

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Desarrollo de un plan operativo para la implantación de un  
Programa de Reciclaje de desechos sólidos (papeles, vidrios,  
plásticos y aluminio) en la zona céntrica regenerada de la ciudad  
de Guayaquil”

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentada por:

Roberto Bolívar Mendoza Luque

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2004

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a Dios por haber fortalecido mi voluntad para sacar adelante el presente trabajo. A mi familia por todo el apoyo incondicional que me ofrecieron durante el desarrollo de toda mi carrera. Agradezco a todos aquellos seres queridos que estuvieron a mi lado que sirvieron de ayuda y comprensión sin límites. Finalmente y de manera muy especial al director de mi tesis por haber depositado su confianza en mi capacidad de trabajo.

## DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ENAMORADA,

AMIGOS Y TERCERAS

PERSONAS QUE

ESTUVIERON MUY

CERCA DE MI.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Ernesto Martínez L.  
PRESIDENTE

---

Ing. Clara Camino O.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Dr. Alfredo Barriga R.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Roberto Mendoza Luque

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ABAD JORGE, "Folleto de Logística proporcionado por el profesor de cátedra"
2. ASCON, "Página de Internet del DED (<http://www.ded.org.ec/>)", Fomento a Municipios Locales (Municipio de Loja).
3. DIRECCIÓN DE ASEO URBANO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, "Informe Mensual de Toneladas Dispuestas en el Relleno Sanitario Las Iguanas" (Desde el 01 de Mayo hasta el 31 de Mayo del 2004)
4. DIRECCIÓN DE ASEO URBANO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, "Recolección y Disposición final de los Desechos Sólidos en la ciudad de Guayaquil"
5. DIRECCIÓN DE ASEO URBANO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, "Reporte del Total de Toneladas Dispuestas en el Relleno Sanitario Las Iguanas" (Desde Septiembre del año 1994 hasta Mayo del 2004).

6. MAYNARD, "Manual de Ingeniero Industrial, Segunda Edición, Vol. 1 y 2.
7. RÖBEN EVA, "Oportunidades para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Reciclables en el Círculo Económico" (Programa de reciclaje de la Municipalidad de Loja con el Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica; DED)
8. VEST HEINRICH, "Guía para la promoción de proyectos de reciclaje a pequeña escala" (Información suministrada por Servicio de Información GATE / GTZ Estchborn – Alemania), 2003

## ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
ABS	Acrilonitrilo
BEDE	Banco Ecuatoriano de Desarrollo
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
c/u	Cada uno
CAF	Corporación Andina de Fomento
CDC	Capacidad de la Unidad de Descarga y Clasificación
CFC	Clorofluorocarbonos
cm	Centímetros
DASE	Dirección de Acción Social y Educación
DED	Consortio Alemán de Cooperación Social - Técnica
$f_0$	Mayor período de tiempo entre dos recolecciones
FIFO	First In First Out (Primero que entra primero que sale)
HDPE	Polietileno de alta densidad
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
Kg	Kilogramos
Kg/hab*día	Kilogramos por habitante por día
Kg/m <sup>3</sup>	Kilogramos por metro cúbico
Km	Kilómetros
Km/h	Kilómetros por hora
LDPE	Polietileno de baja densidad
m/s	Metros por segundo
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
mt.	Metros
PC	Policarbonato
$\overline{PD}$	Producción diaria promedio de desechos sólidos en cada sector.
PET, PETE	Polietileno Tereftalato
PIRES	Programa de Recuperación Integral del Estero Salado
PP	Polipropileno
PROMIB	Programa de Mejoramiento Integral de Barrios



PS	Poliestireno
PU	Poliuretano
PVC	Cloruro de Polivinilo
$r^2$	Coficiente de determinación
TM	Toneladas Métricas
TM/m <sup>3</sup>	Toneladas métricas por metro cúbico

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pag.</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>III</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>VI</b>
 <b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Importancia de realizar el estudio.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2

1.2.2	Objetivos Específicos.....	2
1.3	Metodología para el desarrollo de la tesis.....	3
1.4	Estructura de la tesis.....	4

## **CAPÍTULO 2**

<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
2.1	Recolección de basura dentro de la ciudad.....	7
2.2	Reciclaje dentro de la ciudad.....	10
2.3	Empresas de reciclaje en la actualidad.....	14
2.4	Otras obras de regeneración dentro de la ciudad.....	17
2.5	Análisis situacional del sector escogido.....	20

## **CAPÍTULO 3**

<b>3</b>	<b>FUNDAMENTOS TEORICOS DE LOS MATERIALES RECICLABLES.....</b>	<b>25</b>
3.1	Materiales reciclables.....	25
3.1.1	Papeles.....	25
3.1.2	Vidrios.....	29

3.1.3	Plásticos.....	33
3.1.4	Aluminio.....	40
3.2	Alternativas de reciclaje.....	44

## **CAPÍTULO 4**

<b>4</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO DEL SECTOR.....</b>	<b>49</b>
4.1	Selección del sector a estudiar.....	49
4.2	Análisis de la producción actual y proyectada de desechos.....	50
4.3	Análisis de la producción actual y proyectada de los materiales reciclados dentro del programa.....	60
4.4	Análisis de los proveedores de materiales requeridos.....	61
4.5	Descripción de la presentación de los productos reciclados para su venta.....	63

## **CAPITULO 5**

<b>5</b>	<b>ESTUDIO TECNICO.....</b>	<b>65</b>
5.1	Sectorización para el diseño del ruteo.....	67
5.2	Análisis de rutas para la recolección de los desechos.....	70
5.3	Selección del lugar para la instalación de la planta y determinación del tamaño de la planta.....	71

5.4	Descripción del proceso productivo para reciclaje.....	73
5.5	Maquinaria a utilizar en el plan.....	88
5.6	Diseño de la administración logística del programa.....	95
5.7	Análisis de expansión.....	107
5.8	Determinación del requerimiento de personal en la operación....	114

## **CAPITULO 6**

<b>6</b>	<b>VISION GLOBAL DEL DESARROLLO DEL PLAN.....</b>	<b>117</b>
----------	---	------------

## **CAPÍTULO 7**

<b>7</b>	<b>CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>123</b>
----------	--	------------

7.1	Conclusiones.....	123
7.2	Recomendaciones.....	128

## **APENDICES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 5.1	Alternativas para el procesamiento de plástico reciclado.....81
Figura 5.2	Foto tomada en la planta de reciclaje de desechos del Municipio de Loja.
Figura 5.3	Carritos de plancha o mallas metálicas a utilizar en el proceso de separación de los materiales.....90
Figura 5.4	Tipo de transporte a utilizar en el interior de la planta. Se muestra un montacargas eléctrico, una carretilla manual y una carretilla hidráulica.....91
Figura 5.5	Modelo de la piscina de lavado a utilizar en el proceso que lleva el mismo nombre.....92
Figura 5.6	Foto de una prensa hidráulica en la planta de reciclaje del Municipio de Loja. Adjunto el funcionamiento de una prensa hidráulica.....93
Figura 5.7	Foto de la balanza utilizada en la planta de reciclaje del Municipio de Loja.....93
Figura 5.8	Foto de la trituradora utilizada en la planta de reciclaje del Municipio de Loja y el esquema de operación de la misma....94
Figura 5.9	Peletizadora utilizada para la elaboración de plástico reciclado.....95

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 2.1	Descripción de las zonas en que la ciudad ha sido dividida para el estudio y recuperación del Estero Salado.....18
Tabla 2.2	Cantidad de población y viviendas a considerar en la zona de estudio.....23
Tabla 3.1	Otra forma de clasificación del vidrio.....31
Tabla 3.2	Clasificación de los polímeros según la SPI.....36
Tabla 4.1	Población real de la ciudad de Guayaquil.....52
Tabla 4.2	Cuadro comparativo entre los métodos de pronósticos Promedios Móviles y Regresión Lineal (población).....53
Tabla 4.3	Población proyectada de la ciudad de Guayaquil hasta el 2014.....55
Tabla 4.4	Incremento de la población entre los años con datos reales y el pronóstico al 2011.....55
Tabla 4.5	Cuadro comparativo entre los métodos de pronósticos Promedios Móviles y Regresión Lineal (Desechos).....56
Tabla 4.6	Proyección de las TM de desechos a producir hasta el 2014.....56
Tabla 4.7	TM de desechos sólidos generadas en el sector estudiado.....56
Tabla 4.8	Proyección de las TM a producir en el período 2004-2014.....57
Tabla 4.9	Composición de los desechos en la ciudad de Guayaquil.....59
Tabla 4.10	Cálculo de la cantidad de TM que se pueden considerar para su procesamiento en el sector estudiado.....60
Tabla 4.11	Herramientas a utilizar en la planta de reciclaje para su correcta operación.....62
Tabla 4.12	Materiales a utilizar en la planta de reciclaje para su correcta operación.....62

Tabla 5.1	Zonas establecidas por el Consorcio Vachagnon para la recolección de los desechos.....	69
Tabla 5.2	Horario de recolección establecido por el Consorcio Vachagnon.....	69
Tabla 5.3	Criterios de selección entre una prensa manual y una hidráulica.....	77
Tabla 5.4	Especificaciones de la prensa a utilizar en la planta de reciclaje propuesta.....	93
Tabla 5.5	Unidades de Carga para los productos reciclados.....	102
Tabla 5.6	Transporte para los productos dentro de la planta.....	105
Tabla 5.7	Incremento de las TM producidas de desechos sólidos totales en función del incremento de la población.....	109
Tabla 5.8	Incremento de la generación de desechos sólidos en el sector seleccionado desde el 2004 hasta el 2014 en función del incremento de la población.....	111
Tabla 5.9	Incremento de la generación de desechos sólidos en el sector seleccionado desde el 2004 hasta el 2014 en función del incremento de la inclusión de las zonas residenciales.....	113
Tabla 5.10	Determinación del requerimiento de personal en la operación de la planta de reciclaje.....	115



# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Importancia de realizar el estudio

El presente trabajo pretende diseñar el plan operativo para la implantación de un programa de reciclaje de desechos sólidos (papeles, vidrios, plásticos y aluminio) en la zona céntrica regenerada de la ciudad de Guayaquil.

Aunque en el año de 1994 la ciudad de Guayaquil fue declarada en emergencia sanitaria y a pesar que se negoció en su debido momento la implantación de una planta procesadora de desechos sólidos, ésta no entró en operación en un 100%. Gracias a esto los problemas de salud, específicamente las epidemias, no han sido controladas y los guayaquileños no gozan de una salubridad estable.

Otro aspecto a considerar es la alta generación de basura dentro de la ciudad. A causa de esto muchas veces los recolectores de basura

no poseen la capacidad suficiente para realizar su trabajo y aún se encuentran desperdicios en las calles y/o veredas, siendo éstos agentes contaminantes que no llegan a los botaderos municipales.

Finalmente, un punto que también es crítico es que estamos destruyendo el medio ambiente. Dicho tópico es más destacado aún en zona regenerada debido a que es considerada la zona turística de mayor importancia en la actualidad.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Proponer un plan operativo para el desarrollo de una programa de reciclaje de desechos sólidos (papeles, plásticos, vidrios y aluminio) en la zona céntrica regenerada de la ciudad de Guayaquil para que al cabo de 10 años, éste constituya una base para implantación del programa en su totalidad de forma que garantice la operatividad del mismo en base a la experiencia y su respectivo análisis a futuro.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el análisis situacional del sector escogido con la finalidad de identificar la importancia de realizar el estudio del caso.

- Detallar los fundamentos teóricos que definirán las características básicas de los tipos de materiales que se reciclarán en el programa.
- Definir las principales características del mercado potencial y de la cantidad de desechos que se generarán en la zona en el transcurso del tiempo de vida del proyecto.
- Determinar las características mediante las cuales el plan va a ser puesto en marcha en su concepción técnica, identificando las prácticas tanto logísticas como los procesos que garanticen una correcta operación del programa.
- Tomar el diseño del plan técnico como una base para la consolidación y ampliación del programa en el tiempo de vida determinado.

### **1.3 Metodología para el desarrollo de la tesis**

El diseño del programa nace con la urgente necesidad de resolver los problemas expuestos en el subcapítulo 1.1. Para esto se ha seleccionado en un principio la zona céntrica regenerada estableciendo los límites del programa y llevar a cabo el estudio de mercado respectivo. Una vez realizado esto procederemos a desarrollar el estudio técnico que incluye la sectorización, el análisis

de rutas, la selección del lugar para la instalación de la planta, la descripción del proceso productivo, la descripción de la maquinaria, el diseño de la administración logística del programa y por último el análisis de expansión. Al finalizar el estudio técnico se podrá determinar el requerimiento de personal que se tendrá en la operación en la primera etapa de este plan. Finalmente se describirá una visión global para apreciar el plan de una manera general.

Con esta metodología se pretende recomendar este plan como un aspecto a considerar para impulsar el turismo en el sector mencionado para mediante esto alcanzar logros importantes en el ámbito social como es el mejoramiento de la calidad de vida, la salubridad del ciudadano guayaquileño en dicho sector y la reducción de la cantidad de basura no recogida.

#### **1.4 Estructura de la tesis**

En términos generales, el estudio en cuestión posee una estructura en la que se incluyen los aspectos más importantes a considerar para la instalación de una planta de reciclaje de desechos sólidos. La misma comienza por describir algunos antecedentes en materia de reciclaje y otras obras de regeneración dentro de la ciudad de Guayaquil.

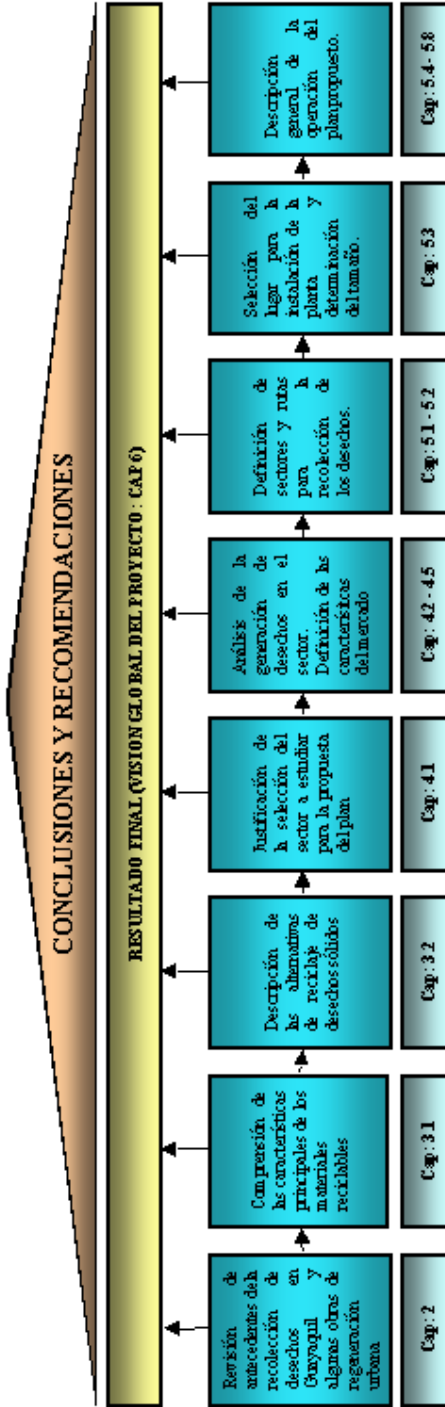
Con el preámbulo anteriormente citado de las obras de regeneración y los antecedentes de recolección de los desechos se expondrán las características principales de los materiales reciclables (papeles, vidrio, plásticos y aluminio). Después de esta descripción se revisarán las alternativas de reciclaje que se pueden tener.

Dicho esto se podrá justificar la selección de este sector y posteriormente definir las características de mercado del mismo para poder tener una base sobre la cual tomar decisiones para la instalación de la planta que se propone.

Luego de la definición de las características del mercado se podrá comenzar a detallar el plan operativo en sí a través de la definición de las zonas en las cuales se divide el sector seleccionado, la selección del tamaño de la planta y determinación del tamaño de la misma; y, la operación del plan en sí.

Con todos estos componentes se puede detallar el resultado final del plan por medio de un resumen que indicará la forma cómo se llevará a cabo el plan para luego dar conclusiones y recomendaciones basadas en el estudio realizado.

Toda la estructura de la tesis se la puede entender mejor por medio de un diagrama como se muestra a continuación:



# CAPITULO 2

## 2. ANTECEDENTES

Guayaquil es la ciudad de mayor concentración urbana del país gracias a su actividad económica, lo que ha motivado a que se incremente su población por migración, especialmente en los barrios periféricos los cuales crecen más rápido que la población céntrica de la ciudad. Debido a esto la población, según el último censo realizado, se estima en aproximadamente 2'367,251 habitantes<sup>1</sup>.

### 2.1 Recolección de basura dentro de la ciudad

En el año de 1988, Guayaquil no contaba con un sitio técnico y sanitario donde arrojar los desechos, debido a esto eran quemados y depositados en los esteros y lugares de cielo abierto, generalmente en el botadero San Eduardo. En la Administración Municipal que comenzó ese año, la capacidad de recolección únicamente estaba

---

<sup>1</sup> INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, año 2001

ubicada en el 40% de lo que se producía en ese entonces, generando 2,167 plazas de empleo para el año de 1990.

Para el año 1992, Guayaquil es declarado en emergencia sanitaria motivo por el cual se crea el Comité Ejecutivo Interministerial. Este Comité solicitó los servicios del Cuerpo de Ingenieros del Ejército para que proceda con la adecuación y relleno sanitario con material proveniente de los desechos. Para el efecto, la ciudad se dividió en dos zonas en las cuales la recolección estaba a cargo de dos empresas contratadas en ese periodo, Ecu Limpia y Bande. Paralelamente se elaboraron los respectivos documentos de la licitación internacional para el servicio de recolección y el relleno sanitario.

Dos años después, Febrero de 1994, la M.I. Municipalidad de Guayaquil convocó a licitación la Prestación del Servicio de Disposición Final de las Basuras en el Relleno Sanitario Las Iguanas, adjudicándosela al Consorcio Ecuatoriano I.L.M. por un período de 7 años a partir del 28 de Septiembre de 1994 conjuntamente con Vachagnon. La Dirección de Aseo Urbano era la división encargada para la fiscalización. El Consorcio organizó su flota y la puso en operación con una frecuencia de recolección



domiciliaria de tres veces por semana con las siguientes características en cuanto a horarios y flota se refiere:

Horarios:

Diurno: Periferia de la Ciudad.

Nocturno: Centro y Sectores Residenciales.

Flota:

37 Recolectores de 25 yd<sup>3</sup>

9 Recolectores de 16 yd<sup>3</sup>

3 Fronter Loader de 40 yd<sup>3</sup>

6 Roll on-Roll off de 24 yd<sup>3</sup>

Dicha organización permitió al Consorcio, en el período comprendido desde el 28 de febrero de 1994 hasta el 31 de diciembre de 1999, recolectar un total de 3'021,876.68 T.M. de desechos. Cabe destacar que para el año 1999, el costo por T.M. de basura era de \$10.41<sup>2</sup>.

El relleno sanitario permanece abierto las 24 horas del día, los 365 días del año y se han instalado 3 balanzas de 60 Toneladas, para el

---

<sup>2</sup> M.I. Municipalidad de Guayaquil, Dirección de Aseo Urbano

pesaje de los camiones de recolectores de basura. Este sistema de pesaje es totalmente automático. Dicha compañía organizó la ciudad para realizar planos de recolección y de barrido como se detalla en los apéndices A y B.

Según los datos proporcionados por la M. I. Municipalidad de Guayaquil se estima que se generan en promedio 2,007.43 TM de desechos por día lo que significa que la producción per cápita de basura está estimada en 0.848 Kg/hab\*día. Ésta producción de desechos es recolectada con 51 camiones haciendo en promedio 3.69 viajes diarios hacia el botadero. La capacidad de transportación de cada camión es aproximadamente de 3.35 TM por cada viaje; esto quiere decir que la capacidad total de la flota es aproximadamente de 630 toneladas por día. Con estos datos podemos concluir que existe un déficit en cuanto a recolección porque se produce más desechos que lo que se puede recolectar.

## **2.2 Reciclaje dentro de la ciudad**

Hace más de 20 años los datos estadísticos correspondientes a recolección, barrido y limpieza de la ciudad indicaban que tan sólo se podía recoger aproximadamente el 44% de los desechos generados en la ciudad y además se llegó a descubrir que dentro del botadero San Eduardo no existía una organización para la secuencia

de descarga y compactación de los desechos sólidos y material pétreo, y adicionalmente no se utilizaban técnicas de prevención de los efectos ocasionados por los desechos sobre el medio ambiente y la salubridad de los ciudadanos. A tal punto llegaba el nivel de desorden que los recuperadores de material reciclable, esperaban a la entrada de los camiones recolectores para recuperar dichos materiales.

Gracias a esto se podía observar dentro del botadero considerables cantidades de material lixiviado (líquido resultante de la descomposición de los desechos sólidos, con una concentración muy alta de contaminantes) sobre la superficie del suelo para luego formar el lixiviado subterráneo lo cual contaminaba en gran escala el Estero Salado.

Las altas concentraciones de materiales combustibles, los cuales eran producidos por la descomposición de desechos, generaban incendios con mucha frecuencia debido a la combinación de éstos materiales, los desechos sólidos y las altas temperaturas. Esta combustión formaba densas nubes de humo y gases tóxicos cargadas de metales pesados, mercurio, arsénio, plomo, ácidos tóxicos, etc. Las ciudadelas más afectadas por estos contaminantes eran: Los Ceibos, Mapasingue, El Paraíso, Miraflores, Urdesa y

Alborada gracias a que el viento en la zona del botadero sopla hacia el Nor-Este generando epidemias del tipo gripal y sus síntomas, conjuntivitis, alergias, asma, etc.

Para ese entonces la M.I. Municipalidad de Guayaquil no tenía datos estadísticos claros de este problema ambiental y decidió realizar un estudio poco profundo a través de la empresa PIMAR S.A (Consortio Suizo-Italiano). Una vez realizado el estudio procedió con la compra de una planta generadora de compost (material al partir del cual se puede mejorar el suelo), reciclaje y generación de energía; a partir de los desechos generados.

La Municipalidad de Guayaquil adquirió un compromiso de pago por US\$ 24'075,420.00 (valor de la planta procesadora) el cual no fue cumplido y por ende el Gobierno Nacional en el año 1982 en calidad de garante asumió la deuda que ascendía a la cantidad de US\$ 27'123.562 (valor del monto más los intereses generados). Dicha gestión significó para el Alcalde de ese período su destitución y encarcelamiento. Adicionalmente, los largos procesos de desaduanización sumado al hermetismo con que fue tratada la negociación dio como resultado un almacenamiento portuario por un periodo de 3 años.

En el mes de abril del año 1985, el Ing. Marco Pazmiño, ex-concejal del cantón y comisionado de la planta, presentó el “Estudio de Factibilidad de Instalación de la Planta Procesadora de Basura”. En dicho estudio se destacaban los beneficios de la instalación y operación. Posteriormente, la Municipalidad recuperó alrededor de US\$ 1'000.000 gracias a un juicio que se siguió a un Banco de la ciudad que era representante de PIMAR S.A., dinero que en vez de ser utilizado en la instalación y operación de la planta se destinó parcialmente a la compra de 40 camiones recolectores.

