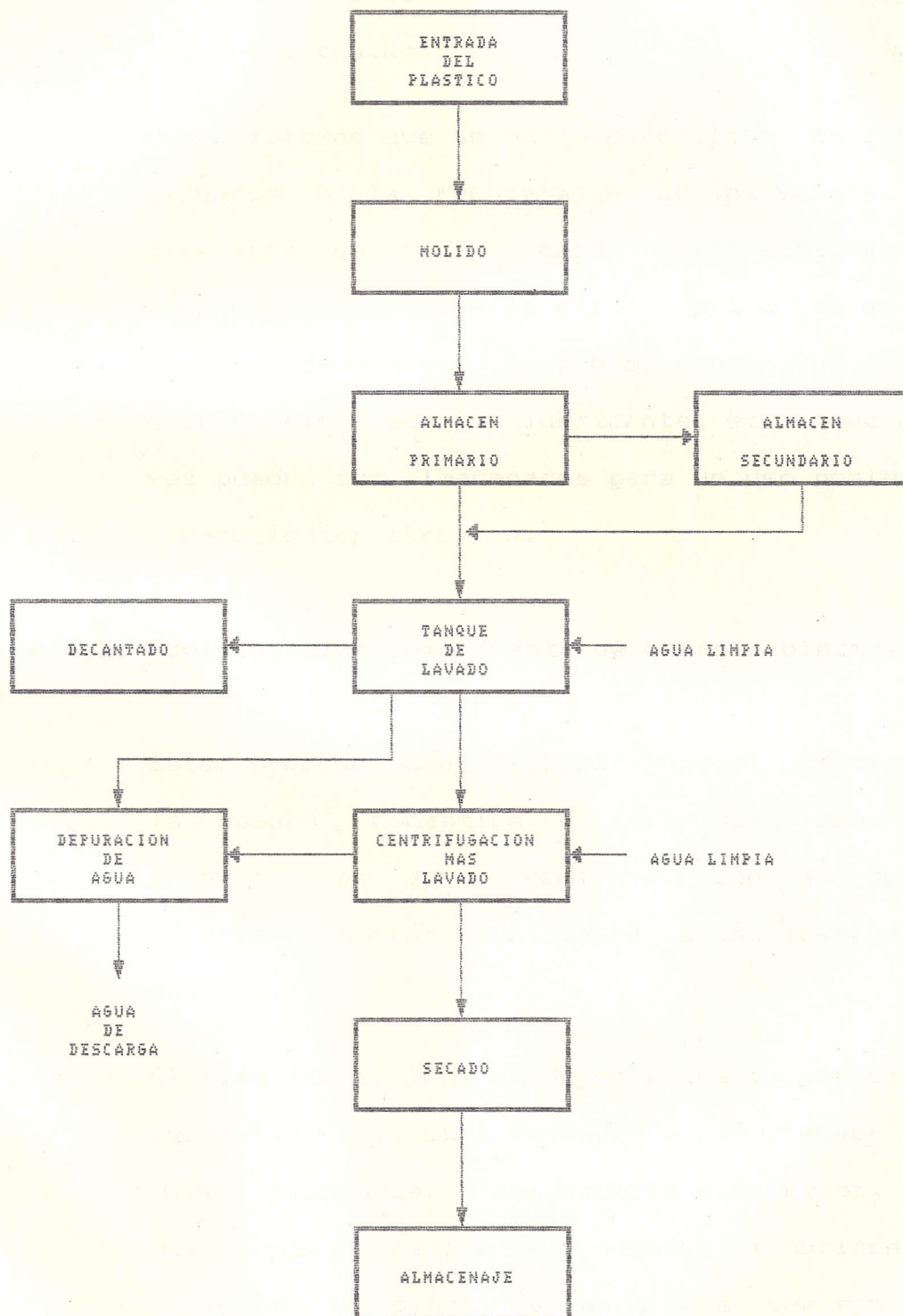
Cuando en la realidad se pueda utilizar todo el plástico de la basura como materia prima para un reciclaje, se podría ahorrar cantidades significativas de dinero. Es así, que en nuestra ciudad hay tal cantidad de plásticos que se podría aprovechar a mas del reciclado en los siguientes casos:

##### **4.4.1. Reutilización como fuente de energía almacenable**

Para este propósito existe un proceso denominado PIROLISIS o destilación destructiva. En este sistema es calentado en ausencia de oxígeno y posiblemente bajo presión, donde los componentes

Figura 19.

Diagrama de una planta para el lavado de plásticos





volátiles son separados; además, el reactor lecho fluidizado (Ver Fig 20.) trabaja a una temperatura de 750° Celsios y presión si es necesario variar las proporciones de gas o líquido extraído.

