

130



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS  
MUNICIPALES EN ZIHUATANEJO, GUERRERO"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
MARCO ANTONIO SANCHEZ JIMENEZ

*Palacios*

DIRECTOR DE TESIS: M.C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS

MEXICO, D. F.

FEBRERO 2001





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-002/97

Señor  
MARCO ANTONIO SANCHEZ JIMENEZ  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M. C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN ZIHUATANEJO, GUERRERO."

INTRODUCCION

- I. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL
  - II. ACCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANEJO
  - III. ESTUDIO DE GENERACION
  - IV. DISEÑO DE LAS RUTAS DE RECOLECCION
  - V. REGLAMENTACION
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIA  
ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 21 de enero de 1997.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*lmf

**INDICE**

|  |     |
|--|-----|
| <b>INDICE</b>  | I   |
| <b>INDICE DE TABLAS.</b>                                       | III |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b>                                       | IV  |
| <b>INDICE DE PLANOS</b>  | V   |
| <b>GLOSARIO Y ABREVIATURAS.</b>                                | VI  |
| <b>INTRODUCCIÓN.</b>   | IX  |
| <b>I. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.</b>                  | 1   |
| 1.1 Principales fuentes generadoras.                           | 6   |
| 1.2 Tipo de almacenamiento                                     | 8   |
| 1.3 Tipo y característica de la disposición final.             | 26  |
| <b>II. ACCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANEJO</b> | 32  |
| 2.1 Estudio de generación.                                     | 32  |
| 2.2 Métodos de recolección.                                    | 42  |
| 2.3 Diseño de rutas de recolección.                            | 59  |
| 2.4 Disposición final.   | 63  |
| <b>III. ESTUDIO DE GENERACIÓN.</b>                             | 72  |
| 3.1 Muestreo aleatorio.  | 72  |
| 3.2 Peso volumétrico " IN SITU "                               | 92  |
| 3.3 Selección y cuantificación de subproductos.                | 94  |

|   |     |
|---|-----|
| <b>IV. DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN.</b>  | 96  |
| 4.1 Macrorrutas.  | 96  |
| 4.2 Microrrutas.  | 103 |
| <b>V. REGLAMENTACIÓN.</b>   | 105 |
| 5.1 Revisión del reglamento vigente.  | 105 |
| 5.2 Propuesta de reglamento para el servicio de limpia de Zihuatanejo,<br>Guerrero. | 121 |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>  | 123 |
| <b>ANEXO 1</b>  | 125 |
| <b>ANEXO 2</b>  | 149 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA.</b>   | 155 |

## INDICE DE TABLAS

| Capítulo | Tabla No.                      | Nombre  | Página   |    |
|----------|--------------------------------|---|--|----|
| I        | 1.1                            | Localidades que integran la micro región.                                   | 3  |    |
|          | 1.2                            | Población media de Zihuatanejo, 1995-2000                                   | 4  |    |
|          | 1.3                            | Población media de Zihuatanejo, 1995-2000 según (CONAPO)                    | 4  |    |
|          | 1.1.1                          | Registros de generación de 1997 y 1998                                      | 7  |    |
|          | 1.2.1                          | Rutas de recolección  | 13   |    |
|          | 1.2.2                          | Tiempos y movimientos de las rutas de recolección.                          | 15   |    |
|          | 1.2.3                          | Parque vehicular  | 17   |    |
|          | 1.3.1                          | Tiraderos municipales.  | 29   |    |
|          | 1.3.2                          | Gastos del departamento de limpia   | 31   |    |
|          | II                             | 2.1.1   | Clasificación de los residuos sólidos.             | 33 |
|          |                                | 2.1.2   | Clasificación de los residuos sólidos municipales. | 34 |
| 2.1.3    |                                | Clasificación por fuente generadora.  | 35   |    |
| 2.1.4    |                                | Composición de los residuos sólidos.  | 36   |    |
| 2.1.5    |                                | Composición física promedio de los residuos sólidos en el Distrito Federal. | 37   |    |
| 2.1.6    |                                | Zonificación según las características de los residuos sólidos municipales  | 38   |    |
| 2.1.7    |                                | Composición porcentual de los residuos sólidos.                             | 39   |    |
| 2.1.8    |                                | Ciclo de los residuos sólidos.  | 41   |    |
| 2.2.1    |                                | Puntos de recolección.  | 46   |    |
| 2.2.2    |                                | Días requeridos para desarrollarse la mosca.                                | 47   |    |
| 2.2.3    |                                | Tipo de receptáculos para los residuos sólidos.                             | 50   |    |
| III      | 3.1.1                          | Estrato socioeconómico-colonia  | 73   |    |
|          | 3.1.2                          | Normas Oficiales Mexicanas  | 73   |    |
|          | 3.1.3                          | Viviendas seleccionadas estrato medio                                       | 75   |    |
|          | 3.1.4                          | Viviendas seleccionadas estrato bajo.                                       | 76   |    |
|          | 3.1.5                          | Generación de residuos sólidos estrato medio.                               | 79   |    |
|          | 3.1.6                          | Generación de residuos sólidos estrato bajo.                                | 81   |    |
|          | 3.1.7                          | Generación de residuos sólidos en forma creciente estrato medio.            | 83   |    |
|          | 3.1.8                          | Generación de residuos sólidos en forma creciente estrato bajo.             | 87   |    |
|          | 3.1.9                          | Análisis de resultados  | 91   |    |
|          | 3.2.1                          | Resumen de pesos volumétricos obtenidos "in situ"                           | 93   |    |
| 3.3.1    | Resultados de los subproductos | 95  |  |    |

