

Escuela Superior Politecnica del Litoral

Facultad de Ingeniería Mecánica

"Tratamiento y Eliminación de los Desechos
Sólidos para la Ciudad de Machala"

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de :

INGENIERO MECANICO

Presentada por :

WILLIAM A. SIGCHO VACA

Guayaquil - Ecuador

1.987

AGRADECIMIENTO

A Dios, mis padres y mi familia.

A la ESPOL, al personal docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica y en forma muy especial al Ing. Marco Pazmiño Barreno, - Director de Tesis, por los conocimientos adquiridos de ellos.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la elaboración de esta Tesis.

DEDICATORIA.

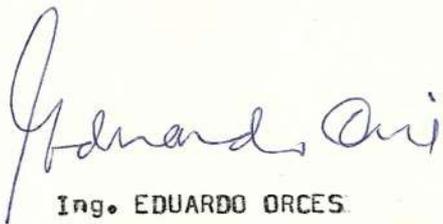
A mis hijos:

William Gonzalo,

Dessireé Verónica

y

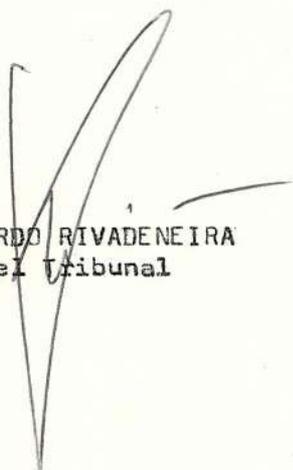
Jorge Andrés.



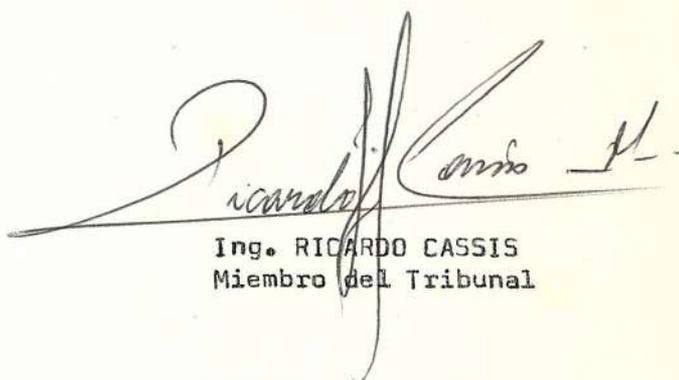
Ing. EDUARDO ORCES
Decano de la Facultad
de Ingeniería Mecánica



Ing. MARCO PAZMIÑO B.
Director de Tesis



Ing. EDUARDO RIVADENEIRA
Miembro del Tribunal

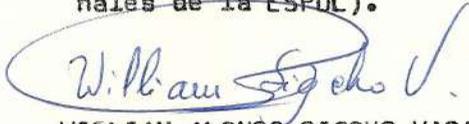


Ing. RICARDO CASSIS
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).


WILLIAM ALONSO SIGCHO VACA.

RESUMEN

Para el "Tratamiento y eliminación de los desechos sólidos para la ciudad de Machala", objeto de esta Tesis de Grado, se divide el estudio básicamente en tres partes principales; se realiza un estudio teórico referente al tema, se selecciona la mejor alternativa de las diferentes que existen para el tratamiento y eliminación de desechos sólidos y finalmente, se hace la implementación del proyecto seleccionado.

En el estudio teórico se describe cómo se llega a la producción de desechos sólidos urbanos, las formas de recogida y eliminación; se analiza la descomposición bioquímica de la basura y finalmente, se describen los diferentes procedimientos para el tratamiento y valorización de residuos.

Dentro de la elección de la alternativa óptima se hace un estudio de los servicios de recolección, tratamiento y eliminación existentes, se hace una previsión a mediano plazo de la producción de residuos sólidos, se determina la composición de los desechos sólidos que se recogen actualmente y luego de analizar los pro y contra de cada alternativa incluyendo los costos aproximados de cada una, para determinar la mejor alternativa que puede implementarse en la ciudad de Machala.

Finalmente, se hace la implementación de la alternativa óptima comenzando con la ingeniería del proyecto y dentro de ésta, su correspondiente estudio de tamaño y localización de la planta, del proceso y de las instalaciones; seguidamente se analiza el presupuesto de ingresos y gastos, inversiones y financiamiento y, se hace una evaluación del proyecto.

INDICE GENERAL

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| RESUMEN | VI |
| INDICE GENERAL | VII |
| INDICE DE FIGURAS | XI |
| INDICE DE TABLAS | XIII |
| INDICE DE CUADROS | XVI |
| LISTA DE ABREVIATURAS | XVII |
| LISTA DE PLANOS | XVIII |
| INTRODUCCION | XIX |
| | |
| I IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS URBANOS | 21 |
| 1.1. Objetivos del Proyecto | 21 |
| 1.2. Justificación del Proyecto | 21 |
| 1.3. Plan General del Programa de Trabajo | 22 |
| II FUNDAMENTOS TEORICOS | 25 |
| 2.1. La producción de los desechos sólidos urbanos | 25 |
| 2.1.1. Breve síntesis histórica | 25 |
| 2.1.2. Crecimiento absoluto de la población | 26 |
| 2.1.3. Tendencia a la concentración de la población en núcleos urbanos | 31 |
| 2.1.4. Uso cada vez más generalizado del envasado pa ra toda clase de productos | 33 |
| 2.1.5. Temprana obsolescencia | 35 |

| | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| 2.1.6. Factores cualitativos | 36 |
| 2.2. Las formas de recogida y eliminación | 37 |
| 2.2.1. Prerecogida y recogida | 37 |
| 2.2.2. Transporte | 40 |
| 2.2.3. Transformación y eliminación | 42 |
| 2.3. La basura y su descomposición bioquímica | 45 |
| 2.3.1. Composición | 46 |
| 2.3.2. Factores que afectan la composición | 48 |
| 2.3.3. Descomposición | 49 |
| 2.4. Procedimientos para el tratamiento y valorización de residuos | 51 |
| 2.4.1. Vertido controlado | 52 |
| 2.4.1.1. Vertido controlado y compactado .. | 55 |
| 2.4.1.2. Trituración | 57 |
| 2.4.2. Compostaje | 60 |
| 2.4.3. Incineración | 64 |
| III ELECCION DE LA ALTERNATIVA OPTIMA | 67 |
| 3.1. Diferentes características de la ciudad de Machala | 67 |
| 3.1.1. Datos históricos | 67 |
| 3.1.2. Características geográficas | 69 |
| 3.1.3. Características demográficas | 70 |
| 3.1.4. Otras consideraciones | 73 |
| 3.2. Previsión a mediano plazo de la producción de resi duos sólidos | 76 |
| 3.2.1. Producción de desechos sólidos en los actua | |

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| les momentos | 76 |
| 3.2.2. Producción a mediano y largo plazo de los desechos sólidos | 78 |
| 3.3. Disponibilidad y formas de recogida a mediano - plazo | 80 |
| 3.3.1. Disponibilidad y formas de recogida ac- tual | 80 |
| 3.3.2. Disponibilidad y formas de recogida a me- diano plazo | 96 |
| 3.4. Composición de los desechos sólidos que se reco- gen actualmente | 99 |
| 3.4.1. Selección de las muestras para determinar sus componentes | 99 |
| 3.4.2. Determinación de las propiedades físicas de las muestras | 101 |
| 3.4.2.1. Material y equipo utilizado | 103 |
| 3.4.2.2. Metodología | 103 |
| 3.5. Elección de la alternativa óptima | 115 |
| 3.5.1. El vertido controlado | 115 |
| 3.5.1.1. Adaptabilidad del método | 123 |
| 3.5.1.2. Costo de Operación | 125 |
| 3.5.1.3. Estudio de la conveniencia o no de triturar la basura | 125 |
| 3.5.2. Compostificación | 128 |
| 3.5.2.1. Estudio sobre la compra y venta de metales, trapos y papeles .. | 128 |

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| 3.5.2.2 Mercado de compost | 136 |
| 3.5.2.2.Costo de Operación | 147 |
| 3.5.3. Incineración | 149 |
| 3.5.3.1. Factores determinantes | 149 |
| 3.5.3.2. Costo de Operación | 162 |
| IV INGENIERIA DEL PROYECTO ESCOGIDO | 164 |
| 4.1. Localización y tamaño | 164 |
| 4.2. Estudio del proceso | 165 |
| 4.3. Estudio de las Instalaciones | 170 |
| V ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO ESCOGIDO | 173 |
| 5.1. Ingresos, Costos y Gastos | 173 |
| 5.1.1. Ingresos | 173 |
| 5.1.2. Costos y Gastos | 174 |
| 5.2. Inversiones y Financiamiento | 179 |
| 5.3. Evaluación del Proyecto | 187 |
| 5.3.1. Evaluación Económica | 187 |
| 5.3.2. Evaluación Social | 187 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 189 |
| PLANOS. | |
| BIBLIOGRAFIA. | |

INDICE DE FIGURAS

| <u>Nº</u> | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| 2.1. Producción de desechos sólidos en áreas metropolitanas de Estados Unidos | 28 |
| 2.2. Crecimiento poblacional entre los años 1950 - 1982 | 29 |
| 2.3. Proyección de la población ecuatoriana hasta el año 2.000 | 30 |
| 2.4. Relación del crecimiento de la población rural y urbana | 34 |
| 2.5. Formas de prerecogida y recogida | 39 |
| 2.6. Tipos de Transporte de Desechos sólidos urbanos .. | 41 |
| 2.7. Vertido controlado | 54 |
| 2.8. Vertido controlado y compactado | 56 |
| 2.9. Trituración | 59 |
| 2.10. Diagrama de Flujo para la elaboración de compost . | 62 |
| 2.11. Horno para la incineración de desechos sólidos ... | 65 |
| 3.1. Ubicación geográfica de la ciudad de Machala | 71 |
| 3.2. Esparcimiento de basura por parte del ganado vacuno | 84 |
| 3.3. Esparcimiento de basura por parte de minadores ... | 84 |
| 3.4. Contaminación ambiental por quema de la basura ... | 85 |
| 3.5. Lugar de disposición final de los desechos sólidos de ciertas industrias y casas comerciales | 87 |
| 3.6. Depósitos de recolección de basura en Machala | 89 |

| <u>Nº</u> | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| 3.7. Organigrama de la Municipalidad de Machala | 92 |
| 3.8. Areas cubiertas por las unidades recolectoras - de basura | 95 |
| 3.9. Zonificación de la ciudad, recomendada por - AGEPROY | 98 |
| 3.10. Lugares seleccionados para la toma de muestras . | 102 |
| 3.11. Material y equipo utilizado | 104 |
| 3.12. Toma de muestras en la calle Apolinario Galvez - de Puerto Bolívar | 107 |
| 3.13. Toma de muestras en uno de los mercados de la ciu dad | 108 |
| 3.14. Selección de los componentes físicos de las mues tras | 109 |
| 3.15. Determinación del peso de los componentes físi - cos de las muestras | 109 |
| 3.16 Componentes plásticos de la basura, no recupera dos | 137 |
| 3.17 Componentes metálicos de la basura, no recupera dos | 137 |
| 5.1 Representación gráfica del proceso | 168 |
| 5.2 Maquinaria utilizada..... | 169 |

INDICE DE TABLAS

| <u>Nº</u> | | <u>Pág.</u> |
|-----------|--|-------------|
| 2.1. | Población residente en ciudades de más de 20 y 100 mil habitantes | 31 |
| 2.2. | Población rural y urbana en el Ecuador 1950 - 1982 | 32 |
| 2.3. | Crecimiento poblacional considerando los sectores Urbano - rural 1950 - 1982 | 33 |
| 3.1. | Distribución de la población en Machala y El Cambio | 72 |
| 3.2. | Proyección de la población de Machala y El Cambio hasta el año 2.000 | 73 |
| 3.3. | Producción de basura en la ciudad de Machala y su parroquia rural El Cambio | 77 |
| 3.4. | Estimación futura de la producción de basura anual | 79 |
| 3.5. | Composición de la basura en el centro de la ciudad, calle 9 de Octubre entre Paez y Guayas .. | 110 |
| 3.6. | Composición de la basura: Ciudadela Las Brisas | 111 |
| 3.7. | Composición de la basura: principales mercados de la ciudad | 112 |
| 3.8. | Composición de la basura en el Area Periférica de la ciudad, calle Apolinario Galvez, entre - Av. Municipalidad y Bolívar (Puerto Bolívar).. | 113 |

| <u>Nº</u> | | <u>Pág.</u> |
|-----------|--|-------------|
| 3.9 | Desperdicios de diferentes constituyentes de la basura recogidos en el país | 131 |
| 3.10 | Importación de desperdicios de papel y cartón <u>u</u> tilizados exclusivamente para la fabricación de papel | 132 |
| 3.11 | Importación de desperdicios de trapos | 133 |
| 3.12 | Importación de desperdicios y desechos (chata - rras de fundición de hierro y acero) | 134 |
| 3.13 | Importación de desperdicios plásticos | 135 |
| 3.14 | Principales cultivos de la provincia de El Oro. | 139 |
| 3.15 | Necesidades de compost en los principales culti <u>u</u> vos de la provincia de El Oro | 141 |
| 3.16 | Importación de Abonos | 144 |
| 5.1.1 | Ingresos anuales por el servicio de recolección de basura y Aseo de calles | 174 |
| 5.2. | Costos operacionales del personal que labora en la sección de aseo de calles - Año 1986 | 175 |
| 5.3. | Gastos operacionales de los vehículos comprados en 1978 - 1979 | 176 |
| 5.4. | Gastos operacionales de los vehículos adquiridos en 1986 | 177 |
| 5.5. | Costos de Explotación del vertedero | 178 |
| 5.6 | Inversiones | 180 |
| 5.7. | Inversión fija | 181 |
| 5.8. | Terrenos y construcciones | 181 |

| <u>Nº</u> | | <u>Pág.</u> |
|-----------|-----------------------------|-------------|
| 5.9 | Maquinarias y Equipos | 185 |
| 5.10 | Otros Activos | 185 |
| 5.11 | Capital de Operación | 186 |

INDICE DE CUADROS

| Nº | | <u>Pág.</u> |
|------|--|-------------|
| 3.1. | Costos de Operación de un vertedero controlado y compactado | 125 |
| 3.2. | Costos de Operación de una fábrica de Compost para 120 Ton./d. | 178 |
| 3.3. | Costos de Operación para un Incinerador de 150 Ton/d. | 163 |
| 5.1. | Edificio para Maquinaria | 182 |
| 5.2. | Bodega | 182 |
| 5.3. | Vivienda para el guardián | 182 |
| 5.4. | Oficina | 183 |
| 5.5. | Cerramiento y Arborización | 187 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------|-------------------------|
| cm | centímetro |
| °C | grados centígrados |
| d | día |
| h | hora |
| hab. | habitante |
| Kcal | Kilo caloría |
| Kg | Kilogramo |
| Km | Kilómetro |
| lb | libra |
| lt | litro |
| m | metro |
| P.C. | Poder calorífico |
| qq | quintal |
| r.p.m. | revoluciones por minuto |
| Ton | toneladas |
| y | yarda |

LISTA DE PLANOS

Nº

- 1 Plano general urbano de Machala.
- 2 Lugar de Emplazamiento.
- 3 Distribución de las edificaciones
- 4 Distribución del vertedero

NOTA: Los Planos se encuentran en la parte final de esta Tesis.

I N T R O D U C C I O N

El problema que plantea la basura en el mundo actual es grande, por lo que es necesario encontrar técnicas adecuadas, tanto para la recogida, como para la eliminación o tratamiento de todo tipo de residuos sólidos.

Es conocida la desorientación general que existe en nuestro medio respecto a este tema, particularmente en cuanto a eliminación se refiere; además es sabido que en nuestro país, Ecuador, en los últimos años la concentración poblacional en las zonas urbanas se ha visto incrementada de una manera significativa, trayendo como consecuencia un incremento en la producción de desechos sólidos, ya sea de tipo doméstico o industrial que necesitan ser tratados o eliminados de una manera racional y técnica.

Esta Tesis toma en cuenta estas necesidades e intenta solucionar este problema en la ciudad de Machala y su parroquia rural El Cambio, contribuyendo de esta manera a favorecer a la comunidad, tanto desde el punto de vista de su necesidad de bienestar, así como en lo que respecta a la utilización en una forma más eficiente de los recursos destinados a este servicio, por su Cabildo.

Se espera que este planteamiento que se emite, sirva como guía para poder dar una solución definitiva en el resto de ciudades del país en este campo, pues aunque los factores locales determinan la implantación

de tal o cual sistema de tratamiento y eliminación de desechos sólidos, los lineamientos generales con los que se trabaja esta Tesis, sirven - para toda región o área geográfica de nuestro país.

CAPITULO I

IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS URBANOS.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Esta Tesis intenta dar una solución integral al problema actual de la ciudad de Machala y su parroquia rural El Cambio, en lo que respecta a sus desechos sólidos sobre todo de origen doméstico y urbano, escogiendo de entre los métodos que aconseja la técnica moderna para estos efectos, el que mejor se adapte a sus condiciones y, posteriormente hacer la implementación del proyecto seleccionado - con su correspondiente estudio económico y financiero.

1.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En todas las regiones y países del mundo, la eliminación de los residuos de origen doméstico, urbanos e industriales, plantea una serie de problemas.

Con el afán de compartir con la sociedad, a la cual debemos nuestra formación y parte de los conocimientos adquiridos en la ESPOL, hemos decidido elaborar un proyecto en el que se utilizan las técnicas modernas para resolver eficazmente el problema de la eliminación y tratamiento de los desechos sólidos urbanos y aplicarlas en esta área específica de nuestro país, como es la ciudad de Machala, que en la actualidad no dispone de un procedimiento racional en cuanto a eliminación de residuos sólidos que generan sus habitan -

tes, ya que el sistema que se usa es el de los "vertidos salvajes", usados comúnmente en nuestro país, es decir, un transporte hasta un vertedero libre, donde por auto-combustión las basuras acaban por desaparecer en el mejor de los casos, sin tener en cuenta la naturaleza del terreno del vertedero y por consiguiente su mayor o menor permeabilidad con el consiguiente proceso de contaminación de aguas que se produce en época de lluvia, ni el problema de los humos y olores producidos en la autocombustión, ni el de la presencia de roedores e insectos (que son vehículos propagadores de gérmenes patógenos y de enfermedades contagiosas), ni dispersión de papeles y polvo por el viento, ni los atentados del paisaje.

La tendencia cada vez mayor de la población de concentrarse en las zonas urbanas, acrecentan el problema y en la actualidad gracias a la experiencia obtenida en otros países, se puede aplicar la tecnología apropiada para evitarlo.

Finalmente es necesario destacar que el presupuesto de la Municipalidad de Machala para el servicio de recolección, transporte y eliminación de los desperdicios sólidos en el año 1986 representa un gran porcentaje del presupuesto total, por lo que a más de lograr solucionar en forma duradera el problema mencionado, también se lograría racionalizar los recursos tan necesarios para otros fines, dado los reducidos ingresos de los que dispone.

1.3. PLAN GENERAL DEL PROGRAMA DE TRABAJO

Esta Tesis está dividida en las siguientes cinco etapas:

La primera que nos tomó el 13 % del tiempo, corresponde a la de-

terminación de la importancia que tiene la realización del trabajo en la ciudad de Machala. Analizando los pro y contra de este intento y determinando el alcance del mismo.

La segunda parte fue programada para, utilizando el 13 % del tiempo total, dar una descripción de la parte teórica relacionada con el tema que nos ocupa, y de la que haremos uso a medida que vayamos avanzando en él. En esta parte tratamos en lo posible de recabar datos disponibles en nuestro medio, para ubicar al país en el lugar que le corresponde dentro de los adelantos de la técnica moderna de tratamiento y eliminación de desechos sólidos.

La tercera parte, la más larga y una de las más importantes, nos tomó el 33 % del tiempo utilizado en la realización de este trabajo. Aquí se hacen los estudios, tanto de las diferentes características existentes en la ciudad de Machala, así como una previsión a mediano plazo para la producción de desechos sólidos, la disponibilidad que tendrá la Municipalidad para la recogida de los mismos a mediano plazo, para lo cual recabamos los datos necesarios a nivel interno del Municipio y en los planes del Gobierno Nacional. Posteriormente nos centramos en la parte experimental, para lo cual a base de conocimientos de muestreo, seleccionamos muestras de la basura que se recoge actualmente y determinamos su composición, para complementado con el estudio anterior, determinar la mejor alternativa aconsejable a ser implementada en esta ciudad.

La cuarta parte referente a la ingeniería del proyecto escogido, la hacemos utilizando el 20 % del tiempo utilizado en todo el trabajo y, para esto necesitamos el asesoramiento de técnicos de suelo pa

ra determinar el sitio ideal e instalar la planta aconsejada y posteriormente analizamos el estudio del proceso y de las instalaciones.

En la quinta y última parte, hacemos un estudio económico, financiero del proyecto, actualizando costos y haciendo proyecciones de ingresos en el Municipio a mediano plazo, para finalizar evaluando el proyecto y haciendo las respectivas conclusiones y recomendaciones. Esta parte nos tomó el 20 % del tiempo necesario para el desarrollo de esta Tesis.

C A P I T U L O I I

FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1. LA PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS URBANOS

Es el estudio de el origen de los desechos sólidos con su respectiva historia, la influencia que tiene la población y el uso cada vez más generalizado de los envases para toda clase de productos en la generación de desechos sólidos, así como la tendencia que tiene la población a concentrarse en núcleos urbanos.

2.1.1. BREVE SINTESIS HISTORICA

El hombre ha producido siempre ciertos residuos, sin embargo es en las últimas décadas cuando la producción de estos residuos ha llegado de verdad a plantear problemas por una serie de factores que se analizarán posteriormente.

Se considera que para 1980 se producían en el mundo cada 24 horas aproximadamente, 4 millones de toneladas de residuos sólidos domésticos, urbanos e industriales, lo que supone, dada una densidad media de 200 Kg/m^3 , unos 20 millones de m^3 .

Probablemente del 20 al 30 % de los 4 millones de toneladas mencionadas son producidas en medios rurales o semi-rurales y no crean muchos problemas, pues se autoconsumen en su explotación o se sigue con ellos el viejo sistema de "esconder y olvidar", pero el 70 - 80 % ha llegado a constituir un serio problema, tanto desde el punto de vista sanitario y eco-

lógico, como desde el punto de vista económico ya que los - costos de recogida, transformación y/o eliminación son cada vez mayores.

Los presupuestos asignados por los Ayuntamientos para este - efecto son cuantiosos y no se ha dado en muchos casos las soluciones que se persiguen, pues podemos mencionar como un e- jemplo el presupuesto de la ciudad de Guayaquil destinado a la recolección, transporte y eliminación de los desechos sólidos es del orden de \$/ 1.600'000.000, que representan el .. 13,3 % del presupuesto total del año 1986 y, sin embargo se sigue manteniendo una excesiva contaminación del Estero Sa- lado, generado ya sea por los vertidos de desperdicios de - toda clase o por la mala ubicación y la forma antitécnica - cón que se mantiene el botadero de basura situado en una parte alledaña a este Estero.

Entre los factores que han contribuido para que en las últi- mas décadas la producción de residuos plantee serios proble- mas, los enumeramos a continuación:

2.1.2. CRECIMIENTO ABSOLUTO DE LA POBLACION

En los últimos 50 años la población mundial se ha duplicado; esto como es lógico, ha producido un aumento en la producción de residuos, pero este aumento es mas que proporcional con - respecto al de la población, destacándose que este aumento ha sido más marcado en los países industrializados.

Así, si analizamos como un ejemplo los datos referentes a - las áreas metropolitanas de los Estados Unidos, vemos que al graficar la producción de residuos sólidos al año, en comparación con el tiempo transcurrido en años, obtenemos un crecimiento exponencial, como se muestra en la FIG. N° 2.1.

En nuestro país no se dispone de datos referentes a la producción de desechos sólidos al año, pues como ya se indicó, recién se están dando los primeros pasos en este campo. En cuanto al crecimiento absoluto de la población basándonos en los datos de los censos de población y vivienda efectuados - hasta el momento, podemos ver la tendencia mostrada en la - FIG. 2.2.

La tasa anual de crecimiento en los tres períodos intercensales es la siguiente:

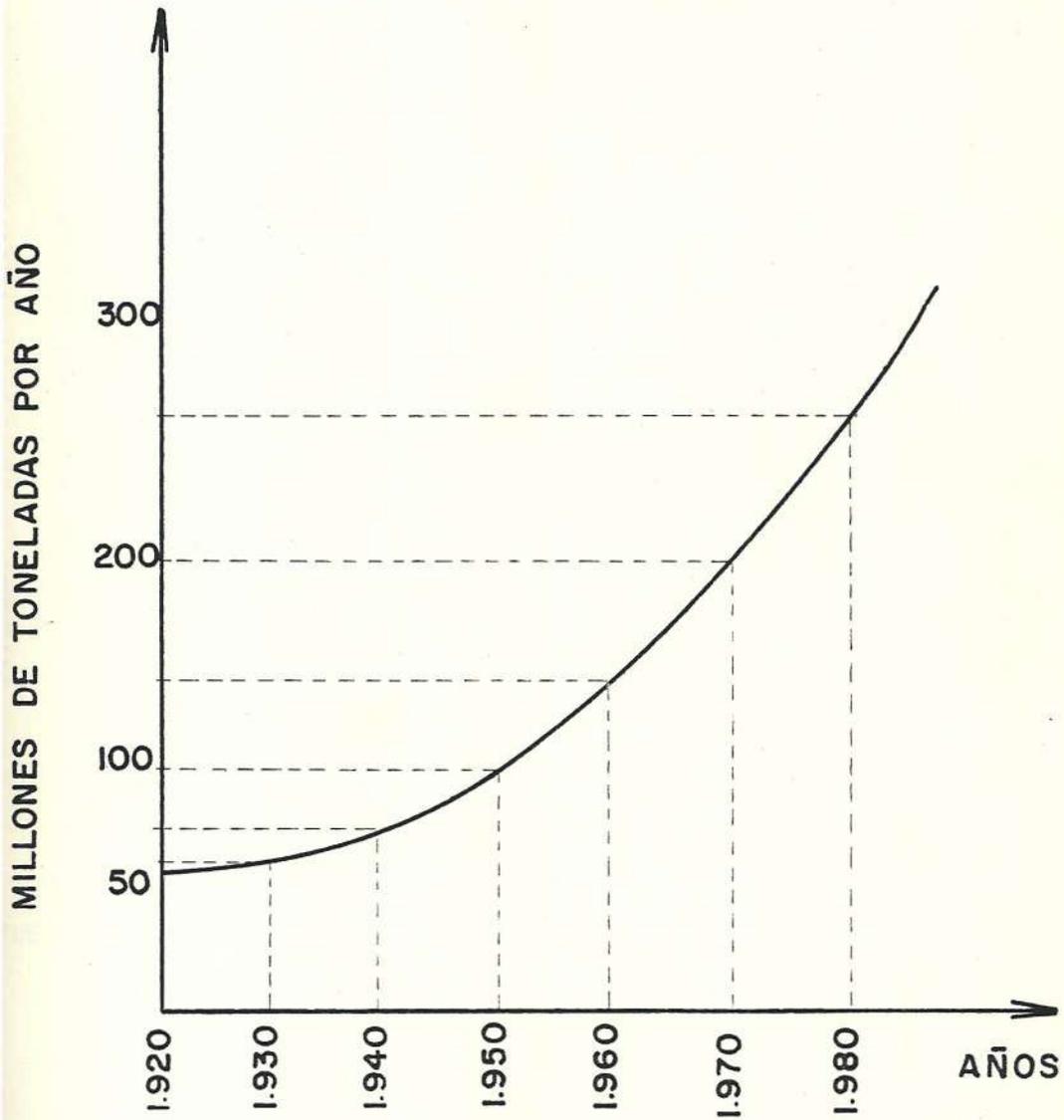
| | |
|------------------------------------|-------|
| 1º período intercensal 1950 - 1962 | 2,9 % |
| 2º período intercensal 1962 - 1974 | 3,3 % |
| 3º período intercensal 1974 - 1982 | 2,7 % |

Considerando estas tasas de crecimiento y sin olvidar que en los próximos años es posible que disminuya la tasa de crecimiento debido sobre todo a la reducción de las tasas de fecundidad y otros índices demográficos que afectan el crecimiento, podemos hacer una proyección estadística para ver el crecimiento poblacional hasta el año 2.000, la misma que es presentada en la FIG. N° 2.3.

Un dato adicional, no menos importante, es el hecho de que A

FIG. Nº 2.1

PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS EN AREAS
METROPOLITANAS DE ESTADOS UNIDOS

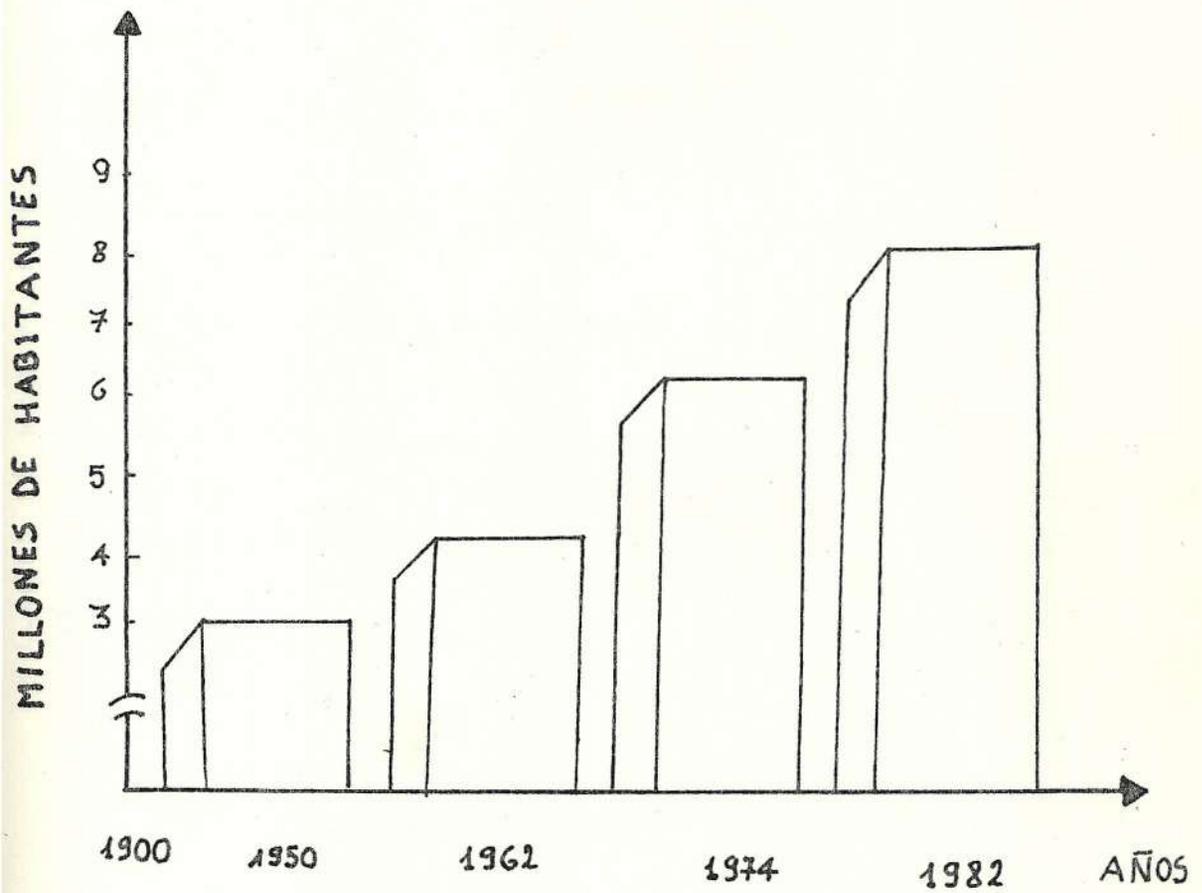


FUENTE: Documento Bibliográfico Nº 10

FIG. N^o 2.2

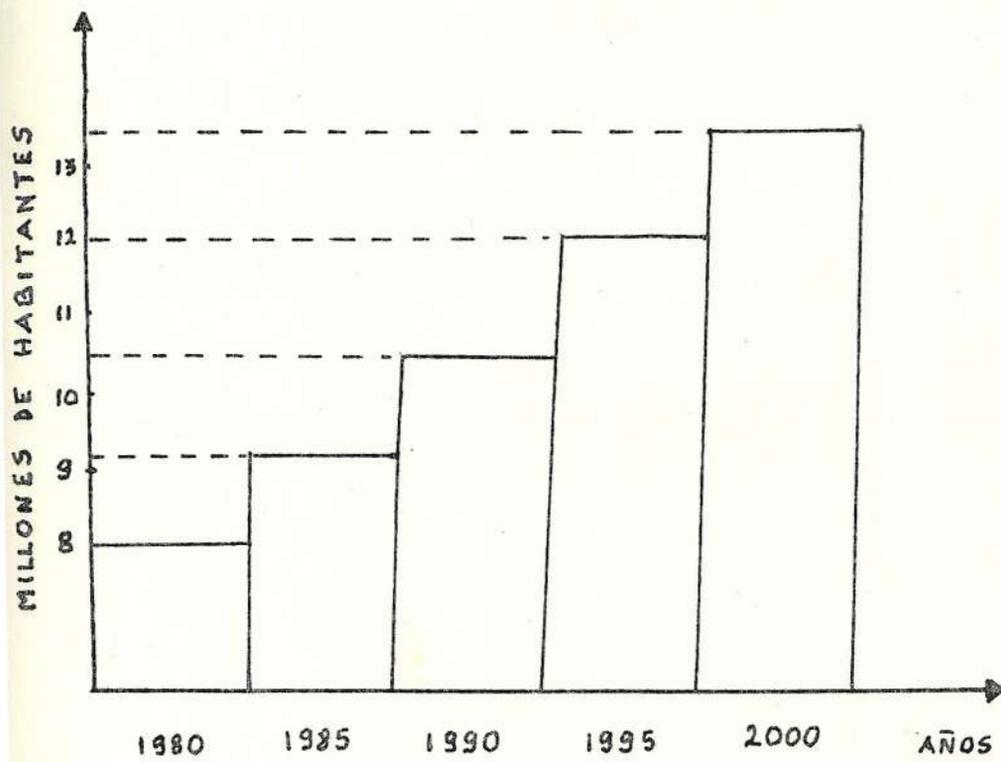
CRECIMIENTO POBLACIONAL ENTRE LOS AÑOS

1950 - 1982



FUENTE: INEC

FIG. Nº 2.3

PROYECCION DE LA POBLACION ECUATORIANA HASTA
EL AÑO 2.000

FUENTE: CEPAR

mérica Latina esté creciendo más rápidamente que algunos países considerados menos avanzados que nosotros y que las soluciones que se requieren para los diferentes problemas que se originan por este hecho deben ser inmediatos.