Los sistemas que se han desarrollado van intencionados a la recuperación de los valores del plástico; es decir, crear éstos sistemas que tengan como fuente a la materia prima que se encuentra desechada, la que es convertida en gas combustible, aceite lubricante, etc...que a su vez pueden ser almacenados para un uso posterior con cualquier otro fin.

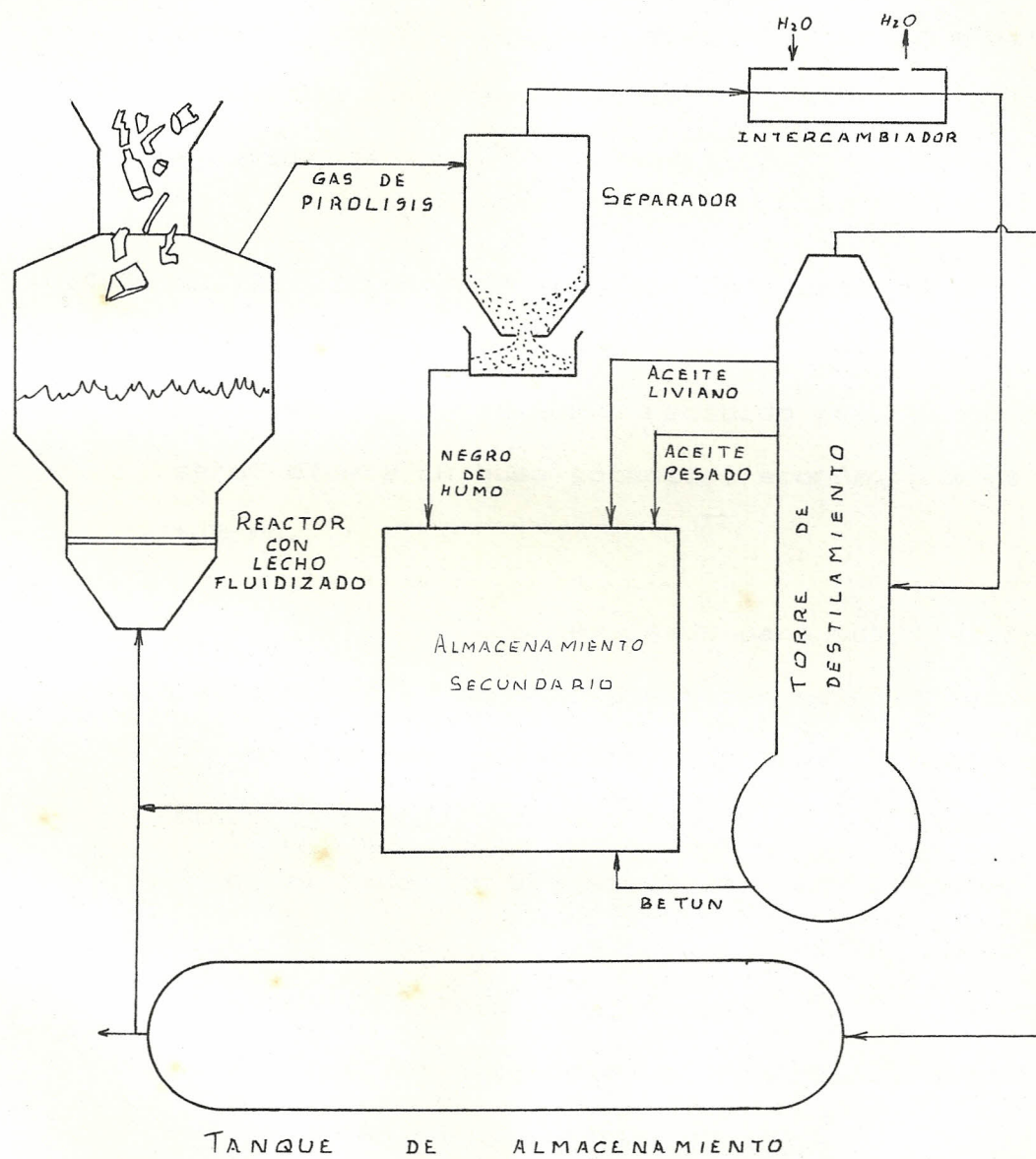
#### **4.4.2. Reutilización como fuente de energía eléctrica**

Este proceso puede utilizar todo el plástico de la basura doméstica e industrial como un material de aprovechamiento, con el que se podría ahorrar cantidades significativas de divisas.

El plástico es incinerado en calderos especiales (Ver Fig 21.) para producir vapor y mover turbinas acopladas a generadores eléctricos, pero éste proceso resultaría económico si hubiese tal cantidad de plásticos para que sea rentable dicho proceso, caso contrario resultaría

Figura 20.