|    |       |   |     |
|----|-------|---|-----|
| IV | 4.1.1 | Determinación de la generación poblacional por macrorruta     | 100 |
|    | 4.1.2 | Selección de equipo para una frecuencia de recolección diaria | 101 |
|    | 4.1.3 | Selección de equipo, numero de viajes y turno                 | 102 |
|    | 4.2.1 | Tiempo y movimientos de las rutas de recolección              | 104 |

### INDICE DE FIGURAS

| Capítulo | Figura No. | Nombre                                       | Página  |    |
|----------|------------|--|---|----|
| I        | 1.2.1      | Dificultades para la carga de contenedor     | 8   |    |
|          | 1.2.2      | Tiraderos clandestinos dentro de la ciudad   | 9   |    |
|          | 1.2.3      | Residuos hospitalarios                       | 10  |    |
|          | 1.2.4      | Limpieza de un punto de recolección          | 11  |    |
|          | 1.2.5      | Camión Volteo 01                             | 18  |    |
|          | 1.2.6      | Camión Volteo 02                             | 19  |    |
|          | 1.2.7      | Camión Volteo 08                             | 20  |    |
|          | 1.2.8      | Camión Volteo 09                             | 21  |    |
|          | 1.2.9      | Camión Volteo 15                             | 22  |    |
|          | 1.2.10     | Camión Volteo 18                             | 23  |    |
|          | 1.2.11     | Camión prensa 23                             | 24  |    |
|          | 1.2.12     | Camión Volteo 25                             | 25  |    |
|          | 1.3.1      | Laguna de aguas residuales                   | 26  |    |
|          | 1.3.2      | Familias pepenando                           | 27  |    |
|          | 1.3.3      | Niños pepenadores                            | 27  |    |
|          | 1.3.4      | Viviendas dentro del tiradero municipal      | 28  |    |
|          | 1.3.5      | Descarga de vehículos particulares           | 28  |    |
|          | 1.3.6      | Presencia de aves                            | 30  |    |
|          | II         | 2.1.1  | Zonificación según las características de los residuos sólidos. | 39 |
|          |            | 2.2.1  | Recolección de parada fija o esquina.                           | 43 |
|          |            | 2.2.2  | Recolección de parada acera o banqueteta.                       | 44 |
| 2.2.3    |            | Recolección por contenedor.                  | 45  |    |
| 2.2.4    |            | Camión recolector tipo volteo                | 53  |    |
| 2.2.5    |            | Camión recolector de carga lateral.          | 54  |    |
| 2.2.6    |            | Cargador frontal.                            | 55  |    |
| 2.2.7    |            | Camión recolector de carga trasera.          | 56  |    |
| 2.2.8    |            | Vehículos de transferencia                   | 57  |    |
| 2.2.9    |            | Vehículo con contenedor "roll on – roll off" | 58  |    |
|          | 2.4.1      | Método de trinchera.                         | 69  |    |

|     |       |                     |    |
|-----|-------|---------------------|----|
|     | 2.4.2 | Método de área.     | 70 |
|     | 2.4.3 | Métodos combinados. | 70 |
| III | 3.2.1 | Método del cuarteo  | 92 |