2.1.3. TENDENCIA A LA CONCENTRACION DE LA POBLACION EN NUCLEOS URBANOS.

Una forma usual de medir el proceso de urbanización es situar un límite de población convencional y calcular la proporción de habitantes que residen en ciudades que sobrepasan ese límite. Así para 20.000 y 100.000 hab., podemos observar el fenómeno mundial en la TABLA N° 2.1.

TABLA N° 2.1.

POBLACION RESIDENTE EN CIUDADES DE MAS DE 20 y 100 MIL HABITANTES

| AÑO | % DE LA POBLACION MUNDIAL (límite 20.000 hab.) | % DE LA POBLACION MUNDIAL (límite 100.000 hab.) |
|------|--|---|
| | 1920 | 14 |
| 1930 | 16 | 10,4 |
| 1940 | 19 | 12,5 |
| 1950 | 21 | 14,3 |
| 1960 | 25 | 17,6 |
| 1970 | 32 | 22,0 |
| 1980 | 39 | 28,0 |

FUENTE: Documento bibliográfico N° 10.

ELABORADO POR: El Autor

Se calcula que para el año 2.000 vivirán en ciudades de más de 100.000 hab. el 42 % de la población total y que existirán 60 superciudades de más de 5 millones de habitantes.

En nuestro país podemos ver la concentración de la población en las zonas rurales y urbanas valiéndonos de los censos de población y vivienda efectuados por el INEC hasta el momento y que se muestra en la TABLA N° 2.2.

TABLA N° 2.2.

POBLACION URBANA Y RURAL

EN EL ECUADOR

1950-1982

(en miles)

| AÑOS | TOTAL | | URBANA | | RURAL | |
|------|-----------|-----|-----------|------|-----------|------|
| | POBLACION | % | POBLACION | % | POBLACION | % |
| 1950 | 3.203 | 100 | 914 | 28,5 | 2.289 | 77,5 |
| 1962 | 4.476 | 100 | 1.612 | 36 | 2.864 | 64 |
| 1974 | 6.522 | 100 | 2.699 | 41,4 | 3.823 | 58,3 |
| 1982 | 8.129 | 100 | 4.019 | 49,4 | 4.110 | 50,6 |

FUENTE: INEC

ELABORADO POR: El Autor.

Podemos sacar el crecimiento de la población en los sectores urbano y total en los diferentes períodos intercensales así y, obtener la TABLA N° 2.3.

TABLA N° 2.3.

CRECIMIENTO POBLACIONAL CONSIDERANDO LOS SECTORESURBANO - RURAL

1950 - 1982

PERIODOS INTERCENSALES

| <u>SECTOR</u> | <u>1950 - 1962</u> | <u>1962 - 1974</u> | <u>1974 - 1982</u> |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| RURAL | 1,9 % | 2,5 % | 0,9 % |
| URBANO | 4,7 % | 4,5 % | 4,5 % |

FUENTE: INEC

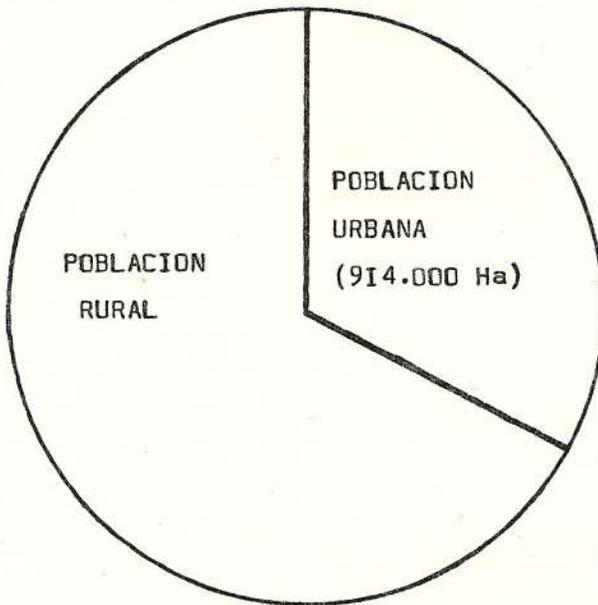
ELABORADO POR: El Autor.

Cuando analizamos el crecimiento absoluto de la población en nuestro país observamos que en los últimos años había bajado a una tasa de 2,7 %, en cambio se advierte un desbalance en el crecimiento poblacional considerando las áreas urbanas y rural.

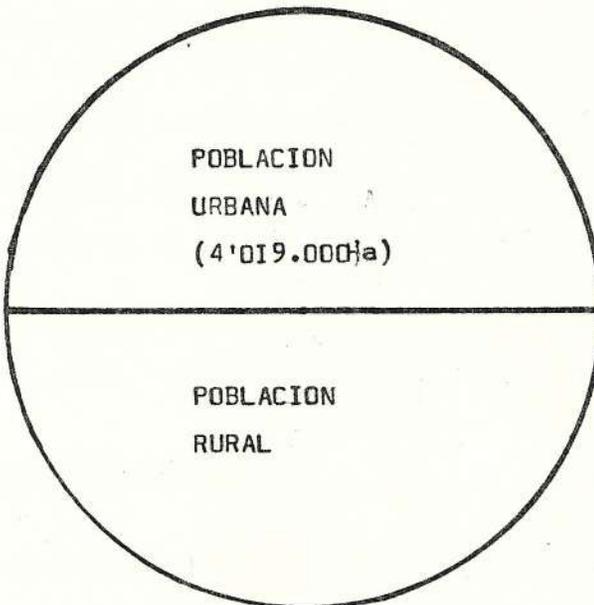
En porcentajes globales encontramos que la población del sector urbano en 1950 comprendía el 28,5 % de la población total en cambio en 1982 ascendió al 49,4 % (FIG. N° 2.4), lo que demuestra a las claras que el problema migratorio campo ciudad es alarmante, trayendo como consecuencia la necesidad de mayores y mejores servicios para atender a esta población, y, también la necesaria solución al problema de los desechos sólidos que generan éstos.

2.1.4. USO CADA VEZ MAS GENERALIZADO DEL ENVASADO PARA TODA CLASE DE

FIG. N° 2.4

RELACION DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION
RURAL Y URBANA

1950



1982

PRODUCTOS.

Este concepto ha producido un aumento espectacular de residuos de plásticos, papel, cartón, hojalata, vidrio, etc.

De los envases, el más usado es el hecho de plástico, que por su precio reducido lo ha puesto al alcance de todo el mundo, incluso en poblaciones con menor índice de desarrollo económico.

En lo que respecta al papel y el cartón, el aumento de una demanda cada vez mayor, especialmente en el consumo de sectores como la industria editorial, prensa, embalaje y construcción (papeles pintados), etc. Es importante señalar que aproximadamente el 36 % del papel y cartón consumido, es aprovechado en los países de mayor desarrollo económico, mediante procesos de reciclaje y con aplicación de nuevas técnicas esperan llegar al 45 % (10).

En nuestro país tomando como ejemplo la ciudad de Guayaquil, su basura está compuesta en aproximadamente un 18,3 % de papel y cartón y, de esto lo que se recupera son 30 Ton. al día que equivale a un 5 % y que es comprada por las empresas papeleras para reciclar (15).

2.1.5. TEMPRANA OBSOLECENCIA

La temprana obsolescencia de gran variedad de artículos de uso normal, tales como electrodomésticos, aparatos de uso personal corriente, etc., produce una gran cantidad de materia-

les de desecho que necesitan un tratamiento adecuado.

2.1.6. FACTORES CUALITATIVOS

A estos factores ya citados y que podríamos denominar "cuantitativos", se unen otros de no menor importancia, pero de tipo "cualitativos", que han contribuido igualmente a que el problema de los residuos esté actualmente en uno de los primeros puestos en las preocupaciones de los gobernantes de todos los países del mundo. Nos referimos a todo lo relacionado con la ecología y la concientización progresiva de la humanidad respecto a la degradación del medio ambiente en que vivimos. Esta preocupación por los problemas de contaminación ambiental está influyendo poderosamente en los procedimientos utilizados para la eliminación de residuos sólidos, especialmente de basuras domésticas.

Hasta hace relativamente pocos años, en las ciudades de tamaño medio y pequeño de los países desarrollados utilizaban como único medio de eliminación de basuras el de los llamados "vertidos salvajes", ya mencionados anteriormente. En nuestro país en la gran mayoría de las ciudades todavía se mantiene este sistema.

Debido al aumento de volumen de las basuras, ha hecho que las autoridades empiecen a atacar este problema por medio de la adecuada legislación sanitaria, obligando en algunos casos a la desaparición de dichos vertederos. Como ejemplo citaremos que en Francia, por un Decreto publicado en 1972,

se obligó a la desaparición para 1975 de los vertederos li
bres existentes y su sustitución por otros procedimientos
(10).

Refiriéndonos a nuestro país, podemos citar que la Constitu
ción Política del Estado, con relación a la salud en su Art.
29, reconoce el derecho que tienen los ecuatorianos a la a-
tención de la salud y EL SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LAS CIUDA
DES y del campo, pero que por muchas razones no se ha esta
do cumpliendo este precepto.

2.2. LAS FORMAS DE RECOGIDA Y ELIMINACION

Prerecogida y recogida, transporte, transformación y eliminación es
el orden que se sigue en el proceso de solucionar los problemas que
presentan los residuos sólidos producidos por el hombre. Vamos a
seguir este orden para analizarlas cada uno de ellas.

2.2.1. PRERECOGIDA Y RECOGIDA

Los diferentes sistemas de prerecogida y recogida presentan
unas ventajas intrínsecas que derivan del material elegido.
Dicho material comprende unos tipos de contenedores normali
zados y vehículos de recogida concebidos específicamente, -
y que se los selecciona de acuerdo a los factores locales
que determinan las condiciones de recogida. Entre los prin
cipales factores están:

- El tipo de vivienda, la densidad de la población, el ur-
banismo.

- El volumen y el tipo de residuos, las variaciones de estación.
- La frecuencia o la rapidez con que se requieren los servicios de recogida.
- La distancia a los centros de tratamiento.
- Los requerimientos en materia de higiene, de estética y de condiciones de trabajo del personal.
- El monto de las inversiones y los costos de explotación.

Los costos de explotación de un sistema de recogida pueden variar considerablemente en función de las condiciones características con que se realizan las operaciones de recogida. Los costos más elevados se registran cuando en una misma población las viviendas están dispersas, originando grandes desplazamientos y un llenado inadecuado de los camiones recolectores, o bien cuando las poblaciones son muy densas e implican problemas de tráfico y estacionamiento.

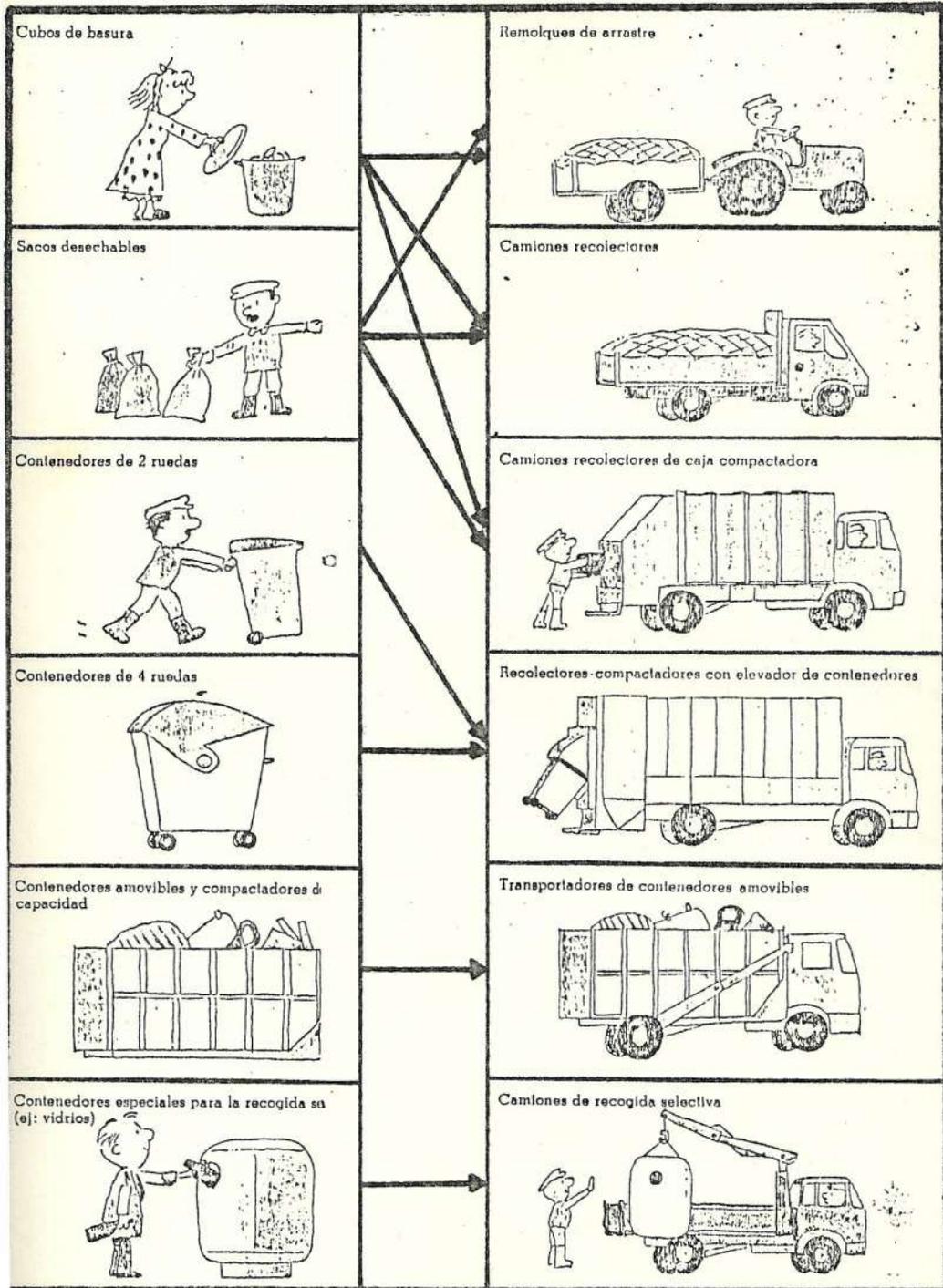
En la FIG. 2.5. podemos ver los diferentes sistemas de pre-recogida y recogida con sus correspondientes interrelaciones.

En el Ecuador donde se presentan situaciones muy diferentes que pueden estar estrechamente relacionadas, es frecuente que en el interior de una misma población se utilicen varios sistemas de los anotados.

Generalmente, las Municipalidades se encargan de comprar los

FIG. Nº 2.5

FORMAS DE PRERECOGIDA Y RECOGIDA



recipientes especiales de recogida y distribuirlos gratuitamente a los habitantes, según sus necesidades.

2.2.2. TRANSPORTE

Existen diferentes tipos de transporte que hacen su recorrido por las calles de los núcleos urbanos. La utilización de ellos depende sobre todo del tipo de cubos y containers que se tenga.

En los países más industrializados se calcula que es necesario un camión por cada 10.000 hab., aunque existen países como Estados Unidos donde en algunas zonas se emplean un vehículo por cada 1.500 hab. En España se utilizaba un camión por cada 20.000 hab. Como dato referencial, en el Ecuador y particularmente en Machala se usa un camión por cada 14.289 hab.

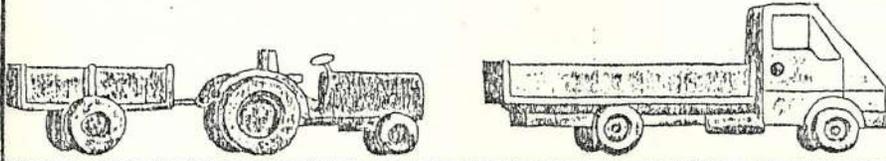
Algunos de los principales tipos de vehículos existentes para el transporte de desperdicios sólidos pueden verse en la FIG. N^o 2.6.

El planning de trabajo de estos camiones se establece teniendo en cuenta las velocidades durante la recogida, que suele ser de 3 a 5 Km/h y la velocidad de transporte fuera de la población (si este es el caso), a razón de unos 30 Km/h.

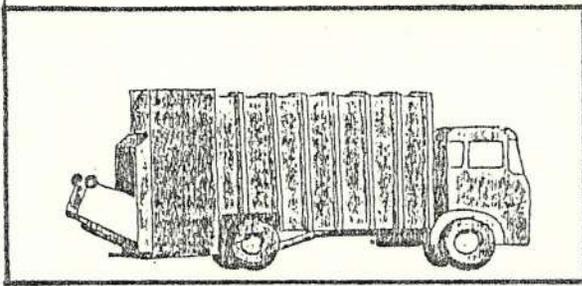
Estas técnicas empleadas hasta ahora para recogida y transporte, están empezando a ser sustituidas por otras. Así, se emplean ya en varios países centros de recogida intermedia -

FIG. Nº 2.6

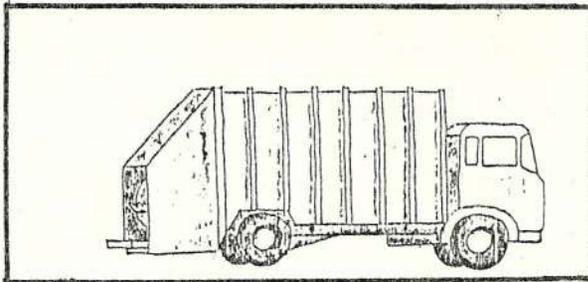
TIPOS DE TRANSPORTE DE DESECHOS SOLIDOS URBANOS



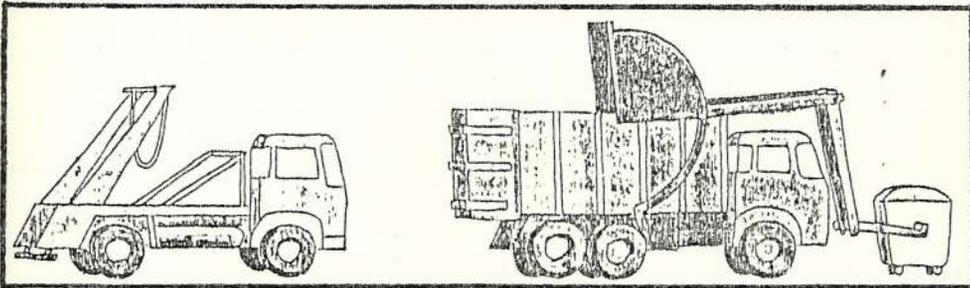
Remolques de arrastre y camiones de caja abierta



Recolectores compactadores con elevador de contenedores.



Camiones recolectores de caja cerrada compradora.



Camiones para contenedores móviles.

entre las poblaciones y las plantas de transformación ó eliminación, al objeto de reducir el volumen de los residuos. Esta reducción se realiza por medio de la compactación de los residuos en balas o bien por la compactación continua, siendo transportados posteriormente en grandes trailers de 20 Ton. hasta las plantas de transformación, incineración o a vertederos. Estos centros de recogida que al mismo tiempo realizan la función de compactación, se utilizan ya en varios países, sobre todo en Japón y Estados Unidos, donde se consiguen balas con densidades de $800 \text{ a } 900 \text{ Kg/m}^3$ (9).

Existen, además sistemas que está empezándose a ensayar que consisten en la recogida de residuos sólidos por medio de tuberías de vacíos y su envío a la estación central, instalada en barrios con población entre 10 y 20 mil habitantes. Se calcula que este sistema supone un costo adicional por vivienda del orden de unos \$ 580 USA (*). Hasta la fecha este sistema se ha iniciado en Europa, en ciudades como Estocolmo, Grenoble, Milán, Munich, Moscú, siendo esta última la que lo ha aplicado en mayor número de habitantes, ya que afecta a un barrio de nueva construcción con 120.000 hab.

2.2.3. TRANSFORMACION Y ELIMINACION

Considerando en su conjunto el tratamiento de los residuos sólidos producidos por el hombre, sólo hay cuatro opciones

* : Valor actualizado a 1986.

a considerar; reciclar, transformar para volver a usar, enterrar y quemar. Las fuentes de estas opciones responden a causas económicas, naturales y tecnológicas.

Por reciclaje se entiende el aprovechamiento de algunos materiales que aparecen usualmente en las basuras. Su finalidad es doble; por una parte evitar la eliminación de las materias útiles y por otra reducir los gastos originados por la recogida, transporte y eliminación de basuras. No existen máquinas o instalaciones adecuadas para separar los diferentes materiales con excepción del hierro que se separa mediante electroimanes. Por eso se utilizan procesos de selección manual para extraer los trapos, metales, papel, cartón, plásticos, etc., clasificarlos y embalarlos para su venta a la fábricas. Incluso en países como Estados Unidos, de mano de obra muy cara, se ha utilizado, por no haber otros disponibles los procesos manuales en estas operaciones de reciclaje.

Ahora con la reciente elevación de precios de la mayor parte de las materias primas ha hecho que esta actividad sea extraordinariamente rentable, sobre todo teniendo en cuenta la composición de las basuras domiciliarias, en las cuales la presencia de materias como papel, metales, trapos, plásticos, etc., ha aumentado fuertemente, reduciéndose por el contrario la presencia de polvos y cenizas. Es de esperar que con el transcurso del tiempo la investigación consiga aplicar nuevas técnicas que logren la separación mecanizada de los distintos componentes. Entonces sería un proceso cerrado

do.

Dentro de los procesos de transformación, el más usado es el de transformación de las basuras en compost, para su utilización posterior como abono orgánico en la agricultura. El compostaje consiste en separar de las basuras los elementos no fermentables, que deben ser tratados por otros sistemas, de los que lo son mediante microorganismos aerobios, para obtener el denominado abono orgánico "compost". En lo que respecta a la materia orgánica constituye teóricamente un buen sistema al formar el ciclo cerrado. Se obtiene una tonelada de compost de cada dos toneladas de basura. El compostaje se utiliza en países en que por su clima y cultivos es necesario añadir materia orgánica a la tierra. Como ejemplo podemos citar que Francia es uno de los que más lo utilizan, existiendo más de 90 plantas hasta 1982. (10).

En cuanto a enterrar, para esto se disponen de métodos como el vertido controlado y el vertido controlado compactado, - que es una derivación de la primera.

En el vertido controlado, en un emplazamiento elegido y acondicionado racionalmente se forman capas de residuos, respetando unas técnicas y reglas muy precisas, tales como la cobertura de las capas con materiales inertes.

En el vertido controlado y compactado este tipo de sistema de vertido consiste en la disposición de capas finas de residuos y en su compactación mediante maquinaria especial.

La última alternativa que se tiene para el tratamiento de los residuos sólidos es la quema o incineración que consiste en el tratamiento de los residuos mediante fuego en hornos especiales, siendo posible además la producción de energía y la recuperación de calor y de cierto tipo de materiales.

Sin embargo también debemos mencionar que en los países más avanzados están en investigación nuevas técnicas de transformación ya que se ha conseguido transformar la basura mediante procesos de conglomerado en diversos materiales de construcción, como ladrillos, tableros, paneles y bovedillas. También cajas para botellas y mediante la pirólisis (combustión a presión y altas temperaturas) se ha obtenido gas metano y petróleo. En todos estos casos el costo de obtención de estos productos es todavía bastante más elevado que los de mercado, a pesar de las recientes subidas de precios de materias primas (9).

No obstante, en el futuro estos procesos pueden ser perfectamente rentables a medida que las técnicas empleadas se perfeccionen y también en función de las cantidades pagadas por los Ayuntamientos en concepto de canon.

Posteriormente haremos un estudio detallado de cada uno de estos métodos.

2.3. LA BASURA Y SU DESCOMPOSICION BIOQUIMICA

Para analizar la descomposición de la basura es necesario primero

saber de qué está compuesta y qué factores afectan esta composición. De esto nos ocupamos en la primera parte de este apartado, para posteriormente hacer el análisis de la descomposición tratando de dar más importancia a la descomposición biológica ya que el estudio de la química ha representado singulares dificultades hasta los actuales momentos.

2.3.1. COMPOSICION.

Las basuras domésticas con reserva de lo que cada Municipio puede determinar están compuestas por:

- a) Los desechos de cualquier naturaleza, desperdicios domésticos, cenizas, restos de vidrio, vajillas, hojas, polvo del barrido, incluso objetos indebidos pero que se introduzcan a las horas de recogida en los recipientes o sacos que se haya determinado y colocado en los lugares señalados para la recogida.
- b) Desperdicios de establecimientos industriales y comerciales, oficinas, patios y jardines privados situados en la misma forma que la señalada anteriormente y con un volumen o peso máximo a determinar por cada Municipio.
- c) Todos los productos procedentes del barrido de las calles públicas o privadas, limpieza de cementerios y parques, recogidos para su evacuación.
- d) Los desperdicios recogidos en la limpieza de locales de ferias, mercados, fiestas públicas.

- e) Desperdicios de escuelas, cuarteles, hospitales, prisiones y cualquier otro edificio público.
- f) Cualquier objeto abandonado en la vía pública, incluyendo excrementos de animales.

Esta enumeración no es limitativa y podrá ser ampliada por cada Municipio.

No están incluídas en las basuras domésticas:

- a) Los escombros procedentes de trabajos públicos o privados.
- b) Las cenizas o escorias de fábricas y los residuos de industrias o comercio que sobrepasan el peso o volumen señalado por cada Municipalidad.
- c) Restos anatómicos o infecciosos procedentes de hospitales o clínicas, los cuales deben ser incinerados en el centro respectivo.

En las ciudades pequeñas de los países en vías de desarrollo algunas de las basuras del segundo grupo están incluídas en el primero.

En síntesis en las basuras domésticas encontramos dos tipos de materias:

- materias no orgánicas, no fermentables a causa de la lentitud de su descomposición, tales como minerales, maderas

papeles, cuero, trapos, cenizas, vidrios, etc.

- materias orgánicas fermentables por descomposición relativamente rápida, tales como residuos animales, peladuras, restos de alimentos, material vegetal, etc.

2.3.2. FACTORES QUE AFECTAN LA COMPOSICION

La composición de la basura es siempre muy variable y depende de factores como:

- a) El nivel de vida: pues el aumento del nivel de vida produce un aumento en los embalajes y botes de conservas, plásticos, papeles, cartones y, por el contrario disminuyen los residuos de alimentos, verduras, restos de carnes, grasas y cenizas.
- b) La estación del año: como es lógico en invierno se producen más residuos de verduras y frutas que en verano.
- c) Modo de vivir de la población: el modo de vivir en los grandes edificios de apartamentos es muy diferente al antiguo en pequeñas casas en las que todos los productos se cocinaban personalmente y se consumían menos enlatados y cosas más naturales.
- d) En zonas turísticas: ya que el turista no produce el mismo tipo de basura que cuando se encuentra en su vivienda habitual.
- e) Según el día de trabajo: la basura producida los días de

trabajo no tienen la misma composición que la producida los festivos.

Además de las características técnicas de la basura, habrá que tener en cuenta:

- La humedad, que dependerá del clima y del nivel de vida de la población. La tendencia es a disminuir. En invierno la basura tiene más humedad.
- El poder calorífico de la basura, que es más alto en verano. La tendencia es a aumentar por llevar cada vez más cantidad de papel, cartón y plásticos.
- Cantidad de materias orgánicas. Tendencia a disminuir.
- Variación de la densidad, mayor en invierno. Tendencia muy acusada en descenso.

2.3.3. DESCOMPOSICION

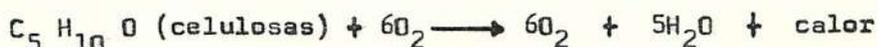
Como acabamos de ver las basuras urbanas son una mezcla heterogénea de sustancias orgánicas y minerales cuyas proporciones varían entre límites muy amplios. En lo que se refiere a la materia orgánica la descomposición es un proceso de óxido-reducción, producido por la acción de los microorganismos durante los cuales los materiales presentes sufren profundas transformaciones bioquímicas. Estas transformaciones pueden tener lugar aeróbica o anaeróbiamente.

En la transformación anaerobia o también llamada fermentación

anaerobia o putrefacción, la descomposición tiene lugar en ausencia de oxígeno. Es el caso típico de las basuras urbanas apiladas en grandes montones al aire libre, en los que tiene lugar una fermentación natural, por causa de los microorganismos anaerobios que los invaden. En este tipo de fermentación, los procesos de oxidación quedan limitados a las disponibilidades de oxígeno que son las del contenido en la masa a fermentar. Una vez desaparecido esto, la acción de los microorganismos anaerobios son los que prosiguen la fermentación, desencadenando reacciones de reducción, reconocible por la formación de anhidrido carbónico, metano, hidrógeno libre, gas sulfhídrico, pentóxido de nitrógeno, nitrógeno libre, amoniaco y una serie de sustancias mas o menos volátiles. El mecanismo de su producción no está aún completamente explicado, aunque en muchos casos se conoce los productos departidos, sin embargo durante la misma se originan olores nauseabundos directamente ligados con la naturaleza de dichos productos. Cuanto mayor sea el porcentaje de materia orgánica, mayor será la producción de malos olores, lo cual crea graves inconvenientes en lugares en que no puede controlarse el desprendimiento de gas, para luego ser depurado.

En la fermentación aerobia las materias orgánicas de la basura en presencia del aire se transforman rápidamente. Durante dicho proceso tiene lugar simultáneamente una serie de descomposiciones y síntesis que conducen a la formación

de lo que llamamos el compost (en forma natural). La flora microbiana de las basuras, activadas por la aereación de la masa y por la abundancia de sus tratos naturales, con el correspondiente contenido vitamínico, realiza toda la descomposición de las materias orgánicas, como la síntesis de los componentes húmicos, contribuyendo el gas carbónico formado a la solubilización de las fracciones minerales de los compuestos poco asimilables. Durante dicho proceso tiene lugar una activa transformación de las estructuras organizadas, en sustancias intermediarias, cambiando rápidamente el aspecto de la masa. Los fenómenos de oxidación son intensos y como consecuencia, la temperatura se eleva hasta 65 - 67 °C. Para poner un ejemplo analizamos los azúcares y celulosas, presentes en la materia orgánica, cuyo calor es generado mediante las siguientes reacciones exotérmicas:



De ahí que después de unos 4 - 5 días los parásitos se mueren por efecto de la temperatura ya que pierden su poder generativo. El calor, la descomposición de los alimentos y la presencia de anhídrido carbónico ahuyentan las moscas y roedores y, finalmente al cabo de unos 7 - 8 días finaliza la fermentación.

2.4. PROCEDIMIENTOS PARA EL TRATAMIENTO Y VALORIZACION DE RESIDUOS

El "tratamiento de residuos" consiste en una serie de procedimien -

tos que permiten eliminar residuos en perfectas condiciones de higiene y protección del medio ambiente.