## Diagrama de una planta pirolítica





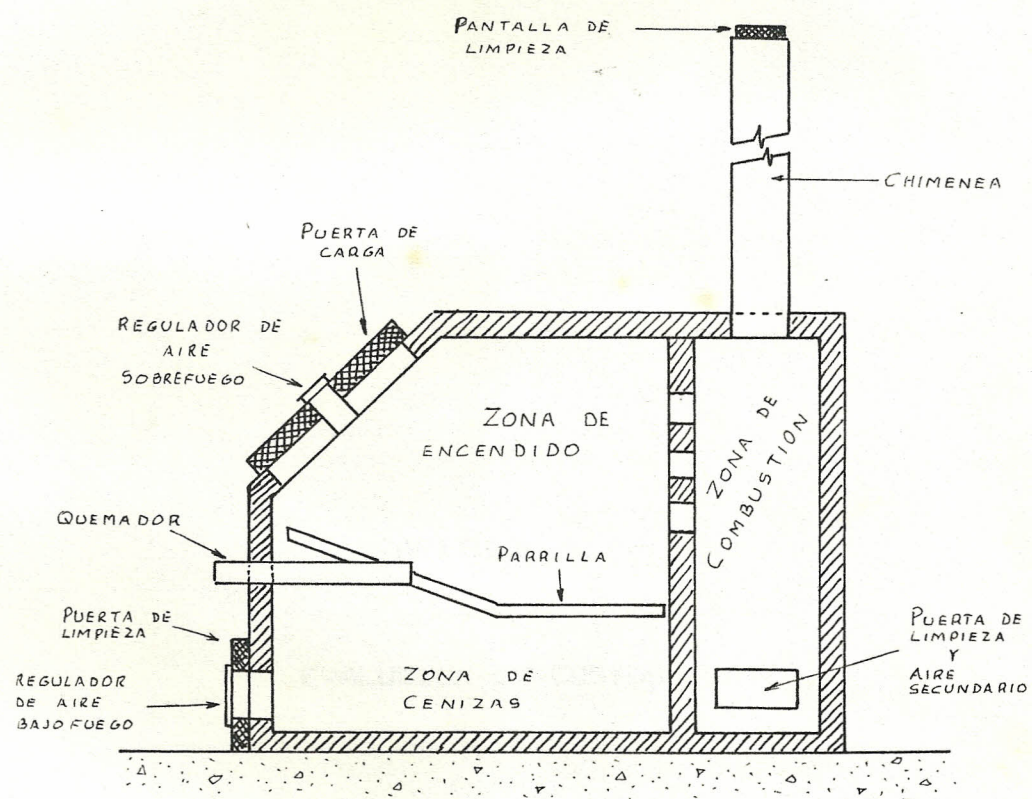
antieconómico. En todo este proceso hay que tomar en cuenta que la incineración de plásticos desprende grandes cantidades de humos, hollín, gases tóxicos, etc...por lo que dichas plantas deben poseer equipos para evitar que éstos productos resultantes de la contaminación salgan al ambiente.

#### **4.4.3. Reutilización como material no plástico**

Esta es un área que a recibido poca atención, pero ofrece un buen potencial económico para el futuro.

El plástico puede ser usado para edificaciones de concreto, el que puede ser mezclado con un porcentaje de plásticos, del que se puede obtener como resultado una reducción de hasta el 6% en el peso por unidad de volumen. Ejemplos de construcciones que se pueden realizar con éste tipo de concreto modificado son: Puentes peatonales, construcciones domésticas pequeñas rellenos sanitarios, etc.

Figura 21.  
Esquema de un incinerador de plásticos





## CAPITULO V

### EVALUCION DE COSTOS

#### 5.1. Importación de plásticos

Las importaciones que se realizan varían de acuerdo a las condiciones económicas en que se encuentra el país, y de acuerdo a todos esos factores económicos complejos se analizó las importaciones por año. (Ver Tabla 10. y Fig 22.).

**Tabla 10.**  
**Costos de Importación de Plástico**  
**Partida N: 39.02.00.00**  
**Valores en miles de dólares**

Tipos	Años	82	83	84	85	86	87	88
Polietileno		18.050,3	16.554,8	24.998,3	19.038,8	4.787,8	8.470,6	8.686,2
Poliestireno		3.148,3	3.446,0	3.662,1	3.114,3	3.503,5	4.252,1	2.823,5
Otros polímeros y copolímeros de estireno		219,7	495,2	360,5	5.356,0	319,6	332,0	528,9
Polímeros y copolímeros de polivinilo		270,8	159,9	47,8	114,4	196,3	682,7	785,9
Cloruro de polivinilo en suspensión		6.701,2	6.716,0	10.604,5	8.056,4	2.904,8	772,7	1.036,2
Cloruro de polivinilo en emulsión		614,0	601,6	452,6	490,1	5.465,2	5.493,3	10.209,5
Los demás cloruros de polivinilo		4.221,2	5.151,1	5.225,4	4.681,4	7.090,5	9.276,2	10.912,9
Polipropileno		3.660,8	3.983,7	6.112,5	5.129,9	5.102,3	5.303,4	6.902,7
TOTAL		36.886,3	37.108,3	51.463,7	41.364,3	29.370,0	34.583,0	41.885,8