**INDICE DE PLANOS**

|         |   |                                 |     |
|---------|---|---------------------------------|-----|
| ANEXO 2 | 1 | Principales fuentes generadoras | 149 |
|         | 2 | Rutas de recolección actual     | 150 |
|         | 3 | Microrrutas                     | 151 |
|         | 4 | Sitio de disposición final      | 152 |
|         | 5 | Selección de viviendas          | 153 |
|         | 6 | Rutas de recolección propuestas | 154 |



## **DEDICATORIA**

A dios por permitirme alcanzar esta meta.

A mi esposa Annel, quiero decirte que estoy muy feliz por haber aceptado unir tu vida a la mia, te AMO gorda.

A mi hijo Marco Antonio, eres mi gran adoración papacho.

A mis padre Melania y Ranulfo , gracias por toda la confianza y esfuerzo que pusieron en mi, para alcanzar mi sueño adorado.

A mis hermanos Doris, Homero, Cuauhtemoc, Argelia, Omar e Ismen, por su amistad y cariño que nos une, siempre serán los mejores.

A mis tías Alicia, Eustacia y Arminda, quiero darles las gracias por el apoyo que me brindaron.

A mis primos Ivette, Fernando, Ivonne e Ivan, gracias por su apoyo.

A mis amigos de la facultad, Marín, Tuza, Alfonso, Maldonado, Pinqui, Cesar, Nallely, Paulino, y generación '92, con quienes compartí grandes momentos.

A mi gran amigo Miguel Amado, gracias por tu amistad, eres mi gran broder paisano.

A mi mejor amiga Gaby, gracias por tu amistad, eres una gran mujer.

A la UNAM, quiero darles las gracias por haber permitido integrarme en las filas de la máxima casa de estudios de México.

A la Facultad de Ingeniería gracias por haberme llenado de tantos conocimientos.

A mis profesores, quiero agradecerles por todos los conocimientos que me aportaron.

Al Ing. Constantino, quiero agradecerle por la confianza que me brindo y todo su valioso tiempo.

Quiero darles las gracias a Vero, Alejandra y personal que labora en SICE, por su apoyo en la elaboración de mi tesis.

## **GLOSARIO**

**Acondicionamiento de reciclables.-** Es el proceso que sufren los materiales reciclables, para dar un valor agregado que incremente su precio de venta o acondicionamiento para un mejor aprovechamiento posterior.

**Almacenamiento.-** Acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto sean recolectados y transportados a un sitio prediseñado.

**Composta.-** Es la descomposición biológica de la materia orgánica contenida en dichos residuos sólidos, tendiente a tener un humus estabilizador.

**Deshidratación.-** Es la cocción de los residuos sólidos.

**Disposición final.-** Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios en condiciones adecuadas, para evitar daños a los ecosistemas y permitir su adecuada estabilización.

**Fotodegradación.-** Es el proceso para la eliminación de los plásticos.

**Frecuencia de recolección.-** Es la periodicidad o número de veces que se presta el servicio de recolección.

**Generación.-** Es la cantidad de residuos sólidos originadas por una determinada fuente en un intervalo de tiempo.

**Hidrogenación.-** Consiste en hidrogenar la celulosa de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos.

**Hidrólisis.-** Esta técnica transforma los residuos sólidos en azúcares fermentables empleando ácido a temperaturas elevadas.

**Incineración.-** Proceso de combustión controlada para tratar los residuos sólidos.

**Lixiviado.-** Líquido contaminante que resulta del paso de agua a través de los residuos sólidos.

**Macrorruta.-** Es la asignación de los vehículos recolectores a las distintas áreas generadoras en que se divide la población.

**Microrruta.-** Es el recorrido específico de los vehículos recolectores en el área de la población donde han sido asignados.