La "valorización de residuos" implica un conjunto de técnicas destinadas a utilizar en forma diversa tales residuos.

Los procedimientos de tratamiento y valorización que se exponen a continuación se han elegido en función del interés que presentan los resultados de explotación o la probabilidad de venta de los productos valorizados.

2.4.1. VERTIDO CONTROLADO

El método más antiguo y rudimentario para hacer desaparecer las basuras ha sido el de vertedero libre, realizado por procedimientos de "descargas salvajes" en excavaciones antiguas canteras abandonadas o terrenos apropiados por su configuración. Otras veces estos vertederos libres se han localizado en orillas de ríos, en inmediaciones de bosques y hasta en proximidades de carreteras. Estos depósitos de basura sin control, lo único que producen en aquellas es favorecer la fermentación según su composición y hacerla desaparecer poco a poco. Este sistema lleva consigo la presencia de roedores e insectos, la posibilidad de originar incendios debido al alto poder de autocombustión de las basuras, la presencia de olores repugnantes y la contaminación del agua y del aire. Ello sin considerar otro tipo de inconvenientes, como la falta de estética, el atentado al paisaje y la degradación del medio ambiente.

El vertido controlado es un perfeccionamiento del anterior. En él las basuras son clasificadas y algunas veces trituradas, siendo colocadas en capas regulares, unas a continuación de otras, que se cubren con un manto de tierra. La fermentación aerobia descompone la materia orgánica y los materiales no fermentables permanecen bajo tierra.

Por este sistema se forman capas de 1,5 a 2,5 m. de espesor y que se cubren con 30 cm. de tierra, que aunque hacen posible la fermentación, impiden que proliferen los roedores y los insectos. Antes de las setenta y dos horas de la descarga debe ser la basura cubierta con tierra, cal o arena, incluída la parte de los taludes. Las ratas, grandes amigas de las basuras, no pueden ir a escarbar por debajo de la tierra, debido a la existencia de hierros, cristales y porcelanas cortantes y además por elevarse la temperatura de las basuras, habiendo poco oxígeno disponible para su respiración y saturación de anhídrido carbónico, y cuando la temperatura desciende ya no hay alimentos que los roedores puedan comer por haber sido destruídos por la fermentación.

Al cabo de algunos meses nos encontramos con un terreno no rico en humus, con material de celulosa de descomposición muy lenta. Después de dos o tres años se puede utilizar como tierra rica en materia orgánica, pero después de cinco a diez años está totalmente mineralizada y ya no tiene ningún valor en agricultura.

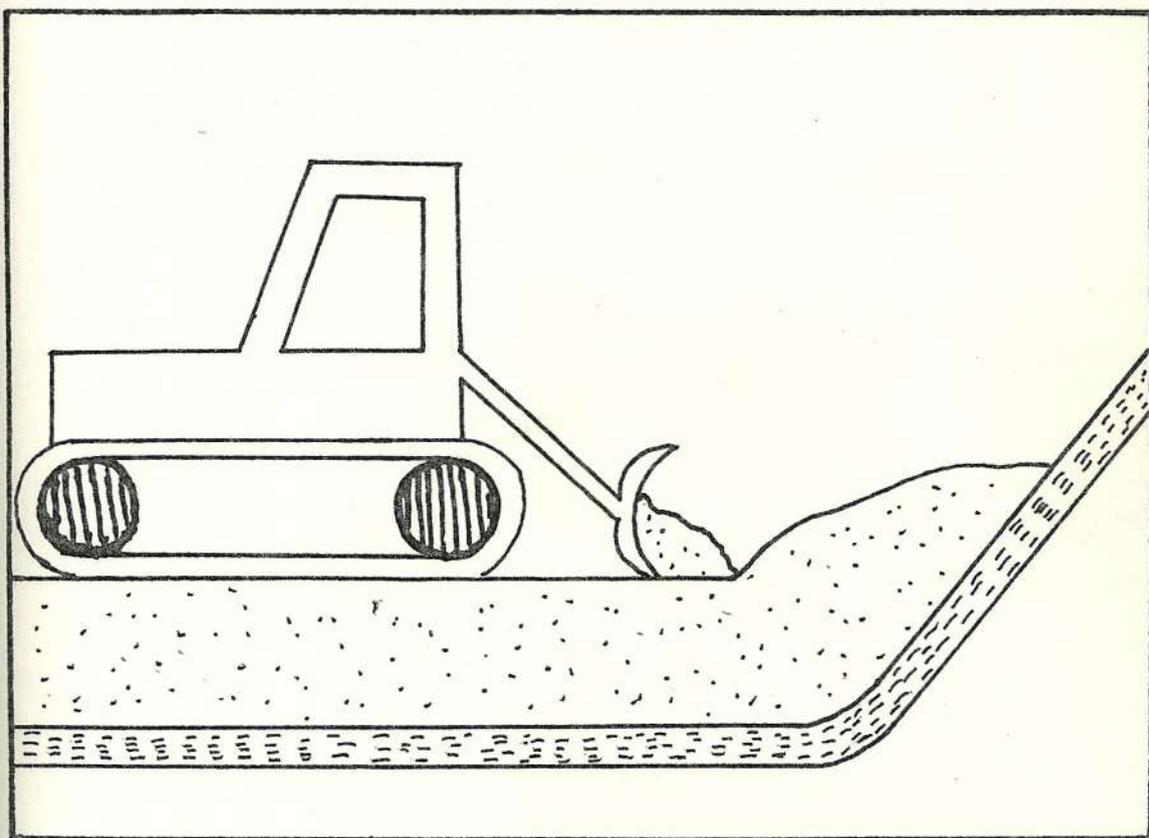
Como referencia histórica tenemos que el primer vertedero -

controlado fue introducido en Badford (Inglaterra) en 1935, posteriormente ha sido adoptado en diferentes ciudades del mundo.

En la FIG. N° 2.7 podemos ver lo que es un vertido controlado;

FIG. N° 2.7

VERTIDO CONTROLADO



2.4.1.1. VERTIDO CONTROLADO Y COMPACTADO

Se trata de un sistema que se está extendiendo rápidamente y, si se controla debidamente, los resultados son halagüeños, sin peligro ni molestia alguna. La compactación se efectúa mediante el rodaje de los vehículos de la recogida sobre el vertedero, o bien con compactadores especiales que aseguran la nivelación y su desplazamiento hacia el frente de la descarga.

Con estos compactadores especiales se consigue tal compactación que no es preciso la capa de cobertura; sin embargo, se recomienda el recubrimiento de los taludes en el caso en que éstos sean también compactados.

Los resultados obtenidos con el vertedero compactado son similares a los que se obtienen con el vertedero controlado tradicional, pero con la ventaja de que en el compactado resulta imposible el incendio del vertedero; por el contrario, la fermentación será totalmente anaerobia y por tanto habrá desprendimiento de metano.

El valor del compactador especial oscila alrededor de los \$ 250.000 US *, por lo cual el costo de in-

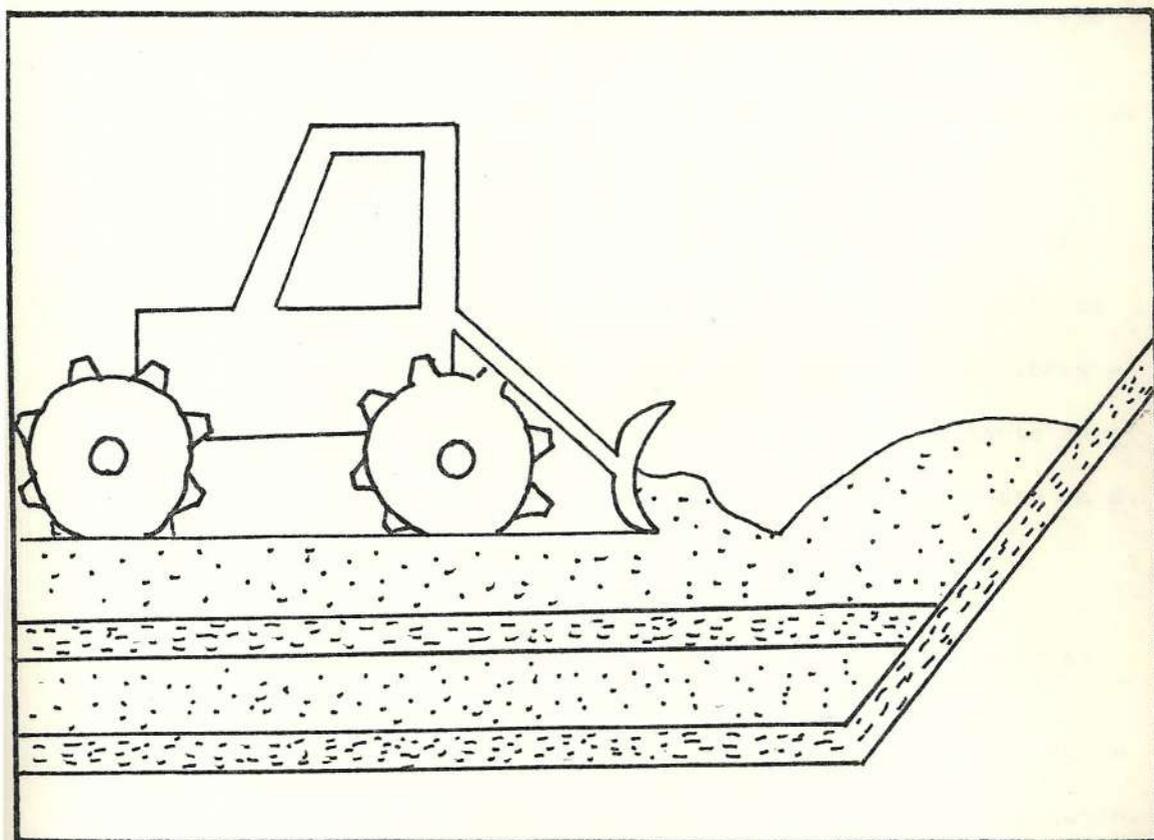
* : cifra proporcionada por la casa distribuidora.

versión es elevado; sin embargo aparentemente se a
horra los costos del movimiento de tierras.

En la FIG. N° 2.8 podemos apreciar este sistema:

FIG. N° 2.8

VERTIDO CONTROLADO Y COMPACTADO



2.4.1.2. TRITURACION

Este procedimiento es de utilización relativamente reciente y presenta grandes ventajas, basándose en los principios siguientes:

- a) Los cuidados para evitar las molestias son menores que en los otros sistemas.
- b) Se puede circular fácilmente sobre el vertedero
- c) Triturada la basura su colocación en capas es más fácil, el producto es más denso y homogéneo, no hay lugar a bolsas de aire y no es preciso un compactado especial, pues con el simple paso de los camiones el vertedero queda en condiciones adecuadas facilitando la fermentación tanto aerobia como anaerobia. Las basuras trituradas no atraen moscas, roedores y pájaros.
- d) La cobertura de materia inerte es innecesaria.
- e) El incremento de volumen es equiparable al volumen obtenido mediante el proceso de compactación.
- f) La vida útil de este tipo de vertedero es superior a la de vertederos sin triturar.

Las basuras trituradas son aireadas uniformemente, por lo que la fermentación aerobia transforma muy rápidamente las materias orgánicas cercanas a la su

perficie, constatando una nueva reducción de volumen después de la fermentación.

Reiteramos que no es necesaria la capa de cobertura, extendiéndola únicamente al cerrar el vertedero para cultivar una zona verde, un campo de golf, etc.

Las capas de basura deben limitarse estrictamente a 2 m. de espesor y dejar transcurrir un período de 2 meses para cubrirla con otra capa igual.

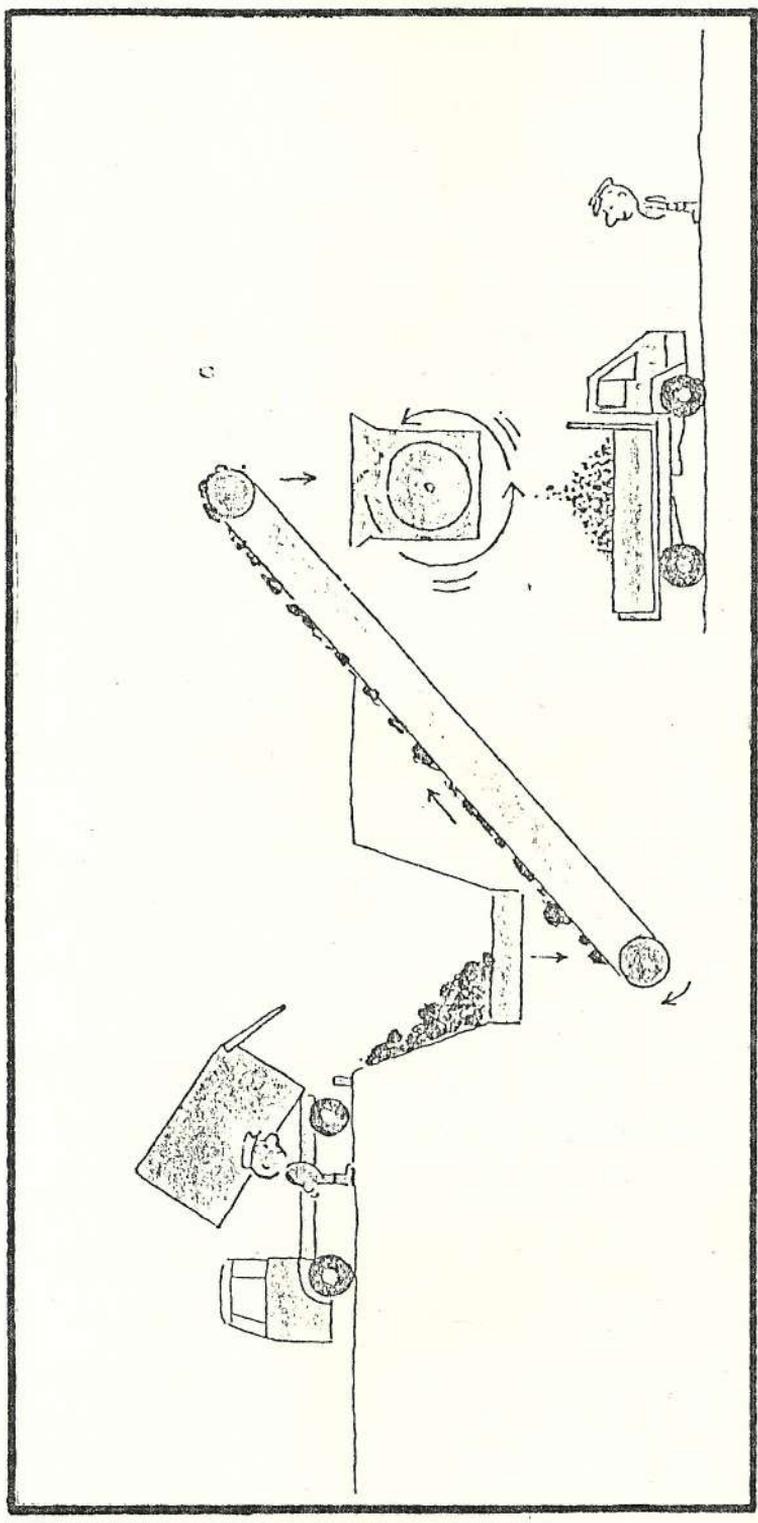
La instalación de molienda de la basura puede estar situada en la estación de transferencia o bien en el mismo vertedero.

En la FIG. N^o 2.9 podemos ver un modelo aproximado de lo que es la trituración.

Existen diferentes métodos de trituración pero generalmente las maquinarias trituradoras son de modelo a percusión para triturar los residuos de origen do méstico. La trituración resulta de la rápida acción de unos masos sobre los residuos. Estos masos son en realidad una especie de "martillos" fijos articu lados al eje vertical u horizontal. Algunos mode - los tienen una capacidad y una potencia suficiente para admitir residuos voluminosos.

El grado de granulación de la trituradora puede a - justarse según la aplicación prevista para el pro -

TRITURACION



ducto terminado. Para el proceso de vertido, este grado de granulación es suficiente cuando el 90 % del producto triturado (calculado en peso) puede pasar a través de una malla de 80 mm.

La unidad de trituración puede constituir la primera fase de una cadena de valorización completa para la producción de compost y/o combustible almacenable. Finalmente refiriéndonos a los dos últimos casos analizados, si consideramos que empleando residuos sin tratar, un vertedero sería utilizado una vez, este mismo vertedero, con producto compactado o triturado podría emplearse cuatro veces.

2.4.2. COMPOSTAJE

Es bien sabido que las tierras de cultivo se agotan si no reciben periódicamente la materia orgánica -HUMUS- que de ellas extraen las cosechas.

Los abonos orgánicos y estiércoles proporcionan al suelo el necesario equilibrio de sus componentes físicos, químicos y biológicos, imposible de conseguir con el uso exclusivo de los fertilizantes químicos. Esto explica por qué los estiércoles han sido siempre utilizados con éxito, si bien actualmente su uso es cada vez más problemático, principalmente debido a:

- a) su escasez.

- b) los inconvenientes derivados de su manipulación.
- c) el elevado costo de su incorporación al terreno.
- d) su alto porcentaje de humedad.
- e) Las dificultades de obtener un aprovisionamiento regular, uniforme y de suficiente calidad.
- f) el ser un elemento portador de semillas de malas hierbas y en ocasiones cauce para la proliferación de enfermedades fitoparasitarias y epizootias.

El compost es un sustituto ideal del estiércol y presenta las siguientes ventajas:

- a) contiene unos porcentajes de humedad, de materia orgánica y de elementos nutritivos más ventajosos que el estiércol.
- b) contiene oligoelementos necesarios para el desarrollo de la vida vegetal.
- c) aumenta el rendimiento de los abonos químicos.
- d) favorece la proliferación de la flora microbiana.
- e) mejora la cantidad y calidad de las cosechas.

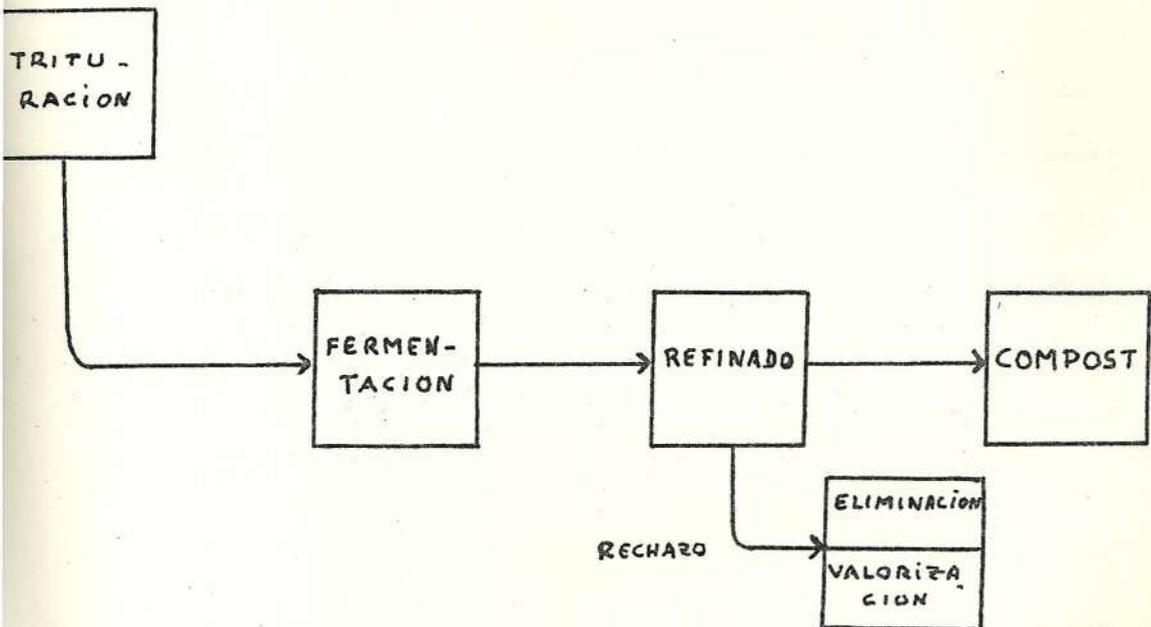
En síntesis el compost proporciona al suelo la continuidad de su riqueza fertilizante, asegura su estructura y el equilibrio ideal en la composición de los tres aspectos funda -

mentales: físico, químico y biológico. Por ello el compostaje es un proceso excelente de reciclado, que conviene realizar sobre todo cuando los suelos situados a proximidad de la planta de compostaje son pobres en materias orgánicas. Sin embargo es indispensable que exista una demanda estable de parte de los agricultores y cultivadores de la región.

El proceso de compostaje lo describimos valiéndonos del diagrama de flujo que se muestra en la FIG. Nº 2.10.

FIG. Nº 2.10

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE COMPOST



Después de las fases de trituración o de desmenuzamiento y de tamizado o cribado, una vez que se han extraído las impurezas de mayor tamaño, las basuras o residuos domiciliarios se someten a los procesos de fermentación.

La fermentación puede ser lenta o rápida; la materia se deposita al exterior y se deja fermentar entre 2 y 3 meses, o bien se utilizan cámaras de fermentación durante 4 a 15 días. Con este último proceso se obtiene un compost mucho más homogéneo.

La fase final concierne la cadena de refinado, donde se adapta el producto a las necesidades de los usuarios -sobre todo la granulometría- mediante tamizado o unidad de clasificación automática.

Según el índice granulométrico que se desea obtener y la calidad de los residuos por tratar, los residuos no compostables representan aproximadamente el 50 % del peso de los residuos. Los componentes rechazados pueden eliminarse o valorizarse, en el primer caso se recurre al proceso de vertido o a la incineración, en caso de valorización el proceso más adecuado es el de la fabricación de combustible almacenable.

Resumiendo diremos que el compost es un producto obtenido de los residuos urbanos por medio de una fermentación aerobia y de una composición interesante para dar al suelo lo que le falta en cuanto a la proliferación de su vida

bacteriana. Además de estos el compost aporta al suelo ciertas cantidades de materias minerales necesarias para el crecimiento de las plantas.

2.4.3. INCINERACION

La incineración representa un medio muy apropiado de tratamiento de residuos para las grandes aglomeraciones, - cuando existe a proximidad la posibilidad de dar salida a la energía recuperada; sin embargo, se deben realizar - grandes inversiones.

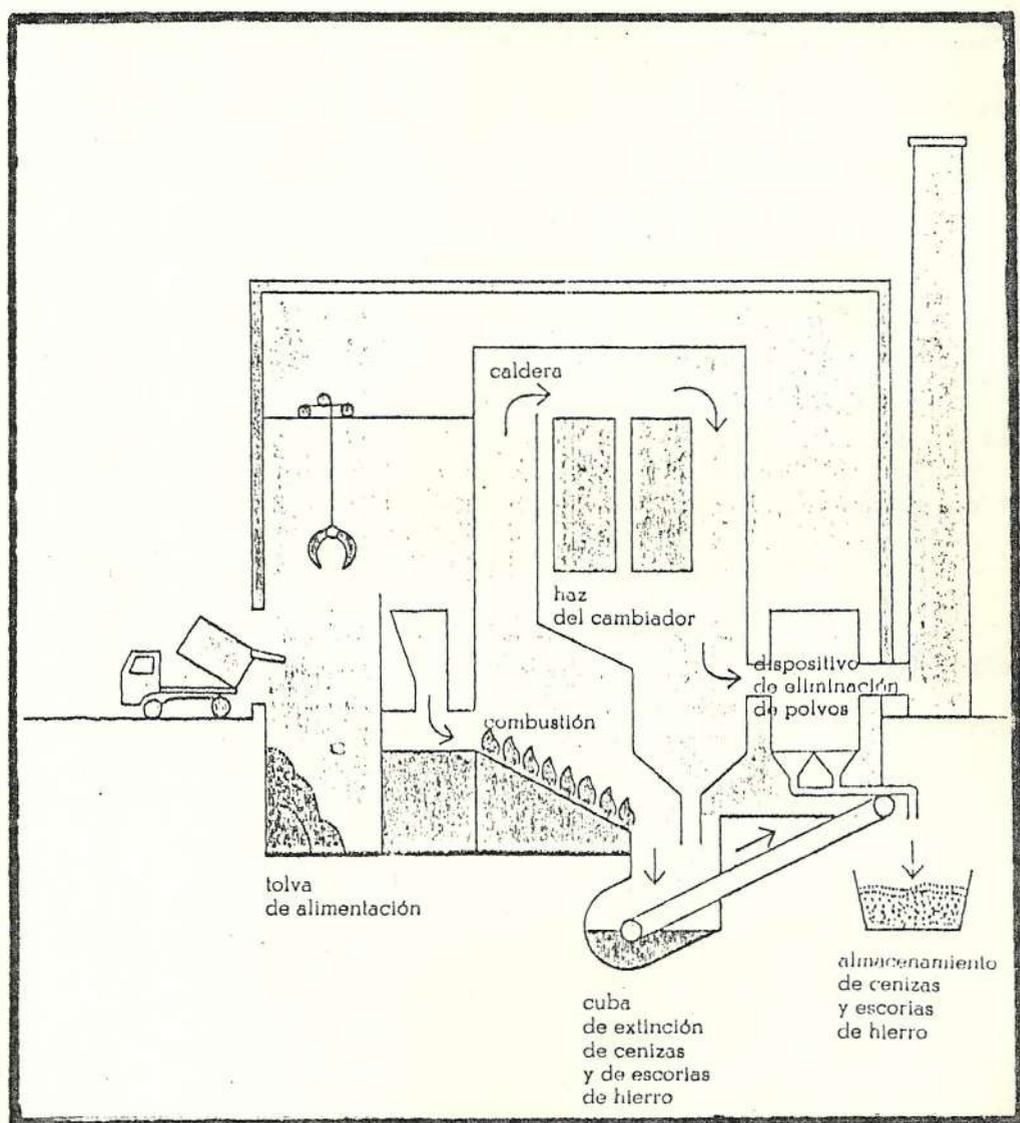
Las fases que se siguen para la incineración de desechos sólidos son las mismas independientemente de la marca y características de los hornos, por eso valiéndonos de la FIG. N° 2.11 analizamos el proceso.

Los residuos sólidos urbanos que los camiones recolectores transportan hasta la planta, se vierten en una zanja de al macenamiento. Luego, un puente báscula equipado con gar - fíos extrae los residuos y los introduce en el incinerador donde primeramente se deshidratan por efecto del calor y l luego se queman.

Una serie de mecanismos realizan automáticamente el avance de los residuos y el regreso de la masa en combustión. Los gases generados pasan a una caldera de producción de ener - gía, donde son sometidos a refrigeración mediante aire o a gua, antes de la fase de eliminación de polvos en un multii

FIG. N° 2.11

HORNO PARA LA INCINERACION DE DESECHOS SOLIDOS



ciclón o en un electrofiltro.

El rendimiento en base a un poder calórico inferior de los hornos incineradores varía en función del diseño, entre 0.50 y 0.80.

Los residuos sólidos (del orden aproximado de 5 a 10 % del volumen) están compuestos por una parte de cenizas y escorias utilizables como elementos de relleno y por la otra de chatarra recuperable mediante criba.

También existe la posibilidad de recuperar la energía contenida en los residuos mediante la producción de vapor para satisfacer las necesidades de hospitales o para la calefacción de hospitales, piscinas, viviendas, etc., así como la fabricación de electricidad, son dos salidas que reducen en forma considerable el costo global de la operación.

En la mayoría de los casos y habida cuenta de la energía recuperada, los ingresos correspondientes resultan rápidamente superiores a los gastos de explotación.

C A P I T U L O I I I

ELECCION DE LA ALTERNATIVA OPTIMA

Es el análisis racional de la forma cómo escogemos el método recomendable para el tratamiento de desechos sólidos en Machala; para esto analizamos algunas características de la ciudad, estudiamos la producción actual y a mediano plazo de los residuos sólidos, las disponibilidades actuales y futuras de recogida, así como la composición de los desechos sólidos que se recogen actualmente.

3.1. DIFERENTES CARACTERISTICAS DE LA CIUDAD DE MACHALA

3.1.1. DATOS HISTORICOS

La provincia de El Oro surge en el decenio de los años 50 - como un polo de crecimiento nuevo en el país. Este proceso se da sin que el Estado ecuatoriano se plantee como objetivo alcanzar un conjunto de metas nacionales de desarrollo regional, sino al contrario, el "boom" del crecimiento económico provincial se da como resultado del libre actuar de las fuerzas del mercado (7).

La conversión de El Oro en un centro dinámico se debió efectivamente a la necesidad del mercado internacional consumidor de banano. En 1948 la empresa multinacional United Fruit por la afectación de sus plantaciones bananeras de Centroamérica con el mal de Panamá, busca una área de producción sustituta para abastecer el mercado que controla, has-

ta reconstruir sus plantaciones centroamericanas, que cuentan con la ventaja comparativa de su cercanía con el principal mercado bananero de la época: Estados Unidos.

Ante condiciones ecológicas favorables y la existencia de un mercado desabastecido, el gobierno ecuatoriano aprovecha la coyuntura para a través de una política de fomento crediticio y construcción de infraestructura, promover la producción bananera en el país.

Esta coyuntura creada por la necesidad del mercado internacional del banano hizo que este producto se convirtiera rápidamente en el principal rubro de exportación en el país, creando un auge del comercio exterior muy importante. En 1948 el Ecuador exportó un poco menos de 2 millones de dólares en banano; para 1952 exportaba más de 20 millones de dólares y se convertía en el primer exportador de este artículo.

En el primer momento, el punto geográfico que surge rápidamente y responde a la necesidad de la producción de banano es la provincia de Esmeraldas, que en 1950 llega a exportar el 30 % del total del país. Sin embargo, cuando por la determinación del trust norteamericano la variedad de la fruta de moda cambia en el mercado internacional, del Gross Michael a Cavendish, Esmeraldas pierde su posición hegemónica en la producción y exportación. A partir de 1956, la Cuenca del Guayas pasa a ser la zona de mayor importancia del país. A partir de fines de la década de 1960, El Oro se -

convertirá en el principal productor. Esta producción fue llevada adelante, en parte, por la Standar y el resto por productores nacionales entre quienes destacan las empresas Noboa y Quirola que incursionan en la producción y comercialización de la fruta. Estas, posteriormente comenzarán a competir con el monopolio norteamericano, sobre todo cuando el Ecuador, ante el cierre del mercado norteamericano se vió obligado a buscar mercado para la fruta en Japón y Europa.

Dentro de este contexto, la provincia de El Oro, se convierte en uno de los polos de crecimiento nacional. En efecto, a partir de la segunda mitad del decenio del 50, existen ciertas regiones de la provincia que experimentan los efectos inmediatos de este proceso: Machala, Puerto Bolívar, Santa Rosa, Pasaje.

3.1.2. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

La provincia de El Oro se encuentra situada al Sur del país, limitada por el Norte con la provincia del Guayas, y una parte del Azuay, al Sur y al Este por la provincia de Loja, al Oeste por el Océano Pacífico y una parte de la línea divisoria del Protocolo de Río de Janeiro de 1942 (8).

La ciudad de Machala es la cabecera cantonal de uno de los seis cantones de la provincia y se encuentra situada en la parte Norte de la misma, unida a Puerto Bolívar, que es una de sus parroquias urbanas y uno de los principales puer

tos de exportación del país.

En la FIG. N° 3.1. podemos apreciar la ubicación de la ciudad de Machala y su provincia, en tanto que en el PLANO N° 1 podemos ver en forma detallada su distribución urbana.

3.1.3. CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS

Los flujos migracionales se orientan hacia los puntos más importantes de la provincia de El Oro, entre los cuales destacan Machala y Puerto Bolívar. Se desprenden dos movimientos migracionales:

- a) Una fuerte corriente de migración rural-urbana al interior de la misma provincia, sobre todo de la zona deteriorada: Zaruma, Huaquillas, Piñas, Arenillas, que ceden población en beneficio de la región bananera.
- b) Una migración interprovincial. Destaca de manera especial la población lojana con el 21 % del total de jefes de hogar migrantes radicados en Machala y Puerto Bolívar. Otras provincias que ceden población son Azuay, Cañar y Chimborazo y, a nivel de las provincias costeñas, Guayas es el lugar del cual han migrado hacia El Oro, más que de Manabí, Esmeraldas y Los Ríos (7).

En la siguiente TABLA N° 3.1. podemos apreciar el número de habitantes en Machala y El Cambio, según los Censos realizados.