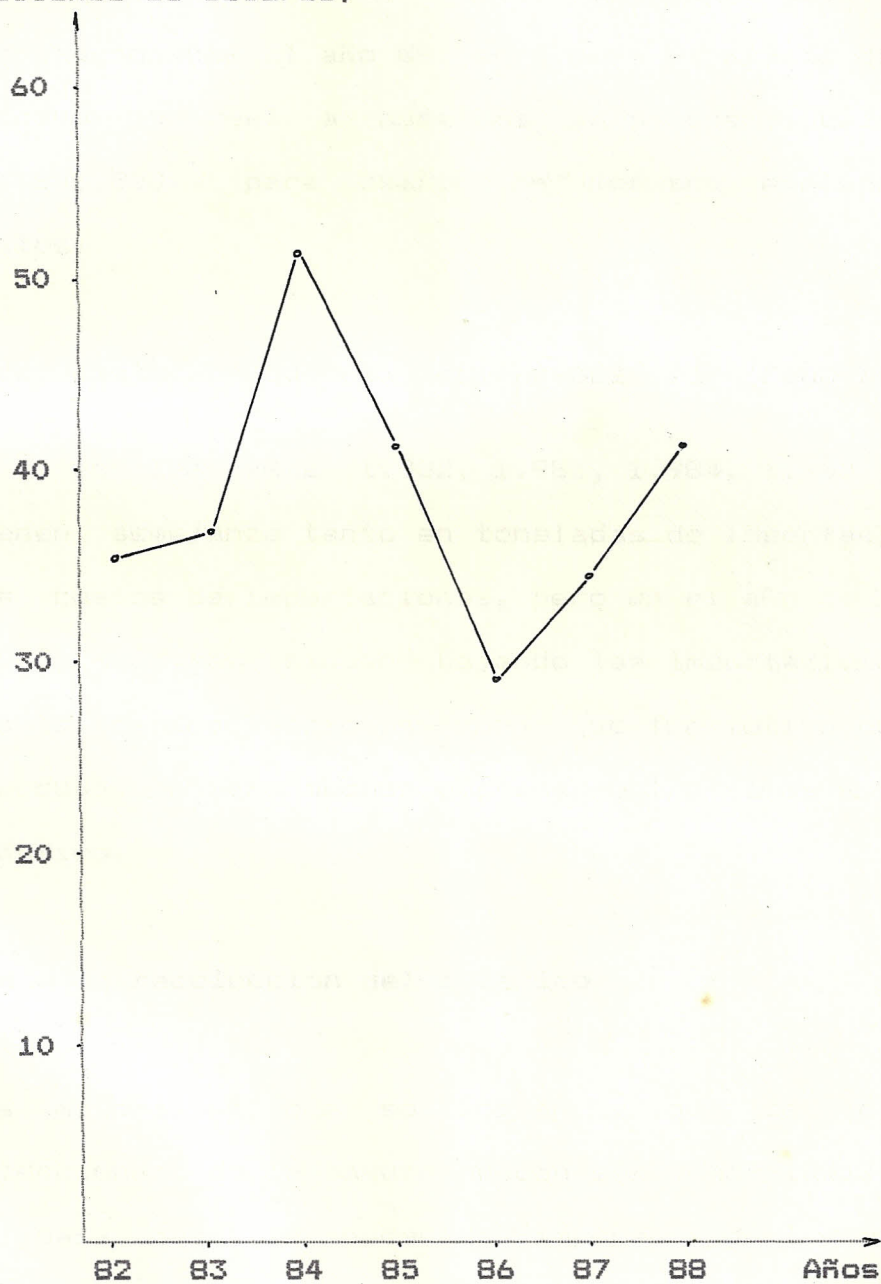
Fuente: Anuarios de Importación del Banco Central del Ecuador  
 Elaboración: El autor

Promedio = 38.951,6



Figura 22.  
Costos de importación  
1982-1988

Importaciones  
(millones de dólares)



El régimen de importaciones se ha mantenido muy irregular desde 1.982 hasta 1.988, pero todos éstos costos de importaciones oscilan en un promedio de US \$38'951.600, pero el valor que usaremos es el correspondiente al año 88, porque es el último dato más cercano y real a nuestros intereses igual a US \$41'885.800, para usarlo en nuestra evaluación de costos.