**Oxidación.-** Consiste en oxidar los componentes orgánicos contenidos en los residuos sólidos en disolución o suspensión acuosa mediante oxidantes y oxígeno atmosférico a presión y temperatura de 300 grados centígrados.

**Pirólisis.-** Es la descomposición de la materia orgánica de los residuos sólidos efectuada a altas temperaturas en ausencia de oxígeno.

**Recolección.-** Es la acción de transferir los residuos sólidos de las fuentes generadoras hasta el vehículo recolector.

**Relleno higiénico.-** Es la disposición final de los residuos sólidos en el suelo, cubriendo en un determinado tiempo.

**Relleno sanitario.-** Método de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos municipales, de los cuales se depositan, se esparcen, compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra, al término de las operaciones del día.

**Residuo.-** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Residuo peligroso.-** Todo aquel que por sus características físicas, químicas y biológicas, representan desde su generación daño para el ambiente.

**Residuo sólido.-** Cualquiera que posea suficiente consistencia para no fluir por sí mismo.

**Residuo sólido industrial.-** Aquellos generados en cualquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación y producción.

**Residuos sólidos municipales.-** Es una mezcla heterogénea de materiales degradables y no degradables con diferentes formas y pesos volumétricos ó todos aquellos provenientes de actividades que se desarrollan en casas habitacionales, comercios, instituciones, construcciones, servicios municipales, agricultura, y en general todos aquellos que se generan en actividades municipales, que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos..

**Segregación inicial.-** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

**Tiradero a cielo abierto.-** Es la forma más generalizada de la disposición final de los residuos sólidos en nuestro país, con todos los problemas intrínsecos para la salud y el medio ambiente.

**Transferencia.-** Es el conjunto de equipos e instalaciones cuya función primordial es servir de intercambio de los residuos sólidos contenidos en los vehículos recolectores de baja capacidad a otro de mayor capacidad de manera segura, económica y eficiente.

**Transporte primario.-** En esta etapa se conducen los residuos sólidos que previamente han sido recolectados a un sitio previamente diseñado.

**Transporte secundario.-** Es la acción de transferir los residuos sólidos hasta el sitio de la disposición final una vez que pasan por la estación de transferencia o algún tratamiento.

**Tratamiento.-** Es el conjunto de transformaciones físico-químicas que sufren los residuos sólidos en la aplicación de algún método específico para lograr dicha transformación.

**Tratamientos intermedios y avanzados.-** Son procesos que permiten dar un aprovechamiento sustancial a los residuos sólidos para producir diferentes tipos de energéticos e insumos convenientes.

## **ABREVIATURAS**

BMO = Baja Mantenimiento en operación.

CNA = Comisión Nacional del Agua.

CONAPO = Consejo Nacional de Población.

D.F = Distrito Federal

D.D.F = Departamento del Distrito Federal

INE = Instituto Nacional de Ecología.

INEGI = Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

LGEEPA = Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

NOM = Normas Oficiales Mexicanas.

SEDESOL = Secretaría de Desarrollo Social.

SEMARNAT = Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales.

## **INTRODUCCIÓN**

Todos los problemas ambientales y especialmente los derivados de la contaminación del aire, agua y suelo, no son nuevos puesto que prácticamente aparecieron con el hombre, lo que se ha puesto de manifiesto ha sido su dimensión.

En cualquier sector en que el hombre se desenvuelve, la huella de su paso quedará siempre marcada por la cantidad de residuos sólidos generados; debido a que produce cantidades que sobrepasan la capacidad de asimilación de la naturaleza y aun más con la creación de tanto productos sintéticos no biodegradables.

Actualmente el principal factor que contribuye a una generación mayor de residuos sólidos, es la rapidez con la que los productos se vuelven inútiles, pasando de moda, inservibles y obsoletos; como los artículos de uso personal, electrodomésticos, muebles y automóviles; cuya reparación es más costosa que la adquisición de uno nuevo. También es muy importante la gran cantidad de bienes de uso efímero, conocidos como "desechables", envases, lápices, plumas, navajas de rasurar, pañales, etc

Los medios de comunicación a través de la publicidad determinan en gran parte los hábitos de consumo de las personas, fomentando el desarrollo de costumbres negativas como la compra de alimentos chatarra, el cual se refleja en la cantidad de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos varían según el tipo de actividad y forma de consumo de la población que los genera cambiando conforme van evolucionando éstas; hay residuos orgánicos e inorgánicos, cuya producción varía aún dentro de la misma ciudad, reflejando así la variedad de los hábitos de consumo.