Luego de esto se contrata a APISA-CLEPAN, empresa ecuatoriana brasileña, para realizar una auditoría general de la planta procesadora. El costo de dicha auditoría fue de S/. 62'000.000, y, cuando el proyecto estaba avanzado en un 60%, la empresa propuso que sólo se implante una línea de procesamiento totalizando una capacidad entre 300 y 350 TM de desechos por día, cuya jornada comprendía dos turnos de ocho horas cada uno. Con el tiempo mediante la auditoría se estimó que se podían reducir costos de obras civiles y de montaje a través de la venta de los equipos que no se utilizaban en la implementación de la planta, por ejemplo, el costo de perder totalmente un tubo generador por deterioro era mayor que si se lo vendiera debido a que estaba

estimado en US\$ 70.000. Una vez culminada la auditoría, el deterioro de toda la maquinaria se estimó en un 20%.

Luego de la auditoria existían aproximadamente 500 contenedores con partes como bandas de caucho y lana de vidrio pero posteriormente, salieron al aire algunas publicaciones que indicaban que en el año 1990 algunos moradores del sector en el que se encontraba ubicada la planta habían destruido 28 de los contenedores que quedaban debido a que los habían quemado.

Este último hecho generó una pérdida aún mayor y por lo tanto quedó reducida la capacidad económica para implementar un proyecto de implementación de reciclaje y mejoramiento del medio ambiente. Y es por esto que en la actualidad los avances en cuanto a materia de reciclaje han sido muy pobres aunque el Municipio ha empezado a crear ordenanzas que garanticen el cuidado del medio ambiente pero las empresas poco hacen para conservarlo. Aunque en la actualidad existen algunas empresas que realizan reciclaje informal se sigue manteniendo la misma modalidad de recolectar la basura y depositarla ya sea para el relleno sanitario o para el botadero San Eduardo.

### **2.3 Empresas de reciclaje en la actualidad**

Aproximadamente hace 4 décadas atrás, las personas de bajos recursos económicos visitaban los botaderos de desechos para recuperar algunos artículos que podían ser utilizados nuevamente tales como muebles, ropa, etc.; algunos que podían ser reparados para usarlos posteriormente, y porqué no, ser vendidos nuevamente tales como televisores, grabadoras, etc.

Poco a poco esta actividad fue seguida como ejemplo por muchas familias de las mismas características a tal punto que ya empezaban a recorrer las calles y extraer directamente los artículos y materiales recuperables. Dichas personas que se dedicaban a esta actividad se denominaron chamberos.

Con el pasar del tiempo la situación económica se volvía más difícil incluso para las industrias debido a que tenían que importar algunos materiales necesarios para la elaboración de sus productos, lo cual incrementaba los costos de materias primas.

Una vez realizado el análisis por parte de las mismas empresas, comenzaron a ver en los chamberos una gran oportunidad que les representaría una reducción de sus costos de materia prima y es así como empezó la adquisición de material para reciclaje por medio de los chamberos.

Posteriormente, algunas empresas empezaron a abrir el mercado de este tipo de productos como lo son: a) En el sector del Papel: Industrial La Reforma, Papelería Nacional y Ecuapapel en Guayaquil; Incasa y Tecnopapel en Pichincha; b) En el sector del vidrio: CRIDESA en la provincia del Guayas (dicha empresa es la única que compra y procesa el material que se recolecta en todo el país); c) En el sector de plásticos la situación ha mejorado, pues hace algunos años no existía ninguna empresa que recicle este tipo de material y en la actualidad existen dos empresas que cuentan con tecnología de punta para el procesamiento de los plásticos como son Productos Paraíso en Pichincha y Reipa en Guayas. Finalmente hay algunas pequeñas empresas que se dedican al reciclaje de forma artesanal tanto en el sector del vidrio como en el del papel.

En conclusión, el nivel de reciclaje de desechos en el Ecuador se limita en algunos casos a la recuperación de algunas características de los materiales por parte de las industrias para la elaboración de productos a partir de éstos, en otros casos al reciclaje informal en proporciones sumamente bajas y además no existe empresa alguna que se dedique al reciclaje de metales.

Todo esto quiere decir que las empresas que se dedican al reciclaje para producir materia prima para su posterior comercialización son



muy pocas y no se desarrollan en todos los sectores del mercado. Además éstas empresas se desenvuelven principalmente en las provincias del Guayas y Pichincha.

## **2.4 Otras obras dentro de la ciudad**

### **Rehabilitación del Estero Salado**

A causa de la mala actitud de los ciudadanos, y descuido por parte de la administración de la ciudad de Guayaquil, se ha degradado la naturaleza del Estero Salado, llegando a un alto estado de deterioro. Los principales contaminantes son las aguas servidas domésticas, las industriales, los desechos sólidos arrojados en el estero por la ciudadanía, las aguas de las superficies que entran por las lluvias y por las aguas negras que ingresan en el estero por vía directa.

Debido a esto la Administración actual del cabildo porteño, encabezada por el Ab. Jaime Nebot, ha tomado la decisión de llevar a cabo la rehabilitación integral del Estero Salado para incentivar el desarrollo sustentable del sector.

El nivel de destrucción de este ecosistema ha llevado a determinar que dicha rehabilitación es de máxima prioridad en pro del mejoramiento del medio ambiente.

El proyecto de rehabilitación incluye el represamiento de aguas contaminadas, la red de alcantarillado y la instalación de una planta de tratamiento de aguas contaminantes para el estero. Este proyecto comenzó luego de seis meses de iniciados los estudios, tiene una duración de 42 meses y un costo de US\$ 13'000.000, valor que ha sido financiado por la CAF (Corporación Andina de Fomento) y el BEDE (Banco Ecuatoriano de Desarrollo).

Para la implantación del proyecto el Estero Salado ha sido dividido en tres zonas para su estudio y recuperación denominadas Zonas I, II y III. Las zonas se encuentran descritas en la tabla 2.1.

ZONA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Zona I	Centro de Guayaquil	Es la zona más contaminada por residuos líquidos y sólidos tanto domésticos como industriales.
Zona II	Sur de Guayaquil	El estero posee su mayor volumen en esta zona y se encuentra menos contaminado.
Zona III	Zona alejada de Guayaquil	La zona en la cual el proceso de degradación aún es incipiente.

*Tabla 2.1 Descripción de las zonas en que la ciudad ha sido dividida para el estudio y recuperación del Estero Salado.*

Cabe recalcar que en la Zona III las medidas a tomar deberán ser más preventivas que curativas. Para la recuperación del estero se ha diseñado el Programa de Recuperación Integral del Estero Salado (PIRES) cuya primera fase comprende los seis primeros tramos del Estero Salado, a saber: Tramo A, represado, situado

entre las ciudadelas Urdesa y Kennedy; Tramo B, comprendido entre el Parque Deportivo Miraflores y el Tramo A; Tramo C, ubicado entre la confluencia de los Tramos A y B y el Puente Cinco de Junio; y Tramos D, E y F, situados entre el Puente Cinco de Junio y el puente de la Vía Perimetral.

### **Mejoramiento Barrial**

Además de la rehabilitación del Estero Salado se suma el proyecto del Mejoramiento Barrial el cual resulta de un convenio entre la M.I. Municipalidad de Guayaquil, el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y el MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda).

En la actualidad el proyecto se encuentra en la etapa de diseño con el asesoramiento del PROMIB luego de haber identificado las necesidades, la priorización de los problemas y las construcción de la propuesta.

Para la puesta en marcha del proyecto el MIDUVI apoyará con el Bono de Mejoramiento Barrial que beneficiará a una comunidad de forma colectiva, en un entorno específico, y bajo criterios de selección preestablecidos; los barrios participarán con su municipio como co-ejecutor y co-financiador del programa.

La Contraparte municipal para la ejecución de este proyecto son la DASE, Direcciones de Urbanismo, Avalúo y Catastro, Dirección de Terrenos, Medio Ambiente.

## **2.5 Análisis situacional del sector escogido**

### **DEFINICIÓN DE LOS LIMITES DEL PROYECTO**

Como se ha podido observar en el tema de esta tesis, la zona en la que tendrá sus inicios dicho programa de reciclaje, será la zona céntrica regenerada y cuyos límites los tenemos a continuación:

- Por el norte: Loja, Julián Coronel y Piedrahita.
- Por el sur: Colón
- Por el este: Avenida Malecón
- Por el oeste: Los Ríos

Cabe recalcar que el hecho que la zona se encuentre limitada, no significa que en esta primera etapa no se aprovechen ciertas zonas que si bien es cierto pueden no constituir el centro, se las pueden incluir en el plan como por ejemplo:

- La extensión de la Avenida Nueve de Octubre hasta el Puente Cinco de Junio incluyendo el parque que lleva el mismo nombre ubicado en la ciudadela Ferroviaria además del Malecón del Salado.
- El Parque Guayaquil y sus alrededores como la calle Tungurahua y Primero de Mayo.
- La extensión del Malecón Simón Bolívar hasta su totalidad; es decir hasta la Casa de Cristal.
- El barrio Las Peñas y el Cerro del Carmen.

Además existen dos avenidas de principal importancia en Guayaquil, que si bien es cierto no se encuentran regeneradas en su totalidad, han sido incluidas en el estudio y son las avenidas Quito y Machala, tomando como límites al norte las calles Piedrahita y Julián Coronel y al sur la calle Cristóbal Colón.

### **CRONOGRAMA DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS EN EL SECTOR ESTUDIADO**

La M.I. Municipalidad de Guayaquil ha determinado horarios para la recolección de desechos, así como la distribución que Vachagnon ha diseñado para llevar a cabo la recolección de los desechos de toda la ciudad, sin embargo para efectos de la evaluación del presente

proyecto, únicamente se presentarán los planteamientos del caso de estudio.

### **ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN DEL SECTOR A ESTUDIAR**

El último Censo de Población y Vivienda sectoriza el centro de Guayaquil en varias zonas con su respectiva población, pero el estudio no abarca todas las zonas en su totalidad, sólo en un porcentaje que lo podemos observar en el capítulo 2. Hay que tomar en cuenta que los porcentajes son únicamente aproximaciones debido a que no se posee un estudio completo del área. Los límites de cada zona se los puede observar en las figuras que se encuentran en los apéndices C, D, E, F, G, H.

Los porcentajes que se observan en la tabla 2.2 corresponden al estudio realizado para el presente proyecto, elaborado mediante un plano de la ciudad de Guayaquil proporcionado por el INEC, en el cual se calculó dichos porcentajes según los sectores que serán involucrados directamente por el plan en cuestión. Sobre esta base se determinaron los cálculos relacionados con población y vivienda. Una vez que se obtuvo tales datos se procedió con el análisis de la basura generada en ese sector, lo cual facilita la toma de decisiones en cuanto al tamaño de la planta.

# ZONA	TOTAL POBLACIÓN (HAB.)	TOTAL VIVIENDAS (UNID.)	% DE PARTICIPACIÓN	POBLACIÓN A ANALIZAR (HAB.)	VIVIENDAS A ANALIZAR (UNID.)
165	4109	1105	7,54%	310	83
166	4382	1238	56,69%	2484	702
167	4397	5010	7,00%	308	351
168	4360	1048	100,00%	4360	1048
169	2805	874	100,00%	2805	874
170	4122	1236	14,99%	618	185
171	3221	1030	53,63%	1727	552
172	2443	801	100,00%	2443	801
173	4623	1392	52,13%	2410	726
174	4468	1327	100,00%	4468	1327
175	3929	1064	34,99%	1375	372
176	3601	1011	13,07%	471	132
181	4609	1283	20,82%	960	267
<b>TOTAL</b>	<b>51069</b>	<b>18419</b>		<b>24739</b>	<b>7420</b>

Tabla 2.2 Cantidad de población y viviendas a considerar en la zona

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

# CAPITULO 3

## 3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS MATERIALES RECICLABLES

### 3.1 Materiales reciclables

#### 3.1.1 Papeles

El principal problema en la fabricación del papel es la cantidad de recursos que consume dicho proceso (árboles, agua y energía). Por ejemplo, para fabricar una tonelada de papel se consume aproximadamente:

- 14 árboles los cuales tardan más de 7 años en renovarse a través de nuevas plantaciones
- 40 mil litros de agua; y,
- Alrededor de 7600 kwh de energía.





Para reducir el consumo de estos recursos actualmente se procede con la recuperación del papel usado desechado de tal forma que reemplace, en algunos casos en parte, a la materia prima para la fabricación de dicho producto. Los ahorros estimados según el DED es que con el reciclaje disminuye la tala de árboles, se llega a consumir hasta un 55% menos de energía y sólo el 10% del agua requerida por el uso de la madera. Sin embargo no siempre es posible utilizar el material recuperado como materia prima pero en algunas ocasiones se la puede combinar con la materia prima virgen.

En la actualidad el reciclaje de este material sigue creciendo en cuanto a importancia se refiere y gracias a esto los fabricantes de papeles están aumentando el uso de papeles recolectados como su materia prima. Además de reducir la tala de árboles otro aspecto que incrementa la importancia de esta actividad es que el aprovechamiento de este tipo de desechos reduce la necesidad de construir nuevos botaderos sanitarios debido a que se convertirían en desperdicios urbanos.

Actualmente las pocas empresas que reciclan papeles comprar el material directamente a los chamberos, los cuales se encargan de recolectar los papeles y cartones en diferentes formas como los papeles de los empleados en oficinas e imprentas, las cajas usadas de cartón corrugado, periódicos, revistas, envases usados de cartulina, guías telefónicas, papeles de envolver, etc.

La separación se hace en grupos dependiendo de las características del papel desechado por ejemplo: los papeles blancos usados en las oficinas servirán para producir nuevos papeles blancos para escribir; las cajas usadas de cartón corrugado servirán para producir papeles color café para embalaje, etc. Actualmente la separación es realizada por la empresa que fabricará el producto, es decir que los chamberos únicamente recolectan y lo entregan. Los métodos tradicionales para la separación y clasificación de los papeles recuperados consisten en moverlos a través de una cinta de transporte, mientras trabajadores ubicados a lo largo de la cinta van retirando categorías específicas de papeles, que son posteriormente prensados en grandes fardos, cada uno conteniendo un tipo especial de papel usado.

Se puede decir entonces que los equipos y el diseño del proceso de reciclaje dependerán del tipo de papel que se recicla en la planta; y, obviamente la materia prima (papel recuperado) dependerá del tipo de papel que se fabrique en dicha planta.

Evidentemente los papeles que se recolectan y que ya han sido clasificados para su reciclaje poseen impurezas de todo tipo, como por ejemplo: las cajas de cartón corrugado que contienen electrodomésticos pueden tener tanto por fuera como por dentro grapas, cintas adhesivas, gomas, etc; los cuales son utilizados para sellar la caja. Otro ejemplo que tenemos son los cuadernos que pueden llevar los espirales metálicos y forros plásticos; también podemos considerar los periódicos que poseen tinta y posiblemente otras impurezas.

Todos estas impurezas (plásticos, metales, tintas, gomas, adhesivos, químicos, etc.) son altamente contaminantes para el proceso de fabricación del papel reciclado y por este motivo deben ser eliminadas o reducidas al máximo para lo cual es necesario un estricto control de calidad que garantice la minimización de las cantidades de impurezas.

Dependiendo del tipo del papel el porcentaje de papel reciclado puede variar y por lo general la industria que más utiliza el papel reciclado como materia prima son las productoras de papel para embalaje o las fabricantes de cartón corrugado.

Otra de las industrias que utilizan un alto porcentaje de papel reciclado como materia prima son las productoras de pañuelos faciales o papeles higiénicos, cartulinas, papeles de envolver y ciertas categorías de papeles de impresión y escritura como con el caso de las imprentas y los diarios.

Generalmente es muy difícil hacer una distinción entre el papel fabricado a base de papel reciclado o el que no a excepción de los expertos que trabajan en la industria de la imprenta y en la fabricación de envases de cartón corrugado. La tecnología involucrada en el proceso de reciclaje de papeles hace que incluso en las categorías en las cuales la apariencia del papel es el atributo más importante, como en los pañuelos faciales o papeles higiénicos, en los papeles para impresión y escritura y en el papel para periódicos, el proceso de destinturado sea realizado en conjunto con la

operación de remoción de impurezas, para así remover todas las partículas de tinta adheridas a las fibras vegetales.

### **3.1.2 Vidrios**

Gracias al auge que ha tenido en los últimos años el plástico, la industria del vidrio se ha visto prácticamente sustituida gracias a la gran utilidad de los envases de plásticos que cumplen de igual y a veces de mejor forma con los beneficios que puede ofrecer un envase de vidrio. Además la elasticidad que muestran este tipo de envase es un ingrediente más para decir que la industria del vidrio se encuentra en graves problemas.

Sin embargo el vidrio no deja de ser necesario, pero las fábricas procesadoras de envases de este tipo se ven en la obligación de recuperar el vidrio ya utilizado para reciclarlo a tal punto que en algunos países como en Argentina se ha provocado problemas impositivos para las empresas que recolectan vidrio gracias a la recuperación clandestina. Con el pasar del tiempo el reciclaje del vidrio se comenzó a convertir en un asunto legal para dejar a un lado la actividad clandestina. A más de esto se ha implementado la colocación de contenedores en las esquinas para clasificar los desechos,

pero este programa de clasificación no ha tenido el éxito deseado debido a la cultura de la gente y en algunos casos se presentaron quejas debido al ruido que representa la acumulación del vidrio, un ejemplo de esto es lo que se dio en el barrio de Núñez en la ciudad de Buenos Aires.

Al reciclar el vidrio, éste puede recuperar el 100% de sus características que cuando es fabricado de materia prima virgen. Gracias a esto los fabricantes de producto en base a vidrio tienen la posibilidad de reducir sus costos y autogestionar de manera fácil y eficaz el medio ambiente.

### **DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL VIDRIO**

El vidrio es un silicato que funde a 1.200 grados. Está constituido esencialmente por sílice que proviene principalmente del cuarzo, acompañado de caliza y otros materiales que permiten dar el color que dependerá del uso que se le dé al producto.

Básicamente existen dos clasificaciones básicas para el vidrio. La primera es desde el punto de vista de su aplicación y la segunda es analizada desde el punto de vista del color. Existe otra clasificación para el vidrio (ver tabla 3.1) un poco

más compleja pero no se la analizará ya que escapa del objetivo de esta tesis.

Desde el punto de vista de su aplicación, el vidrio se clasifica en industrial y doméstico:

<b>PLANO LISO</b>	Simple	Transparente	Estirado	Claros de color
			Luna	Claros de color
		Translúcido	Colado bruto	Luna bruta; baldosa bruta
			Baldos grabada	Catedral
			Impreso	Opalina pulida
		Opaco	Opal masivo	Opal doblado
	De Seguridad	Laminar		
		Armado	Transparente; catedral; impreso	
		Templado	Transparente; translúcido	
<b>PLANO ONDULADO</b>	Simple o decorativo			
	De Seguridad o Armado			
<b>MOLDEADO</b>	Estructuras Verticales	Para muros	Ladrillos	
		Para tabiques	Bloques	
	Estructuras Horizontales	Luceras		
	Cubiertas	Estructuras		
		Tejas		
<b>FILIFORMA</b>	Textiles	Silicona		
		Vitrona		
	No Textiles	Aislantes especiales	Lanas	Medias cañas; buñeles; paneles
		Sedas	Velos; soleras	
<b> AISLANTES ESPECIALES </b>				

Tabla 3.1 Otra forma de clasificación del vidrio

- *Vidrio industrial* es aquel que no se utiliza para el almacenaje de productos alimenticios pero sí para productos químicos o biológicos. El vidrio plano también forma parte de esta clasificación el cual es usado para la formación de ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc.
- *Vidrio doméstico* es el que se utiliza para el almacenamiento de productos alimenticios tales como conservas, vinos, yogures, etc. En esta clasificación cae el

vidrio que el ciudadano deposita como desecho para su recolección.

Desde el punto de vista del color tenemos las siguientes clases con sus respectivos porcentajes de utilización:

- *Vidrio verde* es el utilizado en botellas de vidrio, cava, licores y cerveza. Desde el punto de vista del color es el vidrio más utilizado en un porcentaje del 60% aproximadamente.
- *Vidrio blanco* es el que se usa en bebidas gaseosas, zumos y alimentación en general. Este tipo es utilizado en menos porcentaje que el anterior pero sin embargo su porcentaje de utilización es considerable por su 25%.
- *Vidrio extraclaro* es aquel que se emplea básicamente en aguas minerales, tarros y botellas de decoración. En utilización ocupa el tercer lugar con un 10%.
- *Vidrio opaco* es utilizado en menor proporción (5%) y se lo emplea en botellas para cervezas y algunas botellas para laboratorio.



Algunos estudios indican que más del 42% del vidrio reciclado proviene del tipo doméstico. Esto nos indica que dicho sector es muy importante para la producción de vidrio recuperable.

### **3.1.3 Plásticos**

Todos conocemos los principales beneficios del plástico. Sabemos que es económico, liviano, flexible, duradero y muchas veces se presenta como un excelente aislante eléctrico y acústico. Sin embargo, en materia de reciclaje el plástico presenta muchos inconvenientes:

1. La clasificación suele ser complicada debido a que se separan en siete categorías que veremos más adelante; además dicha clasificación se hace de acuerdo con la resina las cuales son incompatibles unas con otras.
2. Cuando hablamos de envases, las tapas por lo general no están fabricadas en base al mismo tipo de plástico lo cual complica aún más la separación.
3. Las características del plástico no son fácilmente recuperables como en el caso del vidrio; durante el proceso de reciclaje es necesario incluir algunos aditivos para recuperar algunas propiedades.

4. La separación, el lavado y el posterior tratamiento son muy costosos de por sí y cuando se llega al producto final se vuelve inaccesible para el consumo humano.

### **DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PLÁSTICOS**

La palabra polímero proviene del griego *poly* que significa *muchos* y *meros* que significa *segmento*. Éstos se definen como sustancias cuyas moléculas son aproximadamente múltiplos de unidades de peso molecular bajo. La unidad de bajo peso molecular se la conoce como monómero; y, según el número de unidades de monómeros que contiene se denominan dímeros, trímeros, tetrámeros, pentámeros, etc.

Entre las principales características de los plásticos tenemos:

1. Poseen una alta relación entre resistencia y densidad.
2. Tiene excelentes propiedades para aislamiento térmico y eléctrico, sin embargo hay ciertas excepciones debido a que en algunos experimentos realizados últimamente se han logrado obtener plásticos conductores.
3. Son resistentes a los ácidos, álcalis y disolventes.

4. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas; es decir que se ablandan con el calor lo que les da las propiedades de flexibilidad; mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles, es decir que se endurecen con el calor, lo cual les da la propiedad de durabilidad.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS**

Según la Sociedad de Industrias del Plástico (SPI por su siglas en inglés) los plásticos se los clasifica en siete categorías. En la parte inferior de los productos elaborados a base de plástico, se pueden observar números desde el 1 hasta el 7, estos números corresponden al tipo de plástico los cuales se detallan en la Tabla 3.2. Estos números ayuda en la clasificación de este tipo de material para su posterior procesamiento además de garantizar una maximización del número de veces que se recicla dicho material ya que la calidad de un plástico se deteriora rápidamente al combinarlo con otro plástico diferente.

### **PVC**

El PVC es utilizado en la fabricación de tubería rígida, perfiles, juguetes, pisos, loseta, tapicería, envases, calzados, recubrimiento de cables, etc.

NUMERO	ABREVIATURA	NOMBRE COMPLETO
1	PET, PETE	Poliétileno Tereftalato
2	HDPE	Poliétileno de Alta Densidad
3	V, PVC	Cloruro de Polivinilo
4	LDPE	Poliétileno de Baja Densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7	OTROS	Poliuretano (PU)
		Acrilonitrilo (ABS)
		Policarbonato (PC)
		Biopolímeros

*Tabla 3.2 Clasificación de los polímeros según la SPI*

Cuando un producto elaborado a base de PVC es desechado, éste es considerado como un material tóxico ambientalmente nocivo y no sustentable gracias a su contenido de cloro y aditivos que lo convierten en un veneno ambiental a través de su ciclo de vida incluyendo la disposición final. Debido a su composición el reciclaje de este tipo de material resulta muy difícil de realizar ya que su quema genera sustancias cancerígenas como las dioxinas.