Cabe destacar que si comparamos las (Figuras 13. y 22.) en los años 1.982, 1.983, 1.984, 1.985 y 1.986 tienen semejanza tanto en toneladas de importaciones y los costos de importaciones, pero en el año de 1.987 y 1.988 mientras siguen bajando las importaciones, los costos de importaciones suben, que fué motivo de mucha preocupación para muchas empresas entre ellas a las del plástico.

## **5.2. Costo de recolección del plástico**

Los materiales que se logran y que se lograrían seleccionar de la basura pueden ser comercializados en el país dada la necesidad imperenne de las materias primas como es el caso del plástico, ésta disponibilidad de los materiales comerciables se ha calculado a partir de las existencias de la basura en la ciudad que tiene un complejo costo de recolección.



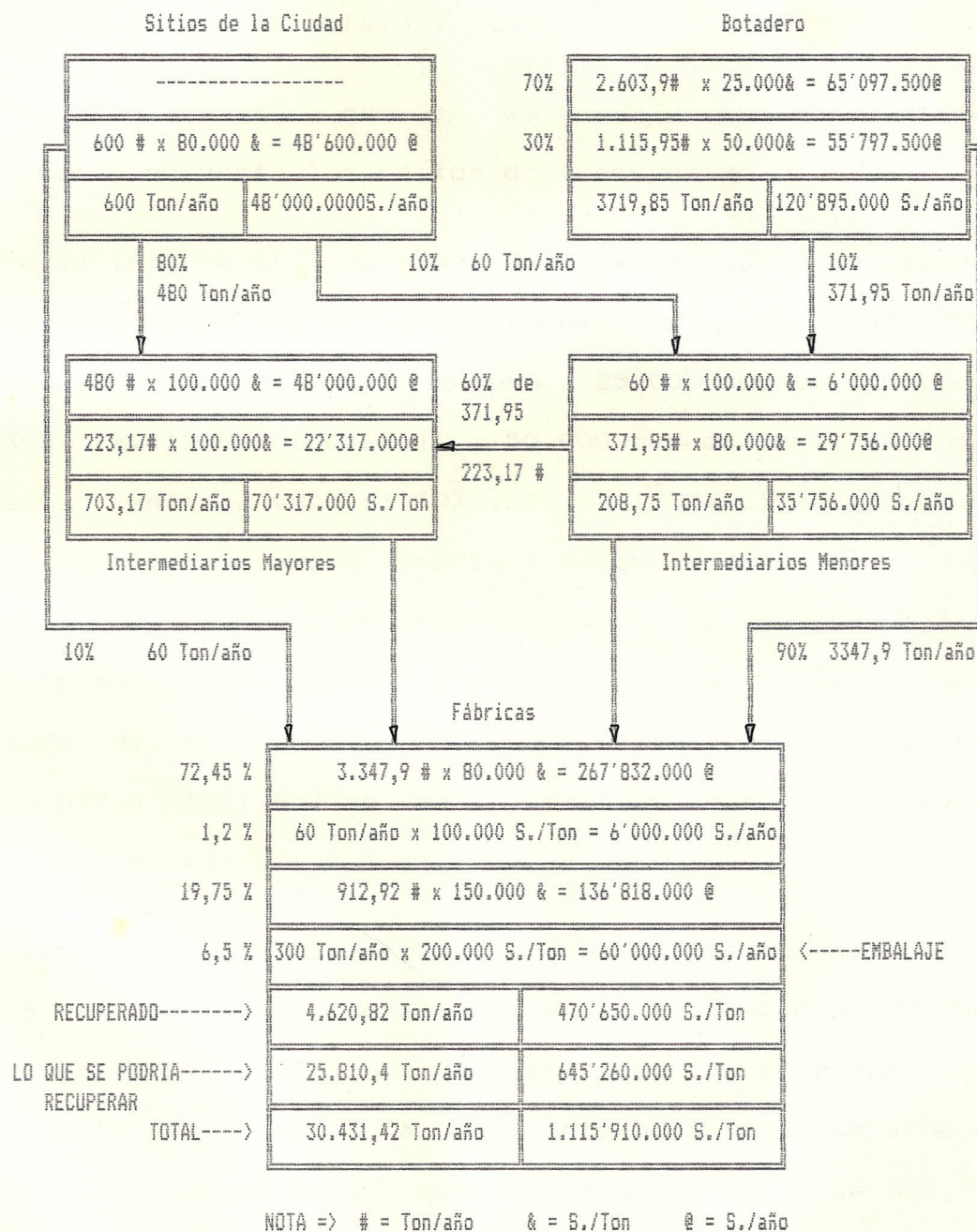
En el comercio del plástico que se recolecta existen diferentes precios impuestos por distintas personas compradoras del mismo, en el que el precio es puesto a la cantidad y calidad de limpieza del plástico. En la (Tabla 11.) se puede observar aproximadamente de acuerdo al sondeo que se realizó, los distintos precios que van desde 25 sucres el kilo en el botadero hasta 200 sucres el kilo limpio de polietileno que se recolecta del embalaje en las distintas importaciones de otros productos, como es el caso del aluminio.