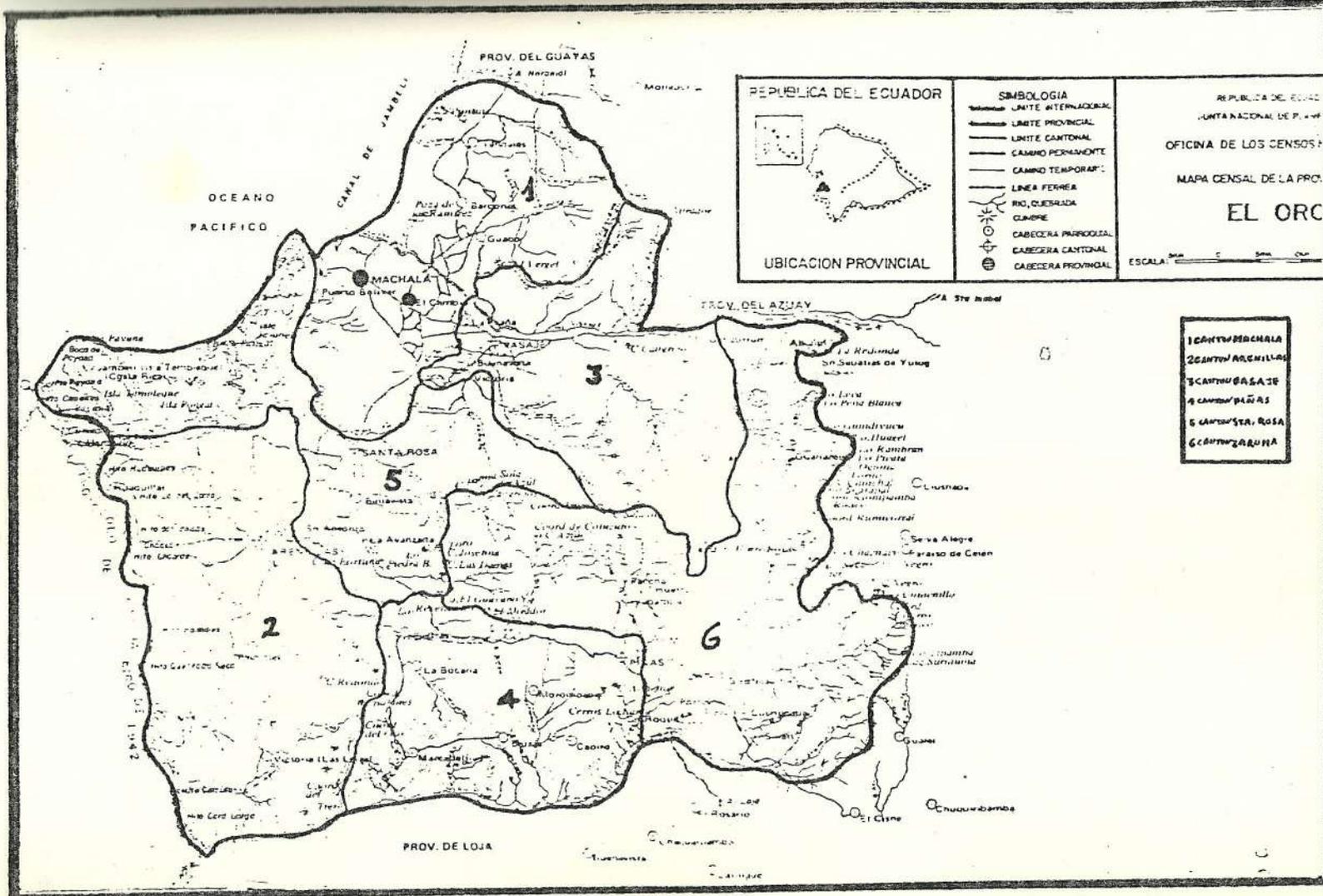


FIG. Nº 3.1

UBICACION GEOGRAFICA DE LA CIUDAD DE MACHALA

TABLA N° 3.1.

DISTRIBUCION DE LA POBLACION EN MACHALA Y EL CAMBIO

| <u>UBICACION</u> | <u>AÑOS</u> | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | <u>1950</u> | <u>1962</u> | <u>1974</u> | <u>1982</u> |
| CANTON MACHALA | 18.977 | 49.993 | 95.203 | 116.091 |
| CIUDAD DE MACHALA | 8.590 | 32.770 | 69.825 | 108.156 |
| Area urbana | 7.549 | 29.036 | 69.170 | 105.521 |
| Periferia | 1.041 | 3.734 | 655 | 2.635 |
| PARROQUIA EL CAMBIO | | 5.019 | 7.559 | 7.935 |
| Cabecera parroquial | | 1.619 | 1.932 | 2.322 |
| Resto de la parroquia | | 3.400 | 5.627 | 5.613 |

FUENTE: INEC

ELABORACION: El Autor

Tomando en consideración sólo el área urbana de Machala, aquí se encuentra incluido Puerto Bolívar, y la cabecera parroquial de El Cambio, vemos que existe el siguiente crecimiento poblacional entre los períodos intercensales:

| | | | | | |
|------|---|------|---|---------|-----------------|
| 1950 | - | 1962 | = | 283,1 % | (23,5 % anual) |
| 1962 | - | 1974 | = | 131,9 % | (10,9 % anual) |
| 1974 | - | 1982 | = | 51,6 % | (6,45 % anual) |

En el año de 1986 en el área urbana de Machala y la cabecera parroquial El Cambio, se estima que existen alrededor de

128.603 hab. (*). Considerando 4,5 % de crecimiento vegetativo y migracional futuro (**), la tendencia en los próximos años será como se muestra en la TABLA N° 3.2.

TABLA N° 3.2.

PROYECCION DE LA POBLACION DE MACHALA Y
EL CAMBIO HASTA EL AÑO 2.000

| <u>AÑO</u> | <u>HABIIANTES</u> | <u>AÑO</u> | <u>HABITANTES</u> |
|------------|-------------------|------------|-------------------|
| 1986 | 128.603 | 1994 | 182.883 |
| 1987 | 134.390 | 1995 | 191.112 |
| 1988 | 140.437 | 1996 | 199.712 |
| 1989 | 146.756 | 1997 | 208.699 |
| 1990 | 153.360 | 1998 | 218.090 |
| 1991 | 160.261 | 1999 | 227.904 |
| 1992 | 167.472 | 2000 | 238.159 |
| 1993 | 175.008 | - | - |

FUENTE: INEC

ELABORACION: El Autor

3.1.4. OTRAS CONSIDERACIONES

El área urbana ha sido definida mediante ordenanza municipal del 22 de julio de 1981. En ella se establece una superficie mayor que la habitada actualmente (1).

(*) según proyección realizada por el INEC hasta 1986.

(**) recomendada por CEPAR.

El crecimiento urbano se ha producido sobre un eje Machala-Puerto Bolívar (una de sus cuatro parroquias urbanas). Las vías Circunvalación Norte y Sur limitan actualmente la ciudad. Sin embargo, se están produciendo asentamientos humanos dispersos en la periferia sobre superficies de esteros, manglares y actividad agrícola, creando áreas de densidad poblacional baja, carentes de servicios públicos básicos.

La ciudad está rodeada de esteros, tales como: El Macho, Guaylá y Pilo donde se descargan directa o indirectamente desechos sólidos y líquidos convirtiéndolos en corrientes de aguas residuales, es decir, destruyendo sus ecologías acuáticas y creando situaciones de impacto ambiental difíciles de predecir, tales como: entre otros el efecto de estos esteros sobre la calidad del agua de los estanques de cultivo de camarón a los que abastece y que algunos de ellos se encuentran construidos dentro del área urbana.

La configuración espacial se caracteriza por un núcleo central en la que existen los grandes equipamientos urbanos, tales como: hospitales y centros de salud, escuelas, colegios, mercados, aeropuerto, estadio, cuartel militar, empresa eléctrica, edificios de administración municipal, entre otros. Periféricamente están localizadas urbanizaciones, lotizaciones, industrias, talleres de artesanías y la Universidad Técnica de Machala.

Su desarrollo urbano ha sido inarmónico, anárquico, despro-

visto de un plan de desarrollo urbano que ha dado lugar al surgimiento de extensiones de áreas habitadas no controladas, que presentan déficit y segregación de servicios de infraestructura y comunitarios, inadecuada utilización del suelo, polarización y segregación residencial, lo que ha dado origen a la constitución de formas marginales de desarrollo urbano.

En cuanto a las industrias, Machala posee un desarrollo industrial incipiente, por no decir nulo. Las pocas industrias existentes están localizadas en forma dispersa, con tendencia a ubicarse a lo largo de la vía Paquisha (entrada a la ciudad).

Las zonas comercial y administrativa de la ciudad se encuentran ubicadas en forma concentrada, en la zona central de la ciudad, la cual, aunque no en mayor grado, debido a que Machala está en proceso de desarrollo, origina una serie de situaciones inadecuadas de funcionalidad urbana, especialmente en el sector donde se encuentra ubicado el Mercado Central.

En lo que respecta a áreas verdes y recreación, la ciudad no cuenta con un área suficiente destinada a estos usos urbanos, pese a existir superficies de tierra que pueden ser habilitadas para este fin. Actualmente existen pequeñas plazoletas y parques que no cumplen con la función esencial de la recreación, cual es la de proporcionar a los habitantes,

descanso y relajamiento a su sistema físico, mental y espiritual.

3.2. PREVISION A MEDIANO PLAZO DE LA PRODUCCION DE RESIDUOS SOLIDOS

Actualmente la ciudad de Machala, conjuntamente con Puerto Bolívar tienen una población aproximada de 128.000 hab. asentada sobre su área urbana unificada de 1.715 Has. La población ha crecido, en los últimos 10 años, a un promedio anual del 6,5 % mientras que la extensión casi se ha triplicado en el último quinquenio, habiéndose consolidado los dos centros urbanos sobre el eje vial. El Cambio está un poco alejado pero presenta características similares - en cuanto a crecimiento poblacional y de servicios públicos.

Para un completo entendimiento de la producción de desechos sólidos a mediano plazo es necesario una revisión de la producción actual de los mismos.

3.2.1. PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS EN LOS ACTUALES MOMENTOS

Para esto hacemos referencia a la investigación efectuada por la firma AGEPROY (*), en cuanto a la generación de basura en la ciudad de Machala. Así, para noviembre de .. 1985 se obtuvieron los siguientes resultados, luego de tomar muestras representativas de la generación de basura en diferentes sitios de la ciudad (TABLA N° 3.3.)

(*) Asesoría, Gestión y Promoción de Proyectos Cia. Ltda.

PRODUCCION DE BASURAEN LA CIUDAD DE MACHALA Y SU PARROQUIA RURAL EL CAMBIO

MUESTREO REPRESENTATIVO

| <u>MUESTRA</u> | <u>PESO</u> Kg. | <u>VOLUMEN</u> m ³ | <u>DENSIDAD</u> Kg m ³ | <u>USUARIOS</u> N° | <u>PESO-PERS.</u> Kg. | <u>VOL-PERS.</u> Lts. |
|------------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| <u>ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD</u> | | | | | | |
| 1 Arízaga y Junín | 3 | 0.0172 | 174 | 3 | 1.0 | 5.8 |
| 2 Ayacucho y Guabo | 11 | 0.0250 | 440 | 10 | 1.1 | 2.5 |
| 3 Boyacá y José Murill | 10 | 0.0460 | 217 | 5 | 1.0 | 4,6 |
| 4 Kléber Franco y 9 de Mayo | 5 | 0.0179 | 280 | 4 | 1.2 | 4.2 |
| 5 Sta. Rosa y Pichincha | 8 | 0.0320 | 250 | 7 | 1.1 | 4.4 |
| 6 Manuel Estomba y Tarqui | 6 | 0.0207 | 290 | 5 | 1.2 | 4.13 |
| PROMEDIOS | 7.16 | 0.0245 | 275 | 6 | 1.1 | 4.0 |
| <u>ZONA PERIFERICA</u> | | | | | | |
| 1 El Cambio - Calle central | 9,18/2 | 0.0250 | 183,6 | 9 | 0.51 | 1.38 |
| 2 El Cambio - Calle Central | 6,4 / 2 | 0.0176 | 181,8 | 5 | 0.64 | 1.76 |
| 3 Pto. Bolívar - Apolinario Galvez | 11,88/3 | 0.0172 | 230,2 | 9 | 0.44 | 0.63 |
| 4 Pto. Bolívar - Grañ. Córdova | 9,24/3 | 0.0281 | 154 | 7 | 0.44 | 1.34 |
| 5 Circunvalación Sur | 5,7 | 0.0200 | 285 | 10 | 0.57 | 2.0 |
| 6 Mecánica Municipal | 4,24 | 0.0111 | 382 | 8 | 0.53 | 1.38 |
| PROMEDIOS | 4,25 | 0.0198 | 236,1 | 8 | 0.53 | 1.4 |

NOTA: El denominador de la Columna "Peso" indica el número de días de recolección o acumulación de residuos sólidos en el recipiente que se pesó.

FUENTE: AGEPROY

ELABORACION: El Autor.

3.2.2. PRODUCCION A MEDIANO Y LARGO PLAZO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

La perspectiva de Machala para el año 2.000 es que se duplique la población actual, constituyéndose en un centro urbano densamente poblado, en que la generación de desechos sólidos representa un problema como ya se ha analizado.

De la TABLA N° 3.3. obtenemos los siguientes resultados pro medios per-cápita:

| | | |
|-----------------|--------------|-------------|
| Zona Central | 1,08 Kg/hab. | 4,4 lt/hab. |
| Zona periférica | 0,53 Kg/hab. | 1,4 lt/hab. |

A lo cual hay que añadir: 0,10 Kg/hab/d. debido a los desechos comerciales y 0,03 Kg/hab/d. debido a los desechos de calles (*).

De acuerdo a los datos censales más recientes sabemos que existen un 28,6 % de concentración poblacional en la zona central y 71,4 % en la periférica, lo que nos dá que en 1986 se está produciendo en Machala y su parroquia rural El Cambio, alrededor de 109,9Ton/d y que si se considera un crecimiento anual de 3,6 % en la zona Central y 5,5 % en la zona periférica en la producción diaria per-cápita, y, que la tasa de crecimiento poblacional se dé como se ha analizado en la TABLA N° 3.2., la generación de basura que obtendríamos en los próximos años sería la que se dá en la .

(*) recomendado para los países en vías de desarrollo.

Tabla N° 3.4.

TABLA N° 3.4

ESTIMACION FUTURA DE LA PRODUCCION ANUAL DE BASURA

| <u>AÑO</u> | <u>TASA COMBINADA DE GENERACION</u> | <u>TON/DIA</u> | <u>TON/AÑO</u> |
|------------|---|----------------|----------------|
| 1986 | 0,855 | 109,9 | 40.113,5 |
| 1987 | 0,888 | 119,3 | 43.544,5 |
| 1988 | 0,921 | 129,3 | 47.194,5 |
| 1989 | 0,954 | 140,0 | 51.100 |
| 1990 | 0,987 | 151,3 | 55.224,5 |
| 1991 | 1,020 | 163,4 | 59.641 |
| 1992 | 1,060 | 177,5 | 64.787,5 |
| 1993 | 1,103 | 193,0 | 70.445 |
| 1994 | 1,145 | 209,4 | 76.431 |
| 1995 | 1,188 | 227,0 | 82.855 |
| 1996 | 1,231 | 245,8 | 89.717 |
| 1997 | 1,281 | 267,3 | 97.564,5 |
| 1998 | 1,334 | 290,9 | 106.178,5 |
| 1999 | 1,387 | 316,1 | 115.376,5 |
| 2000 | 1,440 | 342,9 | 125.158,5 |

FUENTE: INEC Y AGEPROY

ELABORACION: El Autor

En el año 1986 por los cálculos que se harán en la sección 3.3.1. se sabe que la población servida por el servicio de recolección es de 84,9 % de la población total y al botade

ro solamente llegan 93,3-Ton d.

3.3. DISPONIBILIDAD Y FORMAS DE RECOGIDA A MEDIANO PLAZO

Este punto es importante dividirlo en dos partes: disponibilidad y formas de recogida actual y disponibilidad y formas de recogida a mediano plazo.

3.3.1. DISPONIBILIDAD Y FORMAS DE RECOGIDA ACTUAL

Como ya se mencionó, solamente el 84,9 % de la población urbana total, está servida por el sistema de saneamiento de desechos sólidos de acuerdo a los siguientes cálculos:

En 1986 la producción diaria de desechos sólidos por persona en el centro, que representa 28,6 % de la población total, es 1,14 Kg d (TABLA N° 3.3 actualizada) y en la zona periférica que representa el 71,4 % de la población total, es 0,56 Kg d.

| | | | | |
|------------------------------|---|--------------|---|-----------------------|
| Producción per-cápita | = | 0,286 × 1,14 | = | 0,326 Kg hab d. |
| | | 0,714 × 0,56 | = | 0,399 Kg hab d. |
| Desecho comercial * | | | = | 0,10 Kg hab d. |
| Desecho de calles * | | | = | <u>0,03 Kg hab d.</u> |
| Tasa combinada de generación | | | = | 0,855 Kg hab d. |

Los camiones compactadores logran aproximadamente una densidad final de 400 Kg/m³ y una relación de compactación de

* valores adoptados de estudios realizados en países en desarrollo.

4:1 en países industrializados. En los países en desarrollo logran generalmente una relación de compactación de .. 1,5:1. En Machala sabemos que las unidades compradas en - 1979 logran una relación de compactación de 1,5:1 (significa que la densidad suelta de la basura de 247 Kg/m^3 calculada según TABLA N^o 3.3 se almacenará dentro de la caja recolectora a una densidad de $370,5 \text{ Kg/m}^3$) y las adquiridas en 1986 que aunque teóricamente logran una relación de compactación de 3:1 se está trabajando con una aproximadamente igual a 2:1 (significa que la densidad suelta de la basura de 247 Kg/m^3 se almacenará dentro de la caja recolectora a una densidad de 494 Kg/m^3).

Analizando los dos tipos de carros recolectores:

El volumen de carga del carro recolector de $16 \text{ y}^3 =$
 $12,23 \text{ m}^3$ ($1 \text{ y}^3 = 0,7646 \text{ m}^3$)

es:

peso de los desechos en el carro recolector = peso específi
co x volumen
 de carga.
 $= 370,5 \text{ Kg/m}^3 \times$
 $12,23 \text{ m}^3.$
 $= 4.531,2 \text{ Kg.}$

Población servida por carro = peso por viaje en carro re-
 recolector de $16 \text{ y}^3.$ colector

tasa combinada de generación
 de desechos.

$$= \underline{4.531,2 \text{ Kg/viaje}}$$

$$0,855 \text{ Kg/hab/d.}$$

$$= 5,299,6 \text{ hab/d/viaje}$$

Para los carros recolectores de 20 y^3 ($15,29 \text{ m}^3$) el volumen de carga es:

$$494 \text{ Kg/m}^3 \times 15,29 \text{ m}^3 = 7.553,2 \text{ Kg.}$$

$$\text{La población servida por carro recolector} = \underline{7.553,2 \text{ Kg/viaje}}$$

de 20 y^3 .

$$0,855 \text{ Kg/hab/d.}$$

$$= 8.834,2 \text{ hab/d/viaje}$$

Como los carros realizan dos viajes por día, el 1º lleno y el - 2º aproximadamente en sus $2/3$ ($0,67$ viajes) y existen 4 carros de 16 y^3 y 5 de 20 y^3 , la población servida por los carros es:

$$\text{Población total} = 1,67 \frac{\text{viajes}}{\text{d/carro}} \left[4 \text{ carros } (5.299,6 \text{ hab/d/viaje}) \right.$$

servida.

$$\left. + 5 \text{ carros } (8.834,2 \text{ hab/d/viaje}) \right]$$

$$= 109.167 \text{ hab.}$$

Si consideramos que la población a la que se debe el servicio en 1986 es de 128.603 hab., concluimos que se está dando servicio sólo al 84,9 % de la población.

Calculando la basura que lleva al botadero tenemos:

$$4.531,2 \text{ Kg viaje de los carros de } 16 \text{ y}^3.$$

7.553,2 Kg/viaje de los carros de 20 y³; luego:

$$1,67 \text{ viajes } \left[4 (4.531,2 \text{ Kg/viaje}) + 5 (7.553,2 \text{ Kg/viaje}) \right]$$

$$= 93,3 \text{ Ton.}$$

Como lo que se genera es según la TABLA Nº 3.4, 109,9 Ton. luego sólo se está recogiendo el 84,9 % de la basura.

Sitios de disposición final.- Los desechos sólidos recogidos y transportados desde Machala y El Cambio, por el servicio de recolección de la Municipalidad son dispuestos inapropiadamente a los costados de la vía que conduce a la Primavera, a partir del monumento a El Aguador y en una extensión que actualmente cubre más de 2 Km. y que irá aumentando si no se dá una solución inmediata al problema. Las descargas de basura que se han venido realizando son depósitos a cielo abierto y que provocan el estrechamiento del ancho de la vía, esparcimiento de las basuras por parte de los animales (perros, ganado vacuno, roedores, etc.) y de minadores como se vé en las FIGS. Nº 3.2 y 3.3

Es notoria la contaminación ambiental debido a la quema en gran parte de estas basuras, así como por la aparición de malos olores, generación de moscas y vectores transmisores de enfermedades (tifoidea, fiebre amarilla, encefalitis). En la FIG. Nº 3.4 se puede apreciar objetivamente ese problema.

Cuando no es el Municipio el que recoge y transporta los

FIG. Nº 3.2

ESPARCIMIENTO DE BASURA POR PARTE DEL GANADO VACUNO



FIG. Nº 3.3

ESPARCIMIENTO DE BASURA POR PARTE DE MINADORES



FIG. N° 3.4

CONTAMINACION AMBIENTAL
POR QUEMA DE LA BASURA



desechos sólidos, el sitio de disposición final se encuentra localizado en el Km. 1 de la vía a Pajonal en una extensión de unos 300 m. muy cerca a la ciudadela Las Brisas como se indica en la FIG. N° 3.5. Este sitio es preferido por las industrias y casas comerciales de la ciudad por encontrarse más cerca que el votadero municipal.

También observamos que existe un botadero a los costados de la vía Troncal de la Costa, junto a la parroquia El Cambio, para la basura generada en esta población, y otros sitios de disposición final como: en los solares no construídos, en las aceras, en los pozos de las alcantarillas que no disponen de tapa sanitaria, con los consecuentes problemas de deterioro ambiental y de los servicios de infraestructura.

Disponibilidades del Municipio.- La Municipalidad para atender el servicio de recolección de basura en las ciudades de Machala y El Cambio, emplea sistemas manuales y mecánicos, cuyas características prevalecientes a la fecha de elaboración de este trabajo son:

Sistema manual: es aquel sistema que emplea la fuerza muscular del hombre que utiliza escoba, pala y para el acarreo de la basura, carretillas y vehículos especialmente preparados (triciclos) con un depósito cilíndrico de 50 cm. de diámetro y 80 cm. de altura. Este sistema es realmente efectivo en las horas en que no existe mucho tránsito peatonal y vehicular, es decir desde las 07H00 a las 09H00 y en

FIG. Nº 3.5

LUGAR DE DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS DE
CIERTAS INDUSTRIAS Y CASAS COMERCIALES



el turno de la noche, desde las 00H00 hasta las 07H00, así como también en las calles poco transitadas.

Sistema mecánico: se realiza en vehículos recolectores compactadores en los cuales se depositan los residuos sólidos generados por las viviendas, mercados y de aquellos barrios en los que no se realiza la recolección diaria sino a través de depósitos tipo contenedores fabricados localmente y ya también mediante el empleo de volquetes fuera de servicio, como se indica en la FIG. N° 3.6.

Los carros recolectores realizan generalmente dos viajes observándose que los recorridos no se efectúan con velocidad constante que es lo recomendado técnicamente, sino de manera interrumpida, lo cual no favorece un mejor rendimiento del sistema, por lo que alcanzan solamente un promedio de recorrido por vehículo de 4 Km/h en las zonas periféricas y de 1.2 a 1.9 Km/h en la zona central.

Equipo disponible: para el barrido manual se tienen aproximadamente 12 carretillas entre especiales (tricielos) y simples.

Para barrido mecánico se posee dos barredoras marca FMC Wayne de 4 velocidades, 8 cilindros, ancho de barrido de 106" (2,69 m.) y tolva de 3 y³ de capacidad. Fue comprada en octubre de 1980, al momento se encuentra parada por faltarle repuestos de las escobillas de 45" (1.14 m.), utiliza un par y, los cauchos de la tolva. Es remota la posibilidad

FIG. Nº 3.6

DEPOSITOS DE RECOLECCION DE BASURA
EN MACHALA



de que a futuro presten servicio ya que se ha llegado a la conclusión que el barrido manual es más barato en Machala, puesto que un juego de escobillas está en aproximadamente \$ 1.000 U.S y en sus calles irregulares tiene un intenso desgaste.

Una flota de camiones recolectores compactadores compuesta por 4 unidades adquiridos entre 1978 y 1979, numerados con el 3, 4, 5, 7 y, 5 nuevos donados por el Gobierno actual en las fiestas del 24 de septiembre de 1986, enumerados del 8 al 12.

Las 2 unidades adquiridas en 1978 están fuera de servicio, es decir los numerados con el 1 y 2, debido a fallas mecánicas del motor, caja de cambios, transmisión y desperfectos en el sistema hidráulico de compactación. Han quedado fuera de servicio, pero sirven de repuestos para las unidades compradas en esa misma fecha y que operan en la actualidad.

La unidad N^o 6, adquirida en 1979 se piensa sacarla a trabajar próximamente y en cuanto a las unidades nuevas adquiridas en 1986 se han notado pequeñas fallas de casa, que en todo caso han sido corregidas eficazmente en forma inmediata.

Personal utilizado: la sección de aseo público de la Municipalidad es una dependencia del Departamento de Servicios Públicos como lo demuestra el organigrama actualizado en el

el mes de noviembre de 1986, que se presenta en la FIG. N^o 3.7. Su Jefatura la ejerce un empleado que tiene bajo sus órdenes el siguiente personal:

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| 31 barredores diurnos | 11 choferes |
| 14 barredores nocturnos | 20 asistentes de carros |
| 10 barredores de parques | 15 jornaleros |

Debido a la paralización de las barredoras mecánicas un e equipo de 31 hombres efectúan la limpieza de las principales calles de la parte central de la ciudad y de las áreas periféricas. Su trabajo lo realizan en una sóla jornada de 07H00 a las 14H00. Para la limpieza nocturna, la cual se circunscribe principalmente a las áreas adyacentes a los 5 mercados que tiene la ciudad, laboran 14 hombres en horario de las 00H00 a las 07H00. Se debe indicar que todo el personal del Departamento de Servicios Públicos trabaja jornadas diarias de 7 horas, como consecuencia del Contrato Colectivo de Trabajo suscrito con la Corporación.

Sistema de mantenimiento: los trabajos de mantenimiento de las unidades que prestan servicio en la recolección de basuras y en general de todos los carros del Municipio se realizan en la mecánica municipal, la cual es dirigida por un Jefe de Taller, el mismo que a su vez cuenta con un Jefe de Mantenimiento Mecánico que dirige a 4 mecánicos y 3 ayudantes de mecánica. También están a cargo del Jefe de Taller, 2 bodegueros y 2 guardianes (uno diurno y uno

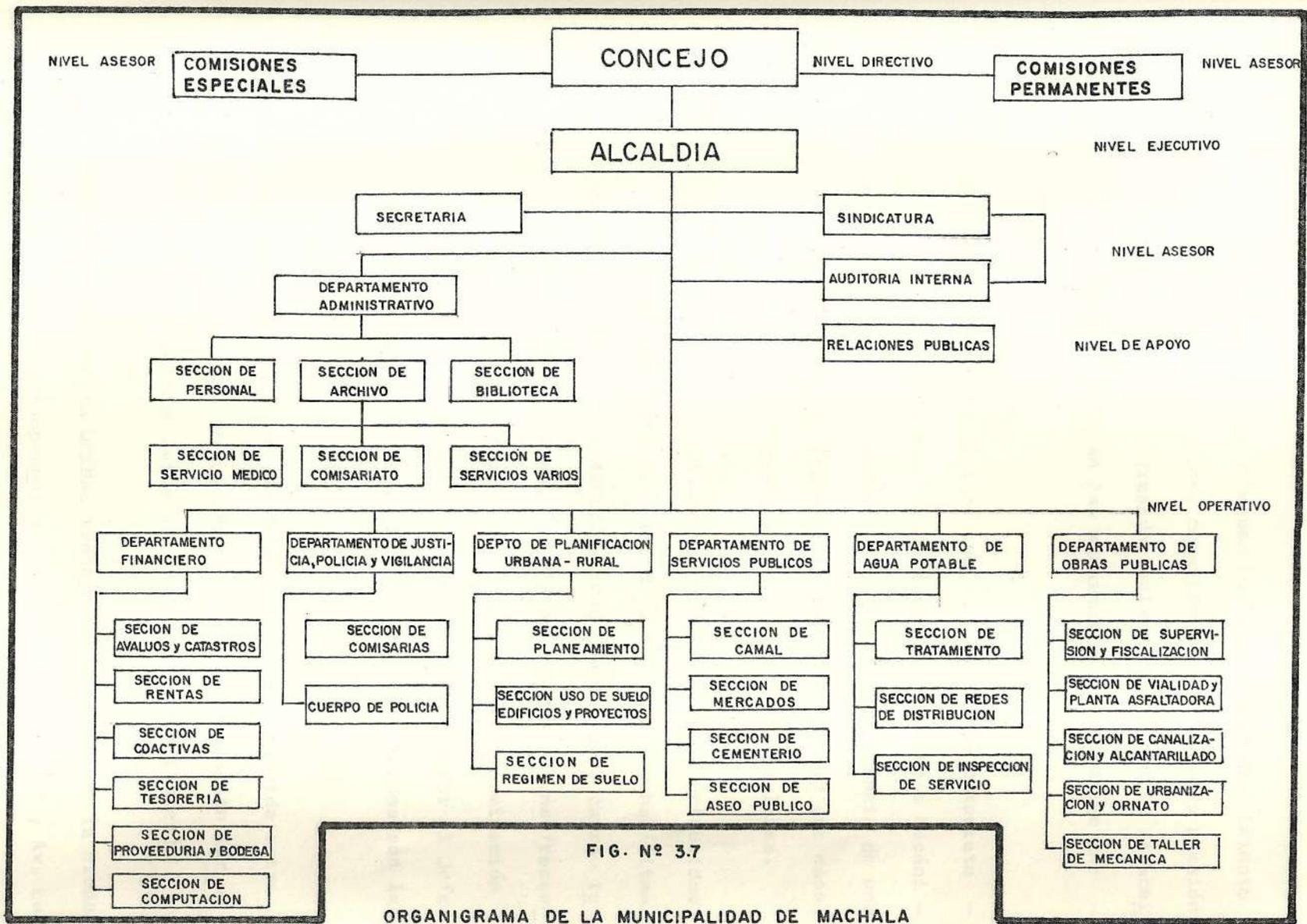


FIG. Nº 3.7

ORGANIGRAMA DE LA MUNICIPALIDAD DE MACHALA

nocturno).

Por otra parte, a las unidades se les brinda mantenimiento rutinario todos los meses, consistentes en lavado a presión, (fuera del taller), engrasado, pulverizado y cambio de aceites, también se revisan las máquinas de las unidades una vez al mes.

En síntesis podemos indicar que el taller está compuesto por herramientas necesarias para atender problemas mecánicos de motores y suspensión, pero existe la carencia de una soldadora eléctrica, instalación de 220 v. por lo que esos trabajos se los debe realizar en talleres particulares.

Zonas y rutas cubiertas por el servicio: en la actualidad y sin tomar en cuenta el carro N° 6 que estará rehabilitado en poco tiempo, la Municipalidad dispone de 9 carros recolectores compactadores, los mismos que tienen una frecuencia de 2 viajes por día y por vehículo. La determinación de las rutas para la recolección son asignadas por el Jefe del Departamento de Servicios Públicos y las mismas son las siguientes:

Unidad N° 3.- Esta unidad cubre la zona comprendida entre la vía al Puerto, Av. Las Palmeras y Circunvalación Sur - (aquí se encuentran las villas del IESS y del Chofer).

Unidad N° 4.- Esta unidad trabaja en el centro de la ciudad y cubre el área comprendida entre las calles Páez y Av. Las

Palmeras, entre Boyacá y Circunvalación Norte.

Unidad N^o 5.- Esta unidad cubre la parte Norte y su área comprende la Av. Las Palmeras, vía Puerto Bolívar y Circunvalación Norte.

Unidad N^o 7.- Esta unidad trabaja en el centro y cubre el área comprendida entre las calles Páez a 10 de Agosto, entre Boyacá y Circunvalación Norte.

Unidad N^o 8.- Cubre una de las zonas del centro hacia el Sur o sea Boyacá hasta Manuel Estolva, entre Av. Las Palmeras y 9 de Mayo.

Unidad N^o 9.- Cubre la zona aledaña a la Unidad N^o 8 y - comprende las calles Boyacá hasta el Aeropuerto, entre 9 de Mayo y Colón.