México es un país con graves problemas económicos en los últimos años, situación que ha restringido la capacidad de los gobiernos federal, estatal y municipal, para realizar las obras de infraestructura y la dotación de servicios que en la vida actual reclaman las ciudades; esto es mucho más grave en los lugares turísticos, debido a que estas poblaciones han crecido en muy pocos años en forma vertiginosa y sin planeación alguna, puesto que se edificaron para acoger a muchos visitantes, pero poco esfuerzo que se hace para reparar la infraestructura y los servicios necesarios. Esto ha generado grandes problemas como el abastecimiento de agua, que llega a ser un problema patético en muchos puntos del litoral por la falta de instalaciones de saneamiento y depuración, y así mismo se encuentra el manejo integral de los residuos sólidos generados.

El aprovechamiento de los residuos sólidos a través de la recuperación selectiva de ellos, se vislumbra como una solución que puede contribuir a aliviar los problemas planteados, al disminuir dificultades de manejo y costo de eliminación, disminuyendo un poco la contaminación del ambiente.

Por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o infecciosas, diversos tipos de residuos sólidos constituyen un peligro para la salud de quienes se exponen a ellos directos o indirectamente, y para el ambiente en general.

La exposición directa ocurre cuando se entra en contacto con los residuos sólidos y vienen siendo las etapas de manejo como son la recolección, almacenamiento, transporte, separación y disposición final. Por otro lado la exposición indirecta puede ser el resultado de las emisiones de gases o de partículas suspendidas que contaminan el aire afectando así a las poblaciones vecinas, y con la filtración de sustancia tóxicas en el suelo que provocan la contaminación de las aguas.

Actualmente el problema que plantea el manejo y disposición final adecuado de los residuos sólidos generados en el país, requiere entre otras cosas la formación de registros confiables de datos obtenidos a partir de muestreos en campo que permita a los técnicos involucrados en esta área a tomar decisiones respecto a las necesidades de proyectos ejecutivos en sus alcances y los lineamientos técnicos a que deben sujetarse.

En este trabajo se realiza una breve exposición de la problemática a la que se enfrenta el municipio respecto a la generación de sus residuos sólidos, presentando las técnicas existentes para la recolección, transporte, tratamientos y disposición final, teniendo como objetivo un sistema eficaz.



## **JUSTIFICACIÓN**

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en el título cuarto menciona que es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales e industriales; incorporando técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes. (Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1996).

Actualmente la generación de residuos sólidos se ha convertido en un serio problema, debido al acelerado crecimiento poblacional que se viene registrando y con los cambios presentados respecto a los hábitos de consumo repercute en los sitios de disposición final que rápidamente se ven saturados. Dicha situación ha propiciado que la comunidad científica, relacionada con la gestión de los residuos sólidos, haya tenido que desarrollar alternativas de tratamiento, para reducir la cantidad de los residuos sólidos que llegan a la disposición final.

El mayor problema de los lugares turísticos con respecto a la recolección y eliminación de los residuos sólidos, radica en las enormes variaciones estacionales, en la producción de los mismos, en cantidad y calidad. El fuerte aumento de la población durante los fines de semana y sobre todo durante el verano, provoca un incremento de la generación diaria, que en muchos casos es del doble o el triple de la producción media anual.

Dentro de los lineamientos a seguir para una estrategia adecuada del manejo de los residuos sólidos, en este tipo de lugares, un factor muy importante es la disponibilidad del suelo, ya que resulta muy difícil encontrar terrenos disponibles.

Con la realización de este estudio se planteará una estrategia para el manejo de los residuos sólidos y contemplando la infraestructura necesarias, que facilite su accionar en estos lugares; ya que son considerados como "vírgenes", debido a que existe hasta el momento una gran demanda del sector turístico.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Proponer alternativas para mejorar el sistema de manejo de los residuos sólidos.