### PU

Normalmente el PU es utilizado como aislante y después del PVC es el plástico más tóxico debido a que en su producción se consume aproximadamente el 11% de la producción

mundial de cloro, utiliza muchos productos intermedios y genera subproductos tóxicos como fosgeno, isocianatos, tolueno, diaminas, CFCs, etc. Cuando el PU es quemado libera compuestos tóxicos incluyendo cianuro de hidrógeno y dioxinas. Adicionalmente se ha descubierto que al enterrarlas, las espumas de PU se degradan generando lixiviados tóxicos. El PU es el segundo plástico más tóxico en el mercado. De acuerdo con la industria, la espuma de PU flexible es reciclable en otros productos de alta calidad. A pesar de ser menos problemático que el PVC, no se recomienda emplear PU como alternativa al PVC.

#### PS, ABS, PC

El PS requiere de menos aditivos que el PVC sin embargo la producción de éste se hace mediante el uso de ciertas sustancias que son consideradas cancerígenas como el benceno, estireno y 1,3-benceno. Cuando este tipo de plástico es quemado, esto produce la liberación de estireno y algunos hidrocarburos lo que genera cloruro de hidrógeno y dioxinas siempre y cuando se encuentren presentes retardantes de flama halogenados. Técnicamente se puede decir que el PS es reciclable, sin embargo su porcentaje de

recuperación es muy bajo y además no es recomendable utilizarlo como sustituto del PVC.

En la producción del ABS; el cual es un plástico duro empleado en tuberías, defensas de automóviles y juguetes; se emplea butadieno, estireno y acrilonitrilo, éste último es un producto altamente tóxico y por su compleja composición química este tipo de plástico es muy difícil de reciclar.

El PC; usado en la fabricación de discos compactos y garrafones de agua; no requiera aditivos en su fabricación, sin embargo se emplea fosgeno y solventes como el cloroetano y clorobenceno durante su producción además de un disruptor endocrino como el bisfenol-A. A pesar de estas desventajas, se están realizando estudios para fabricar el PC sin estos compuestos y sí han sido diseñados procesos de recuperación de PC para la elaboración de productos de menor calidad.

### PET

En Estados Unidos y Europa, el PET es el plástico reciclado con más frecuencia. Este tipo de plástico se emplea generalmente en envases y botellas. Por lo general, el PET contienen estabilizantes y retardantes de flama y además la

cantidad total de los pigmentos y aditivos que contiene puede alcanzar hasta un 30% de su peso. Durante su producción se emplean sustancias irritantes y es posible agregar metales pesados como catalizadores los cuales terminan liberados al ambiente. A pesar de esto no se considera que el PET provoque daños severos a la salud y en comparación con el PVC el riesgo de reciclarlo es mucho menor.

#### HDPE, LDPE, PP

Las estructuras del PE y del PP son más simples y no necesitan la adición de aditivos plastificantes pero sí la de aditivos estabilizantes UV y antioxidantes. Frecuentemente en la producción de PP se emplea cloro pero sí existe un proceso libre de cloro. Tanto el PE como el PP pueden ser sustitutos para todos los usos del PVC, poseen poco riesgo al ser reciclados, tiene el más alto potencial de reciclaje mecánico y además, los dos son versátiles y baratos. A pesar que las materias primas que se utilizan para la elaboración de estos plástico, etileno y propileno, son altamente inflamables pero poco dañinas para el medio ambiente y su conservación.

#### Biopolímeros

El petróleo y los combustibles fósiles son la base para la mayoría de los plásticos los cuales por definición son productos no sustentables. Existe un grupo de plásticos que resultaría muy poco práctico reciclar, estos son aquellos utilizados en la elaboración de utensilios de una corta vida útil o aquellos usados en la fabricación de envolturas para alimentos. La producción de los biopolímeros puede ser considerada como limpia ya que los productos de los cuales está compuesto este tipo de plástico como el metano y el metanol pueden ser reaprovechados y el material restante transformado en carbono para el suelo.

La diferencia entre los plásticos biodegradables y los biopolímeros radica en que los plásticos biodegradables pueden ser producidos a partir del petróleo, y ser degradados posteriormente por microorganismos y los biopolímeros son producidos a base de almidón, celulosa o bacterias.

#### **3.1.4 Aluminio**

El aluminio es un metal que por sus características se torna en un material adecuado para algunas aplicaciones pero su obtención demanda una elevada cantidad de energía. Sin embargo esta desventaja puede ser compensada cuando el



aluminio es reutilizado debido a que el costo de realizar esta actividad es sumamente bajo, el precio del mismo es muy estable en el mercado y al reciclarlo se reduce en un 95% la contaminación atmosférica generada durante su fabricación. Por esto es que se dice que cuando una persona arroja una lata de aluminio se desperdicia una cantidad de energía similar a la que se gastaría si se hubiera llenado la misma lata hasta la mitad de gasolina y luego se la tire.

El aluminio es el metal más abundante de la Tierra debido a que ocupa el 8.1% de la corteza terrestre. Fue descubierto en 1820 y en ese tiempo valía más que el oro gracias a su difícil extracción y por esto también era considerado un metal precioso. Su primer uso fue como sonajero del hijo de Napoleón y poco a poco el empleo del aluminio se ha extendido. Además con el pasar del tiempo el precio de este metal fue cayendo debido a las mejoras en los procesos de extracción hasta colapsar en el año de 1889. En 1963 apareció la primera lata de bebida fabricada enteramente de aluminio hoy las latas son la aplicación más importante del aluminio.

Sus principales características radican en su peso ya que es un material sumamente ligero y en relación al acero o al cobre, se estima que el aluminio representa aproximadamente un tercio de la densidad de éstos. Además posee otras características muy importantes como su ductilidad, su resistencia a la corrosión, su durabilidad, maleabilidad, su fácil mecanizado y fundición.

A excepción del acero, las aplicaciones del aluminio exceden a las de cualquier otro metal y más aún cuando se tratan de actividades económicas. En estado natural y puro, el aluminio es frágil y blando lo cual no sería muy útil; sin embargo, cuando se encuentra aleado con pequeñas cantidades de cobre, manganeso, silicio, magnesio u otros metales; sus aplicaciones son muy variadas a tal punto que se utiliza en la elaboración de partes de aviones o cohetes en los cuales el peso es un factor preponderante. Y así se pueden enumerar una gran cantidad de usos para el aluminio pero se mencionarán los principales debido a que el estudio del aluminio no es el objetivo de esta tesis:

- Combustible sólido en cohetes y en el explosivo termita.

- En las estructuras de aviones, automóviles, tanques, buques, blindajes, etc.
- En el área de embalaje para la elaboración de papel de aluminio, latas, tetrabrikcs, etc.
- En la industria de la construcción es utilizado para las ventanas, puertas y perfiles.
- También se lo usa en la elaboración de utensilios de cocina, herramientas, etc.
- Es muy importante para la transmisión eléctrica debido a que su ligereza permite una mayor separación de las torres de alta tensión disminuyendo los costos de infraestructura en comparación con el cobre.
- Otro uso son los recipientes criogénicos de hasta 200° C y en la calderería.

Una de las consideraciones que se tiene que tomar muy en cuenta son la precauciones en el uso del aluminio debido a que muchas personas presentan cuadros alérgicos como dermatitis hasta desórdenes digestivos al ingerir alimentos preparados en recipientes de aluminio. Esto se da porque el aluminio parece no tener biológicamente ninguna función

beneficiosa. En algunos casos ha habido evidencias de toxicidad cuando el aluminio es consumido en grandes cantidades.

### **3.2 Alternativas de reciclaje**

Es posible que se encuentren algunas alternativas para llevar a cabo el reciclaje sin embargo esto no significa que sean las únicas formas de llevarlo a cabo ya que hay la posibilidad que cada persona se invente una nueva forma la cual dependerá de la creatividad que ésta posea. Lo que sí es importante que se tenga en claro es que no hay una forma mejor o peor cuando se habla de materia de reciclaje, todo dependerá de las circunstancias en que este se de o de las necesidades que se tengan. Existen algunos métodos para llevar a cabo el reciclaje como ya se dijo con anterioridad a saber:

- Separación en la Fuente
- Separación Manual después del Recogido
- Separación Mecánica
- Reciclaje por Barrios
- Recolección Comercial

#### **SEPARACIÓN EN LA FUENTE**

La separación en la fuente consiste en la recuperación de los materiales reciclables en el lugar en que los desechos son originados. Normalmente estos lugares son los hogares, escuelas, industrias y los sectores comerciales. Una vez que los materiales han sido separados, éstos son llevados a los centros de acopio para su almacenamiento para su posterior procesamiento y su posible exportación.

Existen algunas ventajas al utilizar este método de reciclaje. Una de ellas es que los materiales que han sido recuperados no contaminan tanto debido a que no están mezclados con otros que pueden producir algún tipo de contaminante. La separación en la fuente ayuda a reducir la cantidad de desechos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios y por lo tanto éstos se ven beneficiados con una vida útil más larga. Además otra ventaja es que los costos de recolección de las Municipalidades se ven reducidos gracias a este tipo de reciclaje.

Los programas masivos de concientización a la ciudadanía se transforma en un factor que determinará el éxito o fracaso de la utilización de la separación en la fuente.

### **SEPARACIÓN MANUAL DESPUÉS DEL RECOGIDO**

Este tipo de separación consiste en que una vez que los materiales han sido recogidos, éstos son separados manualmente cuando llegan a los centros de acopio. Otra forma de llevar a cabo este tipo de separación es con los chamberos, los cuales la hacen en el origen para luego venderlas en los centros de acopio o fábricas de reciclaje.

No es recomendable llevar a cabo este tipo de separación cuando se presentan problemas de salud o seguridad ya que los materiales ya han sido mezclados con otros y gracias a esto, es posible que los materiales reciclables ya se encuentren contaminados.

### **SEPARACIÓN MECANICA**

Esta separación se puede considerar como otra forma de clasificar los desechos una vez hecha la recolección. Aquí se utilizan medios mecánicos o electromecánicos para la separación de los mismos. La ventaja de este métodos es que permite recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos que los métodos manuales.

### **RECICLAJE POR BARRIOS**

Este método requiere mucho de la colaboración comunitaria debido a que consiste en que los residentes de un sector o barrio determinado decidan formar contenedores en los cuales se arroja la

basura dependiendo de las características de los desechos que se depositan.

### **RECOLECCION COMERCIAL**

Este tipo es normalmente utilizada por una empresa que se dedica única y exclusivamente a la recolección de los desechos pero una vez que han sido clasificados por la familia o por una empresa determinada. Es una clase de separación en la fuente pero la recolección se lleva a cabo de forma tercerizada.

# **CAPITULO 4**

## **4 ESTUDIO DE MERCADO DEL SECTOR**

Para llevar a cabo el estudio de mercado se tendrán en consideración los aspectos más relevantes para determinar las características del sector que se está estudiando. Con estas características se podrán tomar importantes decisiones en el momento de llegar al desarrollo de dicho plan y así poder obtener el mejor estándar para la elaboración del programa en su totalidad. Las principales características que se estudiarán son: la selección del sector a estudiar; el análisis de la producción actual y proyectada de los desechos en el sector escogido; el análisis de la producción actual y proyectada de los materiales reciclados por parte de las empresas que actualmente existen; el análisis de los proveedores de los materiales que se requerirán en el desarrollo del programa; y, finalmente la descripción de la presentación de los productos reciclados para su venta.

### **4.1 Selección del sector a estudiar**



En los últimos 10 años, han habido importantes cambios favorables para Guayaquil, que constituye una de las ciudades más grandes del Ecuador. Gracias al programa de la M.I. Municipalidad de Guayaquil, "La Regeneración Urbana", esta ciudad ha iniciado este desarrollo en el núcleo de la misma convirtiéndose éste en uno de los principales atractivos turísticos de la zona. Obras como el Malecón 2000, la avenida 9 de Octubre y sus calles céntricas son fieles reflejos del desarrollo de este programa. Como ya se ha visto con anterioridad los límites establecidos para la etapa inicial de este programa incluyen todas las calles que han sido regeneradas y aquellas que se encuentran en proceso de regeneración fortaleciendo así el sector turístico.

Lo dicho anteriormente es el motivo principal por el cual se ha escogido este sector para el inicio de un nuevo programa, el cual puede generar un importante desarrollo urbano como ya lo ha hecho en su debido momento la ciudad de Loja por ejemplo.

Adicionalmente a esto, debido a que la salubridad de los ciudadanos guayaquileños es una constante preocupación para la M.I. Municipalidad de esta ciudad, nos lleva a tomar la decisión de proponer este programa mediante el cual se podrá mejorar la calidad de vida no sólo por la garantía de comenzar a poseer una ciudad

sana sino también por las plazas de trabajo que se puedan generar mediante este tipo de proyectos.

En conclusión podemos decir que son cinco los principales motivos que nos conducen a realizar este proyecto en la zona mencionada:

1. El crecimiento turístico del sector, lo que generaría una mayor riqueza para la ciudad.
2. El mejoramiento de la salud de los ciudadanos haciendo a Guayaquil una ciudad más productiva.
3. Contribuir socialmente generando más fuentes de empleo reduciendo los índices de desempleo.
4. La aceptación e introducción de la cultura del reciclaje para el programa en general lo cual facilitará la operación del mismo.
5. El hecho de realizarlo en el sector propuesto, facilita la gestión ya que es una zona que está sufriendo cambios importantes.

#### **4.2 Análisis de la producción actual y proyectada de desechos**

Actualmente en el sector mencionado viven aproximadamente 16005 habitantes repartidos en 4476 viviendas lo que nos da un promedio de 3.6 hab./vivienda según los datos proporcionados por el INEC y que fueron expuestos en la tabla 2.2. Según la Dirección de Aseo

Urbano de la M.I. Municipalidad de Guayaquil en un estudio realizado por esta unidad, se ha estimado que con esta población del sector que se está estudiando, se generaron aproximadamente 7,585.25 TM de basura en el año 2001 lo que significa que en ese año se estima que cada habitante producía diariamente 0.000988 TM.

Para determinar el modelo de pronóstico a utilizar para llevar a cabo el análisis de la producción proyectada de desechos se debe hacer una comparación entre los modelos que nos puedan ayudar a realizar el mejor pronóstico que en este caso son:

- *Modelo de Regresión Lineal*
- *Promedios Móviles*

La comparación entre estos dos modelos se hace partiendo los valores reales en dos secciones, la primera se tomará como valores reales y la segunda se pronosticará por los dos métodos en estudio, de tal forma que luego se analice la dispersión entre los valores reales y los pronosticados. El mejor método estará determinado por la menor suma de desviaciones en función de valor absoluto. Esta comparación se llevará a cabo para analizar tanto la población como la cantidad de desechos producida.

Se empezará por analizar la población de Guayaquil. Según los datos proporcionados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil en cuanto a la población de esta ciudad se refiere (Tabla 4.1), ésta se ha incrementado con el pasar de los años y a pesar que los datos no son muy abundantes, es posible realizar el análisis que se propone. Los datos expuestos tienen saltos de aproximadamente 10 años entre cada dato, esto se da porque éstos se obtuvieron en base a los datos históricos de los censos. Las dos secciones en que se partirá la muestra será: la primera, las poblaciones de los años 1950, 1962 y 1974; y, la segunda serán las poblaciones de 1982, 1990 y 2001.

ANO	POBLACION
1950	258966
1962	510804
1974	823219
1982	1199344
1990	1508444
2001	1985379

*Tabla 4.1 Población real de la ciudad de Guayaquil*  
*Fuente: M.I. Municipalidad de Guayaquil*

Al hacer el ejercicio de pronosticar y calcular las desviaciones de los valores de la segunda sección por ambos métodos se obtienen los resultados mostrados en la tabla 4.2. Como podemos observar, resulta ser que el mejor método para el pronóstico para el caso de la población de Guayaquil es la Regresión Lineal ya que la suma de las desviaciones es menor que la de los Promedios Móviles, además que al hacer el cálculo del coeficiente de determinación  $r^2$ , éste está establecido en 0.98. Adicionalmente como se puede ver en los

datos expuestos, la diferencia entre las desviaciones estándar de los dos ejercicios es muy amplia (175,346.22 para la regresión lineal contra 1,841,257.99 de los promedios móviles).

AÑO	POBLACION	PROMEDIOS MOVILES		REGRESIÓN LINEAL	
		PRONOSTICO	DESVIACION	PRONOSTICO	DESVIACION
1950	258966	--	--	--	--
1962	510804	--	--	--	--
1974	823219	--	--	--	--
1982	1199344	530996	472593,1673	1001207	41297,27475
1990	1508444	698083	573011,5815	1429706	88439,02491
2001	1985379	860155	795653,2379	1990707	45609,91621
		<b>SUMA TOTAL</b>	1841257,987	<b>SUMA TOTAL</b>	175346,2159

Tabla 4.2 Cuadro comparativo entre los métodos de pronósticos Promedios Móviles y Regresión Lineal (Población)  
FUENTE: Autor

Una vez que se tiene definido el método a utilizar se procede a realizar el pronóstico de la población para los años de vida útil del programa, el cual se ha determinado que sea de 10 años; es decir, que el pronóstico se llevará a cabo hasta el 2014. El método de pronóstico de Regresión Lineal viene dado por la recta de regresión siguiente:

$$y = ax + b$$

en donde:

$y$  = el valor que se quiere pronosticar en función de datos históricos.

$x$  = el valor correspondiente para el cual se desea hacer el pronóstico.

$a$  y  $b$  = constantes de ajuste de la recta de regresión.

Al realizar el pronóstico para la población de Guayaquil se tiene que para el 2014 podremos esperar una población de 2,331,439 habitantes como se lo puede ver en la tabla 4.3. Si se hace un análisis entre los datos reales (recordando que estos se encontraban con saltos de aproximadamente 10 años) y los pronosticados, se puede observar que si calculamos los incrementos de la población entre los dos tipos de datos, esto siguen su tendencia a la baja como se puede observar en la tabla 4.4.

Ahora es necesario realizar el mismo análisis de comparación para definir el modelo de pronóstico que mejor se ajuste para determinar la proyección de la cantidad de desechos que se generan en la ciudad de Guayaquil en el mismo periodo que se hizo el análisis de la población. Asimismo, se tiene que definir la sección que se tomará como prueba para el análisis, que en este caso será el periodo desde 1999 hasta el 2003 obteniendo los resultados que se pueden observar en la tabla 4.5, la cual nos indica que el mejor método para realizar el pronóstico también es el de la Regresión Lineal a pesar que su coeficiente de determinación esté ubicado en 0.79.

De esta forma la cantidad de desechos sólidos que se generarán hasta el año 2014 estará definida por regresión lineal y así se puede

estimar que para este año la cantidad de TM de desechos en la ciudad de Guayaquil se ubicará en 1,084,426.51 como se puede observar en la Tabla 4.6

ANO	POBLACION
1950	258966
1962	510804
1974	823219
1982	1199344
1990	1508444
2001	1985379
2002*	1920640
2003*	1954874
2004*	1989107
2005*	2023340
2006*	2057573
2007*	2091807
2008*	2126040
2009*	2160273
2010*	2194506
2011*	2228740
2012*	2262973
2013*	2297206
2014*	2331439

Tabla 4.3. Población proyectada de la ciudad de Guayaquil hasta el 2014

\* Proyectado

FUENTE: Autor

Años	Incremento de la población
1950-1962	97%
1962-1974	61%
1974-1982	46%
1982-1990	26%
1990-2001	32%
2001-2011*	12%

Tabla 4.4 Incremento de la población entre los años con datos reales y el pronóstico al 2011

\* Dato Pronosticado

FUENTE: Autor

Una vez que se ha hecho un análisis macro de la situación actual de la ciudad de Guayaquil en cuanto a población y generación de desechos, se procederá a analizar el sector en el cual se implementará en un principio el programa. Como se pudo observar en el Capítulo 2 (Tabla 2.2), se ha estimado que al sector en cuestión se pueden asignar porcentajes que representen la participación ciudadana de la ciudad en el sector mencionado y de esta forma se estimó que en el año 2001 (año en que fue realizado el censo) se produjeron 7,585.25 TM de desechos en el sector mencionado (ver Tabla 4.7).

AÑO	TM PRODUCIDAS	PROMEDIOS MOVILES		REGRESION LINEAL	
		PRONOSTICO	DESMACION	PRONOSTICO	DESMACION
1995	536388,96				
1996	609043,98				
1997	643570,03				
1998	738428,79				
1999	659531,07	631857,940	19667,85788	792019,325	93683,34357
2000	668619,06	637392,566	22080,46566	750093,275	57610,96992
2001	706147,74	642596,982	44937,17217	733344,0347	19230,68439
2002	770627,34	651675,661	84111,53855	743731,0243	19018,56723
2003	797795,15	666544,621	92808,13891	780193,0229	12446,58346
<b>SUMA TOTAL</b>		<b>263505,1732</b>		<b>SUMA TOTAL</b>	<b>201990,1486</b>

Tabla 4.5 Cuadro comparativo entre los métodos de pronósticos Promedios Móviles y Regresión Lineal (Desechos)

FUENTE: Autor

AÑO	TM PRODUCIDAS
1995	536388,96
1996	609043,98
1997	643570,03
1998	738428,79
1999	659531,07
2000	668619,06
2001	706147,74
2002	770627,34
2003	797795,15
2004*	820980,78
2005*	842783,82
2006*	869633,01
2007*	896482,19
2008*	923331,38
2009*	950180,57
2010*	977029,76
2011*	1003878,94
2012*	1030728,13
2013*	1057577,32
2014*	1084426,51

Tabla 4.6 Proyección de las TM de desechos a producir hasta el 2014

\* Proyectado

FUENTE: Autor

# ZONA	POBLACION A ANALIZAR (HAB.)	VIVIENDAS A ANALIZAR (UNID.)	% DE POBLACION	TM GENERADAS
165	310	83	0,02%	110,27
166	2484	702	0,13%	883,55
168	308	351	0,02%	109,55
169	4360	1048	0,22%	1550,84
170	1586	494	0,08%	564,14
171	618	185	0,03%	219,82
172	1727	552	0,09%	614,29
173	1924	631	0,10%	684,36
174	2410	726	0,12%	857,23
175	2792	829	0,14%	993,11
176	1375	372	0,07%	489,08
167	471	132	0,02%	167,53
181	960	267	0,05%	341,47
<b>TOTAL</b>	<b>21325</b>	<b>6372</b>	<b>1,07%</b>	<b>7585,25</b>

Tabla 4.7 TM de desechos sólidos generadas en el sector estudiado

FUENTE: Autor



Si se asume que la proporción (1.07% de la población) se mantiene para el periodo 2004-2014 en el sector se pueden estimar las cantidades de desechos que se generarán en función del cálculo de las poblaciones proyectadas en el estudio que se hizo anteriormente como se lo puede observar en la Tabla 4.8.