Unidad N^o 10.- Cubre el área comprendida entre las calles Boyacá hasta el Aeropuerto, desde Colón hasta 10 de Agosto.

Unidad N^o 11.- Esta unidad cubre todo Puerto Bolívar, hasta la Av. Circunvalación.

Unidad N^o 12.- Esta unidad tiene el más grande recorrido en espera de que la Unidad N^o 6 sea rehabilitada para que ayude a compartir el trabajo. Esta unidad avanza hasta El Cambio y recoge la basura de Las Brisas y todo el extenso sector aledaño a ella como se muestra en la FIG. N^o 3.8.

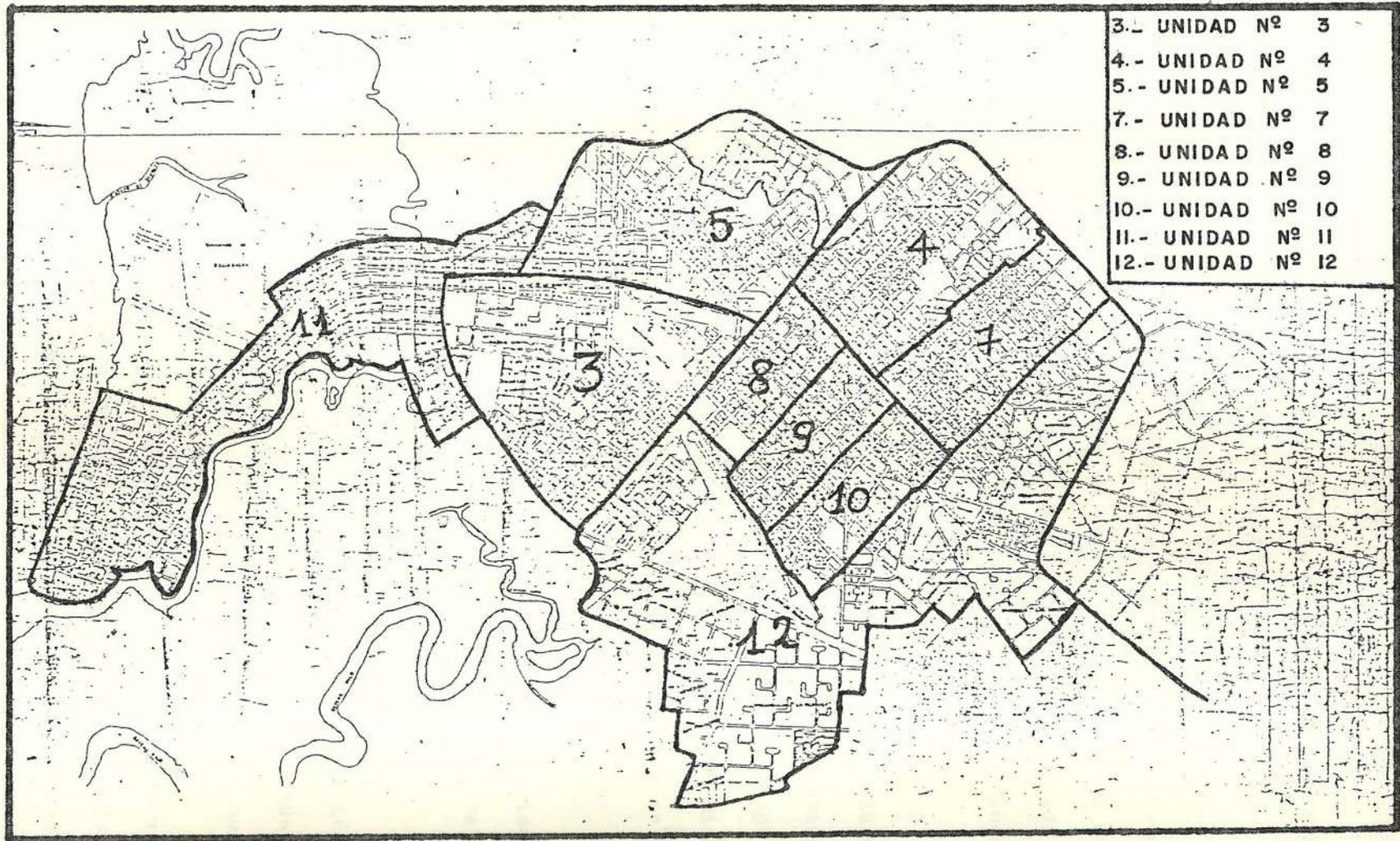


FIG. N° 3.8

AREAS CUBIERTAS POR LAS UNIDADES RECOLECTORAS DE BASURA

3.3.2. DISPONIBILIDAD Y FORMAS DE RECOGIDA A MEDIANO PLAZO

La Municipalidad de Machala, con fecha 23 de abril de 1985 suscribió con el Gobierno Nacional una Carta de Compromiso por la cual el Banco de Desarrollo del Ecuador (BEDE) se comprometía a financiar, hasta por un monto de 42 millones de sucre la adquisición de recolectores de basura, previo la presentación de los estudios y justificativos técnicos, económicos y financieros.

A fin de atender los requerimientos del BEDE, la Municipalidad contrató con la firma consultora Asesoría, Gestión y Promoción de Proyectos Cia. Ltda. (AGEPROY), la realización de un estudio, en el que se pueda diseñar un sistema de recolección de desechos sólidos en la ciudad de Machala.

Esta firma realizó un estudio sobre la producción de desechos sólidos y tomando como base un período de 5 años, recomendó lo siguiente:

Dividir la ciudad en 20 zonas de recolección: 16 normales y 4 especiales en consideración a la densidad poblacional y a la producción de residuos en cada uno de ellas.

Las zonas en mención, recomiendan sean cubiertas: las 16 zonas de recolección normales con 8 recolectores nuevos de 16 y³ y las 4 especiales con la ayuda de 4 recolecto-

res autocargables de 25 y³ de capacidad. Esta zonificación se muestra en la FIG. N° 3.9.

Se recomienda además que se divida a la ciudad en 5 zonas de barrido a las cuales se debería asignar 70 jornaleros en total. Al respecto, por nuestra propia cuenta investigamos para ver si llevaría a cabo estas recomendaciones, pero es muy remota la posibilidad de que ello ocurra,, dado que con la ayuda de parte del Gobierno al entregar a Machala 5 carros recolectores de 20 y³ de capacidad en septiembre de 1986, por el momento no se considera solicitar el financiamiento al BEDE para la adquisición de más carros recolectores, sino que mas bien se trata de rehabilitar el recolector N° 6 para cubrir con el servicio al 10 % restante de la población, que dicho sea de paso, es importante acotar que existe aproximadamente un 5 % de la población que sólo podrá incorporárselo mejorando las condiciones de accesibilidad a ciertas zonas, mediante la construcción de alcantarillas, puentes, drenaje de esteros, etc.

En base a la estimación de la producción anual futura de la basura, dada en la TABLA N° 3.4, para seguir manteniendo el porcentaje de servicio actual e inclusive ampliarlo, si se logra un llenado completo en el 2° viaje de los carros, con una eficiencia del 95 %, se necesitaría estimativamente un incremento anual de unidades adicionales de 20 y³, calculado de acuerdo a la re

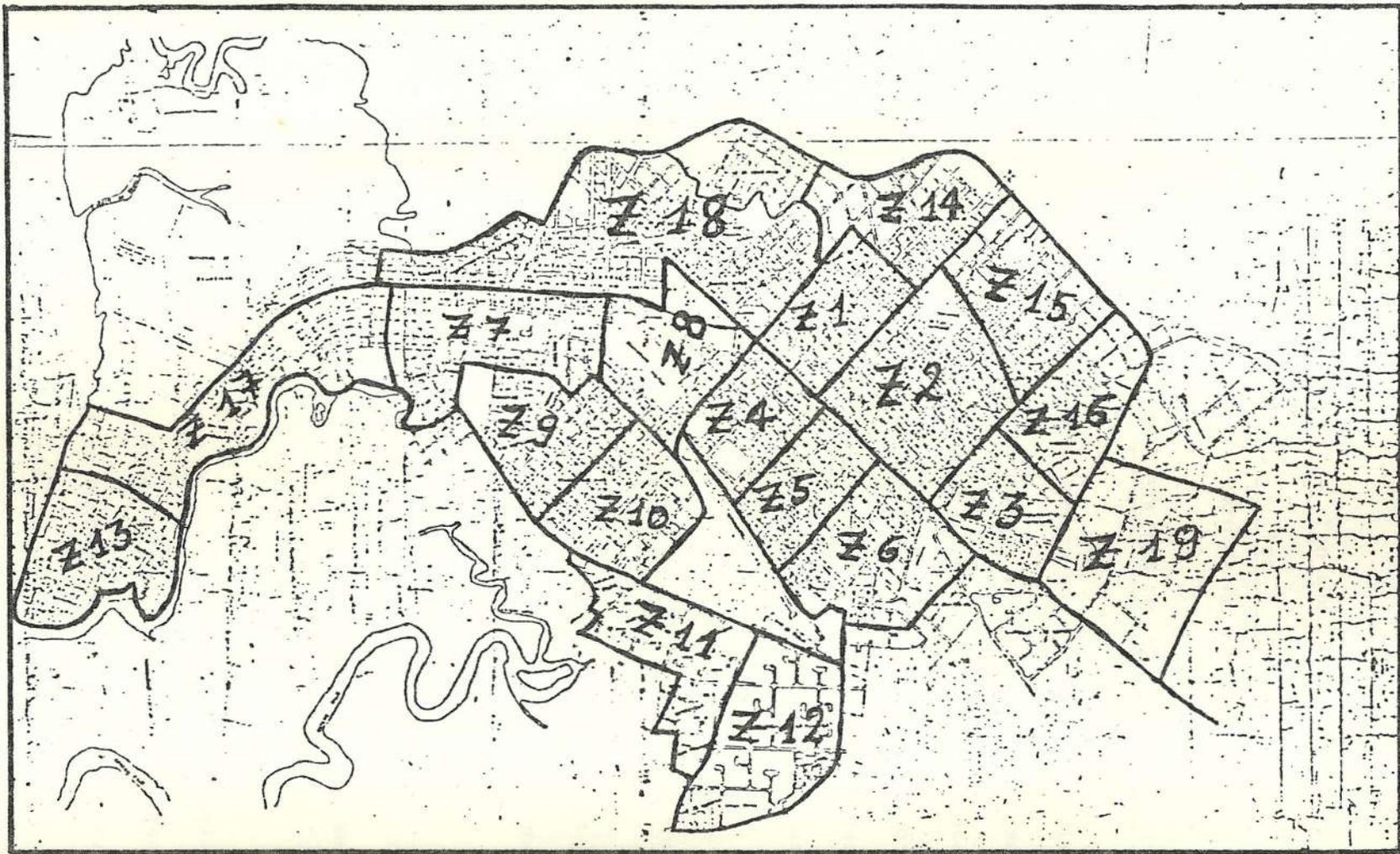


FIG. N° 3.9

ZONIFICACION DE LA CIUDAD RECOMENDADA POR AGEPROY

lación:

0,95 (Ton año 2 - Ton año 1)

2 Viajes x 7.553 Ton
carro de 20 y³

3.4. COMPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS QUE SE RECOGEN ACTUALMENTE

Es el análisis físico de la basura que se recoge actualmente, - el mismo que es hecho de acuerdo a técnicas estadísticas de muestreo. Esta técnica permite analizar muestras representativas y con una confiabilidad tal, extrapolar y saber qué composición - tiene la basura total, la misma que nos servirá para recomendar tal o cual método en el tratamiento y eliminación de los desechos sólidos en estudio.

3.4.1. SELECCION DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR SUS COMPONENTES

En primer lugar, para una correcta selección de las muestras se deben hacer las siguientes consideraciones:

Las zonas marginales, central, mercados y otros lugares donde se recoge la basura tienen diferente composición por lo que la muestra para que sea representativa debe considerar esta dificultad.

Qué zona o lugares de la ciudad se deberán considerar en las muestras y cuántas nó, es una cosa intuitivamente - clara por lo que se supone que son muestras aleatorias que nos permitirán generalizaciones válidas ó lógica -

cas.

En el análisis que hacemos está contemplada la basura doméstica incluida la basura industrial que recoge el Municipio y que como se ha mencionado anteriormente no es de grandes proporciones como en otras ciudades, en donde hay verdaderos parques industriales cuya solución en parte, la dan las mismas industrias.

Hemos dividido la ciudad en zonas que por sus condiciones de vida parecidas, generan tipos similares de basura y con tomas de muestras apropiadas analizamos su composición. Valiéndonos de la TABLA N° 3.3 que nos dá un conocimiento claro de la cantidad de basura, seleccionamos los lugares en donde vamos a tomar las muestras para el análisis y éstos son:

En la ciudadela "Las Brisas" del BEV, pues aquí se encuentran asentadas familias de nivel medio de ingresos, que puede compararse con las otras ciudadelas como la del IESS, Chofer, etc.

La generación de basura en los mercados es diferente al de otros sitios por lo que haremos el análisis para los cuatro mercados que existen en el centro de la ciudad de Machala, esto es: Mercado Central, Mercado Buenos Aires, Mercado Sur (Feria libre) y Mercado 25 de Junio.

Por la basura generada en la zona central y valiéndonos

de la TABLA N° 3.3. y mediante la tabla de números aleatorios nos resultó las calles 9 de Octubre entre Paez y Guayas (5).

Finalmente para tener más seguridad de lo que estamos haciendo decidimos analizar también la basura de otra zona periférica y así mismo aleatoriamente nos dá en Puerto Bolívar, la calle Apolinario Galvez entre Av. Municipalidad y Bolívar.

Los lugares seleccionados los mostramos en la FIG. N° .. 3.10.

Las muestras tomadas son hechas en tanques de 55 gals. - ($0,2 \text{ m}^3$), llenos al ras.

3.4.2. DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LAS MUESTRAS

Una vez seleccionados los sitios en donde vamos a tomar las muestras para el análisis de la basura, procedemos a buscar un lugar cerrado, plano, duro y de dimensiones suficientes que nos dé maniobrabilidad en el momento de clasificar la basura. El sitio escogido es un galpón localizado en las calles Bolívar N° 225 y Av. Las Palmeras, que lo solicitamos en préstamo por un mes.

Valiéndonos del cronograma que tienen los carros recolectores de basura, nos interesamos en el momento que pasen por los sitios que hemos seleccionado para la toma de muestras.

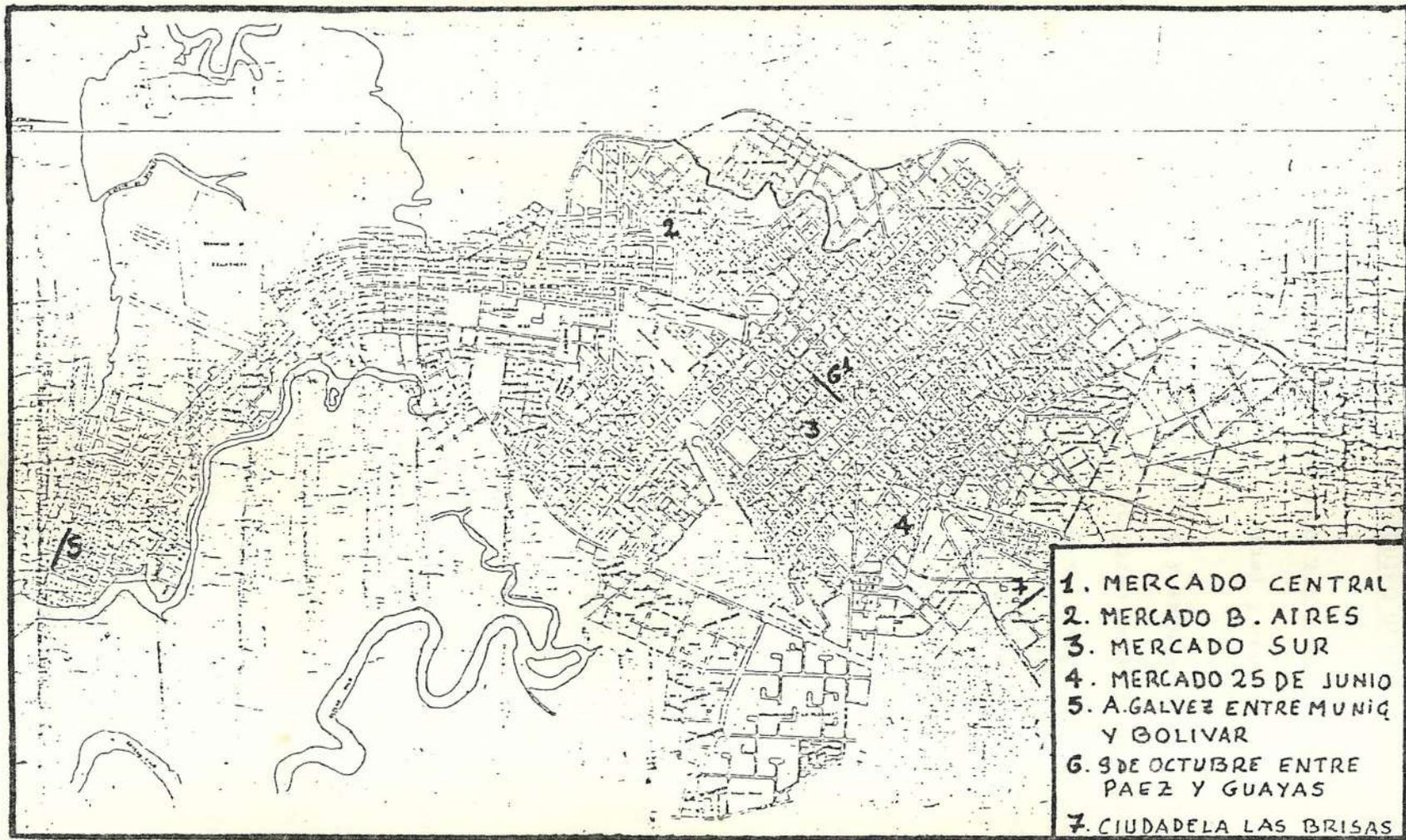


FIG. Nº 3.10

LUGARES SELECCIONADOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

3.4.2.1. MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO

Para realizar las pruebas utilizamos el siguiente material y equipos:

- Un triciclo y tanque de 55 galones de los que se utilizan para el aseo de calles, facilitado gentilmente por el Sr. Guillermo Castro, Inspector de Servicios Públicos del Municipio de Machala.
- Una balanza tipo romana.
- Mascarillas descartables.
- Guantes
- Un rollo de papel plástico de 32 m. de largo por 1 m. de ancho.
- Tres lampas.
- Fundas descartables de basura doméstica.
- Una camioneta marca DATSUN 1500 para el transporte de las basuras al sitio de clasificación

En la FIG. N° 3.11 vemos algunos de los materiales utilizados.

3.4.2.2. METODOLGIA

Contratando 3 seleccionadores por un mes que he-

FIG. N° 3.11.

MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO



mos calculado durarán nuestras pruebas y con los materiales, equipo y sitios seleccionados para recoger la basura a ser analizada procedemos de la siguiente forma:

En coordinación con los carros recolectores de basura, cada vez que pasan por los sitios seleccionados nos ponemos delante con el triciclo y tanque de 55 gals. y antes de que sea depositada la basura en los carros, llenamos nuestro tanque y lo llevamos al galpón en donde nos esperaban los seleccionadores listos para su trabajo, el mismo que consistía en: luego de depositar en un pedazo de plástico de 4 x 1 m. que se hallaba en el suelo el tanque de basura y esparcirla para tener visibilidad de los materiales presentes, ir colocando a lo largo del otro pedazo de plástico de 4 x 1 m. extendido en el suelo, los materiales de características parecidas con nuestra supervisión, para posteriormente ser llenados en las fundas de basura doméstica y pesados en la balanza.

Procedimientos parecidos empleamos en Puerto Bolívar, Ciudadela Las Brisas y la Calle 9 de Octubre, en tanto que en los mercados en donde encontramos cantidad de basuras amontonadas llenamos nuestros tanques valiéndonos de la ayuda de

los asistentes de los carros recolectores a di
ferentes períodos de tiempo controlados en for
ma aleatoria.

Los resultados de las pruebas las presentamos
en las TABLAS N° 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8.

Es necesario destacar también que la toma de
las muestras las hacemos en forma sincroniza
da entre las 7H30 y 9H30, luego de que los ca
rros son despachados por el Sr. Guillermo Cas
tro a las 7H00 desde las calles Junín y Klé -
ber Franco.

Algunas partes del procedimiento podemos apre
ciar en las FIGS. N° 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15

Finalmente, utilizando las TABLAS mencionadas
procedemos a calcular la composición de toda
la basura que llega al botadero, de la siguien
te forma:

Cantidad de basura procedente de:

| | |
|---------------------|----------|
| - mercados | 4,5 Ton. |
| - ciudadelas | 6,8 " |
| - centro | 25,3 " |
| - áreas periféricas | 57,1 " |

luego tenemos:

FIG. N° 3.12

TOMA DE MUESTRAS EN LA CALLE APOLINARIO GALVEZ
DE PUERTO BOLIVAR



FIG. N° 3.13

TOMA DE MUESTRAS
EN UNO DE LOS MERCADOS DE LA CIUDAD



FIG. Nº 3.14

SELECCION DE LOS COMPONENTES FISICOS DE LAS MUESTRAS

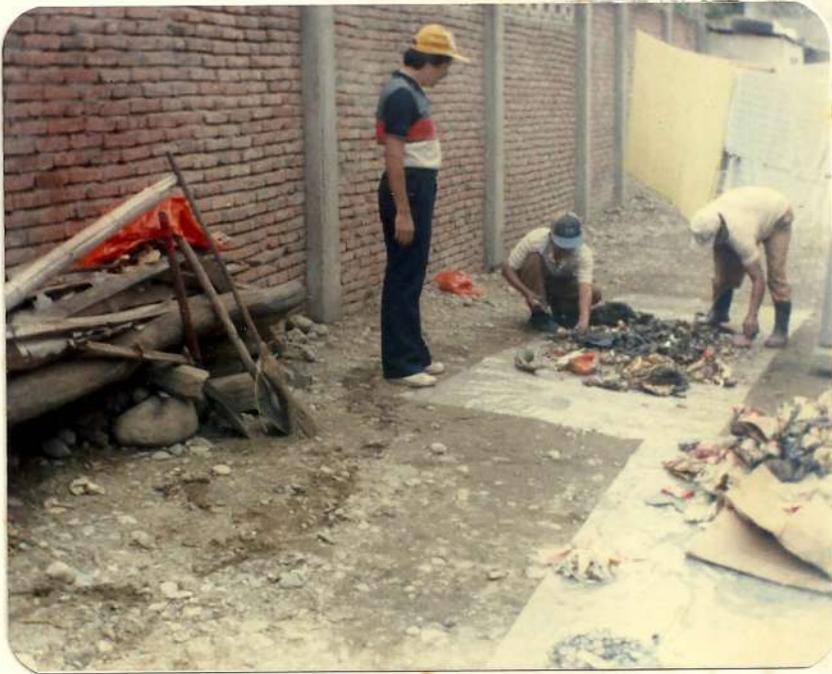


FIG. Nº 3.15

DETERMINACION DEL PESO DE LOS COMPONENTES FISICOS DE LAS MUESTRAS.



TABLA N^o 3.5.COMPOSICION DE LA BASURA EN EL CENTRO DE LA CIUDADCALLES 9 DE OCTUBRE ENTRE PAEZ Y GUAYAS

NOVIEMBRE - 1986

(porcentajes)

| <u>MUESTRAS</u> | <u>MATERIA</u> | <u>PAPEL Y</u> | <u>CAUCHOS Y</u> | <u>LATON Y</u> | <u>CERAMICA</u> | <u>OTROS*</u> |
|-----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|---------------|
| | <u>ORGANICA</u> | <u>CARTON</u> | <u>PLASTICOS</u> | <u>METAL</u> | <u>Y VIDRIOS</u> | |
| 1 | 61,2 | 24,2 | 6,1 | 2,9 | 1,7 | 3,9 |
| 2 | 60,2 | 26,1 | 5,3 | 2,8 | 2,1 | 3,5 |
| 3 | 64,2 | 20,3 | 5,5 | 3,1 | 2,5 | 4,4 |
| 4 | 62,2 | 25,5 | 5,6 | 1,7 | 1,7 | 4,0 |
| 5 | 61,8 | 26,9 | 4,7 | 1,6 | 1,7 | 3,9 |
| 6 | 58,2 | 30,4 | 4,7 | 1,9 | 1,6 | 3,2 |
| 7 | 60,7 | 26,1 | 5,4 | 2,1 | 2,4 | 3,3 |
| 8 | 60,1 | 28,2 | 4,9 | 2,0 | 1,8 | 3,0 |
| 9 | 56,5 | 30,1 | 5,2 | 2,3 | 2,1 | 3,8 |
| 10 | 62,9 | 25,2 | 4,8 | 2,4 | 1,5 | 4,8 |
| PROMEDIO | 60,8 | 26,3 | 5,2 | 2,3 | 1,9 | 3,5 |

* En OTROS está incluido textiles trapos, maderas, piedras, etc.

FUENTE: Datos obtenidos en área seleccionada.

ELABORADO POR: El Autor.

TABLA N^o 3.6.COMPOSICION DE LA BASURA: CIUDADELA LAS BRISAS

NOVIEMBRE - 1986

(Porcentajes)

| <u>MUESTRAS</u> | <u>MATERIA ORGANICA</u> | <u>PAPEL Y CARTON</u> | <u>LATON Y METAL</u> | <u>CERAMICA Y VIDRIOS</u> | <u>CAUCHO Y PLASTICOS</u> | <u>OTROS *</u> |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 | 62,1 | 4,9 | 9,2 | 3,3 | 2,1 | 18,4 |
| 2 | 72,2 | 8,9 | 3,5 | 2,7 | 11 | 1,7 |
| 3 | 69,1 | 12,8 | 2,1 | 3,0 | 11 | 2 |
| 4 | 68,5 | 2,0 | 23,1 | 3,4 | 0,3 | 2,7 |
| 5 | 65,9 | 11 | 0,9 | 21 | 0,5 | 0,7 |
| 6 | 68,2 | 21,2 | 1,0 | 2,8 | 3,2 | 3,6 |
| 7 | 72,8 | 12,7 | 9,2 | 0,5 | 4,9 | 0 |
| 8 | 78,1 | 4,5 | 3,5 | 5,2 | 1,8 | 6,9 |
| 9 | 50,5 | 10,2 | 4,1 | 12,8 | 3,4 | 19 |
| 10 | 64,9 | 11,8 | 1,1 | 6,3 | 10,5 | 5,4 |
| PROMEDIO | 67,2 | 10 | 5,2 | 6,1 | 4,9 | 6,6 |

* En OTROS se encuentran algunos componentes de la basura como trapos, textiles, madera, piedras, etc.

FUENTE: Datos obtenidos en área seleccionada.

ELABORACION: El Autor

TABLA N° 3.7

COMPOSICION DE LA BASURA: PRINCIPALES MERCADOS DE LA CIUDAD

NOVIEMBRE - 1986

(porcentajes)

| <u>MUESTRAS</u> | <u>MATERIA</u> | <u>PAPEL Y</u> | <u>LATON Y</u> | <u>CAUCHO Y</u> | <u>CERAMIC A</u> | <u>OTROS *</u> |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|
| | <u>ORGANICA</u> | <u>CARTON</u> | <u>METAL</u> | <u>PLASTICOS</u> | <u>Y VIDRIOS</u> | |
| 1 | 78,2 | 11 | 2,5 | 7 | 0,1 | 1,2 |
| 2 | 77,8 | 7,2 | 2,0 | 5,2 | 0,3 | 7,5 |
| 3 | 84,2 | 8,1 | 1,8 | 3 | 0,6 | 2,3 |
| 4 | 72,8 | 9,1 | 1,9 | 7,7 | 0,4 | 8,1 |
| 5 | 72,2 | 10,1 | 2,5 | 4,1 | 0,2 | 11,3 |
| 6 | 78,8 | 7,5 | 1,6 | 4,7 | 0,3 | 7,1 |
| 7 | 79,2 | 11,2 | 1,7 | 3,5 | 0,5 | 3,9 |
| 8 | 83,8 | 6,7 | 3,1 | 2,9 | 0,5 | 3,0 |
| 9 | 80,2 | 8,5 | 1,2 | 2,9 | 0,4 | 6,8 |
| 10 | 78,8 | 9,4 | 1,5 | 4,2 | 0,2 | 5,9 |
| 11 | 71,3 | 9,9 | 0,8 | 6,3 | 2,1 | 9,7 |
| 12 | 86,7 | 8,1 | 1,4 | 2,5 | 0,4 | 0,9 |
| PROMEDIO | 78,6 | 8,9 | 1,8 | 4,5 | 0,5 | 5,7 |

* En OTROS se incluye el resto de la basura constituida por maderas, tierra, trapos, etc. Las muestras fueron recogidas tres por cada mercado del centro de la ciudad.

FUENTE: Datos obtenidos en área seleccionada.

ELABORACION: El Autor

TABLA N° 3.8.

COMPOSICION DE LA BASURA EN EL AREA PERIFERICA DE LA CIUDAD
CALLES APOLINARIO GALVEZ, ENTRE AV. MUNICIPALIDAD Y BOLIVAR

PUERTO BOLIVAR

NOVIEMBRE - 1986

(porcentajes)

| <u>MUESTRAS</u> | <u>MATERIA ORGANICA</u> | <u>PAPEL Y CARTON</u> | <u>LATON Y METAL</u> | <u>CAUCHOS Y PLASTICOS</u> | <u>CERAMICA Y VIDRIOS</u> | <u>OTROS *</u> |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 | 77,1 | 11,9 | 4,2 | 3,5 | 2,2 | 1,1 |
| 2 | 74,2 | 10,1 | 3,9 | 4,5 | 4,1 | 3,2 |
| 3 | 75,8 | 11,4 | 5,5 | 2,1 | 1,8 | 2,4 |
| 4 | 76,7 | 9,1 | 3,1 | 5,6 | 3,3 | 2,2 |
| 5 | 74,8 | 10,5 | 5,1 | 4,7 | 2,2 | 2,7 |
| 6 | 77,2 | 12,1 | 3,9 | 3,8 | 1,9 | 1,1 |
| 7 | 75,3 | 12,6 | 4,3 | 4,2 | 2,6 | 1 |
| 8 | 78,1 | 8,8 | 4,5 | 5,2 | 1,7 | 1,7 |
| 9 | 77,2 | 9,2 | 3,8 | 4,2 | 2,1 | 3,5 |
| 10 | 75,7 | 10,2 | 3,5 | 4,9 | 2,2 | 3,5 |
| PROMEDIO | 76,2 | 10,6 | 4,2 | 4,4 | 2,4 | 2,2 |

* En OTROS se encuentran materiales como textiles y trapos, piedras, madera, tierra, etc.

FUENTE: Datos obtenidos en área seleccionada.

ELABORACION: El Autor

Materia orgánica:

$$4,5 \text{ Ton.} \times 78,6 \% + 6,8 \text{ Ton.} \times 67,2 \% + 25,3 \text{ Ton.} \times 60,8 \% + 57,1 \text{ Ton.} \times 76,2 \% = 67 \text{ Ton.} \text{ que representan el } 71,5 \%$$

Papel y cartón :

$$4,5 \text{ Ton.} \times 8,9 \% + 6,8 \text{ Ton.} \times 10 \% + 25 \text{ Ton.} \times 26,3 \% + 57,1 \text{ Ton.} \times 10,62 \% = 13,79 \text{ Ton.} \text{ que representan el } 19,71 \%$$

Cauchos y plásticos:

$$4,5 \text{ Ton.} \times 4,5 \% + 6,8 \text{ Ton.} \times 4,9 \% + 25,3 \text{ Ton.} \times 5,2 \% + 57,1 \text{ Ton.} \times 4,4 \% = 4,36 \text{ Ton.} \text{ que representan el } 4,65 \%$$

Latón y metal:

$$4,5 \text{ Ton.} \times 1,8 \% + 6,8 \text{ Ton.} \times 5,2 \% + 25,3 \text{ Ton.} \times 2,3 \% + 57,1 \text{ Ton.} \times 4,2 \% = 3,41 \text{ Ton.} \text{ que representan el } 3,64 \%$$

Cerámica y vidrios:

$$4,5 \text{ Ton.} \times 0,5 \% + 6,8 \text{ Ton.} \times 6,1 \% + 25,3 \text{ Ton.} \times 1,9 \% + 57,1 \text{ Ton.} \times 2,4 \% = 2,29 \text{ Ton.} \text{ que representan el } 2,45 \%$$

Otros:

$$\begin{aligned}
 &4,5 \text{ Ton.} \times 5,7 \% \quad + \quad 6,8 \text{ Ton.} \times 6,6 \% \quad + \\
 &25,3 \text{ Ton.} \times 3,5 \% \quad + \quad 57,1 \text{ Ton.} \times 2,2 \% \quad = \\
 &2,85 \text{ Ton. que represen} \quad - \\
 &\text{tan el } 3,04 \% .
 \end{aligned}$$

3.5. ELECCION DE LA ALTERNATIVA OPTIMA

Hemos analizado hasta aquí la cantidad de basura producida y la composición de las mismas, incluyendo las tendencias observadas y previsibles en ambas variables. Hemos descrito los métodos de recogida y eliminación que se está utilizando actualmente en la ciudad de Machala, así como las características de los sistemas utilizados en el mundo. Es decir, el vertido controlado, la incineración y el compostage.