### **Objetivos particulares.**

1. Realizar el diagnóstico de la situación actual del sistema de limpia, tanto de la capacidad técnica como de su infraestructura.
2. Obtención de subproductos para su aprovechamiento.
3. Diseñar rutas de recolección.
4. Revisión del reglamento de limpia, para su implementación.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES.**

- A) Para la realización del estudio se efectuó un recorrido por la zona, identificando el tipo de vivienda y servicios con que cuentan y posteriormente hacer las consideraciones necesarias para cada estrato socio económico
- B) Para la realización del estudio se requirió el apoyo de la Presidencia Municipal (Servicios Públicos Municipales) y Regidor de Ecología (Lic. Silvestre Pacheco León).
- C) El estudio de generación se realizó de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas.  
NOM-AA-61-1985 Determinación de la generación  
NOM-AA-15-1985 Muestreo-método de cuarteo.  
NOM-AA-19-1985 Peso volumétrico "in-situ"  
NOM-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos.

## ***I DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL***

De acuerdo a las necesidades originadas por el nuevo desarrollo turístico, se fortaleció y modificó las relaciones con otras áreas pobladas de menor importancia que circundan el área principal; estas pequeñas localidades tienen relaciones directas con Ixtapa-Zihuatanejo, ya sea, por el suministro de productos básicos o por la provisión de mano de obra, conformando así la denominada micro-región, integrada por dos grupos, el primero ubicado al noroeste dentro del cual se tiene a la comunidad de Pantla, Barrio Nuevo, Salitrera, San José Ixtapa (Barrio Viejo), Barbulillas, La Puerta y El Posquelite. El segundo grupo al sureste esta conformado por las comunidades del Coacoyul, Los Reyes, Aeropuerto, San Miguelito, Almendros, Achotes y El Zarco.

Todas estas comunidades en conjunto con Ixtapa-Zihuatanejo tuvieron un incremento considerablemente de su población, por lo cual se busca en estos últimos años responder a una mayor demanda del sector turístico. Con el crecimiento poblacional que se ha venido presentado, la autoridad municipal no ha sido capaz de crecer de la misma forma para poder recolectar y disponer adecuadamente los residuos sólidos generados, sin causar daño alguno al medio ambiente como se viene dando.

## ***CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIDAD***

Zihuatanejo se localiza en la parte oeste del estado de Guerrero a 240 Km. al norte del puerto de Acapulco, es cabecera del municipio de José Azueta. Sus coordenadas geográficas son longitud oeste 101°33', latitud norte 17°40' y una altura de 5 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Coahuayutla, al este con Petatlán, al oeste con La Unión y al sur con el Océano Pacífico.

Ixtapa-Zihuatanejo se desarrolla en una superficie total de 4,245 has. El 53% de ellas corresponden a áreas urbanas; el 30.5% a espacio territorial turístico y el 15.2% restante del área total, se destina a la conservación.

El nivel socioeconómico más característico es el medio, que representa el 65% y esta dimensionado en la mancha urbana, le antecede en porcentaje el nivel bajo con el 30% ubicado en la periferia de la ciudad, y por ultimo, el estrato socioeconómico alto que representa el menor porcentaje con solo el 5%, ubicado en tres colonias residenciales.

Dentro de los aspectos económicos de la población cabe mencionar que el 10% de ella esta relacionada con la producción primaria y el 90% restante con la terciaria. Las principales actividades por orden de importancia son: comercio, servicios, industria, pesca, ganadería y agricultura.

En cuanto a vías y medios de comunicación, se cuenta con una carretera federal transitable todo el año, se tiene servicios de correo, teléfono, telégrafo, periódico, radio y radioteléfono. Existen cuatro líneas de camiones que dan servicios foráneos, cuenta con una central camionera y un aeropuerto internacional de 450 millas.

Por lo que toca a servicios urbanos en agua potable, alcantarillado y energía eléctrica, el municipio solo cubre un 60% de la atención a la población.

La topografía es de fuertes pendientes al mar, con porciones planas, intermedias. El área colindante con la planicie costera es angosta, de fuertes pendientes y acantilados hacia el mar con porciones planas intermedias.