Tabla 11.

## Precios de Recolección del Plástico

PRECIO	LUGAR	CARACTERISTICAS DEL PLASTICO
S/.25 /kg S/. 25.000 /ton	Botadero	Sucio
S/. 50/kg S/. 50.000 /ton	Botadero	Parcialmente Limpio
S/.80/kg S/. 80.000 /ton	Sitios de la Ciudad	Parcialmente Sucio
S/.100/kg S/. 100.000 /ton	Sitios de la Ciudad	Casi Limpio
S/.150/kg S/. 150.000 /ton	Casco Comercial	Limpio
S/.200/kg S/. 200.000 /ton	Bodegas	Limpio

**Figura 23.**  
**Distribución de Precios en la**  
**Compra-Venta del Plástico**



Para realizar la evaluación de costos para la recolección del plástico haré referencia a una parte de las



Figuras ( 12. y 14. ) que está representado en las (Figura 23.), en la que se hace una distribución total de precios, porcentajes y cantidades recolectadas, los pasos a seguirse hasta llegar a las fábricas para su respectivo reciclado.

Hay que aclarar que en ésta evaluación no se están tomando en cuenta los costos de transportes.

De la (Figura 14.) se puede determinar cuánto se recoge del botadero (3.719,85 ton/año) del cual el 70% (2.603,9 ton/año) se lo compró a 25.000 sucres/ton y el 30% (1.115,95 ton/año) a 50.000 sucres/ton., de toda ésta cantidad sólo el 10% (371,95 ton/año) se lo vende a los intermediarios menores a 80.000 sucres/ton., y de ésta cantidad el 60% (223,17 ton/año) se vende a los intermediarios mayores a 100.000 sucres/ton., por otro lado el 90% de la basura que se recoge del botadero (3.347,9 ton/año) se vende directamente a la fábrica a 80.000 sucres/ton.

También se recolectan plásticos en diferentes sitios de la ciudad (600 ton/año) a un precio de 80.000 sucres/ton., del cual el 10% que corresponde a 60 ton/año es vendido a los intermediarios menores a 100.000 sucres/ton., que sumados al 40% de 371,95 ton/año (148,78 ton/año) dan un tonelaje parcial de 208,75 ton/año; el 80% de las 600 ton/año (480 ton/año)

que se recolectan en los diferentes lugares de la urbe es vendido a los intermediarios mayores a 100.000 sucres/ton., que sumados al 60% de 371,95 ton/año dan un tonelaje parcial de 703,17 ton/año y que luego es vendido a las fábricas a razón de 150.000 sucres/ton. Finalmente el otro 10% de 600 ton/año (60 ton/año) es directamente vendido a las fábricas a un precio de 100.000 sucres/ton.

Los 208,75 ton/año que recolectan los intermediarios menores son sumados a los 703,17 ton/año recolectados por los intermediarios mayores, dando un total de 912,92 ton/año que es vendido a las fábricas a razón de 150.000 sucres/ton.

Por otra parte el plástico que se recolecta del embalaje de los productos de importación (300 ton/año) es vendido también a las fábricas a 200.000 sucres/ton.

Sumando todos estos datos parciales dan un total de recolección de 4.620,82 ton/año con un importe de recolección de 470'650.000 sucres/ton en el año.

No hay que pasar por alto el plástico que no es recuperado, pero sí se podría recuperar una cantidad de 25.810,4 ton/año al que se podría pagar a un precio estimado de 25.000 sucres/ton que daría un monto por año de 645'260.000 sucres que sumados al precio de recolección de (470'650.000 sucres/año) darían un gran



total de 1'115'910.000 sucres/año con un tonelaje de recolección de 30.431,42 anuales.

### 5.3. Ahorro de divisas

#### 5.3.1. Costo del dólar

Para facilitar el cálculo de ahorro de divisas que se podría obtener de la recolección del plástico se tomará el valor del dólar con su actual cotización para obtener resultados mucho más reales.

Tabla 13.

Importación COTIZACION valentex

1 US\$ = 580 SUCRES

#### 5.3.2. Recolección en sucres y en dólares

Obtenidos los resultados de las (Figuras 14. y 23.) que se pueden resumir en la (tabla 12.) en sucres por año y sus equivalencias en dólares por año.