AÑO	POBLACION	% DE POBLACIÓN	TM TOTALES PRODUCIDAS	TM PRODUCIDAS EN EL SECTOR
2001	1985379	1,07%	706147,74	7585,25
2002*	1920640	1,07%	770627,34	8277,87
2003*	1954874	1,07%	797795,15	8569,70
2004*	1989107	1,07%	820980,78	8818,75
2005*	2023340	1,07%	842783,82	9052,95
2006*	2057573	1,07%	869633,01	9341,36
2007*	2091807	1,07%	896482,19	9629,77
2008*	2126040	1,07%	923331,38	9918,17
2009*	2160273	1,07%	950180,57	10206,58
2010*	2194506	1,07%	977029,76	10494,99
2011*	2228740	1,07%	1003878,94	10783,39
2012*	2262973	1,07%	1030728,13	11071,80
2013*	2297206	1,07%	1057577,32	11360,21
2014*	2331439	1,07%	1084426,51	11648,61

Tabla 4.8 Proyección de las TM a producir en el periodo 2004-2014

FUENTE: Autor

El cálculo de las TM proyectadas se lo hace en función de la proyección de la población que se realizó anteriormente de manera que manteniendo constante la participación de la población y estimando la cantidad de desechos producidas por habitante podemos tener la cantidad que deseamos calcular con la siguiente fórmula:

$$TM^* = \frac{Población}{TM} * (\%Población * Población)$$

en donde:

$TM^*$  = TM a producir en el sector estudiado

$TM$  = TM totales producidas en un año determinado.

$Población$  = Población total de la ciudad de Guayaquil

$\%Población$  = Porcentaje de la población que se estima en el sector.

Como se puede observar en la Tabla 4.9, se espera que para el 2004 se produzcan 8,818.75 TM en el sector estudiado y con este valor se partirá para realizar cálculos futuros como el tamaño de la planta por ejemplo. Este análisis podrá ser utilizado para hacer cálculos de expansión ya que está estipulado que el programa crezca en función de la regeneración y además con las zonas residenciales.

Una vez que se tiene hecho el análisis correspondiente, hay que pasar a estudiar el porcentaje de participación que tienen los desechos sólidos en la recolección de basura que ha sido recolectada en los años que se tienen los datos. Según la Dirección de Medio Ambiente en un Estudio realizado por el Consorcio ISTA - CPR, la composición de los desechos que se recolectan en la ciudad es como se muestra en la Tabla 4.9

Como se puede observar en el cuadro expuesto, al hacer el cálculo de la cantidad de TM a producir de papeles, cartón, plásticos,

metales y vidrio; éste se estima en 1,424.97 TM en la fuente generadora y en 1,896.65 en la disposición final; el desglose de este cálculo se lo puede observar en el Tabla 4.10.

COMPOSICIÓN FÍSICA			PORCENTAJE (%)		CANTIDAD (TM)	
			FUENTE GENERADORA	DISPOSICIÓN FINAL	FUENTE GENERADORA	DISPOSICIÓN FINAL
CLAVE	PRODUCTOS	SUBPRODUCTOS	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
1	ALGODÓN		0,00%	0,00%	0,00	0,00
2	CARTÓN		2,11%	3,00%	186,08	264,56
1.1		TETRABRIK	0,11%	0,14%	9,70	12,36
1.2		CORRUGADO	0,34%	0,66%	29,98	59,97
1.3		OTROS	1,66%	2,18%	146,39	192,25
3	CUERO		0,08%	0,07%	4,41	6,17
4	RESIDUO FINO		1,48%	0,66%	130,52	57,32
5	ENVASE DE CARTON ENCERADO		0,00%	0,00%	0,00	0,00
6	FIBRA DURA VEGETAL		0,20%	0,60%	17,64	52,91
7	FIBRA SINTÉTICA		0,08%	0,38%	4,41	33,51
8	HUESO		0,11%	0,38%	9,70	33,51
9	HULE		0,13%	0,17%	11,46	14,99
10	LATAS DE ALUMINIO		0,08%	0,07%	5,29	6,17
11	LOZA Y CERÁMICA		0,27%	0,10%	23,81	8,82
12	MADERA		0,55%	0,54%	48,50	47,62
13	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		0,20%	0,08%	17,64	5,29
14	MATERIAL FERROSO		0,99%	0,81%	83,78	71,43
14.1		LATA METÁLICA	0,89%	0,79%	74,98	69,67
14.2		ALAMBRE	0,02%	0,02%	1,76	1,76
14.3		OTROS	0,08%	0,00%	7,06	0,00
15	MATERIAL NO FERROSO		0,00%	0,00%	0,00	0,00
16	PAPEL		8,33%	13,99%	734,60	1233,74
16.1		PERIÓDICO Y REVISTAS	4,09%	3,84%	360,69	338,64
16.2		HIGIÉNICO	2,77%	6,54%	244,28	576,75
16.3		BOND Y OTROS	1,47%	3,61%	129,64	318,36
17	PAÑAL DESECHABLE		1,88%	2,05%	165,79	180,78
18	PLÁSTICO PELÍCULA		3,84%	5,03%	338,64	443,58
19	PLÁSTICO RÍGIDO		2,06%	2,81%	181,67	247,81
19.1		FET	0,30%	0,29%	26,46	25,57
19.2		HOPE	0,08%	0,33%	7,06	29,10
19.3		PVC	0,08%	0,33%	5,29	29,10
19.4		LDPE	0,08%	0,00%	2,65	0,00
19.5		PS	0,32%	0,43%	28,22	37,92
19.6		PP	0,19%	0,17%	16,76	14,99
19.7		ACETATO DE CELULOSA	0,06%	0,03%	5,29	2,65
19.8		NO IDENTIFICADOS	1,02%	1,23%	89,95	108,47
20	POLIURETANO		0,07%	0,07%	6,17	6,17
21	POLIESTIRENO EXPANDIDO		0,10%	0,10%	8,82	8,82
22	RESIDUOS DE JARDINERÍA		30,16%	24,27%	2659,74	2140,31
23	RESIDUOS ALIMENTICIOS		39,50%	38,01%	3483,41	3352,01
24	TRAPOS		1,88%	1,72%	164,03	151,68
25	VIDRIO DE COLOR		0,48%	1,25%	43,21	110,23
25.1		AMBAR	0,00%	0,70%	0,00	61,73
25.2		ESMERALDA	0,43%	0,10%	37,92	8,82
25.3		GEORGA	0,06%	0,45%	5,29	39,68
25.4		FLAND	0,00%	0,00%	0,00	0,00
26	VIDRIO TRANSPARENTE		1,48%	1,25%	131,40	110,23
27	OTROS		2,02%	0,88%	178,14	78,49
<b>SUBTOTAL</b>			<b>97,96%</b>	<b>98,27%</b>	<b>8638,85</b>	<b>8666,19</b>
<b>PERDIDAS</b>			<b>2,04%</b>	<b>1,73%</b>	<b>179,90</b>	<b>152,56</b>
<b>TOTAL</b>			<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>8818,75</b>	<b>8818,75</b>

Tabla 4.9 Composición de los desechos en la ciudad de Guayaquil

Fuente: Dirección de Medio Ambiente, "ESTUDIO DE UN PROGRAMA DE RECICLAJE EN LA FUENTE Y EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS"

COMPOSICIÓN FÍSICA		PORCENTAJE (%)		CANTIDAD (TM)	
		FUENTE GENERADORA	DISPOSICIÓN FINAL	FUENTE GENERADORA	DISPOSICIÓN FINAL
PRODUCTOS	SUBPRODUCTOS	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
CARTÓN		2,11%	3,00%	186,08	264,56
	TETRABRİK	0,11%	0,14%	9,70	12,35
	CORRUGADO	0,34%	0,68%	29,98	59,97
	OTROS	1,66%	2,18%	146,39	192,25
LATAS DE ALUMINIO		0,06%	0,07%	5,29	6,17
PAPEL		8,33%	13,99%	480,32	657,00
	PERIODICO Y REVISTAS	4,09%	3,84%	360,69	338,64
	BOND Y OTROS	1,47%	3,61%	129,64	318,36
PLÁSTICO PELÍCULA		3,84%	5,03%	338,64	443,58
PLÁSTICO RÍGIDO		2,06%	2,81%	181,67	247,81
	PET	0,30%	0,29%	26,46	25,57
	HOPE	0,08%	0,33%	7,06	29,10
	PVC	0,06%	0,33%	5,29	29,10
	LDPE	0,03%	0,00%	2,65	0,00
	PS	0,32%	0,43%	28,22	37,92
	PP	0,19%	0,17%	16,76	14,99
	ACETATO DE CELULOSA	0,06%	0,03%	5,29	2,65
	NO IDENTIFICADOS	1,02%	1,23%	89,95	108,47
POLIURETANO		0,07%	0,07%	6,17	6,17
POLIESTIRENO EXPANDIDO		0,10%	0,10%	8,82	8,82
VIDRIO DE COLOR		0,49%	1,25%	43,21	110,23
	AMBAR	0,00%	0,70%	0,00	61,73
	ESMERALDA	0,43%	0,10%	37,92	8,82
	GEORGIA	0,06%	0,45%	5,29	39,68
	PLANO	0,00%	0,00%	0,00	0,00
VIDRIO TRANSPARENTE		1,49%	1,25%	131,40	110,23
<b>SUBTOTAL</b>		18,55%	27,57%	1391,60	1854,58
<b>PERDIDAS</b>		0,38%	0,48%	33,37	42,06
<b>TOTAL</b>		18,93%	28,05%	1424,97	1896,65

Tabla 4.10 Cálculo de la cantidad de TM que se pueden considerar para su procesamiento en el sector estudiado.

FUENTE: Autor

Dado que la cantidad de desechos generados en la fuente no es muy alta, deja abierta la posibilidad de decir que la planta que se va a instalar es una manual, éste análisis se lo podrá observar en el capítulo 5.

#### 4.3 Análisis de la producción actual y proyectada de los materiales reciclados dentro del programa.

Haciendo referencia en un principio al papel que es el producto más fuerte en el estudio propuesto (entiéndase por fuerte al producto que proviene de un mayor volumen de desechos), DED (Servicio Alemán

de Cooperación Social-Técnica) del Ecuador indica que en dicho país únicamente son dos compañías las mayores productoras de papel, éstas son: Papeleras Nacionales y Cartopel cuyas fábricas se encuentran en Cuenca, Guayaquil y Quito. Esto nos da la seguridad que en los inicios del programa podamos tener un mercado al cual atacar. Además dicha institución indica que las condiciones de compra y calidad que estas dos empresas determinan, no son muy diferentes entre ellas, lo que nos deja la posibilidad de pensar que con una buena calidad y negociación del precio de venta se pueda asegurar aún más este mercado tan importante. Como se pudo observar en el Capítulo 2 pocas son las empresas que se dedican al reciclaje como tal y las pocas que se dedican a dicha actividad, la realizan para su propio beneficio, las demás la realizan de forma artesanal.

#### **4.4 Análisis de los proveedores de materiales requeridos**

En las plantas manuales como la propuesta en el presente estudio, los materiales que se requieren no son muy complicados de conseguir. A continuación se podrá observar las herramientas, materiales y obviamente la vestimenta que los trabajadores deben vestir en una planta de reciclaje manual. Esta última parte de la vestimenta no es muy complicada. Lo que se necesita básicamente

son overoles, botas de caucho o zapatos de seguridad (recomendable), guantes y mascarillas. Las herramientas y materiales que se necesitan para la correcta operación de una planta manual se detallan en las tablas 4.11 y 4.12.

Herramienta	Función
Guillotina	La guillotina es necesaria para cortar fundas muy grandes y recipientes de plástico en dos.
Cuchillo y/o machete	Abrir los lados de las fundas, tareas misceláneas
Rastrillo tipo diablo	El diablo sirve para coger fundas llenas de basura o montículos de basura suelta; sirve para cargar el material a carretillas etc.
Imán	Separa material férreo de otros metales
Rastrillo	Coger basura suelta de pequeño tamaño, formar montículos (limpieza de la planta)
Cogedor	Limpieza de la planta
Escoba	Limpieza de la planta
Manguera	Limpieza de la planta, lavado de carretillas y otro equipo
Carretilla	Transporte de los desechos no recuperables al relleno sanitario
Carros manuales	Transporte interno de materiales sueltos, saquillos y bultos
Martillo, playo, destornilladores y llaves	Reparaciones y arreglos
Pala	Cargar y descargar basura suelta de pequeño tamaño (limpieza de la planta, descarga de materiales no recuperables)
Pico metálico	Sacar cuellos de botella cuando contienen trozos metálicos o de plástico

*Tabla 4.11 Herramientas a utilizar en la planta de reciclaje para su correcta operación.  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)*

Material	Uso
Alambre	Amarrar bultos
Hilo	Fijar o colgar materiales, amarrar paquetes y saquillos
Cuadernos	Registro de pesa, registro de materiales ingresados y egresados, contabilidad, direcciones y teléfono de compañías compradores
Lápices o esferos	Registrar y escribir,
Marcador o pintura con pincel	Marcar bultos o saquillos
Clavos y tornillos	Arreglos varios
Palos y planchas	Construcciones internas (ej. rampa, escalera etc.)
Saquillos	Almacenaje de material no prensado o no compactable

*Tabla 4.12 Materiales a utilizar en la planta de reciclaje para su correcta operación.  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)*

Como se pudo observar, los materiales que se van a requerir no son muy complicados de conseguir y en muchos casos, se tratan de herramientas caseras. Estos materiales se pueden conseguir a buenos precios cuando se los compra al por mayor y en realidad no constituyen una gran inversión. Este tipo de materiales se los puede conseguir sin ningún problema en ferreterías pequeñas o en su

defecto en las grandes. Incluso algunos materiales se pueden encontrar en lugares como mercados municipales o de remate. De esta forma llegamos a la conclusión que los materiales no constituyen una limitante para la puesta en marcha del proyecto e incluso se puede economizar la adquisición de los mismos de algunas formas.

#### **4.5 Descripción de la presentación de los productos reciclados para su venta**

En algunos casos los materiales reciclados tendrán presentaciones parecidas y esto tendrá mucha importancia en el momento de diseñar la administración logística de los materiales. Se va a describir la presentación de cada tipo de material: Plásticos, papeles, vidrio y aluminio.

**PLÁSTICOS:** Se presentarán en sacos de 25 Kg. cada uno en forma de pelet para la comercialización como materia prima.

**PAPELES:** La presentación de los papeles o cartón según sea el caso se la va a hacer en bultos de 0.5 TM cada uno.

**VIDRIO:** En el caso de vidrio se tendrá básicamente dos presentaciones. El vidrio molido se presentará de igual forma que los plásticos, en sacos de 25 Kg. cada uno. En el caso de la venta

por unidad se lo puede hacer en jabs plásticas como se comercializan las colas o en su defecto cartones en los que se pueda almacenar otro tipo de botella como las de licor por ejemplo.

ALUMINIO: Este tipo de material se presentará de forma parecida al papel pero el bulto será de 1 TM. Esto se debe a que el aluminio tiene mayor capacidad de compresión pero justamente por esto se puede transportar una mayor cantidad ocupando menos espacio.



# **CAPITULO 5**

## **5. ESTUDIO TÉCNICO**

Dentro de este capítulo se podrá observar los principales análisis que se han considerado para llevar a cabo el diseño del plan. Se iniciará por la revisión de los sectores considerados para el estudio además de la posible ampliación de alcance cuya posibilidad se planteó en el capítulo 4. Luego de considerar que el sector al cual se hace referencia no produce un gran volumen de desechos, no se justifica el excluir a ciertas zonas que se encuentran rodeadas de otras que sí se verán beneficiadas por la elaboración del plan. Una vez que esté totalmente definido el alcance, se podrá entonces proceder a determinar cuál será la mejor estrategia de transporte para la recolección de los desechos. Luego de este análisis de rutas, se definirá la ubicación que más convenga para la instalación de la planta y de esta forma se podrá entrar más en materia del proceso productivo; las maquinarias y equipos a utilizar; el diseño logístico del

programa; y, finalmente llegar al análisis de expansión y el requerimiento de personal necesario para la operación del programa.

Para proceder con la instalación de una planta de reciclaje lo primero que hay que llevar a cabo es un correcto análisis de la basura el cual constituye una base para su construcción específicamente de las unidades más críticas en una planta de esta naturaleza como son:

- La decisión de construir una planta de reciclaje manual o mecanizada.

Según el DED (Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica) cuando se trata de sitios o comunidades pequeñas en donde la cantidad de desechos e ingresos esperados no justifican la inversión en máquinas e infraestructura es recomendable la instalación de una planta manual. Sin embargo la decisión de construir una planta mecanizada o manual dependerá únicamente, en el caso del proyecto en cuestión, de la cantidad de basura que se produce en el sector seleccionado. De esta forma se llega a la conclusión que para el sector seleccionado basta con la construcción de una planta de reciclaje manual. Una planta de reciclaje mecanizada es recomendable instalarla cuando se producen como mínimo 100 TM diarias de desechos por día.

- El dimensionamiento de algunas máquinas a utilizar en la planta a construir. En este punto el análisis de la basura influirá mucho en la

construcción y dimensionamiento de máquinas auxiliares y los escenarios de rentabilidad partiendo del estudio de mercado.

Como se podrá observar en el análisis de expansión se estimará que en el 2004 y 2005 se recolectará un total de 1,667.21 TM y 4,085.88 TM de desechos sólidos respectivamente en el sector seleccionado. Tomando como base el dato del año 2005, esto significa que diariamente se producirán 11.34 TM. Según la Dirección de Aseo Urbano, esta basura posee una densidad de compactación de 784.87 Kg/m<sup>3</sup> o su equivalente en TM que sería de 0.78487 TM/m<sup>3</sup>. Partiendo de esta densidad y de la producción promedio diaria de basura que se genera en la ciudad de Guayaquil se puede obtener el volumen que ocuparía esa cantidad de desechos multiplicando ambos parámetros y de esta forma se puede decir que el volumen que ocuparía esta cantidad es de 14.46 m<sup>3</sup>.

### **5.1 Sectorización para el análisis de rutas.**

Para esta primera parte es necesario considerar la ampliación del alcance del programa, incluyendo ciertos sectores que sin ningún problema se puedan beneficiar del plan sin la necesidad de ser zonas regeneradas. Esta decisión nace del análisis que se realizó en el capítulo 4 cuando se llegó a la conclusión que al estimar la cantidad de desechos producidos por las zonas regeneradas, ésta

no es muy alta de tal forma que el hecho de incrementar el alcance del plan en esta primera fase, no afectaría a la operación del mismo.

Como se puede observar en el apéndice I, existen zonas que no serán beneficiadas y que si se procede únicamente con las zonas regeneradas, éstas no pasarían a formar parte del programa, sin embargo se las puede incluir, ya que además de incrementar la cantidad de desechos, no se justifica tener estos pequeños sectores aislados de los demás. Con la inclusión de estos pequeños sectores, la zona de impacto en la que será más amplia y por ende su alcance será mayor.

De esta forma al hacer el recálculo del alcance del proyecto, la cantidad de TM de desechos sólidos que se producirán será de 1,667.21 y ya no de 1,424.97 como se había establecido en un principio. Esto favorece tanto a la comunidad como a los intereses del programa ya que se produce un incremento en el alcance del 17%. Otro punto a favor del incremento es que éste deja establecido dos bloques en el centro claramente identificados constituyéndose en la base para desarrollar una correcta sectorización.

Para no cambiar la lógica con la que se ha venido trabajando Vachagnon en la recolección de basura en general, se partirá de la sectorización que dicha empresa ya tiene establecida y en la medida

que se requieran cambios se harán, sin embargo, éstos no serán radicales. Actualmente Vachagnon posee, en los límites del proyecto que se está estudiando, una sectorización como se muestra en la Tabla 5.1:

ZONA	LIMITES
<b>ZONA 1</b>	<b>Cuadrante:</b> Portete, Julián Coronel, Av. Quito, Malecón Simón Bolívar
<b>ZONA 2</b>	<b>Cuadrante:</b> Av. Quito, Tungurahua, Portete, Pedro Gual, Piedrahita
<b>ZONA 8</b>	Cerro del Carmen, Cerro Santa Ana <b>Cuadrante:</b> Julián Coronel, Morán de Buitrón, Río Guayas, Av. Pedro Menéndez Gilbert

*TABLA 5.1 Zonas establecidas por el Consorcio Vachagnon para la recolección de los desechos  
FUENTE: Consorcio Vachagnon en publicaciones hechas al Diario El Universo*

Se puede heredar esta sectorización para llevar a cabo el diseño de las rutas que se van a seguir para la recolección de los desechos sólidos. Asimismo en la medida que el programa vaya creciendo se tendrá que revisar la sectorización que Vachagnon posea en ese instante. De esta forma se podrá mantener la lógica y la frecuencia de recolección que se tienen establecidos. A continuación se muestra en la Tabla 5.2 el detalle de los horarios de recolección de los desechos sólidos para la operación del programa; de tal forma que una vez que se tienen las frecuencias de recolección se tienen los datos necesarios para definir la ruta a seguir:

ZONA	HORARIO DE RECOLECCIÓN
<b>ZONA 1</b>	<b>De Lunes a Domingo:</b> 19H30 - 03H30
<b>ZONA 2</b>	<b>De Lunes a Domingo:</b> 19H30 - 03H30
<b>ZONA 8</b>	<b>Martes, Jueves y Sábado:</b> 8H00 - 16H00

*Tabla 5.2 Horario de recolección establecido por el Consorcio Vachagnon  
FUENTE: Consorcio Vachagnon en publicaciones hechas en el Diario El Universo*

## **5.2 Análisis de rutas para la recolección de los desechos**

Para el caso de las rutas a seguir para la recolección de desechos se va a tomar la misma planificación que ya tiene establecida Vachagnon. El hecho de manejar esta parte del proyecto da muchas ventajas mas ya que se trata de un proyecto piloto y no es necesario realizar importantes estudios para el efecto además que la cantidad de desechos no justifica hacer un análisis de esta naturaleza. En el transcurso del tiempo y con la experiencia, se va a poder realizar cambios importantes en el mismo. Dentro de las ventajas más importantes de seguir con este esquema son las siguientes:

- No se requerirá de una campaña masiva para un nuevo horario de recolección ya que los ciudadanos que habitan en esta zona tienen la costumbre de disponer sus desechos en el horario que Vachagnon ha dispuesto.
- Debido a lo anteriormente expuesto, reduce la inversión inicial para la puesta en marcha del plan debido al costo de investigación inicial que se requeriría en el caso de realizar un estudio de esta naturaleza.

- Se podrá reducir la carga de trabajo y con esto mejorar la calidad de servicio que actualmente Vachagnon ofrece a la zona.
- En general, facilita la gestión y la toma de decisiones inicial que el proyecto demanda, lo cual es una ventaja para el tiempo de implantación del plan.

Con todos estos justificativos el horario y las rutas de recolección quedan establecidas como ya se lo expuso en el subcapítulo anterior.

### **5.3 Selección del lugar para la instalación de la planta y determinación del tamaño**

Para el caso de estudio no es necesario llevar a cabo un estudio muy exhaustivo para la selección del lugar para la instalación de la planta debido a las recomendaciones que hace el DED para la misma. Además en el caso que se lleve a cabo un análisis detallado como el de Brown y Gibson es claro que no se tendrá una macrolocalización puesto que una sola microlocalización sería suficiente. Según el DED el lugar más recomendable para la instalación de una planta de reciclaje es el lugar que se encuentre más cerca del botadero municipal independientemente del tamaño y tipo de planta (manual o mecanizada). Un ejemplo de esto es las

ciudades de Macas y Zamora en donde el reciclaje se lo realiza en el mismo sitio del relleno sanitario. Para este estudio se va a tomar en cuenta dicha recomendación además que prácticamente se trata de un plan piloto por la cantidad de desechos sólidos que se van a tratar.