Para poder elegir la alternativa óptima necesitamos el conocimiento de algunos factores para cada una de ellas, que afectan directamente esta elección, las cuales analizamos a continuación.

3.5.1. EL VERTIDO CONTROLADO

El vertido controlado es un método eliminatorio de basura, es un elemento del abanico de opciones que se presenta.

La selección de este método eliminatorio es un compromiso equilibrado y ponderado entre argumentos tanto de tipo económico como circunstancial. Entre estos argumentos se

encuentran:

NECESIDADES DE TERRENO

Un vertedero generalmente es recomendable hacerlo para que sirva como mínimo 10 años por lo que es necesario analizar las diferentes circunstancias que rodean a este requerimiento.

La capacidad necesaria a albergar un vertedero para 10 años contados a partir de 1988 es de 694.960 Ton., de acuerdo a la TABLA N° 3.4.

Al no existir en un radio de 10 Km. ninguna ondonada o cantera abandonada que pudiera servir para un relleno sanitario, buscamos un terreno que aunque sin las características anteriores, pudiera servirnos para un vertedero controlado.

Valiéndonos del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Machala, encontramos que existe un terreno de 200 Has., - plano, con un desnivel de 1,5 m. respecto al carretero que pasa por su costado. Se encuentra localizado en el Km. 5 - de la vía a la Puentecita, el mismo que procedemos a analizar para ver si es apto o nó para realizar el emplazamiento de un vertedero controlado en él.

- Analizando las características demográficas, urbanísticas, sociales y ambientales, no encontramos ningún inconveniente.

- Al analizar el suelo encontramos que el mismo se encuentra constituido por arcilla limosa, con buenas características de impermeabilidad y que se puede utilizar también como material de recubrimiento.
- La profundidad del suelo hasta la capa freática es de 2,5 m., lo cual nos indica en un primer momento que el vertido controlado y compactado pudiera ser factible y, continuamos investigando.
- Es económicamente aceptable, porque como es de utilidad comunal, el Municipio lo podría expropiar a un costo módico.
- La dirección del viento es en sentido nor-oeste a Sur, que se aleja de la ciudad, lo cual favorece la disposición.
- Las corrientes de agua cercanas no correrán riesgo de contaminación por la explotación del vertedero, si éste es hecho adecuadamente.
- El terreno está cerca a la ciudad, lo cual disminuiría los costos de operación de los vehículos recolectores. Dispone de una vía accesible al sitio durante todo el año.

Con un terreno de la profundidad anotada y si se mantiene el porcentaje servido por la Sección de Aseo Público de la Municipalidad (84,9 %), necesitaríamos una extensión de ..

47,9 Has.; de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\frac{0,849 \times 694.960 \text{ Ton.} \times 1.000 \text{ Kg/Ton}}{2 \text{ m.} \times 247 \text{ Kg/m}^3 \times 2,5} = 47,7 \text{ Has.}$$

Si hacemos el cálculo para que el 100 % de la basura generada en este período sea eliminada vía vertedero, necesitaríamos 56,2 Has. en 10 años, siendo razonable una extensión de 50 Has.

MÉTODOS DE EXPLOTACION DEL VERTEDERO

Aún cuando la topografía puede que no resulte crucial en la elección del lugar, sí es factor de gran importancia en la selección del método de explotación del vertedero. En términos generales, existen dos métodos aceptados: de franjas o zonas y de zanjas; y, dos tipos de zanjas: progresivo y de corte y recubrimiento.

En el método de franja o zona, la basura se deposita en terreno liso o en depresiones naturales y es recubierta con tierra. La técnica consiste en la distribución y compactación del volumen de basura diaria, que se recubre al término de la jornada, con una capa de tierra de 15 a 50 cm., que se compacta a continuación. De esta manera, la basura de cada día forma una especie de túmulo, pudiendo crearse sucesivos túmulos hasta llegar a formar un montículo. Puede transportarse el material de recubrimiento o bien traerlo de alguna colina cercana. La ejecución de zanjas en 1º

lugar, siempre y cuando sea posible permitirá la conservación del terreno. El llenado de una depresión natural (por ejemplo, barranco, hondonada, etc.) se lleva a cabo empezando por un extremo y formando túmulos o celdas, de la misma manera que en el terreno liso.

El método de zanjas consiste en la simple excavación de una trinchera para enterrar la basura. La excavación puede alcanzar hasta 12 m. de profundidad total, dependiendo de la capa freática. Una vez depositada la basura en la zanja, se extiende y se compacta. Es vital que se alcance un elevado grado de compactación para conseguir la eliminación de bolsas de gas y aire, reducir al mínimo la sedimentación natural y evitar incendios.

En la ejecución de zanjas progresivas, el material que se saca de la parte trasera de la zanja, sirve para cubrir la basura que se deposita y compacta en la parte delantera de la misma. En la explotación por zanjas progresivas la inversión en maquinaria es mínima.

El método de zanjas de corte y recubrimiento consiste en la excavación de una zanja larga, en la colocación y compactación de la basura en forma similar a la del método progresivo y en el recubrimiento de la basura con la tierra que se ha sacado de una nueva zanja próxima. Este método es el recomendable para la libre circulación de vehículos.

En nuestro caso, por la forma del terreno seleccionado el método más aconsejado sería el llenado tipo zanjas progresivo.

MAQUINAS NECESARIAS

Para el vertido controlado existen los siguientes tipos de máquinas a saber:

Palas cargadoras de cadenas de gran variedad de tamaño; - aunque las mejores son las que poseen palas con cucharas - entre 1 y 2,5 m³, ya que cumplen adecuadamente las exigencias de los vertederos y las que mejor se adaptan a los presupuestos de los Municipios pequeños. También pueden equiparse con cucharas de hasta 4 m³, para manipulación de las basuras o equiparse con cucharas de varios usos. Los Bulldozer de cadenas con pesos superiores a los 5.000 Kg., también pueden resultar útiles y económicos en los vertederos controlados.

Palas cargadoras de ruedas y éstas pueden ser de neumáticos de goma (a las que se les puede poner una protección de acero para evitar los pinchazos) y de ruedas de compactación de acero. Estas últimas utilizadas exclusivamente para el movimiento y compactación de la basura.

Compactadores de basura, que son máquinas idóneas para compactar basura y al mismo tiempo material inerte, si éste previamente es sacado con la ayuda de un bulldozer. Su ca

racterística sobresaliente es que se adapta para trabajar en cualquier época del año por la funcionalidad de sus ruedas tipo pata de cabra.

Traillas con tractor de ruedas que son máquinas ideales para vertidos controlados en que han de excavar y moverse grandes volúmenes de tierra. Para vertederos de poblaciones de hasta 300.000 habitantes, el tamaño idóneo de Traillas con elevador es la que tenga una capacidad de 15 a 20 m³ (a colmo).

DISTANCIA DE TRANSPORTE DE MATERIAL DE RECUBRIMIENTO

La selección de máquinas se ve afectada por la disponibilidad y emplazamiento del material de cobertura. En circunstancias normales, una pala cargadora de cadenas o una hoja de empuje de cadenas puede trasladar material, en condiciones rentables, hasta una distancia de 100 metros; una pala cargadora de ruedas, hasta 200 y, una Trailla con tractor, hasta 800 metros.

Como ya se dijo, el terreno que vamos a utilizar tiene un adecuado material de recubrimiento y no será necesario el transporte desde lugares distantes.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Un vertedero controlado se debe planificar para que sea funcional las diferentes épocas del año.

Hay que considerar que debido al clima cálido reinante en la provincia de El Oro, la instalación de cabina en los equipos compactadores debe ser con aire acondicionado, para que aumente la eficacia del operario. Como además una gran parte del año se mantiene un clima húmedo, es recomendable usar, ó tractores de cadena (ya que las palas cargadoras de ruedas pierden tracción, a menos que vayan provistas de ruedas demoldadoras de acero), ó compactadores de rueda tipo pata de cabra.

COMPACTACION

Las características de compactación se citan normalmente en Kg/m^2 , que quedan determinadas por el peso bruto del vehículo y por la superficie total de contacto con el suelo.

Como el elemento básico de la compactación es el peso del vehículo, debe ser el factor importante a considerar; pero también hay que anotar que entre los diferentes tipos de máquinas para compactación de basura que existen, con el mismo peso, la pala cargadora con ruedas de acero realiza un compactado mejor del material de recubrimiento.

Una mayor o menor compactación dependerá del uso futuro que se le vaya a dar al vertedero controlado, pero para la mayoría de los usos finales, la máquina de cadenas o de ruedas pata de cabra pueden realizar un excelente trabajo de compactación y de estanquidad de un vertedero.

CONSIDERACIONES PARA EL FUTURO

La planificación correcta recomienda proveer un terreno y unos equipos que absorban un 25 % de basura de la que señalan las exigencias del momento (en nuestro caso sería cerca de 161 Ton/d), de esta manera se dispone de tiempo para confección de presupuestos, sirviendo también de ayuda cuando se prevea que alguna máquina tenga que ser sometida a trabajos de conservación o de reparación. En este sentido la planificación debe tener en cuenta equipos de reserva o algún convenio de alquiler en caso de emergencia.

EQUIPO RECOMENDADO

Las necesidades de equipos por población, son esencialmente las mismas en el llenado de franja o zona y en ambos métodos de zanjas. Sin embargo, cuando se usa el método de franja, las necesidades de equipo pueden variar debido a que las distancias de material de recubrimiento suelen ser superiores.

Para el terreno que hemos seleccionado creemos que la maquinaria más idónea sería un compactador pata de cabra de mediana capacidad ya que no se necesita traslados largos de material de recubrimiento. La apertura de las zanjas y la extracción del material inerte sería mediante un bulldozer D - 6.

3.5.1.1. ADAPTABILIDAD DEL METODO

Luego de haber analizado pormenorizadamente cada

uno de los factores necesarios a efecto de la imple-
mentación de un vertedero en nuestra área de estu -
dio, concluimos que es factible en Machala realizar
un vertedero controlado compactado.

- El equipo recomendado sería una combinación entre un compactador de basura de tamaño mediano, tipo pata de cabra y un tractor D - 6, que dicho sea - de paso, posee el Municipio y que serviría para - sacar el material de recubrimiento (para nuestro estudio deberíamos asumir que no existe y que es - te activo fijo debe ser adquirido para el proyec-
to que analizamos).
- Se debería usar el método de zanjas progresivo, - por las condiciones del terreno.
- El compactador debería poseer el radiador en la - parte trasera o acondicionado con rejillas latera-
les en el motor y con capó perforado para evitar el calentamiento excesivo del motor. Debe llevar un cablestante para en caso de necesidad poder re-
molcar a algún carro recolector dañado.
- La posterior utilización del terreno, dada su ubi-
cación, sería recomendable sea hecho para áreas verdes, parques de recreo, terrenos de juego ó pa-
ra cultivo de árboles frutales.

3.5.1.2. COSTO DE OPERACION

Los costos estimados para la población que queremos servir y con los equipos y áreas recomendados son:

CUADRO N° 3.1.

COSTOS DE OPERACION DE UN VERTEDERO CONTROLADO Y COMPACTADO.

| | |
|---|-------------------|
| Inversión Fija (Amortización en 8 años) | S/ 9'584.295 |
| Capital de Operación anual | 18'340.025 |
| Gastos Financieros anuales | <u>10'451.582</u> |
| COSTO TOTAL | 38'375.902 |
| Costo diario de operación | 105.139 |
| Costo diario por persona | 0,75 |
| Costo diario por Tonelada tratada | 815 |

3.5.1.3. ESTUDIO SOBRE LA CONVENIENCIA O NO DE TRIURAR LA BASURA

Los métodos de trituración tienen por objeto fragmentar las sustancias diversas contenidas en la masa esencialmente heterogénea que constituye la basura doméstica y mezclar los diversos elementos, de manera que se forme un producto relativamente homogéneo, con un volumen reducido y cuya naturaleza es distinta que la basura en bruto.

Al analizar la conveniencia de utilizar este método

do en Machala nos encontramos con lo siguiente:

El clima presente es inadecuado para utilizar este procedimiento, puesto que generalmente este método es usado en climas fríos donde la descomposición de la basura es más lenta.

Las precipitaciones pluviales presentes en invierno originan que al mezclarse con la basura triturada forma una composición que en términos generales se pueden comparar con las aguas residuales comunales, las cuales si no se purifican en una planta purificadora adicional, contaminarían las fuentes auríferas aledañas y repercutiría en la destrucción de la riqueza camaronera de la zona.

Otro de los factores y que se relaciona con el anterior es que a pesar de las caídas de agua en el vertedero si se quiere hacer una destrucción biológica se debe añadir agua residual en una u otra forma para aumentar su temperatura y, esto implicaría un estudio adicional de las aguas residuales de la ciudad para lograr una combinación favorable y poder matar los parásitos tanto de las basuras como de las aguas residuales, lo cual creemos sencillamente que dadas las otras alternativas presentes, no es aconsejable incursionar campos demasiado sofisticados que necesitan estudios adicionales

que no están a nuestro alcance.

Otro factor importante en el medio es que no se dispone de terrenos que necesitan ser llenados de tal forma que se pueda pensar en la posibilidad de hacer uso de este método.

Existen productos que no son triturables (plásticos) los mismos que como hemos visto están presentes en un porcentaje nada despreciable y que originan molestias sobre todo en presencia de los vientos.

Los papeles y cartones son quebrados en pequeñas trozos en el proceso de la trituración, pero conservan su naturaleza primitiva, que dificultan el compactaje natural de un vertedero de basura triturada durante el primer mes y así mismo estos trozos de papel y cartón, pueden ser desplazados del vertedero por el viento.

Debido a la gran cantidad de materia orgánica presente en la basura recogida en la ciudad de Machala, así se diga lo contrario, se necesitaría una cubrición del producto triturado ya sea con material inerte o arena por la presencia de moscas, y demás insectos, ya que la fermentación aeróbica de la capa superior se haría presente necesariamente.

Consideramos que con el tiempo se debería mirar la posibilidad de hacer un estudio en donde se analicen las aguas residuales y se vea qué utilidad se podría lograr al combinarlas con basuras trituradas, pero por el momento y por lo que podemos ver no es necesario este procedimiento ya que existen otros mejores y más baratos.

3.5.2. COMPOSTIFICACION

El estudio de esta alternativa amerita un orden, que permita ver con claridad su factibilidad.

En promedio hemos obtenido según las TABLAS N° 3.5., 3.6., 3.7. y 3.8. que existe un 71,5 % de materia orgánica en la basura recogida en Machala y El Cambio, que puede ser convertida en compost. El 28,5 % restante lo constituyen diferentes clases de materiales que necesitan un análisis para tener un conocimiento más cabal de lo que nos proponemos.

3.5.2.1. ESTUDIO SOBRE LA COMPRA-VENTA DE METALES, TRAPOS Y PAPELES

Este estudio trata de la clasificación y venta de algunos componentes de las basuras urbanas no utilizables en la compostificación, que con una manipulación muy elemental en algunos casos, se logran aceptables beneficios económicos en las transacciones.

En ciudades grandes de países desarrollados y en algunas de países en vías de desarrollo tiene lugar - la comercialización activa de: chatarras de hierro (hierro dulce, aceros laminados, chapas de estampación, varillas, tubos, chapa negra, chapas de desguace, chapas galvanizadas, neveras viejas, lavadoras, chatarras de bienes comerciales, hierro fundido, etc.), chatarras de metales (no ferricos, como latón, bronce, aluminio, zinc, plomo, etc.), papel y cartón, trapos y alguno que otro artículo de desecho más. El ámbito de comercio es a nivel nacional o internacional y, entre los proveedores y clientes citaremos algunos ejemplos:

Entre los proveedores de chatarra de hierro están las grandes industrias del ramo metalúrgico, tales como fabricantes de automóviles, electrodomésticos, y de maquinaria en general; los chatarreros que compran al detalle dentro de una especialización en su negocio.

Entre los proveedores de papel y cartón están pequeños almacenistas que compran al detalle, empresas de artes gráficas, etc.

Los proveedores de trapos son las fábricas de confección, pequeños almacenes, etc.

Entre los clientes de chatarra de hierro están las

industrias siderúrgicas. De papel y cartón las papeleras y cartoneras y, de trapos las fábricas y talleres de limpieza de maquinarias.

Analizando la realidad nacional en este punto, podemos decir que en general existe un comercio muy limitado entre clientes como papeleras, cartoneras y fundiciones, para papel, cartón y metales respectivamente y los proveedores que son pequeños almacenistas de papel y cartón que compran al detalle, empresas de artes gráficas, chatarreros que también compran al detalle y minadores o chamberos que recogen los productos anotados de los basureros de las principales ciudades.

En esta parte es oportuno presentar la TABLA N° 3.9., que nos indica los desperdicios recogidos en el país.

El resto de las necesidades de estos materiales que son utilizados como materia prima en diferentes industrias son importadas como podemos ver en las TABLAS N° 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13.

De las Tablas sacamos como conclusión que las importaciones de estos materiales han disminuído en los últimos años en un caso y en otros ya no existen, lo que hace ver que la comercialización a nivel interno está mejorando.

TABLA Nº 339

DESPERDICIOS DE DIFERENTES CONSTITUYENTES DE LA
BASURA RECOGIDOS EN EL PAIS

| <u>AÑO</u> | <u>PAPEL</u> <u>Ton.</u> | <u>PLASTICOS</u> <u>Ton.</u> | <u>TEXTILES</u> <u>Ton.</u> |
|------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1976 | 20.255 | - | - |
| 1977 | 20.609 | - | - |
| 1978 * | 25.808 | - | - |
| 1979 | 30.141 | - | - |
| 1980 | 35.202 | - | - |
| 1981 | 41.112 | - | - |
| 1982 | 48.015 | - | - |
| 1983 ** | 52.816,5 | - | - |
| 1984 | 58.098,1 | - | - |
| 1985 | 63.907,9 | 4.960 | 1.767 |
| 1986 | 70.298,7 | 5.456 | 1.943,7 |

* Desde 1978 en adelante datos extrapolados, se considera una tasa de crecimiento de 16,79 %.

** Desde 1983, se considera un incremento promedio del 10 %, porque en 1982 la capacidad instalada fue del 100 %.

FUENTE: CENDES

ELABORACION: El Autor.

TABLA N° 3. 10.

IMPORTACION DE DESPERDICIOS DE PAPEL Y CARTON UTILIZADOS EXCLUSIVAMENTEPARA LA FABRICACION DE PAPEL

(Partida N° 47020000)

| <u>AÑO</u> | <u>PESO</u> <u>TON.NETAS</u> | <u>VALOR FOB</u> <u>DOLARES</u> | <u>VALOR CIF</u> <u>DOLARES</u> |
|------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1980 | 2.016,9 | 317.840 | 522.940 |
| 1981 | 9,691 | 2.211 | 2.211 |
| 1982 | 727,2 | 100.003 | 219.831 |
| 1983 | 943,2 | 172.242 | 261.170 |
| 1984 | 5.180,9 | 1'301.900 | 1'793.700 |
| 1985 | 1.200 | 290,2 | 382,9 |
| 1986 * | 4.738,0 | 614,8 | 1.033,9 |

* enero - octubre.

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador

ELABORADO POR: El Autor.

TABLA N° 3.11

IMPORTACION DE DESPERDICIOS DE TPAPOS

(Partida N° 63020000)

| <u>AÑO</u> | <u>PESO</u> | <u>VALOR FOB</u> | <u>VALOR CIF</u> |
|------------|-------------------|------------------|------------------|
| | <u>TON. NETAS</u> | <u>DOLARES</u> | <u>DOLARES</u> |
| 1980 | 0,11 | 281 | 421 |
| 1981 | 1,76 | 8.754 | 10.595 |
| 1982 | 0,75 | 2.059 | 4.380 |
| 1983 | 1,2 | 2.868 | 6.321 |
| 1984 | - | - | - |
| 1985 | - | - | - |
| 1986 * | - | - | - |

* enero - octubre.

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador

ELABORADO POR: El Autor

TABLA N° 3.12

IMPORTACION DE DESPERDICIOS Y DESECHOS
(CHATARRA DE FUNDICION DE HIERRO Y ACERO)
 (Partida N° 73030000)

| <u>AÑO</u> | PESO | VALOR FOB | VALOR CIF |
|------------|-------------------|----------------|----------------|
| | <u>TON. NETAS</u> | <u>DOLARES</u> | <u>DOLARES</u> |
| 1980 | 13,0 | 2.533 | 3.340 |
| 1981 | 279,7 | 35.920 | 51.993 |
| 1982 | 10,3 | 18.365 | 19.937 |
| 1983 | 0,001 | 16 | 18 |
| 1984 | - | - | - |
| 1985 | - | - | - |
| 1986 * | 20 | 5,5 | 9 |

* meses enero - octubre.

FUENTE: Anuarios de Co. Exterior del Bco. Central del Ecuador.

ELABORADO POR : El Autor.

TABLA N° 3.13

IMPORTACION DE DESPERDICIOS PLASTICOS

(partida N° 39025100)

| <u>AÑO</u> | PESO | VALOR FOB | VALOR CIF |
|------------|--------------------|----------------|----------------|
| | <u>KILOS NETOS</u> | <u>DOLARES</u> | <u>DOLARES</u> |
| 1980 | - | - | - |
| 1981 | 15 | 376 | 451 |
| 1982 | - | - | - |
| 1983 | 1.110 | 1.840 | 1.840 |
| 1984 | - | - | - |
| 1985 | - | - | - |
| 1986 | - | - | - |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador.

ELABORADO POR: El Autor.

Los precios de venta en el país sin intermediarios de los diferentes constituyentes analizados son:

| | |
|------------------------|-----------------|
| Desperdicios de papel | ₡ 17.000 Ton. |
| Desperdicios plásticos | 31.000 Ton. |
| Material ferroso | 4.250 Ton. |

Por lo visto aparentemente no habría dificultad de vender los materiales señalados, pero ocurre lo siguiente; en Machala, de la basura que llega al botadero, lo único que se recupera para vender a comerciantes que llegan al sitio procedentes de Guayaquil es el papel y cartón, los mismos que se los vende a un precio unificado de ₡ 2,00 la libra, en tanto que plásticos, textiles y trapos, metales y otros no son comercializados por lo que no son recuperados como elocuentemente se demuestra en las FIG. Nº 3.16 y 3.17, lo que hace pensar en la necesidad de recuperar, sobre todo los metales presentes en la basura, vía talleres de fundición locales.

3.5.2.2. EL MERCADO DEL COMPOST

Luego de haber analizado las bondades del compost para recuperar suelos agrícolas afectados por adencantamientos, compactación, etc., hacemos un análisis sobre la conveniencia o no de implementar en Machala una Planta de Compostificación.

FIG. N° 3.16

COMPONENTES PLASTICOS DE LA BASURA, NO RECUPERADOS



FIG. N° 3.17

COMPONENTES METALICOS DE LA BASURA, NO RECUPERADOS



OPORTUNIDADES EN LA IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA
DE COMPOST

La provincia de El Oro es una zona rica y muy apta para la agricultura, existe una área cultivada de 67.517 Has. como lo demuestra la TABLA N° 3.14, en donde además podemos ver los diferentes cultivos de la provincia, lo cual es beneficioso ya que como se analizó, el compost ayudará a todos los cultivos, por lo que procedemos a calcular la cantidad de compost necesaria para la zona.

Valiéndonos de las recomendaciones efectuadas por CENDES en el Estudio de prefactibilidad para la industrialización de las basuras urbanas (Producción de abonos orgánicos), tenemos la TABLA N° 3.15 sobre las necesidades de compost para cada cultivo.

Se calcula que sólo el 70 % de las plantaciones de café, cacao y banano (que forman el 90 % de los cultivos en la provincia de El Oro), utilizan actualmente abonos químicos, luego este mercado es probable que utilizaría el compost con una buena publicidad y demostración de sus bondades.

Para tener una idea de lo que sucede, calculamos los requerimientos de compost (sólo en las plantaciones de café, cacao y banano) y encontramos que se necesitan 129.458 Ton/año, lo cual nos indica

TABLA Nº 3,14

PRINCIPALES CULTIVOS DE LA PROVINCIA DE EL ORO

| <u>CULTIVOS</u> | SUPERFICIE | RENDIMIENTO | PRODUCCION |
|----------------------------|-------------|---------------|------------|
| | <u>HAS.</u> | <u>KG/HA.</u> | <u>TM.</u> |
| <u>GRANOS Y CEREALES</u> | 3.878 | | |
| Arroz en cáscara | 512 | 1.045 | 2.041 |
| Frejol palo | 27 | 31 | 1.148 |
| Frejol seco | 116 | 71 | 612 |
| Frejol tierno en vaina | 114 | 209 | 1.833 |
| Arveja seca | 15 | 6 | 400 |
| Avena | 150 | 136 | 907 |
| Cebada | 89 | 61 | 685 |
| Chocho | 20 | 8 | 400 |
| Haba seca | 15 | 7 | 467 |
| Lenteja | 6 | 3 | 500 |
| Maiz suave seco | 155 | 138 | 890 |
| Maiz suave choclo | 204 | 1.100 | 5.441 |
| Maiz duro seco | 2.000 | 3.600 | 1.800 |
| Maiz duro choclo | 272 | 1.578 | 5.801 |
| Trigo | 183 | 100 | 546 |
| <u>TUBERCULOS Y RAICES</u> | 609 | | |
| Mellocos | 33 | 145 | 4.400 |
| Ocas | 7 | 38 | 5.429 |
| Papas | 66 | 539 | 8.167 |
| Papa china | 20 | 73 | 3.650 |
| Yuca | 458 | 4.009 | 8.754 |
| Ají | 15 | 54 | 3.600 |
| Ajo | 10 | 35 | 3.500 |
| <u>HORTALIZAS</u> | 457 | | |
| Cebolla en rama | 2 | 8 | 4.000 |
| Cebolla paiteña | 2 | 8 | 4.000 |
| Col | 4 | 55 | 13.750 |
| Lechuga | 5 | 44 | 8.800 |
| Melón | 57 | 561 | 9.942 |
| Pepinillo | 72 | 625 | 8.681 |
| Pimiento | 18 | 64 | 3.556 |
| Remolacha | 2 | 12 | 6.000 |
| Sandía | 42 | 672 | 16.000 |
| Tomate riñón | 251 | 3.529 | 14.060 |
| Zanahoria amarilla | 2 | 15 | 7.500 |
| <u>FRUTAS</u> | 25.537 | | |
| PASAN TOTAL AREA CULTIVADA | 30.481 | | |

| | | | |
|--|---------|---------------------------|--------|
| VIENEN TOTAL AREA CULTIVADA | 30.481 | | |
| Aguacate guatemalteco | 15 | 156 | 10.400 |
| Aguacate nacional | 8 | 80 | 10.000 |
| Babaco | 5 | 50 | 10.000 |
| Banano | 24.356 | 831.299 | 34.134 |
| Limón | 138 | 1.576 | 11.420 |
| Mandarina | 30 | 261 | 8.700 |
| Mango | 27 | 361 | 13.593 |
| Maracuyá | 79 | 913 | 11.557 |
| Naranja | 203 | 3.208 | 15.808 |
| Papaya | 23 | 455 | 19.783 |
| Piña | 218 | 4.133 | 18.959 |
| Plátano | 415 | 4.047 | 9.752 |
| Toronja | 20 | 245 | 12.250 |
| <u>OLEAGINOSAS</u> | 385 | | |
| Coco | 135 | 1.225 | 9.047 |
| Maní | 250 | 227 | 908 |
| <u>BEBIDAS</u> | 39.192 | | |
| Cacao en grano | 22.000 | 10.736 | 488 |
| Café en grano | 17.192 | 4.139 | 241 |
| <u>OTROS CULTIVOS</u> | 2.303 | | |
| Achiote | 53 | 41 | 774 |
| Caña para otros usos (no para azúcar) | 2.250 | 90.000 | 40.000 |
| <u>OTROS USOS</u> | 100 | | |
| Tabaco | 100 | 103 | 1.030 |
| TOTAL AREA CULTIVADA | 72.461 | | |
| PASTIZALES | 198.115 | | |
| <u>RESUMEN:</u> | | | |
| Granos y cereales | 3.878 | Has. (5,3 % de cultivos) | |
| Tubérculos y raíces | 609 | " (0,8 % " " ") | |
| Hortalizas | 457 | " (0,6 " " " ") | |
| Frutas | 25.537 | " (35,2 " " " ") | |
| Oleaginosas | 385 | " (0,5 " " " ") | |
| Bebidas | 39.192 | " (54,1 " " " ") | |
| Otros (incluido Pastos) | 200.518 | | |

FUENTE: MAG (Dirección General de Información 1985)

ELABORADO POR: El Autor

TABLA N^o 3.15

NECESIDADES DE COMPOST EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA
PROVINCIA DE EL ORO

| <u>CULTIVOS</u> | SUPERFICIE | CANTIDAD DE M.O TM. | TOTAL |
|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| | <u>HAS.</u> | <u>(EN TM.)</u> | <u>(EN TM.)</u> |
| Granos y cereales | 3.878 | 1 | 3.878 |
| Tubérculos y raíces | 609 | 1,25 | 761,25 |
| Hortalizas | 457 | 15 | 6.855 |
| Frutas | 25.537 | 2 | 51.074 |
| Oleaginosas | 385 | 2 | 770 |
| Bebidas | 39.192 | 2 | 78.384 |
| Otros (incluido pastos) | <u>200.518</u> | <u>2</u> | <u>401.036</u> |
| TOTAL | 270.576 | - | 542.758,25 |

FUENTE: MAG Y CENDES.

ELABORACION: El Autor

que laborando los 365 días al año deberíamos producir 355 Ton/d. y esto es imposible dado que lo máximo que podríamos producir en 1988 es aproximadamente unas 55 Ton/d., en el mejor de los casos, que representa apenas el 15,5 %.

Al realizar las pruebas para ver el porcentaje de los componentes físicos presentes en la basura encontramos que aproximadamente el 71,5 % de la misma está compuesta por materia orgánica, lo cual nos indica la característica excepcional que tienen estas basuras para ser convertidas en compost.

Si se toma la decisión de recuperar de una manera racional los demás desperdicios no orgánicos presentes en la basura de Machala, para venderlos en los centros de consumo, sobre todo de Guayaquil, y, tomando como referencia los porcentajes de recuperación de la planta procesadora de basura de Guayaquil, obtendríamos los siguientes ingresos:

Papel y cartón:

30 % de 13,79 Ton. = 4,13 Ton. x \$/ 17.000 Ton. =
 \$/ 70.210 - \$/ 11.378 de Transporte = \$/ 58.832

Desperdicios plásticos:

30 % de 4,36 Ton. = 1,30 Ton. x \$/ 31.000 Ton. =
 \$/ 40.548 - \$/ 3.484 de transporte = \$/ 37.064

Material ferroso:

50 % de 3,64 Ton. = 1,82 Ton. x \$/ 4.250 Ton. =
 \$/ 7.735 - \$/ 9.609 de transporte = \$/ - 1.874. (no es
 factible esta recuperación).

En total \$/ 95.896 día como ingreso por la comercia
lización de estos materiales, lo cual indica la po
sibilidad de hacerlo.

Revisando la TABLA N° 3316 que nos demuestra la im
portación de abonos en 1986, nos damos cuenta que
 se está importando desde el extranjero abono orgá
nico aunque en pequeña cantidad, pero a un precio
 mucho mayor, lo cual nos dá la posibilidad de cap-
 tar este mercado, si podemos producirlo a menor -
 precio y buena calidad.