La sierra esta cortada por numerosos barrancos que escurren hacia el océano. Las pendientes transversales suavizan hasta convertirse en una planicie que se ensancha notablemente, como se observa en los valles "la Puerta" de Ixtapa. La morfología de esta costa es irregular. La topografía que conforma la parte de la costa desde la playa La Majahua hasta el límite con el río Ixtapa, con una extensión aproximada de 25 Km. Se presenta en variadas superficies, algunas de tipo montañosas, otras con ligeras pendientes y la parte plana que desciende paulatinamente hacia el océano. La clasificación de las pendientes esta basada en la dificultad física del aprovechamiento del suelo, los problemas de acceso a áreas y barridas de zona hacia áreas urbanas.

El clima prevaleciente en la región es cálido-subhúmedo con una precipitación media anual de 1200 mm y régimen de lluvias en verano (junio-septiembre). Las temperaturas mínima, media y máxima son de 20.3, 22.7 y 33°C respectivamente. Se cuenta con 210 días soleados, 80 nublados y 75 lluviosos al año.

La red hidrográfica de la zona esta formada por corrientes que se originan en la sierra madre del sur como el río Ixtapa, o en las estribaciones próximas a la planicie costera. El análisis de la hidrología subterránea, señala que la zona dispone de un volumen anual de infiltración de unos 1,600 millones de m<sup>3</sup>, considerando precipitaciones, evapotranspiración y escurrimiento.

Los vientos dominantes provienen del noroeste en el periodo de septiembre a mayo con una velocidad máxima aproximada de 4.2 m/seg. Durante junio, julio y agosto provienen del este con igual velocidad.

Las condiciones climáticas propician diferentes variedades de vegetación, de la orilla de las playas hasta la cima de la duna están compuestas por las plantas rastreras. Otro grupo crece bajo la cima de las dunas hasta la orilla de la laguna, siendo la especie más abundante la palma en sus diferentes variedades. Los manglares se presentan en las orillas de los esteros y desembocaduras de los ríos. La altura de sus especies es de aproximadamente 4 m. En el interior de la zona, la vegetación predominante es la selva mediana subperinifolia.

El tipo de suelo predominante de acuerdo al estudio geológico, demuestra que las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias cubren una gran extensión del área y que los acuíferos principales se localizan en los sedimentos aluviales que rellenan los valles de las cuencas estudiadas.

Para la zona del desarrollo turístico de Ixtapa-Zihuatanejo, las lluvias se presentan en parte de junio, julio, agosto y septiembre. Su precipitación media es de 1,500 mm. La precipitación media anual en la región de la costa grande es de 1,311 mm aproximadamente.

En el municipio de José Azueta, la micro región que se analiza esta integrada por las localidades ya mencionadas, las cuales se muestran en la tabla 1.1

**Tabla 1.1**  
**Localidades que integran la micro región**

| MUNICIPIO / LOCALIDAD          | POBLACION TOTAL 1995 |
|--------------------------------|----------------------|
| José Azueta                    | 87,161               |
| Zihuatanejo                    | 54,537               |
| Achotes, Los                   | 702                  |
| Aeropuerto, Colonia            | 925                  |
| Almendros, Los                 | 950                  |
| Ampliación las Chiveras        | 64                   |
| Barbulillas                    | 287                  |
| Barrio Nuevo                   | 786                  |
| Buena Vista                    | 826                  |
| Chiveras, Las (Col. los reyes) | 629                  |
| Coacoyul                       | 5,167                |
| Ixtapa                         | 1,243                |
| Pantla                         | 3,309                |
| Posquelite, El                 | 478                  |
| Pozas, Las (Vista Hermosa)     | 574                  |
| Puerta, La (Puerta Ixtapa)     | 197                  |
| Salitrera                      | 942                  |
| San José Ixtapa (Barrio Viejo) | 5,257                |
| San Miguelto                   | 908                  |
| Zarco, El                      | 683                  |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>78,464</b>        |

Fuente: Guerrero conteo 1995. resultados definitivos. Tabuladores básicos INEGI 1996.

En lo que se refiere a la población, el municipio de José Azueta, ha experimentado un importante crecimiento, durante 1960 la población se incremento de manera natural al pasar de 9,693 habitantes a 17,973 habitantes en diez años con una tasa de crecimiento del 6.55%.