Para la definición del tamaño de la planta se va a partir de la estrategia de producción que se va a seguir (push). Debido a este tipo de estrategia en donde la producción no está determinada por el mercado, se va a considerar como tamaño de planta a la capacidad que debe tener la planta para producir la cantidad de desechos generados por el sector seleccionado. Como se lo podrá revisar en el análisis de expansión, la cantidad de desechos sólidos que se producirán a lo largo del año 2004 y al final del 2005 es de 1,667.21 y 4,085.88 TM respectivamente. Además de esto se considera que se trabajarán 52 semanas de 5 días como ya se lo podrá observar más adelante. De estas consideraciones se desprende el cálculo como se lo puede ver a continuación:

$$PAD_{2004} = 1667.21 * (1 - 0.02) = 1633.87TM$$

$$PD_{2004} = \left( \frac{1633.87}{52 * 5} \right) = 6.28 \frac{TM}{día}$$

$$PD_{2005} = \left( \frac{4004.16}{52 * 5} \right) = 15.4 \frac{TM}{día}$$



en donde:

*PAD<sub>2004</sub>*: Producción anual de desechos en el 2004

*PD<sub>2004</sub>*: Producción diaria promedio en el 2004

*PD<sub>2005</sub>*: Producción diaria promedio en el 2005

Como se puede observar para el 2004 se va a requerir una capacidad de planta para procesar 6.28 TM por día, mientras que en 2005 por el análisis de expansión se requerirá de una capacidad de 15.4 TM por día. Este cálculo parte de la suposición que en el proceso de recolección existen pérdidas del 2% y que al lugar de recuperación llegará sólo el 98% del material reciclable, es por esto que en el cálculo se multiplica por el factor correspondiente. Es importante que la maquinaria que se vaya a utilizar se la adquiera en función de la capacidad requerida para el 2005. Esta capacidad constituye la base para el inicio del proyecto, sin embargo en el transcurso del tiempo si se requiere mayor capacidad se podrá decidir incrementar los horarios de trabajo hasta 24 horas en el día si así se lo requiere.

#### **5.4 Descripción del proceso productivo del reciclaje**

##### **DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA MANUAL DE RECICLAJE**

Como se dijo anteriormente, el DED recomienda que en lugares donde la producción de basura no justifica la inversión de compra o construcción de maquinarias, se lleve a cabo la construcción de una planta manual el cual sería el caso del estudio en cuestión. Básicamente, una planta manual de reciclaje está compuesta de cuatro unidades que se detallan a continuación:

#### UNIDAD 1: Area de Descarga y de Clasificación

Esta constituye una primera etapa del proceso de reciclaje la cual posee tres alternativas de ubicación que ya se estudió en el sub capítulo de selección del lugar para la instalación de la planta. En esta primera etapa se realiza una clasificación de los materiales que se reciclarán en el proceso. Esta operación puede ser realizada sobre una banda de reciclaje sobre la cual se transportarán los materiales recolectados. Cabe recalcar que esta operación se facilita ya que se está proponiendo que el programa sea realizado estableciendo una cultura en la ciudadanía para que se realice una separación preliminar en la fuente generadora de desechos.

Por lo general, la banda de reciclaje posee un ancho de un metro independientemente de la cantidad de desecho que se procese. La dimensión que realmente varía dependiendo de la cantidad de desechos que estén procesando es el largo de dicha banda. En

plantas grandes que generalmente son del tipo mecanizadas, la longitud de la banda varía entre 10 y 30 metros con una velocidad promedio de entre 0.5 y 1 m/s., sin embargo en el caso de la planta que se propone en este estudio, el largo de la misma será mucho menor. Las especificaciones de la banda se la puede observar en el sub capítulo 5.5

### UNIDAD 2: Almacén de materiales reciclables

La construcción de un almacén de materiales reciclables es sumamente indispensable en una planta de reciclaje por muy pequeña que sea y con mucha más razón si en dicha planta se recupera papel y cartón debido a que el precio a que estos materiales sean vendidos son muy susceptibles de perder valor debido al porcentaje de humedad que tengan. En el estudio en cuestión resulta una decisión muy importante ya que en Guayaquil suele llover en muchas ocasiones hasta la mitad del año cuando se presenta el Fenómeno El Niño.

A pesar que se habla de la construcción de un almacén, éste no es muy costoso ya que generalmente se puede construir con los mismos materiales que se recogen y que no son recuperables. Según el DED, estos materiales pueden ser palos de eucalipto o guadua en el caso de las paredes y en el caso del techo, éste puede

ser de helecho o pasto, y en el caso que éstos últimos sean escasos, se puede utilizar plásticos de invernadero desechados. Una recomendación adicional para la construcción es que se coloquen por lo menos dos paredes en una dirección a favor del viento para proteger de mejor forma a aquellos materiales que son más susceptibles de ser destruidos.

Finalmente este almacén debe estar adyacente al área de clasificación y además debe ser accesible para los compradores. Esto es recomendable para disminuir costos de transporte y además nos da la pauta que el flujo de producción será en U.

### UNIDAD 3: Prensado

En esta unidad de una planta de reciclaje manual se debe decidir qué tipo de prensa se va a utilizar: Manual o Hidráulica. La decisión de utilizar un tipo u otro depende de los factores que se observan en la Tabla 5.3 que como se puede observar para el caso de la planta que se está tomando en consideración es recomendable utilizar una prensa hidráulica ya que la cantidad de desechos a procesar son mayores a 500 kg.

De todos estos criterios expuestos el único punto que se podría tener en contra sería el presupuesto ya que dependerá de la

capacidad económica de los inversionistas que decidan implantar el proyecto.

#### UNIDAD 4: Piscinas o Tanques de lavado

El DED recomienda para el caso de los plásticos, lavar los elementos de este material de forma manual en piscinas que pueden ser construidas de hormigón, ladrillo o en su defecto en tanques de plásticos. Debido a que se puede utilizar el mismo tipo de piscina para el lavado del vidrio ya sean botellas o recipientes, es recomendable por la cantidad de desechos a procesar que sean piscinas construidas de hormigón o ladrillo ya que en algunas ocasiones es necesario dejar algunos recipientes de vidrio remojando para sacar las etiquetas que posean.

Criterio	Prensa manual	Prensa hidráulica
Cantidad de material para prensar > 500 kg/d	NO	SI
Cantidad de material para prensar < 500 kg/d	SI	NO
Luz eléctrica no se dispone, o es difícil y cara de conseguir	SI	NO
Materiales rígidos (recipientes y botellas de plástico, latas) constituyen una gran parte (> 30 %) de los materiales vendibles	NO	SI
Mano de obra es barata	SI	NO
No hay presupuesto suficiente para la inversión	SI	NO

*Tabla 5.3 Criterios de selección entre una prensa manual y una hidráulica  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)*

Para el caso de los vidrios se recomienda sacar aquellos picos de las botellas que tienen anillos metálicos, filtros plásticos o algún otro accesorio que contengan las botellas para que quede vidrio puro.

Una vez lavados los materiales se procede al secado. El procedimiento más recomendable para secado es al aire libre de los materiales plásticos y de vidrio. Para el caso de la fundas plásticas, éstas se deben secar colgadas en cordeles como se lo hace con la ropa.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LOS MATERIALES A RECICLAR**

### PLÁSTICOS:

Para el reciclaje de los plásticos existen tres alternativas:

1. El reciclaje químico
2. La recuperación de energía
3. El reciclaje mecánico

De estas tres alternativas se utilizará el reciclaje mecánico debido a que en es en el método que se tiene más experiencia ya que según el DED, es el método que se utiliza en el Ecuador para el reciclaje de este material. En primera instancia se describirá los dos últimos métodos para luego entrar en detalle en aquel que se utilizará.

1. Reciclaje Químico

El reciclaje químico consiste en la descomposición de los plásticos usados con anterioridad en sus componentes más sencillos conocidos como monómeros. Esta clasificación de plásticos puede constituir materia prima para la industria fabricante de productos en base al plástico. Los procesos que se realizan dentro del procesamiento químico de los plásticos incluyen: la pirólisis, la hidrogenación, la gasificación o tratamiento con disolventes. Las desventajas de proceder en función a este método es que los procesos que se manejan son sumamente complejos, nuevos y requieren de un costo de inversión sumamente alto; sin embargo tiene la ventaja de poder tratar polímeros termoestables y plásticos de descomposición compleja.

## 2. Recuperación de Energía

El siguiente método para el tratamiento de plásticos es la recuperación de energía la cual parte del principio que los plásticos se elaboran a base de petróleo y por lo tanto poseen un valor calorífico elevado y en muchos casos más alto que el del carbón o el del fuelóleo. En los casos de los materiales plásticos que no tienen un mercado para su venta o bien son demasiado contaminados para ser recuperados, se puede estudiar la alternativa de ofrecerlo en la

industria cementera para que sea utilizado como un combustible alternativo.

### 3. Procesamiento Mecánico

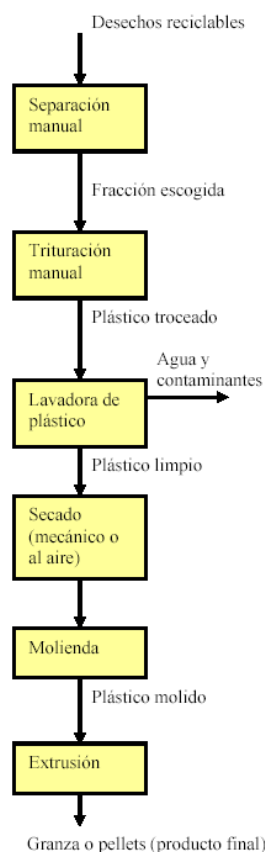
Finalmente se describirá el método del reciclaje mecánico de los plásticos. Generalmente los plásticos se pueden vender en un mejor precio cuando han pasado por un proceso posterior y no sólo han sido clasificados y limpiados. La presentación más común de la materia prima para la elaboración de productos de plásticos son los pelets. En función a esto se puede aprovechar obteniendo un mejor precio una vez molidos y finalmente peletizados. Una vez que los plásticos han sido clasificados y lavados pasan por un molino que dependiendo del grado de contaminación que los materiales posean, el proceso puede ser realizado en diferentes órdenes de sucesión. Es decir que dependiendo del grado de contaminación pueden ser utilizadas varias piscinas de lavado hasta obtener un material suficientemente limpio para ser procesado.

Una vez que el material ha sido triturado o molido se procede a la preparación final del producto que básicamente consiste en un lavado y separación de sustancias contaminantes. Este proceso se puede repetir si así se lo desea para garantizar una buena calidad del producto. Luego de ser lavado, el material pasa por una

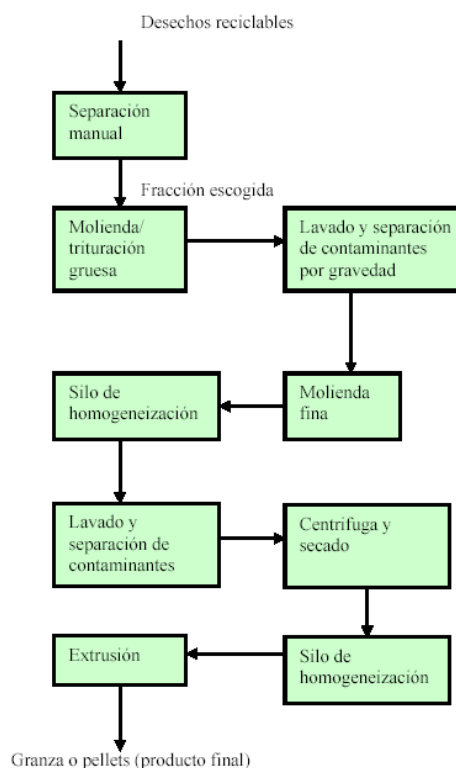


centrífuga y una secadora para que antes de ser llevado a la extrusora y peletizadora, se almacene en un silo o una tolva dependiendo de la cantidad que se esté procesando. Después que el plástico ha sido extruido y peletizado, éste se lo ensaca y se lo almacena en la segunda unidad de la planta manual de reciclaje. En la Figura 5.1 se muestra dos alternativas del flujo que se sigue para el procesamiento mecánico de los plásticos.

*Alternativa A: Proceso casi manual*



*Alternativa B: Proceso avanzado*



*Figura 5.1 Alternativas para el procesamiento de plástico reciclado*  
 Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)

Debido a que la planta que se expone en el proyecto es manual, lo recomendable es seguir el proceso manual ya que el otro proceso demanda una mayor inversión por las máquinas que se utilizarían. Según el DED los plásticos más idóneos para el reciclaje son el PELD, PEHD y el PVC e incluso, el procesamiento de este tipo de plásticos requieren una infraestructura mínima.

### PAPEL Y CARTÓN

Para el caso de la recuperación del papel y cartón es necesario que se lleve a cabo una clasificación minuciosa de tal forma que la calidad del material se garantice y que posteriormente se pueda vender este material a un mejor precio. En términos generales para el papel y cartón no existe un proceso adicional para la venta del mismo ya que éste solo debe ser clasificado y compactado para ser distribuido a los procesos de compactación, embalaje y almacenamiento para su posterior venta.

Esta clasificación que debe ser llevada a cabo se la tiene que hacer tomando en cuenta los diferentes tipos de papel y cartón que se tienen en una separación domiciliaria:

1. **Bond blanco de primera:** Dentro de este grupo se consideran:

- a) Papeles nuevos blancos
- b) Cualquier tipo de cartulina blanca que se encuentre limpio
- c) Papeles blancos impresos cuya tinta sea soluble en agua como por ejemplo los cuadernos de escuela

Cabe recalcar que de todos los tipos de papel, los que se encuentran dentro de esta agrupación se venden a un mejor precio que cualquier otro.

**2. Bond impreso y archivo:** Aquí se tienen papeles impreso sobre la base de papel bond blanco:

- a) Papeles de oficina, recortes de editoriales
- b) Hojas de fax, impresión láser, fotocopias, papel continuo de impresoras (sin papel carbón)
- c) Libros o revistas impresos en papel bond que no contengan impresiones en colores fuertes. En el caso de haber algún libro o revista con impresiones de colores fuertes sobre papel brillante o couché, se debe eliminar de este grupo.
- d) Papeles de colores tenues (rosado, verde, amarillo, celeste, etc.) que se encuentren impresos o no. En el caso de estar impresos, ésta impresión debe ser mínima y soluble en agua.

e) Servilletas y rollos de papel higiénico limpios de cualquier color.

**3. Kraft:** En este grupo se pueden incluir recortes o papeles utilizados para envoltura de materiales o alimentos.

a) Fundas de cemento limpias

b) Fundas de azúcar o algún otro tipo de alimentos.

c) Sobres manila, pliegos o tubos de este tipo de papel

Dentro de esta clasificación no se deben incluir las fundas en las que se empaqueta la cal debido a que los residuos de cal dañan el proceso de producción de este papel y por lo tanto se lo considera como de alta contaminación.

**4. Cartón:** Este grupo incluye aquellos cartones que tienen la capa de corrugado fino o grueso y su exterior es elaborado con papel kraft blanqueado o café. Con esto se quiere decir que aquellos cartones que poseen recubrimientos de papel brillante por ejemplo o en su defecto, su capa interior no es corrugado, no entran en esta clasificación. Básicamente se distinguen dos tipos de cartón:

a) Cartón de primera.- Son todos aquellos cartones cuyo uso ha sido mínimo y se los puede identificar porque generalmente poseen aún cintas de empaque, grapas y etiquetas

b) Cartón de segunda.- Son aquellos que se las obtiene de la recolección municipal y que comúnmente están estropeados, húmedos o sucios.

La principal idea es que aquellos cartones que se encuentren en la categoría de segunda pasen a ser de primera. Esto se logra con un buen recorrido y clasificación domiciliaria para la recolección de este tipo de material.

**5. Plegadiza:** En el grupo de plegadiza se tiene todas las cajas fabricadas con cartulina dúplex o microcorrugados o en su defecto la propia cartulina dúplex:

a) Cajas de alimentos (galletas, jugos, lácteos, etc.)

b) Envases tetrapack

c) Cajas de productos farmacéuticos

d) En general, cualquier cartón que tenga una capa de papel esmalteado, brillante o plastificado también se incluyen en esta clasificación.

**6. Periódico:** Incluidos en este grupo están los diarios, revistas de papel periódico, guías telefónicas, cuadernos de papel periódico y en general, cualquier papel periódico impreso o no así como la cartulina hecha a base de papel periódico.

Luego que se ha llevado a cabo una separación manual cada tipo de papel o cartón según sea el caso, se almacena temporalmente en las carretillas y son transportados a la zona de pesaje y prensado. Al igual que otros materiales, se requiere primero pesar el bulto para cumplir con la unidad de carga y luego prensarlos para tener una buena compactación.

### VIDRIO

El proceso de la recuperación del vidrio inicia en una separación manual de cada tipo de vidrio por el color. Específicamente se va tomar en cuenta los vidrios de color blanco, verde y café que son los que se comercializan. La clasificación del vidrio se va a dar por dos criterios, el primero es por el color y el otro por el estado del material.

Aquellos envases que se encuentren en buenas condiciones sin rasguños ni cuellos picados se podrán comercializar por unidad ya que sí hay un mercado para este tipo de material. Tanto las botellas en buen estado como aquellas que pasarán para la trituración, serán almacenadas temporalmente en el primer caso, en jabas o cartones;

y en el segundo caso, en las canastas para su paso a la piscina de lavado.

Estas botellas una vez que han sido clasificadas pasan a la piscina de lavado para su limpieza y en caso que se requiera separar etiquetas u otros componentes adheridos de las mismas se necesitará que las botellas pasen una noche en la piscina de lavado y sean secadas al siguiente día. Una vez que las botellas ya han sido lavadas y secadas son transportadas hacia el almacén de productos terminados para su posterior distribución y venta por unidad.

Aquellos recipientes que no entran en la clasificación anterior, tendrán que pasar por el mismo proceso de lavado pero adicionalmente tendrán que ser triturados y ensacados para su venta.

### ALUMINIO

Cuando los desechos sólido ingresan a la planta de reciclaje, al igual que los materiales anteriormente citados pasarán a la banda de reciclaje en la cual pasarán por el mismo proceso de clasificación. En general hay dos clasificaciones para los aluminio: la primera son las latas de aluminio que como se vio en el Capítulo 4 no es una cantidad muy representativa en el total de la producción al menos

del año 2004. Sin embargo se puede aprovechar esta cantidad para procesarla y en un futuro pensar en exportarla ya que hay algunas compañías como Reynolds y Alcoa en Estados Unidos que compra este tipo de material.

La otra clasificación es el llamado aluminio grueso y que se lo identifica porque generalmente se usa en la construcción en los perfiles de las ventanas, puertas, muebles, etc. Las compañías ecuatorianas como CEDAL y Aluminio Nacional compran este tipo de material sin embargo no es muy abundante encontrarlo en los desechos domésticos.

Una vez que el material ha sido clasificado, asimismo se almacena en las carretillas y ser transportado a la zona de prensa y peso. Primero hay que pesar el material para cumplir con la unidad de carga que más adelante se la detalla. Luego de ser pesado pasa inmediatamente a la prensa hidráulica donde será compactada.

Luego que el aluminio ha sido compactado, se transporta por medio de la carretilla hidráulica para ser almacenado en la bodega de productos terminados para su posterior venta y distribución.

## **5.5 Maquinaria a utilizar en el plan**



Haciendo referencia a la maquinaria que se va a utilizar en el plan propuesto, éstas son muy sencillas y en muchos casos se las puede hacer manualmente en función de los requerimientos de la capacidad de la planta.

### **BANDA DE RECICLAJE**

Las especificaciones de la banda de reciclaje se darán en función de las dimensiones de la misma y la velocidad que tendrá:

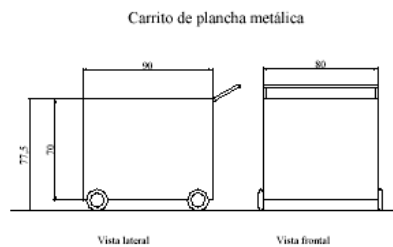
- Largo: 5 mt.
- Ancho: 1 mt.
- Velocidad: 0.25 m/s



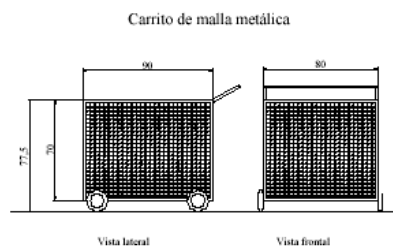
*Figura 5.2 Foto tomada en la Planta de Recicla de desechos del Municipio de Loja  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)*

### **DEPOSITOS TEMPORALES DE SEPARACIÓN**

Estos depósitos estarán ubicados junto a la banda de reciclaje y tendrán capacidad para almacenar un volumen de  $0.504 \text{ m}^3$  de material, las medidas de los mismos serán de 0.90 mt de ancho, 0.80 mt de largo y 0.70 mt de altura. Estos pequeños depósitos deben pueden ser construidos con soportes de fierro y mallas o paredes metálicas.



*Figura 5.3 Carritos de plancha o mallas metálicas a utilizar en el proceso de Separación de los materiales.  
FUENTE: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)*



## TRANSPORTE INTERNO

Para el transporte interno de los pallets sobre los cuales se van a ubicar los materiales será utilizado un gato hidráulico de capacidad de carga de 1 TM. Para el caso de las jabas de botellas de vidrio, se utilizarán carretillas manuales con dos ruedas.

Como se lo podrá observar en la administración logística, el transporte de producto terminado se lo hará en montacargas eléctricos de 1 TM de capacidad.



*Figura 5.4 Tipo de transporte a utilizar en el interior de la planta. Se muestra un montacargas eléctrico, una carretilla manual y una carretilla hidráulica*

*FUENTE: Fotos tomadas en una fábrica de elaboración de fundas plásticas.*



## **PISCINAS DE LAVADO**

Por recomendación del DED las piscinas de lavado podrán ser construidas con dimensiones de 2\*1\*0.80 metros de ancho, alto y profundidad respectivamente. En su interior tendrá una rejilla con agujeros de 1 o 2 cm. aproximadamente que permitirá sacudir los materiales dentro del agua para obtener una mayor eficiencia en el

lavado. Esta piscina puede ser utilizada para plásticos, vidrios y aluminio en sus respectivos procesos.

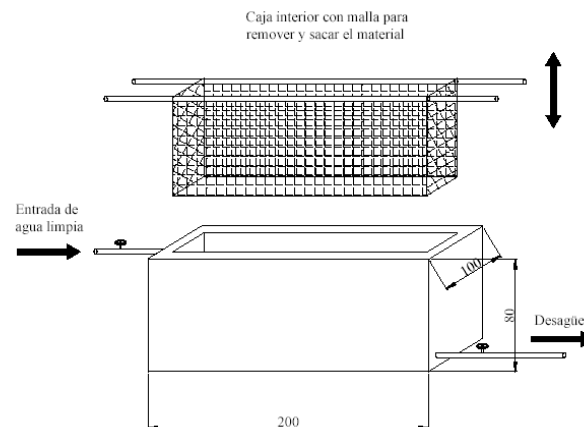


Figura 5.5 Modelo de la piscina de lavado a utilizar en el proceso que lleva el mismo nombre

Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)

## PRENSA HIDRÁULICA Y BALANZA

La prensa que se va a utilizar dentro de la planta es considerada pequeña debido a la poca cantidad de desechos que en un inicio se va a procesar. Esta prensa puede ser hecha de acuerdo a las especificaciones técnicas del cliente. Lo que se expondrá son las características básicas para la adquisición de la prensa, las cuales se las puede ver en la tabla 5.4.

Antes que los materiales ingresen a la prensa se requiere que sean pesados en una balanza industrial de manera que se pueda

controlar el peso de los mismo. Hay la posibilidad que esta balanza sea adaptada a la prensa para no adquirir un equipo más.