Como ya se analizó, si bien los abonos químicos no
 son sustitutos del abono orgánico, ya que son mas
 bien complementarios, es importante notar la dife
rencia en precios que en Machala de los que más se
 usan, son:

| | | | | |
|--------------------|----------|---------|------|---------|
| Urea | 1.400,00 | (precio | saco | 50 Kg.) |
| Muriato de Potasio | 1.350,00 | " | " | " |
| Sulfato de Amonio | 1.280,00 | " | " | " |

Que al compararlo con un precio de aproximadamente

TABLA N° 3.16

IMPORTACION DE ABONOS.

| PARTIDA | CONCEPTO | TON. NETAS | VALOR FOB DOLARES | VALOR CIF DOLARES |
|----------|---|---------------|-------------------------|-------------------------|
| 31010000 | Guano y otros abonos naturales de origen animal o vegetal | 1,2 | 5,1 | 7,6 |
| 31020100 | Nitrato de Sodio | 0,2 | 0,5 | 0,6 |
| 31020200 | Nitrato de Amonio | 826 | 140 | 204,7 |
| 31020400 | Sulfato de Amonio | 6.502,5 | 477,1 | 695,5 |
| 31020600 | Nitrato de Calcio y magnesio | 200 | 31,9 | 49,1 |
| 31020800 | Urea | 69.558 | 7.417,1 | 10.055,5 |
| 31020900 | Mezclas y disoluciones con condiciones B, C y D de la Nota 31.1 | 844,2 | 946,3 | 1.081,8 |
| 31030300 | Superfosfato, simples, dobles o triples | 220 | 51,8 | 86,3 |
| 31030400 | Fosfato bicalcico | 0,5 | 0,9 | 1,2 |
| 31030500 | Mezclas con condiciones B y C de la Nota 31.2 | 125, | 105,6 | 115,1 |
| 31040100 | Sales de Potasio naturales en bruto | 2.002 | 244,6 | 327,1 |
| 31040300 | Abonos minerales o químicos potásicos | 27.656,2 | 2.408,4 | 3.367,3 |
| 31040400 | Sulfato de Potasio | 710 | 171,2 | 217,3 |
| 31040500 | Sulfato de Magnesio y Potasio | 5.003 | 630,3 | 838,9 |
| 31040600 | Mezclas con condiciones B de la Nota 31.3 | 10 | 9,6 | 9,7 |
| 31050200 | Uriofosfatos Mono-Dismónicos | 24.000 | 3.755,6 | 4.369,1 |
| 31050301 | Que contengan N, P y K | 156,3 | 137,3 | 166,4 |
| 31050311 | Que contengan K y N | 12,6 | 14,9 | 19,9 |
| 31050400 | Productos que se presentan en tabletas, pastillas y demás formas similares o en envases de un peso bruto máximo de 10 Kg. | 1 | 11 | 12,8 |
| 31058900 | Otros | 66,0 | 130,9 | 143,8 |
| TOTAL | | | | |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior 1986.

ELABORACION: El Autor

\$/ 700 del compost, haría atractiva su utilización.

Existen en la provincia algunas zonas incultas porque se encuentran erosionadas, las mismas que podrían ser recuperadas por medio del compost.

AMENAZAS DE LA IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA DE COMPOST

En la provincia de El Oro no se ha utilizado hasta ahora abonos orgánicos en la fertilización de plantaciones y no es conocido, por lo que la introducción acarrearía gastos de publicidad y promoción, altos.

En el país existen dos fábricas de compost que procesan 1 Ton/d cada una, las mismas que se encuentran localizadas: la una en Quito que pertenece a la fábrica de Abonos del Estado y la otra en Cuenca que pertenece al CREA, las mismas que venden su producto a un precio promedio de \$/ 550 el quintal, y, a pesar de encontrarse laborando por algunos años no se han ampliado, porque la demanda no ha crecido como debería esperarse, además al comienzo tuvieron dificultades de comercialización.

En la ciudad de Machala según cálculos realizados para la implantación de una planta de compostificación que produzca 2 Ton/d., se encuentra que el cos

to de venta ~~de~~ llegaría a \$ 720 por quintal, lo que es muy superior al de venta de las plantas de Quito y Cuenca, en los actuales momentos.

El Municipio de la ciudad de Guayaquil, adquirió en 1979 una Planta Procesadora de basura de 1.125 Ton/d con capacidad nominal para procesar en 3 turnos de 8 horas cada uno con una eficiencia del 85 %. Por varios motivos no se ha instalado todavía, pero se piensa ponerla en funcionamiento a fines del año 1987, produciendo un compost cuyo punto de equilibrio se logra en \$ 181/qq.

El costo para llegar al punto de equilibrio en Machala, del compost producido en Guayaquil sería .. \$ 281,10 por qq. (\$ 181,10 en Guayaquil, más \$ 100 de flete), comparado con el del producido localmente que es de \$ 404, hace que en este punto el primero lo aventaje; desde luego, aquí es importante que prime el buen sentido de comercialización de parte de la administración guayaquileña.

Otra de las desventajas notorias en cuanto a la posibilidad de hacer la compostificación en Machala, es que prácticamente no hay comercialización de materiales presentes en la basura como plásticos, metales y en menor grado papel y cartón y, las fábricas que adquieren estos materiales se encuentran -

distantes, por lo que sería necesario contratar personal para la comercialización de estos productos, llevándolos a los centros de consumo distantes de la ciudad, lo cual hace que disminuyan de manera - significativa los ingresos que se puedan lograr por esta decisión.

Para tener más seguridad en cuanto a la posibilidad de una fábrica de compost en Machala, recabamos información sobre la comercialización de este producto, que creemos es la parte más débil por el momento, y, si observamos que por ejemplo en España una serie de industrias de este tipo quebraron, como ocurrió en Madrid, Zaragoza, Logroño, Sevilla, Pamplona, Sabadell, etc., por no tener en cuenta el - factor más importante de la comercialización, con la consecuente molestia de haber dejado de elimi - nar las basuras correspondientes, nos dá la con - fianza para afirmar que este sistema en el momento actual no es aconsejado para eliminar las basuras de la ciudad de Machala.

3.5.2.3. COSTO DE OPERACION

El costo de una planta compostificadora depende del tipo de fermentación. Para una en forma natural, - que es la más barata, los costos aproximados son:

CUADRO N° 3.2

COSTO DE OPERACION DE UNA FABRICA DE COMPOSTPARA 120 TON/D.

| | | |
|---|----|------------------|
| Inversión en maquinaria (amortizada en 10 años) | S/ | 30'000.000 |
| Terreno (amortizado a 10 años) | | 1'125.000 |
| 15 % del costo de la maquinaria en mantenimiento y repuestos | | 24'000.000 |
| Mano de Obra | | 13'716.000 |
| Combustible | | 3'650.000 |
| Electricidad | | 6'000.000 |
| Imprevistos | | <u>3'900.000</u> |
| TOTAL ANUAL | S/ | 82'391.000 |

COSTO DIARIO: S/ 225.728

COSTO POR TONELADA " 2.422

En resumen, si bien el compost presenta un interés evidente para la agricultura y que a primera vista parece que aventaja a los otros métodos, ya que parece que los gastos de explotación van a ser cubiertos por el beneficio obtenido en la venta del producto, lo primordial en la determinación de utilizar este método radica en la comercialización del producto y esto no es fácil en la ciudad de Machala. Además, su baja densidad encarece el transporte, lo cual nos lleva a descartar la implementación de una planta compostificadora de basura por el momento.

3.5.3. INCINERACION

La incineración de la basura es un proceso técnico que se obtiene mediante la presencia de cantidades sustanciales de oxígeno añadido (generalmente aire).

Los incineradores destinados a quemar la basura van desde pequeñas instalaciones alimentadas manualmente, a grandes instalaciones municipales, equipadas con recuperación de calor que se pueden considerar como verdaderas centrales térmicas productoras de energía.

3.5.3.1. FACTORES DETERMINANTES

Como lo que queremos ver es qué posibilidad de adaptación tiene este método en Machala, el estudio contempla un orden, el mismo que procedemos a analizar:

Procedimientos de incineración.- Generalmente la incineración es recomendada implementarla en zonas donde no se dispone de suficiente capacidad de terreno para realizar un vertedero, ya que bien programado y cuidadosamente atendido, reduce el peso y volumen de los desperdicios sólidos hasta conseguir un residuo libre de problemas, que puede ser enterrado en vertedero o utilizado como material de relleno.

Los incineradores pueden construirse para recupe -

rar calor en forma de vapor o bien pueden ser diseñados y funcionar para deshacerse del calor de la combustión en la atmósfera.

Entre los incineradores sin recuperación de calor están los convencionales que usan un horno refractario donde, con aire, se queman los desperdicios sólidos. El horno puede ser fijo o bien tener un hornillo giratorio e inclinado. Se trata de evitar las temperaturas excesivamente altas mediante el uso de una cantidad de aire bastante más alta que aquella teóricamente necesaria para la combustión, el exceso de aire sirve como medio de enfriamiento. Las temperaturas son generalmente inferiores a 1.050°C .

En lo que se refiere a los incineradores con recuperación de calor debemos indicar que la forma más sencilla de recuperar el calor es el uso de una caldera de calor residual con un incinerador convencional. Esto extrae el calor de los gases de combustión, generalmente para obtener vapor a baja presión, pero una recuperación de calor más efectiva utiliza las paredes del fogón hechas de tubos de acero soldados entre sí, manteniendo una distancia prudente, con una corriente de agua o vapor circulando por los tubos para extraer el calor de la zona de combustión. Este procedimiento

no sólo lleva a la recuperación de calor, sino que permite una mayor reducción en los requisitos de aire, es decir reduce el tamaño del equipo de control de la polución de aire, así como otras instalaciones. El vapor de alta presión se puede utilizar para accionar turbinas para la obtención de energía eléctrica. La decisión de recuperar calor está dirigida primordialmente por la naturaleza del mercado de combustible en la localidad, debiendo considerarse disponibilidad, precio y demanda y para el caso que nos ocupa debemos considerar que al ser nuestro país exportador de petróleo y productor de combustibles baratos internamente, en Machala, el precio es conveniente, existe un buen aprovisionamiento y la demanda es satisfecha sin ninguna dificultad; la energía eléctrica necesaria para la ciudad, si bien no es satisfecha como debe ser, a corto plazo EMELORO se integrará al sistema interconectado mediante la línea de transmisión Milagro-Machala, lo cual haría innecesaria una inversión en un incinerador que abastezca de energía a turbinas que produzcan energía eléctrica.

Por un sondeo a nivel de la ciudad y al existir en Machala una industria incipiente, es nula la posibilidad de que se pueda utilizar energía recuperada de un incinerador de basura, con otros fi-

nes.

Información básica para el diseño.- Una información clara es indispensable para obtener un diseño adecuado del horno a quemar la basura. La información principal es aquella que se relaciona con la composición de los desechos sólidos ya calculada pero además se necesitan otros datos más imprescindibles para hacer un diseño, así como también la información de ingeniería para los planos de edificación.

El diseño de un horno debería reunir ciertas normas sobre todo en la conservación del medio ambiente, la salud y la seguridad de todas aquellas que están relacionadas con la explotación o que vivan en el vecindario de la planta. En este punto Machala todavía dispone de sitios cercanos a la ciudad donde se podría hacer la instalación de un incinerador, pero viendo el crecimiento urbanístico, migracional y vegetativo que es alto, a mediano plazo la situación se tornaría complicada debido a que se necesitarían equipos de lavado de humos que encarecen el proyecto en forma significativa. Es destacable que por lo que hemos podido investigar, no existe un ordenamiento municipal respecto a la calidad del ambiente atmosférico o de contaminación relacionados con la salud y bienestar público, pero desde el momento en que este proyecto contempla una respuesta social

por encima de cualquier rentabilidad económica, el análisis se hace tomando en cuenta esta línea de acción que por lo demás es práctica, dado la posibilidad de un rechazo ciudadano debido a una toma de conciencia mayor por las exigencias de su bienestar.

En lo que respecta a códigos de construcción, instalación civil, mecánica, eléctrica y sanitaria, existen algunas que no pasan de ser elementales y que como tales por si sólo no impiden un proyecto de incineración de basura.

Información sobre localización.- Creemos que las leyes locales por lo que hemos analizado no limitarían la selección de la zona para un incinerador de basura, ni las edificaciones o diseño de la planta, pero si es indispensable un estudio mayor en lo que se refiere a problemas motivados por meteorología, geología o condiciones de suelo, si bien en zonas industriales se pueden construir los incineradores, en Machala la pequeña zona que existe queda en la entrada de la ciudad, a los costados de la Avenida Paquisha, que prácticamente se encuentra en el centro, por lo que sería inconveniente un emplazamiento en este sitio, que se vé agravado por la dirección del viento dirigido hacia zonas habitadas. Al mismo tiempo el -

transporte de desperdicios sólidos agravaría el problema y lo que interesa justamente es prestar un servicio que sea íntegro y no parcial.

Analizando a la comunidad es indispensable señalar que en Machala encontramos las condiciones climatológicas parecidas a las del resto del Litoral ecuatoriano, el turismo es pequeño, la industria incipiente, el comercio si es bueno, los organismos gubernamentales e institucionales si bien se nota, tienen interés en resolver los problemas pero los de carácter político dificultan una mejor comprensión técnica de los proyectos, por lo que creemos que aquellas que poseen más complejidad, serán mas susceptibles de rechazo y, dentro de nuestras opciones, la incineración es uno de los que más complejidad presentan. El resto de factores relacionados con la comunidad ya los hemos analizado, así: servicio de recogida, población, grado de urbanización, producción de desechos, cantidad per cápita, etc.

En lo que se refiere a las variaciones estacionales, debemos indicar que las pruebas realizadas por nosotros fueron hechas en verano (para determinar los componentes físicos de la basura), y, como es sabido en invierno la generación de basura es mayor y con mayor densidad; para tener un trabajo

consistente, haremos uso de una recomendación que trae el I Congreso de Ingeniería Sanitaria efectuado en septiembre de 1983 en Guayaquil y en el que indican que raramente se puede sobrepasar la producción de basura del 25 % del promedio semanal, considerando incluso los diferentes climas.

Determinación del tamaño del horno.- Debido a las fluctuaciones semanales de las cantidades de desperdicios sólidos, el proceso térmico es recomendable medirlo en base a cantidades semanales de desperdicios sólidos a ser tratados y diseñar fosos de almacenamiento para enajenar las cargas diarias.

Haciendo uso de la TABLA N° 3.4 dividimos en semanas y obtendríamos que para 1988, si consideramos que el porcentaje de recolección se mantiene como en los actuales momentos, tendríamos un rango semanal que va de 768,4 Ton/semana a 960 Ton/semana en invierno, los fosos de almacenamiento deberán de albergar 137,2 Ton/día, lo cual requiere un volumen de

$$\frac{137,2 \text{ Ton/día}}{247 \text{ Kg/m}^3} = 933 \text{ m}^3; \text{ pero, hay que hacer u}$$

na prevención de almacenamiento para 2 o más jornadas, en caso de que por cualquier caso no pu -

diera funcionar la instalación, lo que nos dá como mínimo una fosa de almacenamiento de aproximadamente 1866 m^3 y, si se considera 3 m. de profundidad nos daría una piscina de 622 m^2 que representaría sólo este rubro una inversión de
\$ 9'333.333.

Cuando se mide una estación de tratamiento térmico se debe considerar que no funcionaría continuamente sobre un período de tiempo planificado. La experiencia adquirida indica que los incineradores requieren un 15 % del tiempo para reparaciones y mantenimiento, por eso es que por ejemplo si se tiene una planta de cuatro hornos, puede ser apropiado diseñarla para tres, con el fin de que tenga la capacidad necesaria y permita efectuar las reparaciones y mantenimiento en una sólo línea en un momento dado, pero para nuestro caso calculando para $137,2 \text{ Ton/día}$ de basura a incinerar y, si se trabajara 3 turnos diarios de 8 horas cada uno, se necesitaría un horno que quemara $5,71 \text{ Ton/hora}$, lo cual nos indica que el horno debe ser de grandes dimensiones y será necesario pensar en una planta industrial y ya no en pequeños incineradores, pero con las consideraciones de que de todas maneras el tiempo para reparaciones y mantenimiento debe ser tomado en cuenta.

A pesar del aspecto heterogéneo de las basuras, se ha constatado que las basuras con un poder calorífico (P.C.) semejante tienen un análisis elemental e inmediato similar. Esto ha dado lugar a que se pueda simplificar el problema ya que lo que se debe hacer es estimar en forma aproximada el P.C. de la basura y por medio de este dato estimar el tamaño del horno, las necesidades de aire y la producción de humos.

En nuestro caso creemos que este análisis se justificara siempre y cuando existieran otros factores que hagan probable este método y dado los escasos recursos de que disponemos para esta investigación que es experimental, no podemos afrontarlos, pero obteniendo más datos referenciales respecto a ver que las materias combustibles secas de productos como papel, cartón, madera, textiles y trapos, etc. están compuestas en su mayor parte por celulosa cuyo P.C. es 4.200 Kcal/Kg.

Las proteínas, almidones, etc. están asociados a la celulosa y reducen ligeramente su P.C. pero pueden ser incinerados.

Los cauchos, plásticos, textiles sintéticos, tienen un P. C. elevado que puede alcanzar los ... 10.000 Kcal/Kg., pero nuestras basuras están compuestas mas por materia orgánica (71 %) lo cual -

le sitúa en una basura de menor calidad para la combustión y las temperaturas deben ser menos elevadas, en razón de la naturaleza de sus cenizas, con un punto de fusión más bajo; la combustión se desarrolla más lentamente y se necesitan mayores superficies de parrilla.

Usando el catálogo N° IN - 84 - 1C de la Live - Point Distribution Corp. para un incinerador con capacidad de 150 Ton día de basura con Un P.C. - que va de 2.495 a 2.772 Kcal/Kg, se necesita un área de 4.500 m² de instalación, que calculando su precio, dadas las características de un terreno provisto de agua y energía eléctrica cerca a la ciudad, no se puede encontrar a menos de ... \$/ 2.000 cada m², lo cual nos daría como inversión \$/ 9'000.000.

Problemas a preveer en la combustión de los residuos sólidos urbanos.- Además de los factores analizados anteriormente es importante hacer algunas consideraciones generales respecto a un incinerador para basura, así:

El diseño y construcción del mecanismo para el movimiento de las basuras, así como los materiales que se usan, deben ser de magnífica calidad ya que las basuras son un material muy abrasivo y si no se dispone de los materiales adecuados, el

utillaje sería destruído muy rápidamente.

Dado que el manejo de las basuras será efectuado por hombres, las instalaciones deben ser hechas en condiciones higiénicas, por eso que se debe dotar a las tolvas de almacenamiento de instalaciones de desempolvado y aireado, lo que ocasiona un mayor costo.

Debido a la presencia en las basuras de Machala, de materiales voluminosos (entre los que se encuentran los materiales ferrosos), las tolvas de carga se necesitarían dimensionarlas suficientemente. Por este mismo motivo se deberían usar parrillas especiales y también dispositivos que impidan el agarrotamiento cuando las escorias fundidas descendan hacia zonas más frías.

Se debería utilizar en los muros laterales de las parrillas como refractario, ladrillos de carburo de silicio, que son más caros pero que con ello se puede evitar la fuerte acción erosiva de las basuras, ya que éstas son altamente resistentes a la mayor parte de los ácidos, gases y álcalis; tienen una buena resistencia mecánica, no presentan ningún ablandamiento a $1.350^{\circ}\text{C}.$, la dilatación de éstos ladrillos puede ser controlada y se elimina la formación de depósitos de ollines si se utilizan refrigerados con aire.

Debido a la cantidad de materia volátil en las basuras de Machala, sería necesario para la combustión, un gran exceso de aire y por consiguiente buenos equipos para este efecto.

Se debe considerar que la temperatura que deben alcanzar los humos tienen un límite inferior de 700 - 800^oC. con el fin de oxigenar las materias capaces de producir olores.

Las escorias no se desembarazarían de la chatarra porque en el medio no se conocen o no se construye prefabricados, hechos de escoria, ni la comercialización de chatarra es buena, por lo que ambas cosas deberían ir a vertederos.

La producción de basura y su poder calorífico aumentan de año a año y considerando que el flujo calorífico que pueda permitir el horno tiene un límite superior, llegará un momento en que su capacidad no pueda sobrepasar, por eso es necesario preveer los hornos con vistas a las condiciones de funcionamiento de un tiempo lejano y en este caso, ya no serían 137,2 Ton/d. las incineradas, sino más dependiendo del tiempo que se quiere utilizar ese sistema.

En las fábricas de incineración de basura sin recuperación de calor, se incurren en mayores gas

tos en la instalación de los lavadores de humo, ya que éste aumenta en función del caudal de humo a de purar y del rendimiento.

El método de incineración es caro debido a que se - debe procurar de que la automatización de la instalación sea total, dados los materiales a mover, es decir, que desde la llegada de los camiones recolecto res hasta la salida de los camiones con las esco- rias y cenizas (volquetas) hacia los vertederos, las basuras no deberían ser tocadas por persona al- guna.

Recopilando información vemos que en países más de- sarrollados y de población mayor que el nuestro no se ha implantado ni un sólo incinerador de basura como en el caso de España, por su alto costo ó, se han implantado muy poco como en Francia, EE.UU., - etc., a pesar de que esos países pueden utilizar la energía para calefacción.

Consideraciones Finales.- Si bien las condiciones - que presentan las basuras de Machala son únicas, al hacer un análisis detallado estamos seguros de 2 ru bros que totalizan inversiones por \$/ 18'333.333 y - que corresponden a terrenos y área de recepción, que no representan ni el 30 %, pues las inversiones genera lmente tienen la siguiente estructura (9):

30 % de la obra civil.

10 % de la eliminación de polvo

15 % mantención

40 % del horno

5 % otros gastos

Si a ésto añadimos el hecho de que se necesita un gasto adicional para un vertedero que recepte los productos resultados de la incineración, creemos que no necesitamos más análisis para ver que este método no es el más idóneo en Machala.

3.5.3.2. COSTOS DE OPERACION.- A efecto de tener una idea de los costos, utilizamos referencialmente los concebidos para un incinerador para 150 Ton/d., sin recuperación de calor, montado en Blois - Francia en 1971 (*), construído por INDR, obtenemos los siguientes resultados, que se muestran en el CUADRO N^o 3.3.

RESUMEN.- En resumen podemos decir que económicamente el vertido controlado es el más barato

(*) Actualizando estos valores a 1987.

CUADRO N° 3.3

COSTOS DE OPERACION DE UN INCINERADOR PARA 150TON /DIA

| | |
|--------------|--------------------|
| Inversión | S/ 373'125.000 |
| Amortización | 2.034 Ton. |
| Explotación | <u>1.599</u> Ton. |
| TOTAL | 3.633 Ton. |

la incineración el más caro, teniendo el compostage un costo intermedio.

Cualitativamente, el compostage trae particulares ventajas por su composición, pero al ser necesario para este método un vertedero alternativo, sugerimos un planeamiento estratégico con adaptación de los dos métodos; iniciando con un vertedero controlado y compactado y en espera de la evolución de posiciones favorables respecto al compostage para implementar este último método.

Como no tenemos una forma medible de la rapidez de obtención de un mercado favorable de compost, sugerimos implementar el vertido controlado y compactado con miras a dar una solución a 10 años plazo, pero realizando instalaciones que contemplen un área vacía donde se pueda emplear una planta de compostage.

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO ESCOGIDO

La Ingeniería del Proyecto proporciona toda la información técnica necesaria para que el análisis económico y financiero y, la puesta en marcha del proyecto seleccionado puedan ser realizados.

4.1. LOCALIZACION Y TAMAÑO

De acuerdo a la investigación efectuada en la Sección 3.5.1., el mejor sitio recomendado para implementar el sistema, por las ventajas ya anotadas, se encuentra en el Km. 5 de la vía a la Puentequita. Este sitio es accesible para los camiones recolectores, es fácil llevar la energía eléctrica, pues existen líneas de toma muy cercanas, el agua puede ser bombeada del subsuelo y, finalmente la mano de obra y combustible que se empleará, se puede encontrar sin dificultad en la ciudad.

El tamaño que se necesita para 10 años de acuerdo al cálculo efectuado es de 50 Has., incluida el área para las instalaciones de maquinarias, bodega, guardianía, oficina y pozo de agua.

La forma de esta área es romboide de 500 x 1.000 m., para aprovechar la vía carroable que pasa frente al terreno, como se indica en el PLANO N° 2.

Cada año se eliminará la basura por el método que estamos recomendando y de acuerdo a cómo evolucione el mercado del compost se podrá, en una parte de estas instalaciones implementar el plan com -

plementario de compostificación, lo cual haría que el vertedero sirva para más años, dado que sólo se estaría eliminando la parte de la basura que no es compostificable.

4.2. ESTUDIO DEL PROCESO

El estudio del proceso para el vertido controlado y compactado sin trituración, con una forma de llenado tipo zanjas progresivo, se lo realiza de la siguiente manera:

IMPERMEABILIZACION

Como el nivel freático se encuentra a 2,5 m., lo que podemos cavar son zanjas de 1,5 m., para que la impermeabilización se la haga a 1,0 m. de aquel.

La elección más óptima para la impermeabilización del lecho del terreno, dadas las condiciones del mismo, será mediante arcilla del mismo suelo compactada con la ayuda del compactador pata de cabra, acción que ejecutará luego de que el bulldozer D-6 cave zanjas de 42 m. x 12,6 m. y con 1,5 m. de profundidad, la impermeabilización del fondo será haciendo pasadas sucesivas de tal manera que se forme una capa muy eficaz.

Cuando se esté trabajando en las paredes laterales del vertedro, la impermeabilización se hará en ellas con un ángulo de 30° de tal manera que lo pueda hacer el mismo compactador.

EXTENDIDO

Cuando las zanjas sean hechas, se debe tener cuidado de que se

habilite una plataforma de recepción para que puedan maniobrar - los camiones recolectores de basura aún en el supuesto de lluvia intensa, habida cuenta de que el servicio de recogida de basura - no puede interrumpirse bajo ningún motivo ni pretexto y además - considerando que la máxima distancia que la maquinaria puede empujar es 200 m. (en la práctica 5 veces su largo). Recibimos en la plataforma de recepción (playa de vertido) a los camiones recolectores de basura, luego por medio de las hojas de empuje del compactador que se encuentra al alcance de la descarga se procede a realizar el extendido.

COMPACTACION

Luego del extendido procedemos a compactar utilizando el compactador pata de cabra, que tiene la ventaja de triturar lo extendido, compactándolo a través de un doble efecto de desmenuzamiento y apisonado. Con esta maquinaria se logra una mayor utilización del vertedero que se cifra en un aumento presumible del 20 % en el volumen de la basura depositada.

La compactación la hacemos formando capas de 1 m. de espesor en aras a no entorpecer la correcta fermentación.

Un carro-tanque provisto de mangueras y aspersores se usará para controlar el polvo y la humedad adecuados a la compactación del residuo sólido.

CUBRICION

Como el método que estamos empleando es el de zanjas progresivo,

la cubrición la hacemos sacando de la parte trasera de la zanja 1,5 m. de material inerte y sólo utilizando 0,5 m. para la primera capa de basura compactada que se encuentra en la parte delantera. El resto almacenándola para después de 30 días que - sincronizadamente estaremos de vuelta al mismo lugar y luego de compactar la segunda capa de 1 m. de basura lo cubramos con el otro metro restante que ya está sacado. El traslado del material inerte se lo hará con la cuchara del bulldozer.

Una vez que se deposite el material inerte, se compactará el mismo haciendo pasadas sucesivas con el mismo compactador.

Una vez terminado el recubrimiento final (100 cm.) se explanará meticulosamente la superficie para evitar el estancamiento de agua ó la presencia de ésta en la superficie.

Es importante que el recubrimiento se disponga de tal manera - que una vez recubierto tenga un aspecto terroso limpio sin excesivos restos ni indicios de basura aflorando en el suelo.

Como lo que estamos usando es una fermentación anaeróbica, la basura será cubierta inmediatamente después de su extendido.

La FIG. N° 5.1. muestra la forma de trabajo para la primera franja delantera y la FIG. N° 5.2 un esquema de los equipos usados.

EVACUACION DE LIQUIDOS Y GASES

Por la impermeabilización, será imposible que las aguas penetren hasta la capa freática, además el calor generado por la -

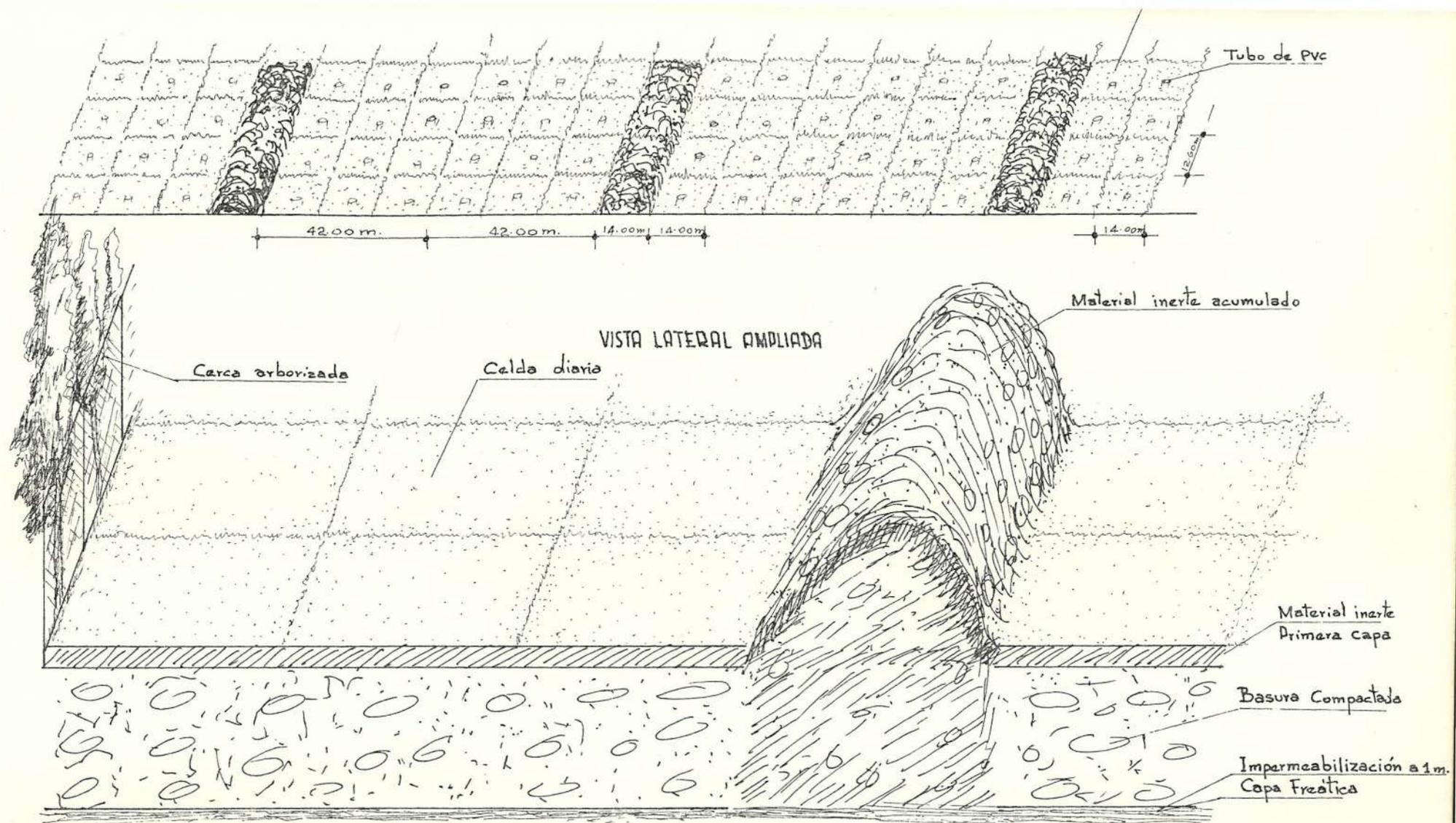
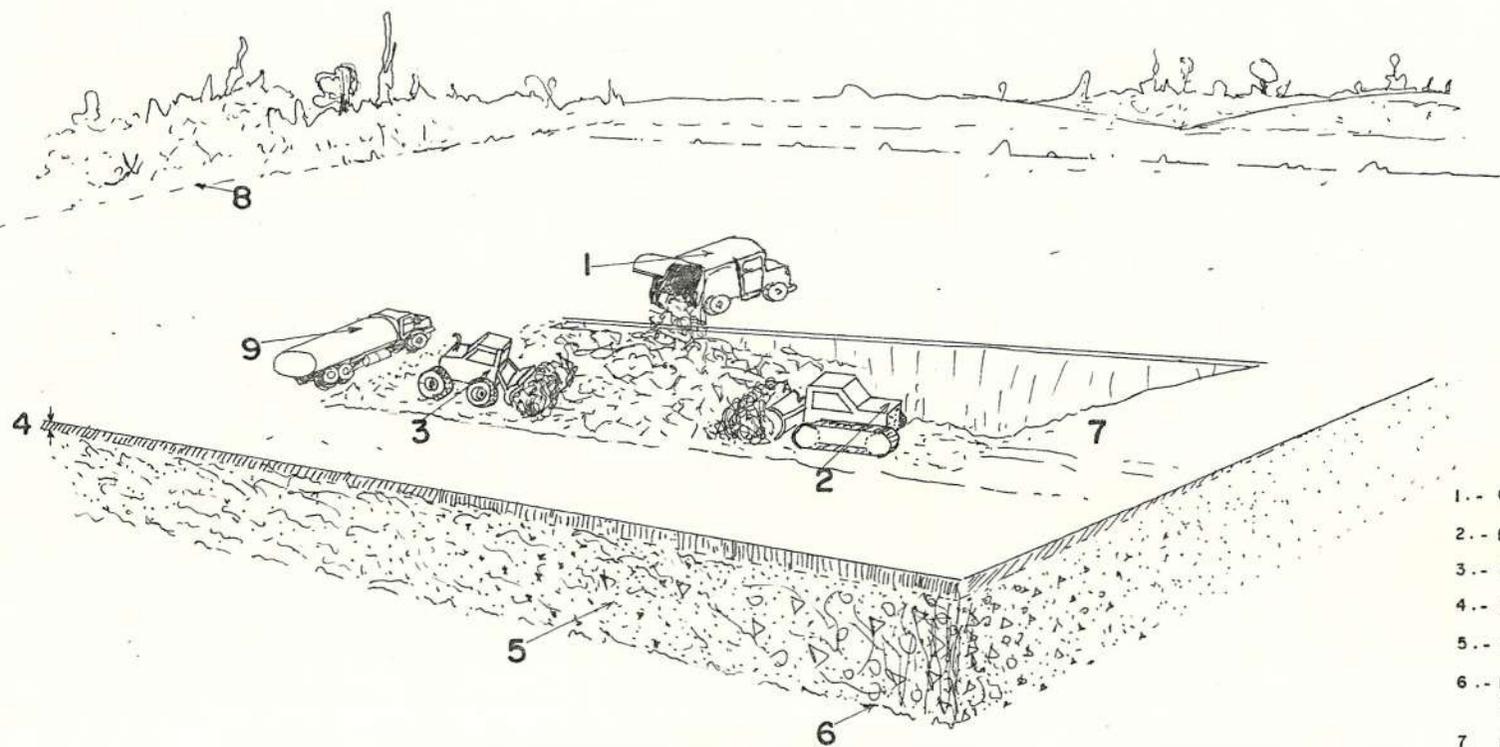


FIG. Nº 5-1

REPRESENTACION GRAFICA DEL PROCESO



- 1.- CAMION RECOLECTOR
- 2.- BULLDOZER D6
- 3.- COMPACTADOR PATA DE CABRA
- 4.- COBERTURA MINIMA DE 0.50 m. PRIMERA CAPA.
- 5.- RESIDUOS SOLIDOS COMPACTADOS
- 6.- FONDO DE LA TRINCHERA A 1,5 m. DE LA CAPA FREATICA
- 7.- LOS ESTERILES PARA EL RELLENO SE OBTIENEN DE LA MISMA ZANJA
- 8.- CERRAMIENTO Y ARBORIZACION
- 9.- TANQUERO

FIG. Nº 5.2

MAQUINARIA UTILIZADA

descomposición de la basura y el calor del medio ambiente, de existir, la evaporará.