#### 5.3.3. Importación equivalente a la recolección

Con el propósito de obtener el ahorro en dólares de la recolección con respecto a las im-

portaciones: haré la comparación en cantidades Importación-Recolección anual. (Ver Tabla 13.).

**Tabla 12.**  
**Recolección (Resumen)**

	TON/ARO	S/. / TON	US \$/ARO
SE RECUPERA	4.620,82	470'650.000	811.465,51
SE PODRIA RECUPERAR	25.810,5	645'260.000	Ideal 1'112.517,24
TOTAL --->	30.431,42	1.115'910.000	1'923.982,75

**Tabla 13.**  
**Importaciones Equivalentes**

	TON/ARO	(CI) US \$/TON	US \$/ARO
SE RECUPERA	4.620,82	1.342,6	6'203.912,9
SE PODRIA RECUPERAR	25.810,5	1.342,6	34'653.043,04
TOTAL --->	30.431,42	1.342,6	40'856.955,94

$$(\text{TON/ARO}) * (\text{US\$/TON}) = (\text{US\$/ARO})$$

DONDE CI = COSTO DE IMPORTACION

CI = IMPORTACIONES (US\$)\* ARO / IMPORTACIONES(TON)\*ARO

#### 5.3.4. Ahorro neto

Si comparamos en dólares por año tanto de la (Tabla 12. y 13.) se puede sacar por una simple



resta la utilidad que obtendría la recolección respecto a las importaciones equivalentes. (Ver Tabla 14.).

Lo que equivaldría a decir, que actualmente de todas las importaciones con un costo que se

**Tabla 14.**

**Ahorro**

**Valores en US \$/año**

	IMPORTACIONES EQUIVALENTE	RECOLECCION	DIFERENCIA (AHORRO)
SE RECUPERA	6'203.912,90	811.465,51	5'392.447,30
SE PODRIA RECUPERAR	34'653.043,04	1'112.517,24	Ideal 33'540.525,8
TOTAL --->	40'856.955,94	1'923.982,75	38'932.973,19

puede apreciar en la (Tabla 10.), se está recuperando 5'392.442,30 dólares anuales por parte de las diferentes fabricas que reciclan el plástico.

De igual manera se puede analizar con el plástico que se podría recuperar, con un ahorro de 33'540.525,80 dólares por año que se recuperaría de la recolección del plástico por año dando así un ahorro económico para el Ecuador.

## CONCLUSIONES

- 1.- La industria del plástico en la ciudad utiliza productos petroquímicos finales usando procesos de transformación que por último ofrece a la ciudadanía bienes de uso para sus diferentes aplicaciones.
- 2.- En la ciudad de Guayaquil con aproximadamente 2 millones de habitantes, donde cada uno genera un promedio de 0,85 kilogramos diarios dando un total de 29.580,25 Ton/año de plásticos esparcidos por toda la ciudad, pero sus concentraciones están localizadas en las barriadas de los Sauces, Alborada, Batallón del Suburbio, Al sur de la Avenida 25 de Julio, Floresta, Guasmos y en el botadero Municipal.
- 3.- Los plásticos son uno de los contaminantes más peligrosos cuando están en estado de deterioración, por esta razón se trata en lo posible su recolección total, pero en la actualidad solamente su efectividad llega a un 13% del total de plásticos que se generan en la ciudad.
- 4.- Los plásticos dispuestos en nuestras basuras ofrecen varios reusos, tales como el reciclado que es un proceso que hace volver nuevamente al mercado como un producto similar al anterior o como cualquier otro producto. Como fuente de energía eléctrica. Como fuente de energía de uso posterior (pirólisis), por ejemplo el gas pobre o



aceite lubricante. Como material no plástico; es decir, sirve para fines de pavimentación o empleos similares.

5.- Del análisis hecho en el capítulo tres y de los muestreos realizados, revelan que en la basura existen fundas plásticas de cualquier tipo y forma, tarrinas, envases como baldes, botellas, lavacaros, tinas, etc...vajillas y artículos de mesa, que promediados resultó ser en un 5,6% del total de basura recolectada.

6.- La recolección de plásticos en Guayaquil es un asunto de mucha complejidad, por cuanto numerosas personas se dedican a éste tipo de negocio; es así que, existen grandes empresas como REIPA y REDESO que manejan casi toda la ciudad pero también existen muchos compradores-vendedores minoristas que laboran tanto en el día como en la noche en distintos horarios, razón por la que no fué posible determinar ciencia cierta cuántas personas son las que trabajan, cuánto recolecta y cuánto de dinero hay de promedio.

7.- El plástico que se recolecta en nuestra ciudad no son solo desechos ,producto de las importaciones efectuadas por cada una de las empresas elaboradoras de artículos plásticos, sino que también se recolectan plásticos que precisamente no se importan como materia prima sino que vienen en otras importaciones como es el caso del plástico de embalaje de artículos de oficina, electrodomésticos, metales como el aluminio, etc...