Parámetro	Prensa pequeña (4 – 9 kW)	
	Margen inferior	Margen superior
Medidas de la paca	Alto (m)	0.9
	Ancho (m)	1.2
	Profundidad (m)	0.75
Capacidad de la bomba hidráulica (l/min)	20	45
Presión hidráulica (bar)	110	140
Fuerza total (kg)	16000	24000
Altura total (m)	2.4	3.6
Duración de una prensada (s) <sup>5</sup>	25	47
Número de prensadas necesarias para confeccionar una paca <sup>6</sup>	12	15

Tabla 5.4 Especificaciones de la prensa a utilizar en la planta de reciclaje propuesta  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)

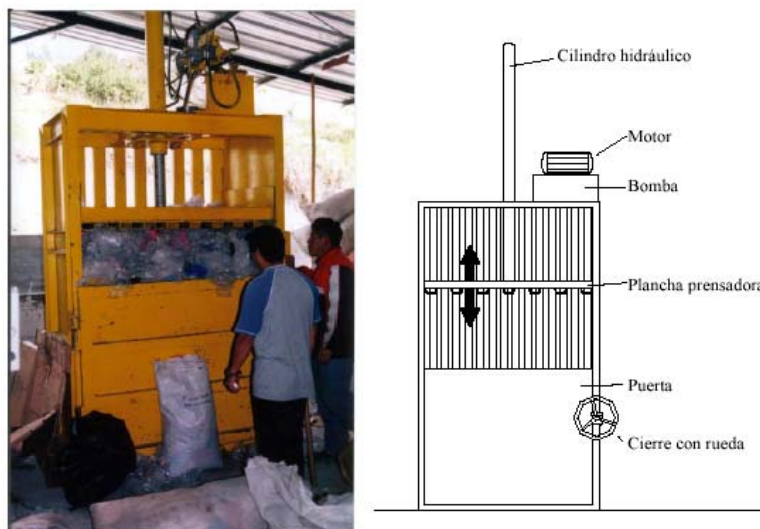


Figura 5.6 Foto de una prensa hidráulica en la planta de reciclaje del Municipio de Loja. Adjunto el funcionamiento de una prensa hidráulica.  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)



Figura 5.7 Foto de la balanza utilizada en la planta de reciclaje del Municipio de Loja.  
Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)

## MOLINO

Se tendrá un molino para la trituración de plásticos y de vidrios. Para el caso del vidrio se tendrá un molino con capacidad de procesamiento de 0.30 TM por hora para que al final del día habrá una producción de 2.4 TM. Haciendo referencia al plástico también se va a requerir un molino de cuchillas para el procesamiento del mismo con una capacidad de 0.65 TM por hora para producir 5.2 TM en un día.

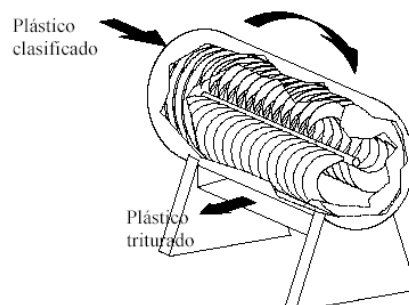


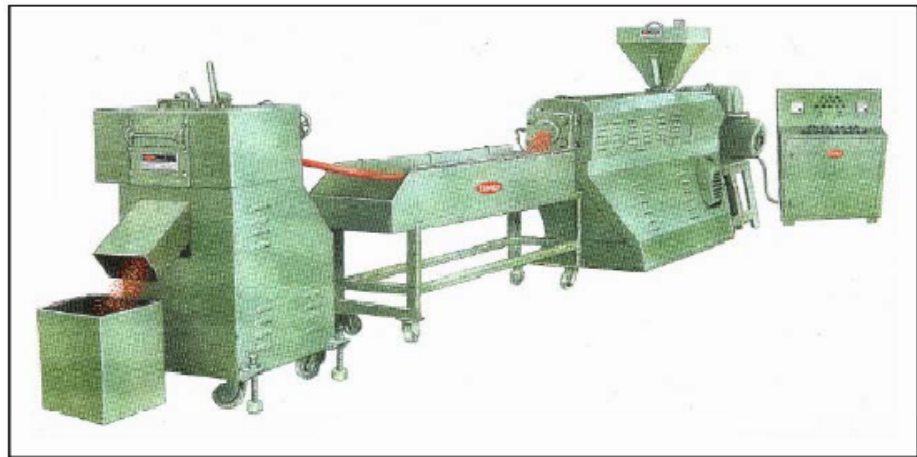
Figura 5.8 Foto de la trituradora utilizada en la planta de reciclaje del Municipio de Loja y el esquema de operación de la misma.

Fuente: DED (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica)

## PELETIZADORA

La peletizadora a utilizar constará de una tolva de recepción que es por donde se alimentará al proceso. A continuación posee un tornillo

sinfín que servirá para homogenizar el material y posteriormente pasará por una pequeña extrusora que formará los espaguetis de plástico. Luego se tiene una tina para enfriar el material y luego pasa por las cuchillas que finalmente forma el pelet a ser almacenado en los sacos o recipientes como se muestra en la figura.



*Figura 5.9 Peletizadora utilizada para la elaboración de plástico reciclado.  
FUENTE: Reciclaje de residuos plásticos a pequeña escala, Gate / GTZ.*

Al igual que en el caso del molino, se requiere una capacidad de 0.65 TM por hora.

## **5.6 Diseño de la administración logística del programa**

Para llevar a cabo el diseño de la administración logística del programa se tomarán en cuenta los componentes de la forma cómo se moverán los materiales dentro del sistema, cómo serán almacenados y cómo serán transportados tanto dentro de la planta como fuera para su final distribución. Estos componentes serán

aplicados a todos los niveles de la estructura logística del programa, los cuales son:

- Proveedores
- Transportación de la materia prima
- Políticas de inventario de materia prima
- Transporte interno
- Proceso de producción
- Políticas de inventario de producto en proceso
- Políticas de inventario de producto terminado
- Distribución primaria (en el caso de ser necesario)
- Determinación del número de depósitos / bodegas
- Entrega final
- Cliente

El diseño de una administración logística para el programa en cuestión busca como objetivo principal cumplir con los conceptos más básicos de la administración moderna que es la reducción de



costo y la satisfacción del cliente. Para lograrlo se llevará a cabo el análisis de los componentes de la logística que son:

1. El almacenamiento y manipuleo de materiales
2. Sistema de transporte
3. Políticas de inventario

### **1. ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO DE MATERIALES**

Dentro de este subsistema de la logística se contempla:

- La ubicación de las bodegas dentro de la planta así como sus depósitos para la distribución en el caso de ser necesario.
- El tipo de la operación que se va a seguir dentro de las mismas.
- Carga unitaria
- El tipo de embalaje
- El sistema de manipuleo en general.

Haciendo referencia a esta primera fase del proyecto no se considera necesario la instalación de depósitos externos para la distribución del producto y su posterior venta debido a la pequeña magnitud que esta representa para el proyecto en general. En la

medida que el proyecto vaya creciendo puede ser necesario la instalación de dichos centros de acopio que para el presente estudio no se va a tomar en consideración.

Lo que sí se va a tomar en cuenta es la ubicación del almacén de reciclaje que debe tener la planta, los almacenamientos que internamente se requieran, el dimensionamiento del área de recepción y clasificación y las condiciones en la cuales éstos deben operar. Se iniciará el análisis logístico por la ubicación y se seguirán todos los componentes que se consideran para el mismo.

Cuando los vehículos encargados de la recolección de los desechos sólidos llegan a la planta, éstos son depositados en una primera unidad de descarga y separación. Los desechos que llegan a esta unidad no tendrán una política de manipuleo ya que todos los productos a recuperar llegan combinados debido a que va a pasar por un proceso de separación manual. Sin embargo hay que dimensionar la capacidad que esta primera unidad debe tener. Haciendo referencia a la frecuencia de recolección, en algunos casos es diaria y en otros es pasando un día sin considerar sábados ni domingos. Para el cálculo es necesario tomar el mayor período de tiempo entre recolecciones de desechos para no tener déficit de espacio. Como este mayor período de tiempo de generación de

desechos es aquel en que no se recoge basura ni sábados ni domingos, entonces la capacidad que debe tener el área de recepción y despacho es lo que se vaya a generar en promedio justamente en esos tres días (considerando sábado, domingo y lunes) ya que las recolecciones se lo hace en el transcurso de la noche.

Con este preámbulo se puede proceder a dimensionar dicha área. Como ya se analizó en el capítulo cuatro, se generarán aproximadamente 1,667.21 TM en el año 2004. Para esta primera fase y debido a la cantidad de desechos producidos sólo se trabajará 5 días a la semana en un solo turno de 12 horas tomando en cuenta el tiempo de ciclo del proceso de producción quedando un tiempo efectivo de producción estimado de 8 horas. De esta forma el cálculo del dimensionamiento del área de descarga es de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 CDC &= \overline{PD} * f_0 \\
 CDC &= \left( \frac{544.62}{52 * 5} \right) * 3 + \left( \frac{544.62}{52 * 5} \right) + \left( \frac{544.62}{52 * 5} \right) = 4 * \left( \frac{544.62}{52 * 5} \right) \\
 CDC &= 2.09 * 4 = 8.38TM
 \end{aligned}$$

donde:

**CDC:** Capacidad de la unidad de Descarga y Clasificación

$\overline{PD}$ : Producción diaria promedio de desechos sólidos en cada sector

$f_0$ : Mayor período de tiempo entre dos recolecciones

Como se puede observar la capacidad de la unidad de descarga y clasificación está dada por una fórmula sencilla en la que se considera la generación promedio diaria del tipo de desechos en cada zona. Asumiendo que en cada zona se produce la misma cantidad de desechos que en las otras entonces en cada zona se producirá 1/3 de la producción total anual es decir 544.62 TM aproximadamente incluyendo el 2% de desperdicios. Esta producción promedio resulta de la generación anual de los desechos por cada zona (544.62 TM), las cuales van a ser procesadas durante las 52 semanas que un año normalmente posee y en las cuales se va a trabajar 5 días en la semana. Asimismo se está tomando en cuenta el mayor período que se da entre las recolecciones según la estrategia que Vachagnon ya tiene definida que como ya se explicó es de 3 días en el caso de la zona 8 y en las zonas 1 y 2 de 1 día. De esta forma queda estimada la dimensión de la primera unidad de la planta de reciclaje en 8.38 TM lo que quiere decir que esta unidad deberá tener por lo menos esa capacidad para poder soportar la cantidad de basura recolectada. Una vez que los materiales han sido separados estos son almacenados de forma temporal en

carritos con rodamientos para su transporte interno hacia la siguiente unidad.

El siguiente almacenamiento se lo tendrá en el almacén de reciclaje en el que se lo considerará como la bodega de producto terminado para el efecto. Esta bodega se la diseñará de tal forma que posea un flujo directo de material dentro de la misma ya que la política de inventario que se va a seguir es FIFO decisión que será explicada en el momento de llegar a esa parte de la administración logística. La ubicación de la bodega de productos terminados estará ubicada, como ya se lo anticipó, de forma adyacente al área de descarga y clasificación. A pesar que el flujo del material dentro de la bodega será directo, el hecho que estas dos unidades se encuentren adyacentes significa que el flujo del material en planta es en U ya que tanto la recepción de materia prima como la entrega de productos terminados se la realiza a un mismo lado de las instalaciones.

El manejo de los materiales se los hará sobre los pallets con las medidas que más adelante se definirán. En estos pallets se tendrá una unidad de carga como se la puede observar en la Tabla 5.5.

Como se lo puede observar en el cuadro anteriormente expuesto, se encuentran todas las características del producto en el momento de

su embalaje para su entrega final, el desgloce de la unidad de carga se da como sigue:

Papel: Un bulto de 0.5 TM en el pallet

Plástico: 5 (sacos de 25 Kg. c/u)\*8 filas de sacos = 1TM

Aluminio: Un bulto de 1 TM en el pallet

Vidrio (botellas): Un pilo de 6 jabas de 24 botellas c/u (botellas pequeñas). Un pilo de 4 jabas de 12 botellas c/u (botellas grandes)

Vidrio (Molido): 5 (sacos de 25 Kg. c/u)\*8 filas de sacos = 1TM

Tipo de desecho	Categoría	Unidad de carga	Unidad de medida	Embalaje
Papel	General	0,5	TM	Bultos
Plástico	Pellets	1	TM	Sacos
Aluminio	General	1	TM	Bultos
Vidrio	Botellas	6 ó 4	Jabas (12 ó 24 bot)	Jabas
	Molido	1	TM	Sacos

*Tabla 5.5 Unidades de Carga para los productos reciclados*

*FUENTE: Autor*

Estas unidades de carga tendrán como objetivo primordial buscar una gestión del almacenamiento de los productos que facilite desde el conteo para inventariar así como la optimización del espacio físico en bodegas. Además de lo anteriormente expuesto cumplen con los parámetros de equilibrio, aprovechamiento del espacio generando finalmente una reducción en los costos de manipuleo permitiendo utilizar equipos homogéneo para su movilización. En algunos casos

la unidad de carga difiere como en el papel y aluminio, esto se da porque a parte que el aluminio es más pesado que el papel, éste permite una menor compactación que aquél. En el caso de las botellas de vidrio, el criterio simplemente es equilibrio que es lo que la carretilla permite cargar.

## **2. SISTEMA DE TRANSPORTE**

Cuando los materiales que se van a reciclar se separan por primera vez en la fuente generadora (hogares, oficinas, etc.) se tiene la programación de las rutas que sigue Vachagnon la cual se realizará en camionetas de una sola cabina para aprovechar el espacio y capacidad de carga de las mismas. La marca y el modelo de la camioneta que se elegirá será aquella que posea mayor capacidad de carga ya que esto significaría hacer menos viajes y por ende tener un menor costo de operación de las mismas. Según las características que se pueden observar en el apéndice J se puede llegar a la decisión de comprar la camioneta Mitsubishi L-200 para la operación de la recolección como tal en una cantidad de 2 debido a los horarios de recolección ya que existen días en los que se efectúa la recolección en diferentes zonas y a la misma hora como ya se lo observó en las Tabla 5.1 y 5.2.

Asumiendo que en el centro de Guayaquil se conduce a una velocidad promedio de 50 Km./h significa que en 6 horas se va a poder recorrer aproximadamente 300 Km., de tal manera se puede estimar que se van a poder recorrer unas treinta cuadras en el centro en una misma zona y en un sector específico sin considerar que es muy posible que se tengan que hacer dos viajes para recolectar todo el desecho que se genere en un día. Por este motivo se llega a la decisión de tener 2 camionetas más 1 que servirá de apoyo con las mismas características.

Una vez que los desechos llegan a la planta estos son depositados en el área de descarga y separación. Aquí se transportan por una banda de reciclaje a lo largo de la cual se encuentran los operadores que harán la función de separación los cuales clasifican los desechos y los ubican en los cubículos que poseerán ruedas que permitan trasladar los materiales dentro de la planta.

Es posible que para cada uno de los productos que resultan de la clasificación de los desechos existan algunos que posean una forma diferente de transportación, la forma de transportar los materiales dentro de la planta se muestra en la Tabla 5.6.

Como se puede observar existen dos tipos de transporte interno. El primero es el gato hidráulico los cuales transportarán los materiales



en pallets de dimensiones 1\*1.2 metros que la medida que como un estándar se utiliza actualmente con la unidad de carga que ya se definió en el subsistema de almacenamiento.

Tipo de desecho	Categoría	Tipo de transporte
Papel	General	Carretilla hidráulica
Plástico	Pellets	Carretilla hidráulica
Aluminio	General	Carretilla hidráulica
Vidrio	Botellas	Carretilla manual
	Molido	Carretilla hidráulica

*Tabla 5.6 Transporte para los productos dentro de la planta*

Para el transporte de producto terminado se utilizarán montacargas eléctricos de capacidad de carga de 1 Tonelada de capacidad de carga ya que es la cantidad máxima que se permitirá trasladar.

Una vez que los productos se encuentran en el almacén de reciclaje listo para su despacho, éste se lo hará en pequeños camiones de 3 toneladas de la misma marca de las camionetas de recolección. El hecho de trabajar con la misma marca se puede constituir en una estrategia de reducción de costos de operación y mantenimiento para este tipo de transporte.

### **3. POLÍTICAS DE INVENTARIO**

Como ya se anticipó en el primer subsistema de la administración logística, la política de inventario que se seguirá dentro de los dos centros de almacenamiento serán bajo una política de FIFO (First In

First Out). Esto se debe a que los materiales que son reciclados especialmente los papeles y cartones son susceptibles que se dañados por las condiciones ambientales y éstas pueden generar una pérdida muy considerable o total del producto final. Adicionalmente se deben llevar los registros respectivos para el control del inventario tanto en cantidad como en calidad de los productos.

Dicho esto se procede a determinar la capacidad mínima que debería tener el primer centro de almacenamiento para no sufrir déficit de espacios que como ya se lo analizó en el sistema de almacenamiento ésta debe poseer una capacidad no menor a 8.38 TM de almacenamiento que a la larga se debe traducir en una requerimiento de espacio en el diseño definitivo de la planta.

Lo que más interesa luego de la capacidad en el área de descarga y separación es la política que se va a seguir en la bodega de producto terminado que seguirá siendo bajo el esquema de FIFO. Debido a que no se tienen datos de frecuencias de pedidos del mercado objetivo se tienen que hacer ciertas asunciones. En base a estos se asume que los pedidos de nuestros clientes se van a hacer semanalmente debido a que como la planta en realidad producirá materia prima para otras, éstas últimas necesitan aprovisionarse de

la misma para arrancar su producción semanal dependiendo de las políticas que ellas posean. Bajo esta premisa se puede deducir que la capacidad de almacenamiento será de cinco días de producción lo que nos da una capacidad de 77 TM resultante del promedio diario (15.4 TM.) por los cinco días que se van a trabajar.

Finalmente se considera que conforme el proyecto avance, la estrategia de producción que en su concepción inicial es de empuje o push vaya tomando una tonalidad más acorde con una mayor eficiencia y que se vaya transformando en una estrategia en la que el mercado hala la demanda y con ello el proceso de producción. Esto se da porque en sus inicios el plan se lo considera como un piloto y con el tiempo la operación y la experiencia que se vaya obteniendo del mismo llevarán a la planta a trabajar de una forma más óptima por el conocimiento que se va adquiriendo más que todo del comportamiento del mercado.

## **5.7 Análisis de expansión**

Dentro del análisis de expansión hay que tomar en cuenta algunos criterios que influirán en una futura expansión y se consideran como los más críticos:

1. Crecimiento del volumen de desechos en función de la población

2. Desarrollo del programa de Regeneración Urbana
3. Inclusión de los sectores residenciales

Si se analizan los criterios anteriormente expuestos se puede llegar a la conclusión que darán a conocer cómo se quiere ver al programa a corto, mediano y largo plazo obviamente enmarcado en un horizonte de planeación planteado inicialmente en 10 años.

### **CRECIMIENTO DEL VOLUMEN DESECHOS EN FUNCION DE LA POBLACIÓN**

Como se observó en el capítulo 4 ya se realizó una proyección de cómo se iba a comportar la producción de los desechos generados hasta el año 2014, sin embargo no se hizo el análisis de la producción de los desechos sólidos como tal. Se va a asumir que se mantiene la misma composición de los desechos a lo largo del tiempo y que de la proyección de la producción de desechos se va a pronosticar bajo el mismo esquema que se lo hizo en el capítulo en cuestión, es decir que simplemente se multiplicará la composición actual que se tiene de desechos sólidos en todos los años cuya producción de basura ya fue pronosticada. Además se podrá observar cómo se va a comportar la generación promedio por habitante por día en los próximos 10 años. Los resultados se los puede observar en la Tabla 5.7.

Como se puede ver en el cuadro expuesto, es posible tener en el 2014 un total de 205,281.94 TM de desechos sólidos producidos disponibles para reciclar. Lo más importante del análisis es que a medida que el programa avanza ir abarcando el mayor porcentaje posible de los desechos generados.

AÑO	POBLACION	TM TOTALES PRODUCIDAS	Kg/hab*día	TM DE DESECHOS SÓLIDOS (18,93%)
2001	1985379	706147,74	0,99	133673,77
2002*	1623749	770627,34	1,32	145879,76
2003*	1624639	797795,15	1,36	151022,62
2004*	1625530	820980,78	1,40	155411,66
2005*	1626420	842783,82	1,44	159538,98
2006*	1627311	869633,01	1,48	164621,53
2007*	1628201	896482,19	1,53	169704,08
2008*	1629092	923331,38	1,57	174786,63
2009*	1629982	950180,57	1,62	179869,18
2010*	1630873	977029,76	1,66	184951,73
2011*	1631763	1003878,94	1,71	190034,28
2012*	1632654	1030728,13	1,75	195116,84
2013*	1633544	1057577,32	1,80	200199,39
2014*	1634435	1084426,51	1,84	205281,94

Tabla 5.7 Incremento de las TM producidas de desechos sólidos totales en función del incremento de la población

FUENTE: Autor

Este es el primer paso que se tomará en cuenta para el análisis de expansión, de aquí se comenzará a filtrar de acuerdo a los criterios que se van a analizar, es por esto que se dijo que se tratará de abarcar la mayor cantidad de desechos posible para el reciclaje además que difícilmente se pueda cumplir con el 100% de todos estos desechos generados más que todo por el enfoque que en la actualidad posee el plan, sin embargo es posible cambiarlo en busca de aprovechar todo el volumen de esta materia prima que en el

futuro será una fuente importante de ahorro para la industria en general.

### **DESARROLLO DEL PROGRAMA DE REGENERACIÓN URBANA**

En una publicación de la M.I. Municipalidad de Guayaquil, aproximadamente hace diez años Guayaquil comenzó a sufrir cambios importantes, sin embargo hablando específicamente de la regeneración se puede decir que a partir del año 2001 la alcaldía de la ciudad convocó un concurso para la instalación de murales debajo de los pasos a desnivel, sin embargo no se tienen datos específicos de cuál es el alcance específico tanto de obras como de tiempo; es decir, que no se sabe hasta qué punto llegará este programa en el transcurso de los diez próximos años que es el tiempo de vida del proyecto que se está planteando. Sin embargo sí se dice que uno de los objetivos es poseer una zona céntrica regenerada en su totalidad de tal forma que represente una ciudad digna para los habitantes de esta zona.

Debido a lo anteriormente expuesto, se va a suponer que en los próximos diez años, el centro estará regenerado en su totalidad y que para efectos del estudio se considerará que en el transcurso de los próximos tres años el programa abarcará todos los lugares del centro que estén regenerados además de la zona del sur que se ha

transformado bajo este mismo esquema (Barrio Centenario). Esto quiere decir que al cabo de diez años todo el sector mencionado, incluyendo el Barrio Centenario se encontrará 100% regenerado y que desde este año hasta el 2014 el avance será uniforme en el tiempo.

Es importante incluir en este escenario de crecimiento del programa, el incremento de la población para poder llegar a estimar de una mejor forma la cantidad de desechos que serán reciclados. Los resultados se los puede apreciar en la Tabla 5.8.

Tiempo de vida	% Regenerado	% Beneficiado	% No beneficiado	TM producidas	Población	Incremento de la población	Incremento de la generación de desechos
2004	20%	10%	10%	1667,21	1985379	0,0%	1667,21
2005	38%	25%	13%	4223,60	1920640	-3,3%	4085,88
2006	49%	41%	8%	6761,46	1954874	1,8%	6881,98
2007	52%	52%	0%	8688,02	1989107	1,8%	8840,16
2008	52%	52%	0%	8669,49	2023340	1,7%	8818,70
2009	60%	60%	0%	10003,26	2057573	1,7%	10172,51
2010	68%	68%	0%	11337,03	2091807	1,7%	11525,65
2011	76%	76%	0%	12670,80	2126040	1,6%	12878,16
2012	84%	84%	0%	14004,56	2160273	1,6%	14230,06
2013	92%	92%	0%	15338,33	2194506	1,6%	15581,39
2014	100%	100%	0%	16672,10	2228740	1,6%	16932,18

Tabla 5.8 Incremento de la generación de desechos sólidos en el sector seleccionado desde el 2004 hasta el 2014 en función del incremento de la población

FUENTE: Autor

De esta forma se puede ver que al sólo considerando este esquema de crecimiento, el programa abarcará diez veces más que en el inicio del mismo.