También se dispondrá de una motobomba especial para agua y cieno con motor a gasolina, para desaguar las aguas lluvias.

Los gases que se generan en las capas de basura al descomponerse anaerobiamente serán evacuados mediante la introducción de tubos de desfogue perforados de 10 cm. de diámetro, introducidos hasta la capa más inferior del vertedero. Los tubos estarán espaciados formando una retícula con las dimensiones que dé la forma de la celda trabajada diariamente, pues se pondrá un tubo en medio de la celda diaria.

MANTENIMIENTO Y CONTROL

Este debe hacerse periódicamente con el objeto de confirmar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

El control de temperaturas en las capas y sectores pretéritamente rellenos es uno de éstos y se hace con el objeto de ver el grado de fermentación sufrido por la basura, llegando a conclusiones referentes a variaciones de la densidad, asentamientos, etc., También se hace una revisión periódica de toda la infraestructura del vertedero.

4.3. ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES

Como ya se dijo, las instalaciones estarán formadas por un área de 50 Has. en una forma romboide de 500 m. x 1.000 m. Esta área

será cercada por una tela metálica de 2,2 m. de altura, junto a la cual se sembrarán árboles. El cerramiento impedirá la entrada de personas extrañas y permitirá un adecuado control por la puerta existente.

Se necesitan telas metálicas móviles en la zona de explotación para evitar que vuelen los papeles; éstas tendrán una longitud de 50 m. de largo articuladas cada 10 m. y su altura será de .. 1,2 m.

El área que se utilizará para la construcción de edificios alcanzará los 316 m² y para el cerramiento y arborización los .. 4.500 m². La distribución se realiza de la siguiente manera:

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Edificio para la maquinaria : | 220 m ² . |
| Edificio para la bodega : | 36 m ² . |
| Edificio para oficina : | 30 m ² . |
| Edificio para guardián : | 30 m ² . |
| Cerramiento y arborización : | 4.500 m ² . |

Se necesitará además una área aledaña al de las edificaciones para movilización, lavado de la maquinaria (ésta se hará todas las tardes, media hora antes de concluir la jornada de trabajo); instalación de la bomba y pozo de agua; zonas verdes que creemos será suficiente con 1.672 m². La distribución de las edificaciones y áreas aledañas las mostramos en el PLANO N° 3, a excepción del cerramiento y arborización que se muestra en el PLANO

Nº 4.

El edificio para la maquinaria es aquel destinado a proteger el compactador, el bulldozer, el carro tanque y algún otro equipo que eventualmente pueda ser necesario guardarlo (como equipo alquilado, carro dañado, etc.), posee la suficiente altura y dimensiones requeridas para este fin.

La bodega está destinada a guardar los suministros para los equipos mencionados, como grasa, aceite, franelas, gasolina, repuestos, etc.

La oficina que servirá para albergar el personal administrativo de la planta, se encuentra situada junto a la bodega; entre sus características importantes se encuentran: una buena aeración, ubicación visible y suficientes útiles elementales de oficina.

La casa para el guardián está situada junto a la puerta de entrada y en su parte exterior posee dos duchas (para el aseo del personal de la planta), un W. C., un tanque bajo y un lavatorio, debidamente cerrados.

Creemos que la sección de mantenimiento y reparación de los equipos, así como de los carros recolectores se lo debe seguir haciendo en la mecánica municipal, para aprovechar las instalaciones y equipos existentes.

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO ESCOGIDO

Aún cuando el vertedero controlado exige tiempo para su implementación, es necesario realizar cálculos aproximados de los principales costos y gastos, analizar los ingresos de los que dispone la Municipalidad, así como las inversiones y el financiamiento necesario y finalmente por medio de una evaluación del proyecto, presentar al organismo edilicio una base para la toma de decisión. Es importante indicar que este Capítulo es uno de los más importantes en la determinación de implementar el Plan sugerido.

5.1. INGRESOS, COSTOS Y GASTOS

Analizando separadamente cada uno de estos rubros tenemos:

5.1.1. INGRESOS

Dada las condiciones actuales de la eliminación de la basura en forma incontrolada y que constituye un grave atentado contra la salud pública y contra la naturaleza, la solución es siempre costosa, pero se trata de un costo que habrá que repartir entre los ciudadanos que utilizan el servicio de recolección de basura ya que no se puede dejar que el problema actual subsista.

Si tomamos en cuenta que los únicos ingresos de que dispone el Cabildo es aquel procedente de los ingresos anuales por recaudación de la tasa por recolección de basura y aseo de

calles que se muestra en la TABLA N° 5.1., y, que en vez de aumentar en los últimos tres años, ha ido disminuyendo debido a que se aumentó la tasa del valor imponible, por lo que gran parte de la población se vió exenta de esta responsabilidad.

TABLA N° 5.1.

INGRESOS ANUALES POR EL SERVICIO DE RECOLECCION
DE BASURA Y ASEO DE CALLES

| <u>AÑOS</u> | | <u>INGRESOS</u> |
|-------------|----|-----------------|
| 1982 | \$ | 1'897.812 |
| 1983 | | 1'935.205 |
| 1984 | | 2'851.675 |
| 1985 | | 2'592.468 |
| 1986 | | 2'137.557 |

FUENTE: Municipalidad de Machala

ELABORACION: El Autor

5.1.2. COSTOS Y GASTOS

Los costos y gastos de la explotación del vertedero están compuestos por el transporte de la basura desde los centros urbanos hasta el vertedero y por la explotación del vertedero propiamente dicho.

En lo que respecta a la primera, para el año 1986 se tienen los datos mostrados en las TABLAS N° 5.2, 5.3 y 5.4, a -

TABLA N° 5.2

COSTOS OPERACIONALES DEL PERSONAL QUE LABORA EN LA SECCION DE ASEO DE CALLES - AÑO 1986

| <u>FUNCION</u> | <u>Nº</u> | <u>ADI- CIONAL</u> | <u>DIAS LABO- RADOS AL AÑO</u> | <u>SUELDO DIARIO</u> | <u>BENEFICIO SOCIAL A- NUAL POR PERSONA (90%)</u> | <u>TOTAL ANUAL POR PERSONA</u> | <u>TOTAL</u> |
|-----------------------|-----------|------------------------|--|--------------------------|---|------------------------------------|----------------|
| Barredores nocturnos | 14 | 25 % | 572 | ₡ 599,10 | ₡ 385.520,8 | ₡ 813.877,3 | ₡ 11'394.282,2 |
| Barredores diurnos | 25 | - | 572 | 599,10 | 308.416,7 | 651.101,9 | 16'277.547,5 |
| Barredores de parques | 10 | - | 365 | 599,10 | 196.804,4 | 415.475,9 | 4'154.759 |
| Choferes | 11 | - | 572 | 885,60 | 455.906,9 | 962.470,1 | 10'587.171,1 |
| Asistentes de carros | 20 | - | 572 | 599,10 | 308.416,7 | 651.101,9 | 13'022.038 |
| Barredores diurnos | 6 | - | 365 | 599,10 | 196.804,4 | 415.475,9 | 2'492.850 |
| Jornaleros | 15 | - | 572 | 400 | 105.920 | 434.720 | 6'520.800 |
| TOTAL | | | | | | | ₡ 64'449.447,8 |

Costo diario : ₡ 176.574

FUENTE: Municipalidad de Machala

ELABORACION: El Autor.

TABLA N° 5.3

COSTOS OPERACIONALES DE LOS VEHICULOS COMPRADOS EN 1978-1979

| CONCEPTO | UNIDADES RECOLECTORAS | | | | COSTO UNITARIO |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| | 03 | 04 | 05 | 07 | |
| ACEITE Motor | 59 | 28 | 68 | 61 | 956 |
| ACEITE Hidráulico | 46 | 21 | 64 | 44 | 1.200 |
| (gals.) Transmisión | 29 | 15 | 53 | 32 | 1.050 |
| Diferencial | 22 | 8 | 31 | 19 | 1.050 |
| FILTROS Motor | 2 | 4 | 5 | 4 | 1.550 |
| (u.) Hidráulico | 2 | 4 | 10 | 1 | 2.300 |
| Combustible | 3 | 4 | 4 | 6 | 1.150 |
| COMBUSTIBLE (gals.) | 3.600 | 4.032 | 5.040 | 4.032 | 50 |
| LIQUIDO DE FRENOS (l.) | 5 | 6 | 21 | 15 | 1.200 |
| AGUA DESTILADA (fundas) | 16 | 24 | 11 | 16 | 50 |
| FRANELA (m.) | 24 | 24 | 24 | 24 | 80 |
| TINAS PLASTICAS | 6 | 6 | 6 | 6 | 1.000 |
| GUANTES (pares) | 3 | 3 | 3 | 3 | 600 |
| LLANTAS | 12 | 12 | 12 | 12 | 32.000 |
| LAMPAS | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.200 |
| LAVADA, ENGRASADA PULVERIZADA | 12 | 12 | 12 | 12 | 1.200 |
| COSTO TOTAL ANUAL \$ | 773.624 | 716.638 | 953.628 | 810.986 | |
| COSTO/DIA \$ | 2.119,5 | 1.963,4 | 2.612,7 | 2.221,9 | |

FUENTE: Municipalidad de Machala.

ELABORACION: El Autor

TABLA N° 5.4

COSTOS OPERACIONALES DE LOS VEHICULOS ADQUIRIDOS EN 1986

(15 de noviembre - 15 de diciembre)

| CONCEPTO | UNIDADES RECOLECTORAS | | | | COSTO | |
|-------------------------------|-----------------------|----------|---------|---------|----------|----------|
| | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | UNITARIO |
| ACEITE (gals.) | | | | | | |
| Motor | 6 | 9 | 9 | 8 | 8 | \$ 956 |
| Hidráulico | 5 | 8 | 8 | 7 | 7 | 1200 |
| Transmisión | 4 | 6 | 6 | 5 | 6 | 1050 |
| Diferencial | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1050 |
| FILTROS (u.) | | | | | | |
| Motor | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 6000 |
| Hidráulico | 4 12 | 4 12 | 4 12 | 4 12 | 4 12 | 2300 |
| Combustible | 6 | 5 | 3 | 5 | 4 | 1150 |
| COMBUSTIBLE (gals.) | 400 | 600 | 540 | 400 | 560 | 40 |
| LIQUIDO DE FRENOS (l.) | 1,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 3 | 1200 |
| AGUA DESTILADA (fundas) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 50 |
| FRANELA (m.) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 80 |
| TINAS PLASTICAS | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1000 |
| GUANTES (pares) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 600 |
| LLANTAS | 1 2/12 | 1 2/12 | 1 2/12 | 1 2/12 | 1 2/12 | 3200 |
| LAMPAS | 2 12 | 2 12 | 2 12 | 2 12 | 2 12 | 1200 |
| LAVADA, ENGRASADA PULVERIZADA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1200 |
| COSTO MENSUAL \$ | 89512,6 | 117830,6 | 95130,6 | 99874,6 | 109174,6 | |
| COSTO/DIA \$ | 2983,8 | 3927,7 | 3171 | 3329,2 | 3639,2 | |

FUENTE: Municipalidad de Machala

ELABORACION: El Autor

los que hay que añadirle una depreciación diaria de \$/ 1.712 para las unidades adquiridas en 1978 y 1979; y, \$/ 2.822 para las adquiridas en 1986, lo que dá un gran total de \$/ 207.075 d., pero el Municipio si implementa o nó el sistema que estamos recomendando, seguirá gastándolo, por lo que no lo consideramos sino referencialmente en el análisis y, porque es importante compararlo con los ingresos y ver que apenas se recauda el 2,9 % de lo que en realidad se gasta por el servicio de recolección de basura. En síntesis, lo que se gasta por persona sin el plan a implementarse es .. \$/ 1,61 ó \$/ 2.210 por tonelada.

En lo que se refiere a la explotación del vertedero, los costos y gastos los mostramos en la TABLA N° 5.5.

TABLA N° 5.5

COSTOS DE EXPLOTACION DEL VERTEDERO

| <u>DESCRIPCION</u> | <u>VALOR</u> |
|---|-------------------|
| Inversión Fija (Amortización en 8 años) \$/ | 9'584.295 |
| Capital de Operación Anual | 18'340.025 |
| Gastos Financieros | <u>10'451.582</u> |
| TOTAL ANUAL | 38'375.902 |
| TOTAL DIARIO | 105.139 |
| COSTOS POR PERSONA | 0,75 |
| COSTO POR TONELADA | 815 |

ELABORACION: El Autor.

5.2. INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

Las inversiones de un proyecto corresponden a la descripción detallada de las necesidades de capital en que se va a incurrir para la materialización del mismo.

El Plan de inversiones se formula como resultado del estudio de Ingeniería del Proyecto.

Las inversiones se dividen en fijas y de operación.

Las inversiones fijas son lo que mas tarde pasarán a formar parte de los activos fijos del Cabildo y corresponde a los bienes que se adquieren con el fin de destinarlos a la explotación del proyecto, sin que vaya a ser objeto de transacciones comerciales en el curso de las operaciones.

Las inversiones fijas se realizan en el período de instalación del proyecto y se utilizan a lo largo de la vida útil de los bienes correspondientes. En estas inversiones están bienes que son sujetos a depreciación, tales como maquinaria, edificaciones, etc. y, otras que no lo están como terrenos. Comprende también inversiones intangibles, como gastos de organización, estudios, puesta en marcha y otros rubros que se deben amortizar.

El Capital de operación corresponde a las inversiones que el Municipio debe hacer para atender aquellos elementos necesarios para su operación.

En la TABLA N^o 5.6 se resumen y muestra el valor a que asciende la

inversión total para este Proyecto, siendo de \$/ 95'014.385, desglosándose en \$/ 76'674.360 para la Inversión Fija que representa el 80,7 % y \$/ 18'340.025 para el Capital de Operación que representa el 19,3 %.

El financiamiento de los \$/ 95'014.385 se lo hará a través del Banco Ecuatoriano de Desarrollo, el mismo que proporcionaría esta cantidad a 8 años plazo, con 3 de gracia y el 11 % de interés anual.

TABLA N° 5.6

INVERSIONES

| <u>DESCRIPCION</u> | <u>VALOR (SUCRES)</u> | <u>%</u> |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Inversión Fija (TABLA N° 5.7) | 76'674.360 | 80,7 |
| Capital de Operación (TABLA N° 5.11) | <u>18'340.025</u> | <u>19,3</u> |
| INVERSION TOTAL | 95'014.385 | 100 |
| FINANCIAMIENTO | 95'014.385 | 100 |

ELABORACION : El Autor.

TABLA N° 5.7

INVERSION FIJA

| <u>DESCRIPCION</u> | <u>VALOR (SUCRES)</u> |
|--|-----------------------|
| Terreno y Construcciones (TABLA N° 5.8) | 15'574.000 |
| Maquinaria y Equipo (TABLA N° 5.9) | 54'603.000 |
| Otros Activos (TABLA N° 5.10) | <u>2'846.200</u> |
| SUBTOTAL | 73'023.200 |
| Imprevistos de la Inversión Fija (aproximadamente 5 % de los rubros anteriores) | <u>3'651.160</u> |
| TOTAL | 76'674.360 |

ELABORACION: El Autor.

TABLA N° 5.8.

TERRENOS Y CONSTRUCCIONES

| <u>DESCRIPCION</u> | <u>CANTIDAD (m²)</u> | <u>VALOR TOTAL (SUCRES)</u> |
|--|---------------------------------|-----------------------------|
| Terreno | 50.000 | 5'000.000 |
| Construcciones | | |
| - Edificio Maquinaria (Cuadro N° 5.1.) | 220 | 2'264.000 |
| - Bodega (Cuadro N° 5.2) | 36 | 360.000 |
| - Vivienda guardián (Cuadro N° 5.3) | 30 | 600.000 |
| - Oficina (Cuadro N° 5.4) | 30 | 600.000 |
| - Cerramiento y Arborización (Cuadro N° 5.5) | | <u>6'930.000</u> |
| TOTAL | | 15'574.000 |

ELABORACION: El Autor.

CUADRO N° 5.1.

EDIFICIO PARA MAQUINARIA

| | |
|---------|--|
| PAREDES | Ladrillo |
| PISOS | Hormigón simple alisado |
| TECHO | Cemento asbesto sobre cerchas metálicas |
| AREA | 22 x 10 m = 220 m ² a \$ 10.290 c/m ² = \$ 2.264.000 |

CUADRO N° 5.2.

BODEGA.

| | |
|--------------|---|
| PISOS | Cemento alisado |
| PAREDES | Ladrillo enlucido |
| TECHO | Cemento asbesto sobre estructuras de madera (mangle) |
| VENTANA ALTA | Celosías de aluminio y vidrio |
| PUERTAS | Madera (guayacán) |
| AREA | 6 x 6 m = 36 m ² a \$ 10.000 cada m ² = \$ 360.000. |

CUADRO N° 5.3

VIVIENDA PARA EL GUARDIAN

| | |
|-----------------------------|---|
| ESTRUCTURA | Hormigón armado sobre plintos |
| PISOS | Baldosas de granito |
| PAREDES | Mampostería de ladrillo enlucidos |
| TECHO | Cemento asbesto (tipo Eternit) |
| PINTURA | Latex acrílico |
| VENTANAS | Celosías de aluminio |
| SERVICIOS HIGIENI- NICOS | Un W.C., un tanque bajo, un lavatorio, dos duchas. (EDESA). |
| PUERTAS | Madera (roble) |
| AREA | 6 x 5 m = 30 m ² de construcción en \$ 20.000 cada m ² = \$ 600.000. |

CUADRO N° 5.4.

OFICINA

| | |
|----------------------|--|
| ESTRUCTURA | Hormigón armado sobre plintos |
| PISOS | Baldosas de granito |
| PAREDES | Mampostería de ladrillo enlucido |
| TECHO | Asbesto cemento (tipo Eternit) |
| PINTURA | Látex acrílico |
| VENTANAS | Celosías de aluminio |
| SERVICIOS HIGIENICOS | Un W.C., un tanque bajo, un lavatorio, una ducha (EDESA) |
| PUERTAS | Madera (guayacán) |
| CUATRO PUNTOS DE LUZ | |
| AREA | $5 \times 6 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$ a \$/ 20.000 cada m^2 $= \$/ 600.000.$ |

CUADRO N° 5.5

CERRAMIENTO Y ARBORIZACION

| | |
|------------------|--|
| MALLA | 50 11 Extra galvanizada (50 mm. de abertura y alambre BWG - 11). |
| ALTURA | 2,20 m. |
| POSTES | De tubo galvanizado de 2" de diámetro exterior de 2,90 m. de alto, con un brazo inclinado de 0,30 cm., que servirán para sostener 3 hileras de alambre de púas, calibre 15 1 2 x 16 acerado. Los postes irán colocados cada 3 m. de distancia. |
| TAPAS | Colocadas en la parte superior del brazo de los postes para evitar la entrada de humedad. |
| PATAS DE ENCLAJE | Colocadas en la parte inferior de los postes, de varillas de hierro de 1 4". |
| PLINTOS | De hormigón simple de forma cilíndrica de 0,30 de diámetro con una profundidad de 0,40 fundido en sitio. |
| CONTRAVIENTOS | De tubo galvanizado de 1 1 2" de diámetro exterior, colocados cada 30,00 m. y en costado de puerta. |
| ALAMBRE TENSOR | Calibre BWG - 10, colocados en la parte superior e inferior de la malla. |
| PUERTA | Se confeccionará una puerta de la siguiente medida: - de 5,00 m. x 2,50 m. de alto (2 hojas) - los postes de la puerta serán de tubo galvanizado de 2 1 2" de diámetro exterior. |
| PINTURA | Todos los elementos metálicos a excepción de la malla y el alambre de púas, recibirán una mano de pintura anticorrosiva, color aluminio. |
| AREA DE MALLA | $3.000 \times 2,2 \text{ m.} = 6.600 \text{ m}^2$ a $\$ 1.050 \text{ c m}^2 = \$ 6.930.000$ |
| AREA DE BASE | 1,5 m. (1 m. para árboles y 0,5 m. para el cerramiento) $\times 3.000 \text{ m.} = 4.500 \text{ m}^2$. |

TABLA N° 5.9.

MAQUINARIA Y EQUIPOS

| <u>DESCRIPCION</u> | <u>CANTIDAD</u> | <u>VALOR (SUCRES)</u> |
|---|-----------------|-----------------------|
| Compactador Pata de Cabra LF 450 | 1 | 26'250.000 |
| Tractor D - 6 | 1 | 19'000.000 |
| Vehículo tanquero de agua | 1 | 9'000.000 |
| Bomba de agua | 1 | 130.000 |
| Motobomba para agua y cieno | 1 | 120.000 |
| Equipo adicional: tanque de combustible | | 3.000 |
| Pozo de agua | | 5.000 |
| Tubería (instalación) | | 50.000 |
| Luz, fuerza (medidor y líneas de los edificios) | | 40.000 |
| Equipo contra incendios | | <u>5.000</u> |
| TOTAL | | 54'603.000 |

ELABORACION: El Autor.

TABLA N° 5.10.

OTROS ACTIVOS.

| <u>DENOMINACION</u> | <u>VALOR (SUCRES)</u> |
|----------------------------------|-----------------------|
| Equipos y muebles de oficina | 40.000 |
| Tubos de Evacuación de gases | 32.850 |
| Repuestos y accesorios (2 %) | 1'092.060 |
| Cerca móvil | 43.200 |
| Gastos de puesta en marcha (3 %) | <u>1'638.090</u> |
| TOTAL | 2'846.200 |

ELABORACION: El Autor.

TABLA N° 5.11.

CAPITAL DE OPERACION

| <u>DESCRIPCION</u> | <u>VALOR (SUCRES).</u> |
|---|------------------------|
| Mano de Obra Directa | |
| 3 conductores | 2'887.410 |
| 2 ayudantes | 869.440 |
| Mano de Obra Indirecta | |
| Administrador de la Planta | 1'347.454 |
| 2 conserjes (uno diurno y uno nocturno) | 1'464.621 |
| Reparación y Mantenimiento | |
| 15 % del costo de la maquinaria | 8'175.000 |
| Suministros | |
| Combustible | 3'482.100 |
| Luz | 24.000 |
| Desratización | 15.000 |
| Insecticidas | 25.000 |
| Imprevistos | <u>50.000</u> |
| T O T A L | 18'340.025 |

ELABORACION: El Autor.

5.3. EVALUACION DEL PROYECTO

La evaluación de este tipo de proyectos comprenden e dos partes: la evaluación económica y la evaluación social; las mismas que pasamos a analizar.

3.5.1. EVALUACION ECONOMICA

El análisis del aspecto financiero del proyecto recomendado tiene las siguientes características:

- a) El monto de la inversión es razonable en comparación con las otras alternativas existentes.
- b) Las cifras de capital comprometido si bien no es insignificante, pero en todo caso es el más bajo y si se quiere solucionar el problema que nos ocupa, el Municipio necesariamente debe incurrir en esta inversión.
- c) La financiación necesaria en la alternativa seleccionada es absolutamente factible, ya que el BEDE para este tipo de proyectos lo que solicita es que cubran los gastos de operación y, lo hemos demostrado que se puede hacer.

3.5.2. EVALUACION SOCIAL

Aunque no es posible cuantificar los múltiples beneficios sociales de este proyecto, indiscutiblemente éstos se darán como una consecuencia directa de la implementa

ción apropiada del mismo. Los principales beneficios sociales serían:

- a) Mantenimiento y extensión de los servicios de recolección a otras áreas preferentemente marginales.
- b) Mejoramiento de las condiciones socio-ambientales relacionados con la salud de la población y el ornato y limpieza de la ciudad.
- c) Eliminación de los efectos negativos de las basuras, actualmente dispuestos en forma incontrolada, eliminación de vectores que transmiten enfermedades (roedores, insectos, olores, etc.)
- d) Eliminación de la contaminación de los recursos hídricos, tanto del agua del subsuelo como de los esteros que se encuentran cercanos al basurero actual.
- e) El proyecto genera fuentes directas de trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones sacamos las siguientes:

- La disposición final de los residuos sólidos, por la ausencia de una planificación técnica, provoca que las descargas de basura se las realice en sitios cercanos a las vías públicas o lugares inadecuados comprometiendo la presentación de la ciudad y provocando que las condiciones sanitarias para sus habitantes sean graves, por el peligro de transmisión de enfermedades producidas por vectores que germinan en estos basureros.
- En el presente estudio se han tratado todas las alternativas de tratamiento de los residuos urbanos, habiéndose señalado los aspectos positivos y negativos de cada una hasta llegar a la conclusión de que el problema de la eliminación de los desechos sólidos en la ciudad de Machala, puede ser resuelto sin mayor dificultad, si el Municipio dirige sus acciones con prioridad a este aspecto, pues los factores técnicos y económicos están al alcance.
- La producción de basura en Machala y su parroquia rural El Cambio, es de 109,9 Ton/d., de lo cual se está recogiendo 93,7 Ton/d., que representan el 84,9 %, lo cual puede considerarse bueno dado que este porcentaje es uno de los más altos del país.
- La basura producida en Machala y El Cambio, tiene la siguiente composición: materia orgánica 71,5 %, papel y cartón 19,71 %, latón y

metales 3,64 %, caucho y plásticos 4,65 %, cerámica y vidrios 2,45 % y el resto de material lo constituye el 3,04 %.

- El crecimiento poblacional urbano de la ciudad de Machala es mayor - que el de otras ciudades del país, trayendo como consecuencia el consiguiente aumento de la demanda de servicios, sobre todo el de la e-liminación de los desechos sólidos, lo que hace necesaria la inmediata implementación del proyecto presentado.
- El método recomendado es completo, pues siendo más barato, es eficaz y no contamina el aire, ni la tierra, ni el agua, tampoco origina molestias ni riesgos para la salud o seguridad pública.
- La tecnología seleccionada tanto en su parte mecánica como de proce-so es simple, por lo que se podrá dar una buena reparación y mantenimiento cuando sea necesario. El personal requerido no necesita mayor especialización.
- El método recomendado servirá inclusive dado el caso en que la comercialización del compost sea superado y se decida implementarlo ya - que existan materiales presentes en la basura que no son compostifi-cables y necesitan ser eliminados. También para prevenir una paralización de la planta de compostificación por averías o huelgas.
- La incineración es el método menos aconsejable en Machala, no sólo técnico sino económicamente.
- Lo que actualmente gasta el Municipio en el servicio de aseo de ca-lles es de \$/ 1,61 persona/d., y, con la implementación del proyecto que estamos recomendando subiría a \$/ 0,75 persona/d., que puede financiarse con un ligero incremento de la tasa de cobro por este ser

vicio.

- Desde el punto de vista social el proyecto es más viable que desde el punto de vista económico ya que la población se verá libre de las molestias que el botadero actual ocasiona.

Como recomendaciones indicamos las siguientes:

- Realizar un mejor control al personal de recolección y transporte de los desechos sólidos, ya que hemos podido ver que el segundo viaje de los carros recolectores tiene un llenado incompleto (aproximadamente 2/3 partes del carro), teniendo el tiempo necesario para llenarlo completamente. Esta acción permitiría según nuestros cálculos, servir a más del 90% de la población con las disponibilidades actuales hasta el año de 1989 (se supone una recuperación de la unidad N°6 a corto plazo), y solo a partir de ese año se debería pensar en adquirir unidades adicionales de acuerdo a la relación mostrada en la sección 3.3.2.
- Antes de proceder a la implementación del proyecto se debe hacer una actualización de precios por el influjo que tienen en estos, factores como inflación, devaluación, etc. También se hace necesaria una ratificación del dictamen geológico.
- Es necesaria una total revisión no solo de las políticas, métodos, sistemas, equipos, etc. empleados hasta hoy, sino de manera básica una reestructuración orgánica de la entidad responsable de aseo de calles, de manera que sea conformada con sujeción a los más actualizados principios de administración, ingeniería y economía y por lo tanto capacitada para afrontar el gran reto futuro que significa dotar a Machala de un eficiente servicio de desechos sólidos. Se requiere un organismo con suficiente agilidad administrativa y funcional que le permita tomar de-

cisiones e implementar programas de acción con la versatilidad y rapidez que la creciente demanda de la ciudad exige.

- El incremento de las tarifas por aseo público que financia el proyecto debería considerar el nivel económico de los usuarios, ya que quien más capacidad económica tiene, más basura genera, y, por tanto debe pagar más por la prestación de servicios. Deben merecer un trato especial tarifario las áreas marginales y las de menor recurso económico.
- Si fuera posible, la Municipalidad debería solicitar ayuda por parte del Gobierno para que éste sufrague las inversiones de este proyecto ó por lo menos el 70 % de ellas, para de esta manera lograr el apoyo ciudadano en el logro de este fin, sin repercusiones políticas a nivel de la administración municipal.
- Se debería organizar de una mejor forma el Taller Mecánico Municipal y sobre todo un mejor control del personal de limpieza y recolección de basura, para lo cual es necesario por lo menos una camioneta para que cumpla esta función el Jefe de la Sección de Aseo Urbano, además debería pensarse en trasladar el equipamiento de los servicios de mantenimiento para los carros recolectores al vertedero, a mediano plazo, a fin de evitar un ineficiente mantenimiento vehicular y la repercusión gravosa del servicio, debiendo hacerse la implementación por etapas.
- Aunque no es tan especializado el personal requerido para laborar en la planta, se debe hacer una buena selección del mismo y darle adecuado entrenamiento, el mismo que según los proveedores de la maquinaria, sería dado sin costo adicional.

- Debe haber un buen control sobre todo en la rebusca y quema de la basura que llega al vertedero y éste debe prohibirse terminantemente.

- El Municipio de Machala debería colaborar con el de Guayaquil hasta donde sea posible, para que en la provincia se conozca las bondades del compost y sea utilizado por los agricultores de la zona ya que los beneficios que se lograrán con esta acción serán grandes, tanto para la ciudad así como para el mismo agricultor.