- 8.- En nuestro medio ya existen algunas fábricas que reciclan el plástico chambeado, las cuales están en un 36,25%. Este porcentaje representa un resultado de 80 fábricas encuestadas y 29 de éstas ya reciclan de una u otra forma. Siendo el polietileno el material más empleado, siguiéndole el polipropileno, polivinilcloruro (PVC), entre otros respectivamente.
- 9.- Ya se dijo en un punto anterior que la recolección hera compleja, pero hay que aclarar que los precios también lo son en el comercio del plástico.
- 10.- De la recolección del plástico, actualmente se está ahorrando aproximadamente 4,5 millones de dólares anuales que van a parar en manos de las personas que manejan las fábricas que reciclan el plástico, quedando así idealmente por ahorrar un remanente de 33,5 millones de dólares correspondientes a los plásticos que no son recuperados y/o recolectados.
- 11.- Económicamente, el reciclado es factible, pero mucha gente dentro de la industria de los plásticos tiene un punto negativo sobre el reciclado.



## RECOMENDACIONES

- 1.- Este proyecto como está propuesto posee una rentabilidad social con condiciones higiénicas muy bajas, lo que se recomendaría a las personas que recolectan el plástico, tomar las precauciones sanitarias del caso; ya que son fuentes directas de trabajo para un número determinado de personas, aparte de que el plástico es un producto de mucha necesidad en el reciclado.
- 2.- Para una mejor eficiencia en la recolección, se vería en la necesidad de hacer campañas publicitarias a la ciudadanía en general para que depositen desechos plásticos en recipientes ubicados en los distintos barrios de la ciudad.
- 3.- Para ser efectivo el punto anterior se podría trabajar en conjunto con las fábricas productoras de plásticos, para que éstos indentifiquen de forma impresa en cada uno de sus recipientes el tipo de materia prima con que fueron elaborados para facilitar su clasificación.
- 4.- Las fábricas por su parte pueden a su vez clasificar al plástico recolectado para facilitar su industrialización, por ejemplo: separar los plásticos de cada tipo y por grado de limpieza.
- 5.- Como los plásticos dispuestos en la basura se encuentran combinados aleatoriamente, no se aconseja

industrializarlos así, a menos que se usen elementos compatibilizadores, como es el caso del polietileno, Porque puede darse el caso de que existan el polietileno y el poliestireno que no son compatibles.

- 6.- Hacer que las Entidades Gubernamentales impongan algunas contramedidas para reducir la contaminación por plásticos.



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ASTM. Publicación Técnica # 533, Disposición de los Plásticos con un mínimo impacto en el medio, Estados Unidos, 1.973.
- 2.- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Arancel de Importaciones y Exportaciones.
- 3.- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Anuarios de Comercio Exterior, Guayaquil, 1.982 a 1.988.
- 4.- CENDES. Estudio Sectorial de la Industria del Plástico y resinas en el Ecuador, Guayaquil, 1.978.
- 5.- CENDES. Estudio de Prefactibilidad de basuras urbanas, Guayaquil, 1978.
- 6.- COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL GUAYAS. Análisis de la problemática de la basura y su proyección al año 2.000, Guayaquil, 1985.
- 7.- FEDERICO DE LORA & JUAN MIRO. Técnicas de defensa del medio ambiente, Estados Unidos, 1978.
- 8.- GARZON MANUEL. Tecnología del lástico (Revista), EDIMEDIOS, Colombia, Enero de 1.988, Enero 1.989.
- 9.- SACOTO PATRICIO Ing. Primer Congreso Ecuatoriano del Medio Ambiente, Problemática de los desechos sólidos en el Ecuador, Quito, 1.987.
- 10.- MEYSEMBURG P. Manual del Ing. Técnico, Colección URMO, 1.967.
- 11.- ÖKO TEST. Aspectos Ecológicos (revista), Prevencion del Medio Ambiente y Contaminación, Reciclaje de los plásticos, Alemania 1.989.

- 12.- PAZMIÑO BARRENO Ing. Estudio de factibilidad para la instalación de la planta procesadora de basura, Guayaquil, 1.985.
- 13.- FENCOL. Evaluación de las basuras, Estudio estratégico para Quito y Guayaquil, 1.973.
- 14.- ROBERT V. & MILBY. Tecnología de los plásticos, 1.973
- 15.- RALPH J. & JOAN S. Química Orgánica.
- 16.- SIGCHO WILLIAM Ing. Tesis de grado. Tratamiento y eliminación de los desechos sólidos en la ciudad de Machala, Guayaquil, 1987.