## INCLUSIÓN DE ZONAS RESIDENCIALES

Para finalizar el análisis de expansión, el último criterio a considerar es la inclusión de zonas residenciales dentro del programa. Se van a tomar en cuenta cuatro ciudadelas para la expansión hacia estas zonas. Las ciudadelas a considerar son: Kennedy, Urdesa, Los Ceibos y Puerto Azul debido a que son las zonas residenciales más cercanas al planteamiento inicial del programa, lo cual facilitará la gestión de expansión en este criterio. El objetivo es que después de cinco años de iniciado el proyecto se abarquen dos ciudadelas de las antes mencionadas y al cabo de los próximos diez años las otras dos.

Por cuestiones de logística, las primeras ciudadelas que se van a tomar en cuenta son la Kennedy y Urdesa, las cuales están más cerca del centro de la ciudad y el recorrido para la recolección será en ese orden: primero la Kennedy y luego Urdesa. Al cabo de los diez años se incorporarán las otras dos ciudadelas: Los Ceibos y Puerto Azul. Esto no quiere decir que no se vaya a generalizar el programa a toda la ciudad de Guayaquil pero para efectos del estudio se llegará hasta esta instancia debido a que se está respetando el tiempo de vida del proyecto planteado inicialmente.

Obviamente el incluir a estas ciudadelas representará un aumento en la cantidad de desechos a recolectar. El cálculo se lo hará de



una forma parecida al criterio anterior debido a que tiene mucha relación. En el 2009 habrá un aumento en la cobertura del programa y en el 2014 habrá otro incremento. Los resultados de este análisis se lo puede observar en la Tabla 5.9.

Tiempo de vida	Incremento de la generación de desechos	Incremento por inclusión de zonas residenciales	Incremento total de la generación de desechos
2004	1667,21	0%	1667,21
2005	4085,88	0%	4085,88
2006	6881,98	0%	6881,98
2007	8840,16	0%	8840,16
2008	8818,70	0%	8818,70
2009	10172,51	16%	11839,72
2010	11525,65	14%	13192,86
2011	12878,16	13%	14545,37
2012	14230,06	12%	15897,27
2013	15581,39	11%	17248,60
2014	16932,18	10%	18599,39

*Tabla 5.9 Incremento de la generación de desechos sólidos en el sector seleccionado desde el 2004 hasta el 2014 en función del incremento de la inclusión de las zonas residenciales*

*FUENTE: Autor*

Como se puede observar, se parte del mismo cálculo del criterio anterior y se asume que las ciudadelas mencionadas generarán aproximadamente la misma cantidad de desechos sólidos que actualmente están contemplados en el programa. Esto se asume porque a pesar que las áreas cubiertas no son iguales, la densidad poblacional de habitantes por metro cuadrado es diferente por el estatus de las mismas.

De esta forma se puede concluir que al cabo de los próximos diez años el programa se expandirá desde la recuperación de 1,667.21

TM en el 2004 hasta 18,599.39 TM en el 2014 garantizando así el mejoramiento de la calidad de vida de los guayaquileños que residen en estos sectores.

Como ya se mencionó, el hecho que en el estudio sólo abarque hasta el 2014 la áreas en cuestión no significa que ahí termine el proyecto. Al cabo de diez años, con la experiencia ganada, se podrá mejorar el programa y ampliar hasta que Guayaquil cubra la necesidad de tener una ciudad más limpia aumentando la productividad de su fuerza laboral.

#### **5.8 Determinación del requerimiento de personal en la operación**

Para la determinación del personal que trabajará en la operación, se harán tres grandes grupos y luego cada grupo tendrá subgrupos dependiendo de la complejidad de dicho grupo. Los tres grandes grupo serán:

1. Recolección de desechos
2. Planta de reciclaje
3. Distribución al cliente final

Los subgrupos se los puede observar en la tabla siguiente la cual incluye también el personal requerido para cada grupo y subgrupo.

GRUPO	SUBGRUPO	PERSONAL REQUERIDO
<b>RECOLECCIÓN</b>	RECOLECCIÓN	6
<b>PLANTA</b>	DESCARGA MP	1
	BANDA DE SEPARACIÓN	6
	TRANSPORTE INTERNO	3
	UNIDAD PAPELES	1
	UNIDAD PLASTICOS	3
	UNIDAD VIDRIO	3
	UNIDAD ALUMINIO	1
	AREA DE COMPACTACIÓN	1
	ALMACENAMIENTO PRODUCTO TERMINADO	1
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	DISTRIBUCIÓN	4
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>

Tabla 5.10 Determinación del requerimiento de personal en la operación de la planta de reciclaje

FUENTE: Autor

No se considera para el estudio la parte administrativa ya que no constituye parte del mismo es por esto que se define como el personal requerido en el plan. Como se puede observar en la tabla expuesta la cantidad total de personal requerido para la operación del programa es de 30 trabajadores. El desglose de esta determinación del personal de aquellos items que lo requieran se detalla a continuación.

RECOLECCIÓN: 2 obreros por cada una de las tres camionetas compradas.

BANDA DE RECICLAJE: 2 obreros para la separación de plásticos; 1 para los vidrios y aluminio; y, 2 para la separación de papeles.

TRANSPORTE INTERNO: 1 obrero para cada tipo de transporte (montacarga, carretilla hidráulica y carretilla manual).

DISTRIBUCIÓN: 2 obreros para la distribución en cada uno de los 2 camiones comprados para este fin.

# CAPITULO 6

## 6. VISION GLOBAL DEL DESARROLLO DEL PLAN

Una vez que se ha visto paso por paso y de una manera detallada cada punto a considerar en el desarrollo del plan propuesto se va a describir en breves palabras cómo estaría estructurado el plan en su aspecto global. Esto se lo hace con el fin de facilitar la comprensión del mismo y mostrar de una forma objetiva cómo se lo llevará a cabo.

Como ya se vio en el análisis previo se propone un plan a desarrollarse en diez años comenzando en el 2004 y finalizando para efectos del estudio en el 2014. Este plan incluye desde la recolección de los desechos sólidos hasta el procesamiento de los materiales que se reciclarán. Tiene como base la concientización ciudadana de realizar una separación inicial domiciliaria. Básicamente los desechos que se tratarán son: plásticos, vidrio, papel y aluminio; el resto de los materiales seguirán siendo parte del relleno sanitario. A su vez cada material se clasificará de la siguiente manera:

- **Plásticos:** Se considerarán para el procesamiento únicamente PELD, PEHD y el PVC
- **Vidrio:** La clasificación se da por dos escenarios, el primero es aquel en que las botellas se encuentran en buenas condiciones y pueden ser vendidas por unidad, el segundo son aquellas en que no se encuentran en buenas condiciones pero que pueden ser trituradas para vender vidrio molido.

Para el procesamiento se consideran los vidrios transparente, verde y café.

- **Papel:** Bond de primera, bond impreso, kraft, cartón, plegadiza y periódico
- **Aluminio:** Generalmente será del tipo grueso utilizado en construcción y pequeñas cantidades de latas de aluminio.

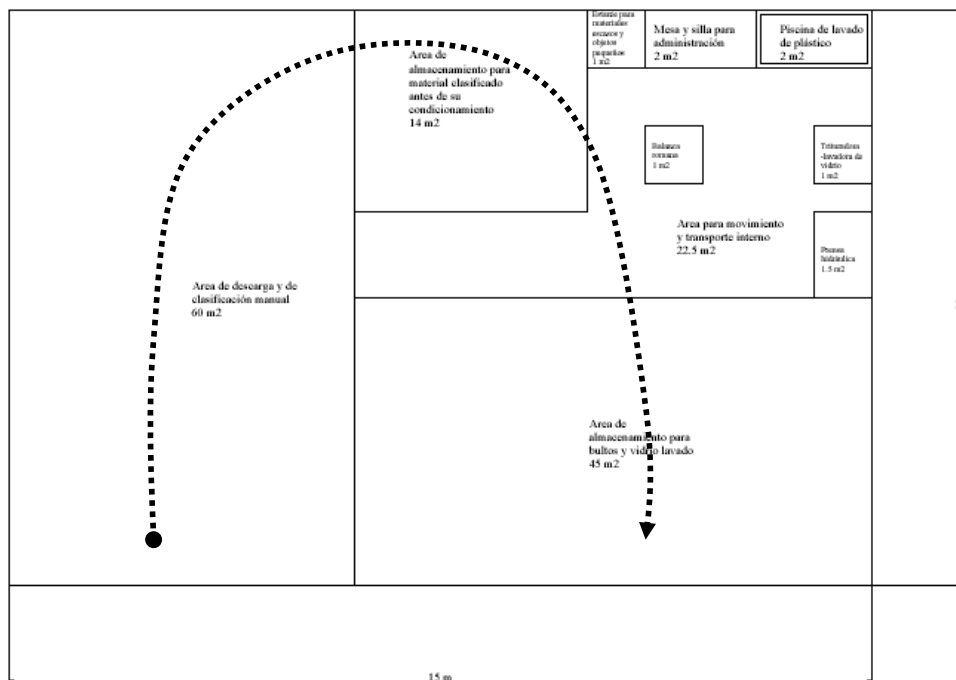
Cabe recalcar que las clasificaciones de cada material son las que se van a considerar para ser reciclados.

La recolección se la ha planificado de tal forma que se ajuste a los horarios establecidos por el Consorcio Vachagnon y los vehículos destinados para este propósito deberán cubrir todas las zonas asignadas para el mismo. Los vehículos que se van a necesitar para la recolección

son básicamente dos camionetas con motor a diesel con una capacidad de carga de 1.4 TM marca Mitsubishi L-200.

Cuando la recolección ha sido realizada, los materiales son transportados hacia la planta de reciclaje que será del tipo manual. Esta planta estará ubicada junto al relleno sanitario Las Iguanas y para el 2005 deberá tener una capacidad de procesamiento de aproximadamente 13 TM por día para el año 2005.

Los materiales que ingresen a la planta tendrán un flujo en U ya que como se puede observar en la figura, la zona de descarga y separación, y, el almacén de productos reciclados se encuentran hacia un mismo lado de la planta.



El proceso que se va a seguir para el reciclaje de los desechos se lo puede revisar y entender con más facilidad en el esquema que se encuentra al final del capítulo. Cuando los productos ya se encuentren procesados pasan a almacenamiento final en el cual se manejará una política de inventario definida como FIFO para su posterior venta. En el almacén se manejará una unidad de carga dependiendo del producto que se trate. Esta unidad de carga está definida de la forma como se pudo observar en el capítulo 5 tabla 5.5.

El embalaje de los productos disponibles para la venta será de la siguiente forma:

**Plásticos:** Pellet embalados en sacos de 25 Kg.

**Papel:** Bultos de 0.5 TM

**Vidrio:** Habrán dos presentaciones, las botellas que se venderán por unidad y el vidrio que no estaba en buen estado y fue triturado para embalarlos de igual forma que el plástico.

**Aluminio:** Tendrán un embalaje igual que el del papel pero con un peso máximo de 1 TM.

Luego del procesamiento y almacenamiento del producto terminado, éste va a estar listo para su distribución. En el caso de la distribución no se van a instalar centro de acopio sino que directamente se va a distribuir al

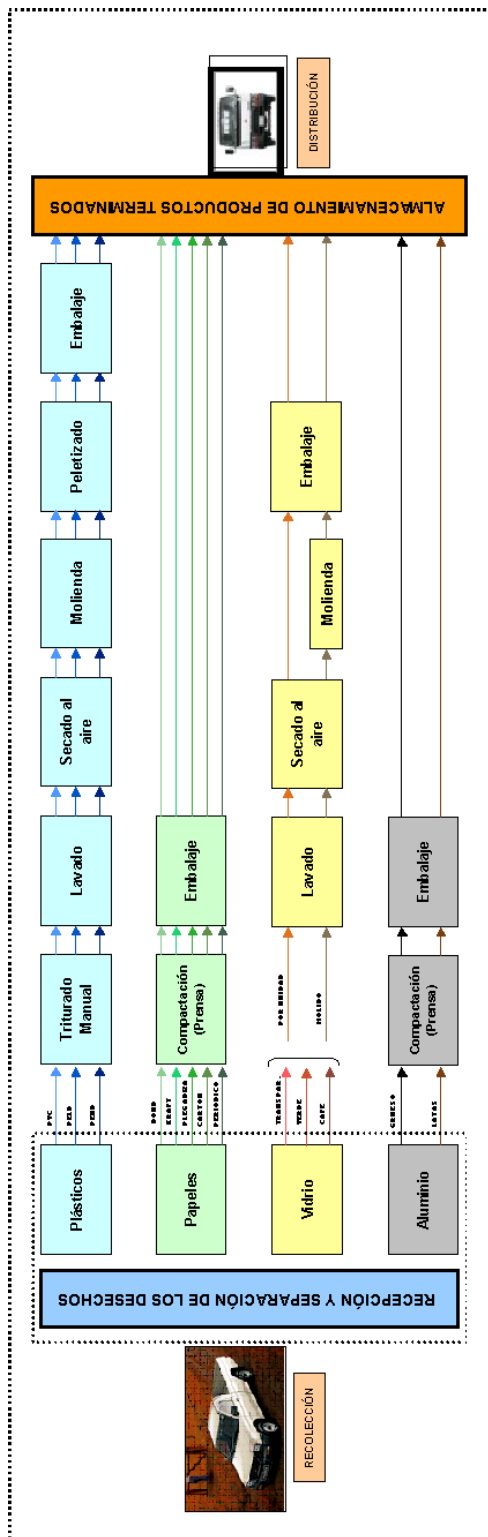


cliente final por la cantidad de producto que se transportaría. Este transporte será realizado en pequeños camiones de mayor capacidad que las camionetas de recolección. La capacidad de carga de los camiones será de 2.5 TM y la marca será preferentemente la misma que la de las camionetas. Esto con el objetivo de facilitar la gestión de mantenimiento de los mismos.

Para el plan operativo se requerirá un personal de 30 obreros distribuidos de la siguiente forma:

- 6 en la recolección de los desechos
- 20 en planta
- 4 en distribución.

Todo este programa como se lo definió en un principio tiene un ciclo de vida de 10 años en los cuales se espera ampliar el alcance no sólo a las zonas regeneradas sino hasta llegar a cuatro ciudadelas más. Como se pudo observar en el análisis de expansión el plan en sus inicios tenía una capacidad de producción y recolección de 1400 y 1390 respectivamente; y se pronostica que al cabo de los diez años se lleguen a recolectar aproximadamente 18,600 TM para su posterior procesamiento y venta.



# CAPITULO 7

## 7 CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

Luego de haber realizado el estudio se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El plan técnico y el programa en general de desechos sólidos va a estar enfocado a aquellos desperdicios que normalmente son depositados en el relleno sanitario con el objetivo de reducir la contaminación que estas zonas se produce.
- De manera general, el plan va a comenzar con la zona céntrica regenerada de la ciudad de Guayaquil debido a que, por tratarse de un plan piloto constituye además de un apoyo al programa de regeneración urbana, una oportunidad de desarrollo por los siguientes motivos: el fortalecimiento del sector turístico, el mejoramiento de la salud ciudadana, la generación de fuentes de

empleo, la concientización de los habitantes para la ampliación del programa en general y la reducción de costos de materia prima y elaboración de productos en base a los desechos reciclados.

- Los desechos a procesar se clasifican específicamente en cuatro grupos: plásticos, papeles, vidrio y aluminio. Cabe anotar que a su vez cada uno de estos cuatro grupos tienen subgrupos los cuales serán clasificados en el proceso para su tratamiento.
- Al recuperar el papel se contribuye con un ahorro del 55% de energía y del 10% de agua utilizada en un proceso sin material reciclado. Haciendo referencia al vidrio, este material tiene la particularidad que sus características pueden ser recuperadas en un 100% que cuando es producido con materia prima virgen. Finalmente el hecho de reciclar el aluminio a pesar que su fabricación demanda una alta cantidad de energía, esto es compensado con la reducción de un 95% de la contaminación generada por su fabricación.
- Haciendo referencia a los plásticos, la recuperación de las características de estos no es tan fácil como las del vidrio, de hecho en algunas ocasiones se requiere agregar algunos aditivos para el efecto. Sin embargo el hecho de disponer de algunos tipos de plásticos como relleno generan altas cantidades de componentes

tóxicos por el cloro que poseen. En muchas ocasiones se elaboran productos a base de plásticos por medio de una mezcla entre la materia prima virgen y material reciclado tratando de mantener la calidad del producto y a su vez reduciendo los costos de producción del mismo.

- La idea es tener un programa de reciclaje en base a separación en la fuente generadora de los desechos lo que permitirá reducir la cantidad de desechos que llegan a los rellenos sanitarios y a su vez reducir la construcción de los mismos.
- Por la naturaleza de ser un plan piloto, éste permitirá, además de incentivar el programa en su totalidad, la reducción de costos de materia prima y por ende el costo de producción para poder destinar mayores recursos a otras actividades que agreguen valor al producto final de estas empresas.
- Además de lo anteriormente citado, esto va a permitir que las empresas posean una fuente de financiación de otros programas para mantener la calidad de los productos aunque su materia prima se constituye en parte por productos reciclados. Esto significa que a lo largo del tiempo la industria guayaquileña buscará formas de fabricar productos de calidad que puedan asegurar la competitividad de los mismos.

- Luego de un análisis de comparación entre dos modelos de pronósticos (promedio móviles y regresión lineal) se llegó a la conclusión que el mejor modelo de pronóstico tanto para estimar el crecimiento de la población y la cantidad de desechos generados es la regresión lineal.
- Partiendo de la regresión lineal, se llegó a la conclusión que al cabo del 2004 se tuvieron que producir 1424.97 TM en el sector estudiado. Además hay que considerar que para el efecto de este cálculo se agregó algunas zonas que a pesar de no estar regeneradas se las incluyó por estar rodeadas por aquellas que sí lo están.
- Para hacer el análisis de expansión se lo realizó en función de tres criterios: el incremento de la población en la ciudad de Guayaquil, el avance de la regeneración urbana y la inclusión de cuatro zonas residenciales. Luego del mismo se pronostica que para el año 2005 la cantidad de desechos que el programa deberá tener planificado recoger es de 3492.21 TM y que al cabo de 10 años (2014) aproximadamente deberá abarcar una recolección de 15896.96 TM. Esto quiere decir que si al 2004 el porcentaje de desechos sólidos que se recogen por el programa es del 0.17%, al cabo de 10 años este porcentaje será del 1.47%.

- Para este plan piloto propuesto, el tipo de planta a instalar es manual con ciertas características de una mecanizada, pero en su concepción general se la considera como manual. Esta planta va a estar ubicada en el terreno que se encuentre lo más cerca posible del relleno sanitario Las Iguanas y deberá tener una capacidad de procesamiento de 13.11 TM por día.
- La disponibilidad de los materiales requeridos no representa una limitante debido a que son muy sencillos y en muchos casos se los puede conseguir en ferreterías grandes e incluso en los mercados de venta informal.
- La recolección de los desechos se la va a hacer bajo el mismo esquema que lo tiene ya planificado el consorcio Vachagnon y en el transcurso del tiempo se podrán hacer cambios siempre y cuando el sistema logístico lo requiera.
- El flujo de producción de los desechos que se manejen en la planta va a ser en U y en la bodega de almacenamiento será directo. En la bodega se manejará una política de inventario FIFO por las razones antes expuestas.

- Algunas máquinas pueden ser hechas de acuerdo a los requerimientos del cliente dependiendo de la capacidad de planta que se necesite.

## **7.2 Recomendaciones**

Una vez que las conclusiones han sido dadas, es posible que existan algunos puntos en los cuales se pueda dar valor agregado o en su defecto un plan de mejora para los puntos expuestos durante el desarrollo de este trabajo.

- El programa puede ser mejorado en su totalidad mediante un convenio con la M.I. Municipalidad de Guayaquil en el que se determine que las empresas deben destinar una proporción de la materia prima de su producción a que sea material reciclado.
- Se recomienda que antes de llevar a cabo el programa, se realice una campaña de concientización ciudadana en el sector y que de alguna forma se dé a conocer que el alcance del proyecto va más allá.
- De una manera macro el programa no debería llegar únicamente a cumplir su ciclo de vida, de hecho al final de todo el programa debería mantenerse y además fortalecerse para continuar



y llegar a cubrir toda la ciudad de Guayaquil no sólo con los desechos sólidos sino con desechos orgánicos.

- Debido a que muchos de los materiales no puedan recuperar sus características en un 100%, esto debe ser contrastado con el aspecto social con el que se está contribuyendo con este tipo de proyectos. Luego que el beneficio social ha sido alcanzado, el reciclaje puede llegar a constituir ya no como un simple proyecto, sino como una cultura que dará riqueza a la ciudad.
- A pesar de aquellos productos que no se puedan recuperar en un 100%, esto puede ser contrarrestado de algunas formas. Una de ellas es incluyendo aditivos en el momento de la elaboración del producto que permitan justamente mejorar la calidad de alguna o algunas características en particular. Otra forma de ayudar a la calidad del producto es haciendo mezclas de materia prima virgen con material reciclado dependiendo de las características que se requieran y del uso que se le de al producto.
- Haciendo referencia a los modelos de pronósticos, es recomendable que la información que ingrese a la planta y aquella que sea generada por fuera de la misma, sea registrada de manera segura. Esto permitirá en un futuro hacer estimaciones más

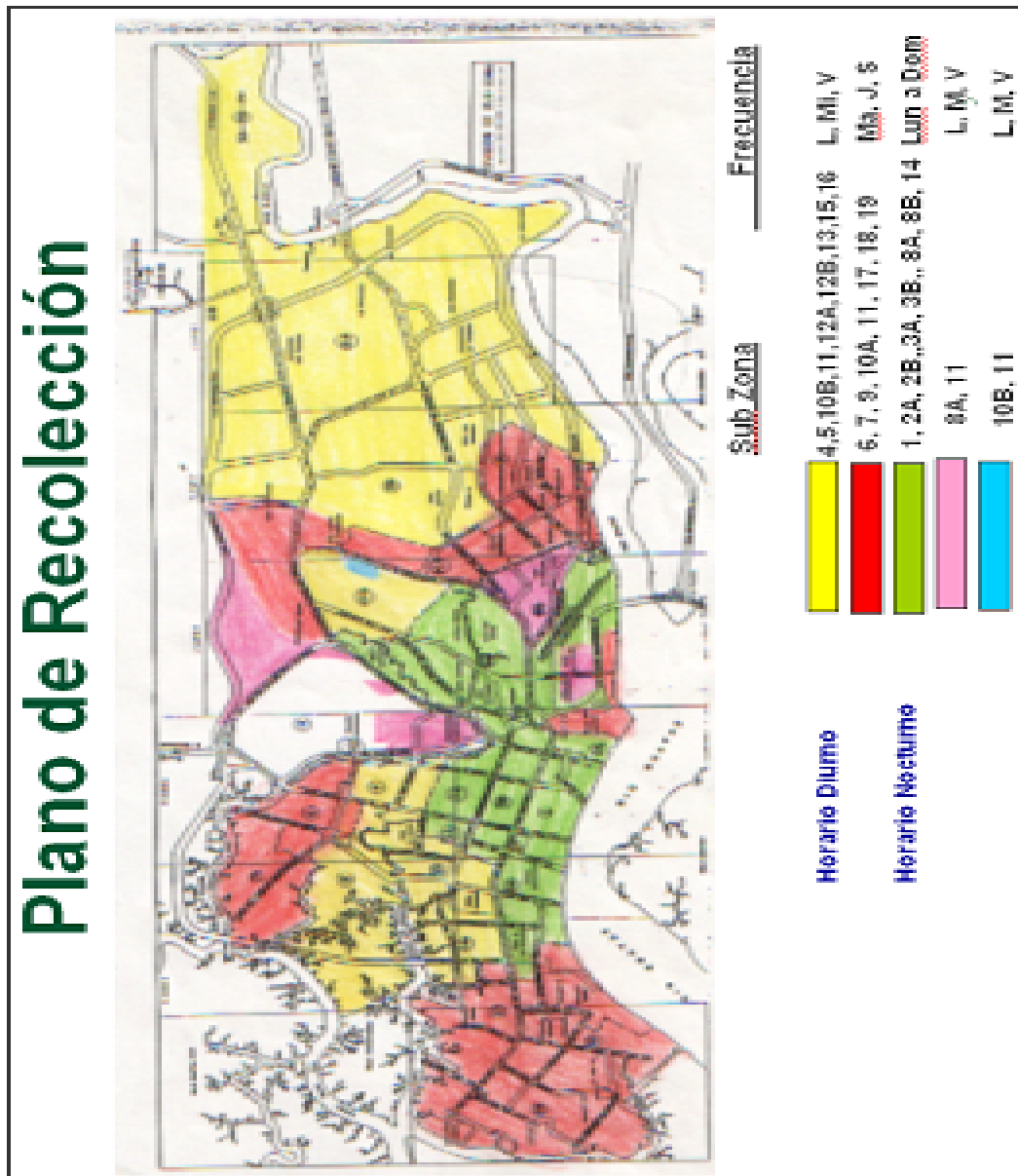
precisas sobre alguna variables que quiera estudiar para considerar una ampliación a nivel nacional por ejemplo.

- Las fuentes de financiación para la puesta en marcha del proyecto constituyen un punto crítico para el mismo. Una recomendación puede ser que en el convenio con la Municipalidad de la ciudad se llegue a establecer una tasa municipal en los servicios básicos destinada para el programa.
- Lo anteriormente expuesto puede facilitar la gestión de crecimiento e inversión de nueva maquinaria para la planta y llegar a tener una planta totalmente mecanizada. Esta recomendación se la da porque con una muy alta probabilidad se va a requerir una planta mecanizada al cabo de los 10 años del proyecto más que todo por el volumen que se espera recolectar a esa fecha.
- A pesar que la maquinaria puede ser construida bajo las especificaciones del cliente se recomienda que las máquinas sean de una capacidad baja dependiendo del costo de las mismas y además de la diferencia de precio entre dos máquinas de diferente capacidad. Esto se recomienda porque en materia de mantenimiento de planta se facilita la gestión y en el caso de algún daño de alguna máquina no se requeriría parar la producción.

## APENDICE A

Plano de recolección de Guayaquil organizado por el Consorcio

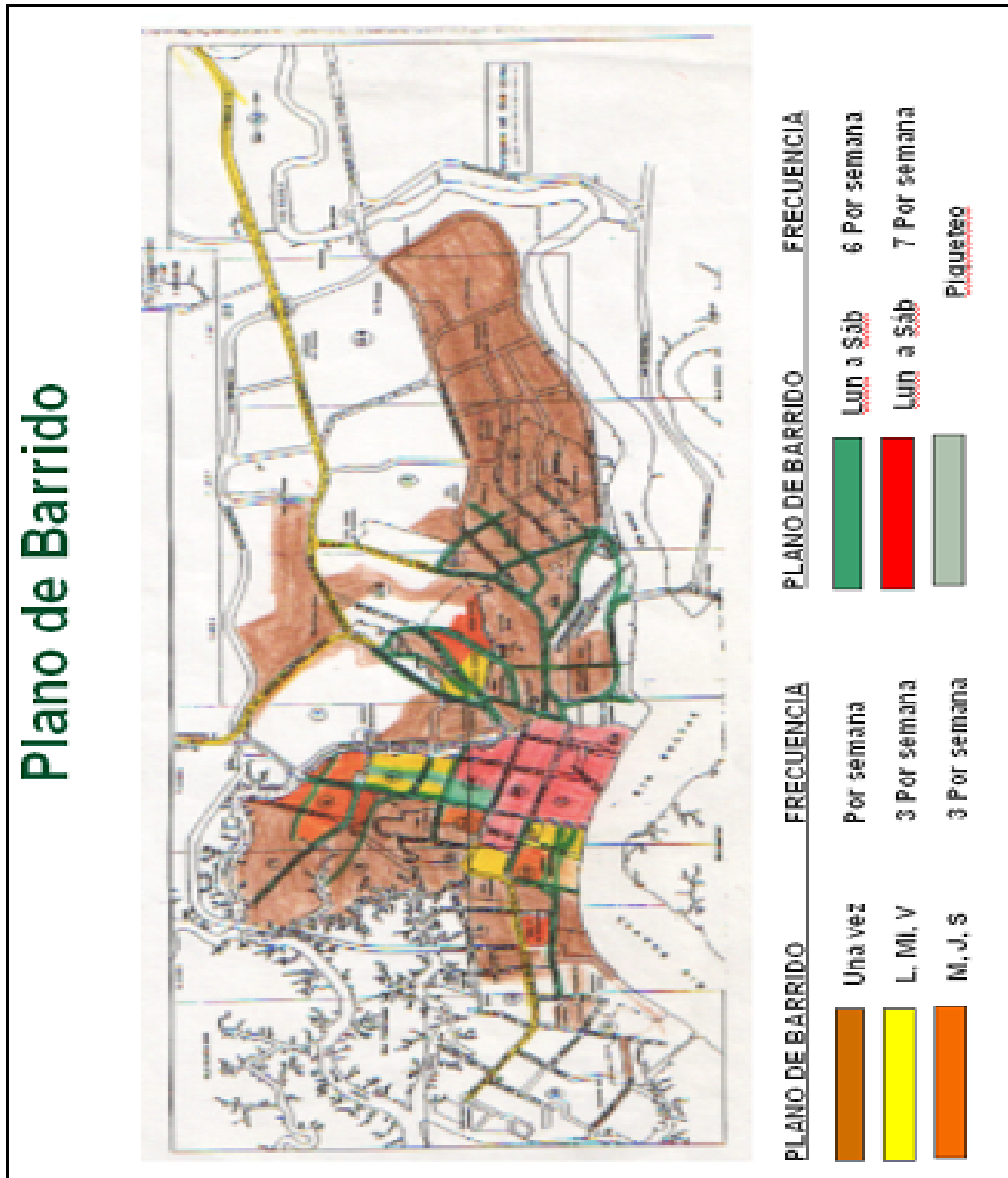
Ecuatoriano ILM



## APENDICE B

Plano de barrido de Guayaquil organizado por el Consorcio Ecuatoriano

ILM



## APENDICE C

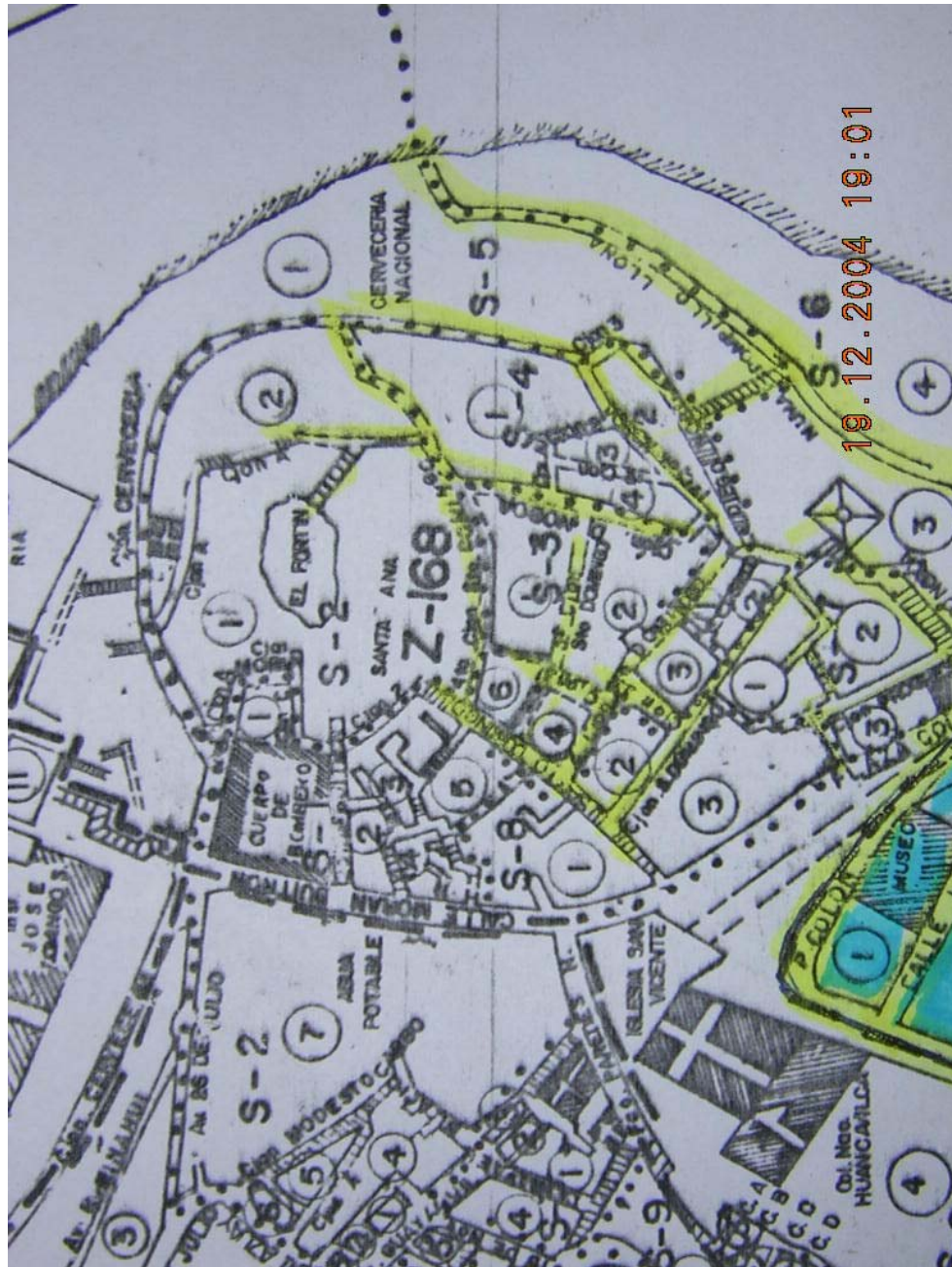
Zonificación de la ciudad de Guayaquil realizada por el INEC para el censo del año 2001 (Zonas 169, 170, 171 Y 172)





## APENDICE D

Zonificación de la ciudad de Guayaquil realizada por el INEC para el censo del año 2001 (Zona 168)



## APENDICE E

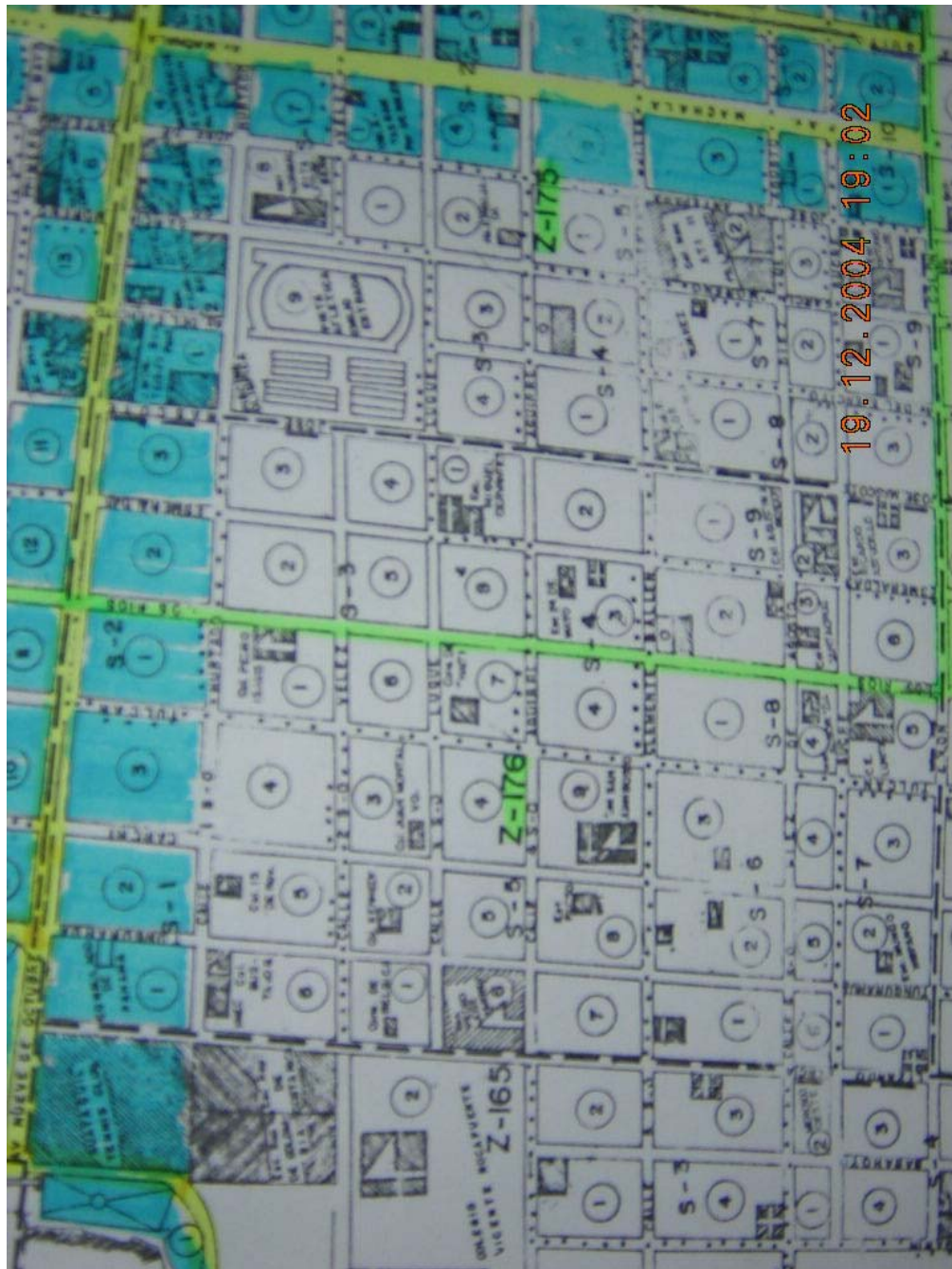
Zonificación de la ciudad de Guayaquil realizada por el INEC para el censo del año 2001 (Zonas 173 y 174)





## APENDICE F

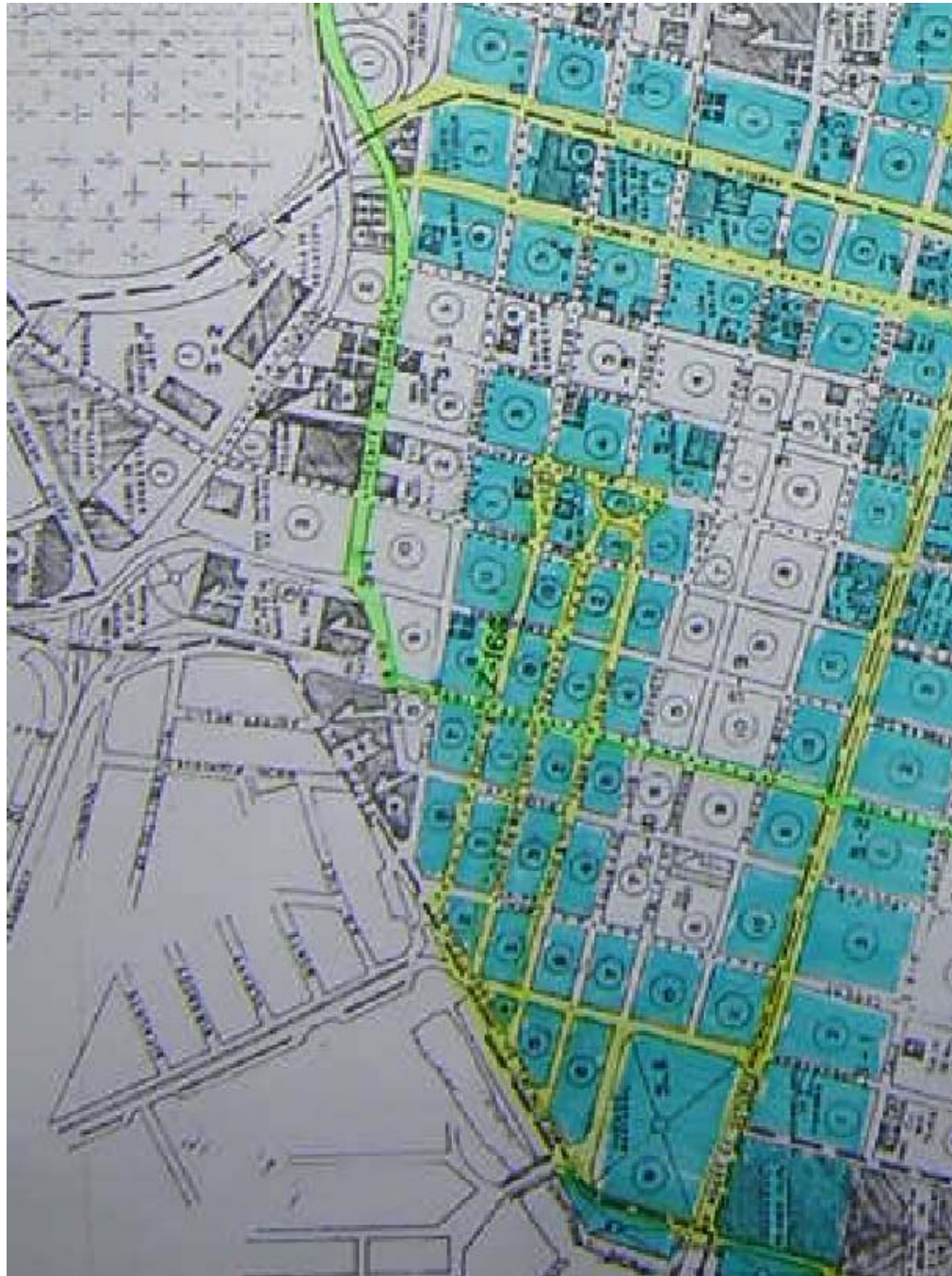
Zonificación de la ciudad de Guayaquil realizada por el INEC para el censo del año 2001 (Zonas 175 y 176)





## APENDICE G

Zonificación de la ciudad de Guayaquil realizada por el INEC para el censo del año 2001 (Zona 166)



## APENDICE H

### Zonificación de la ciudad de Guayaquil realizada por el INEC para el censo del año 2001 (Zona 167)



**NOTA IMPORTANTE:** Desde el apéndice C hasta el H se marcan con color celeste las zonas que en un principio serán afectadas por el plan propuesto, y con color verde, las calles regeneradas



## APENDICE I

### Zona de impacto del Plan Operativo inicial



**NOTA IMPORTANTE:** Se marcan con color celeste las zonas que en un principio serán afectadas por el plan propuesto, y con color verde, las calles regeneradas

## APENDICE J

Modelos de camionetas analizadas para la recolección de desechos sólidos en el plan propuesto (Mistubishi L-200, Chevrolet LUV, Mazda Serie B2200)

**MITSUBISHI  
L200**



Modelo	GL
Largo Total mm	4920
Anchura Total mm	1695
Altura Total mm	2WD: 1610 mm. / 4WD: 1780 mm
Distancia entre ejes mm	2WD: 2950 mm. 4WD: 2960 mm
Distancia libre del suelo mm	210
Peso en orden de marcha kg	2WD: 1410 kg. / 4WD: 1615 kg
Plazas	3 - 5
Velocidad Max km/h	142
Radio min. de viraje m	6.4
Tipo	Diesel inyección indirecta
Cilindrada cc	2477
Potencia max (CEE neta) kW(PS)/rpm	77 cv / 4200 rpm
Par max. de torsión (CEE neto) Nm (kgs)/rpm	158 N.m / 2000 rpm
Equipo de alimentación de combustible	ECI-MULTI
Transmisión Tipo	manual 5 velocidades / 4WD: manual 5 velocidades y reductora
Suspensión Delantera	2WD: independiente de doble trapecio con resorte espiral. 4WD: independiente de doble trapecio con barras de torsión y barra estabilizadora
Suspensión Trasera	eje rígido y ballestas semielípticas
Frenos Delanteros	Discos ventilados
Frenos Traseros	Tambores
Neumáticos Delanteros y Traseros	2WD: 185 R14 C-8PR / 4WD: 205/80 R16

# LUV Diesel CS

## Equipo externo

El diseño de la mascarilla del radiador y parachoque anterior son propios de la Chevrolet Luv diesel. Manillas de puerta al ras, retrovisores plegables y molduras de color negro destacan sus costados. El diseño de los faros traseros provee de una mejor visibilidad del vehículo desde todos los ángulos. La versión 2.5 calza neumáticos de 15 pulgadas mientras que el modelo 2.8 de tracción total lleva rines de 16 pulgadas



## EQUIPO EXTERIOR

- Sistema de protección contra la corrosión de la carrocería, ELPO
- Faros Halógenos
- Parachoques delanteros color del vehículo
- Espejos exteriores sobre puertas
- Gancho de remolque en el frente
- Llantas Radiales R 15
- Aros de Acero
- Molduras laterales

## DIMENSIONES

Largo	4980 mm
Ancho	1690 mm
Alto	1610 mm
Entre ejes	3025 mm

## CAPACIDAD DE CARGA

Carga útil	1260 kg.
------------	----------

## MAZDA B-SERIES CHASIS B2200 Y B2600



### SUSPENSIÓN

- **Delantera:** independiente, doble brazo, con amortiguadores, barras de torsión, barra estabilizadora.
- **Trasera:** eje rígido (B2600 con limitador de deslizamiento-LSD), ballesta de 5 hojas y amortiguadores.

### DIRECCIÓN

- **Tipo:** hidráulica (con sensor de rpm.).
- **Radio de giro entre andenes:** 6.0 mts. (B2600 6.8 mts.).
- **Columna de dirección:** (B2600 altura ajustable).
- **Seguro contra robo:** incorporado al interruptor de encendido.

### DIMENSIONES Y PESOS

	B-2200	B-2600
- Longitud total:	4.405 mm	4.800 mm
- Ancho total :	1.695 mm	1.695 mm
- Altura total :	1.625 mm	1.743 mm
- Distancia entre ejes :	2.760 mm	2.985 mm
- Altura diferencial al piso :	190 mm	211 mm
- Peso vacío :	1.150 kgs	1.370 kgs
- Peso bruto vehicular :	2.375 kgs	2.750 kgs
- Capacidad de carga total:	1.225 kgs	1.380 kgs
- Capacidad de arrastre :	1.000 kgs	1.000 kgs
- Dimensiones interiores:		
- Espacio máx. piernas:	1.050 mm	1.050 mm
- Altura máx. asto-techo :	1.012 mm	1.012 mm
- Ancho interior :	1.410 mm	1.410 mm