A partir de los 70's debido a la inversión del Gobierno Federal, se pone en marcha el desarrollo turístico de Ixtapa-Zihuatanejo. Los desfases en el proyecto turístico y la inversión privada para la construcción de los grandes hoteles hasta 1979, frenaron el proceso migratorio hacia finales de esa época, por lo que la población en 1980 paso a 25,761 habitantes con una tasa de crecimiento del 3.5%.

La explosión demográfica sustantiva se dio hasta el periodo de 1980 - 1990 en que se intensificaron las inversiones y por lo tanto el flujo migratorio que trae consigo las expectativas del empleo, impactando el crecimiento demográfico pasando a 63,366 habitantes con una tasa de crecimiento de 9.65%.

De acuerdo con el conteo efectuado en 1995, en el ámbito municipal, se registra una población de 87,193 habitantes (el conteo registra una variación de cifras señalando también 87,161 habitantes) cuya tasa de crecimiento es del orden de 5.8% muy superior a las tasas inter

censales 1990 - 1995 registradas para Guerrero que es de 1.90% y la regional que es de 2.57% (Fuente: la población de los municipios de México 1950 - 90) y evolución de las ciudades de México 1900 - 1990 Conapo.

En lo que respecta a la migración, Guerrero se ha considerado como un estado de débil expulsión es decir, al tomarse el efecto combinado de la inmigración y de la emigración el saldo neto que se obtiene es negativo, pero poco significativo con respecto al total de la población residente,

La tabla 1.2 muestra los resultados del calculo de la población para Zihuatanejo, para el año 2000 empleando diferentes métodos y la tabla 1.3 nos muestra la proyección de la población según la CONAPO.

**Calculo de la población.**

**Tabla 1.2**  
**Población media de Zihuatanejo de 1995 - 2000**

| METODO                    | AÑO   |        |        |        |        |        |
|---------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           | 1995  | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   |
| Incrementos diferenciales |       |        |        |        |        | 93963  |
| Progresión aritmetica     | 52549 | 55593  | 58637  | 61681  | 64725  | 67669  |
| Método porcentual         | 63452 | 70555  | 78453  | 87234  | 96999  | 107857 |
| Tasa de crecimiento       | 47426 | 49138  | 50729  | 52263  | 53717  | 55095  |
| Progresión geometrica     | 86904 | 102905 | 121853 | 144290 | 170860 | 202321 |

**Tabla 1.3**  
**Población media de Zihuatanejo de 1995 - 2000 (CONAPO)**

| AÑO              | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   | 1999    | 2000    |
|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| <b>POBLACION</b> | 87,604 | 91,662 | 95,772 | 99,929 | 104,130 | 112,651 |

Fuente: Conapo.

De acuerdo a los datos del INEGI, la población para el año 1995, del municipio de José Azueta es de 87,161 habitantes y para el año 2000 es de 95,448 habitantes, mientras que para Zihuatanejo para el año 1995 su población era de 54,537 habitantes, haciendo una relación entre los datos del municipio de José azueta y Zihuatanejo, para el año 2000 le corresponderán 59,723 habitantes.

Observando los resultados de las proyecciones para Zihuatanejo, y de acuerdo al análisis anteriormente descrito se tomarán los resultados del método de progresión aritmética y el de la

tasa de crecimiento, el cual se obtendrá un promedio que será el dato con el que se trabajara en este trabajo, siendo su población para el año 2000 de 61,382 habitantes.

## **1.1. PRINCIPALES FUENTES GENERADORAS.**

El acelerado crecimiento demográfico que ha sufrido Zihuatanejo, con la adopción de nuevos patrones de consumo del hombre, han elevado considerablemente la generación de los residuos sólidos.

Todas las ciudades turísticas presentan graves problemas por el tipo de fuentes generadoras que se encuentran dentro del lugar; debido a la vocación del puerto se puede apreciar que existe tendencia hacia las siguientes fuentes generadoras de residuos sólidos como son:

- Hoteles
- Restaurantes
- Bares
- Comercios
- Mercados
- Hospitales
- Instituciones educativas
- Unidades habitacional plurifamiliar y unifamiliar

Dichas fuentes, cuentan con una generación muy variable que va acorde a la época del año, lo que las hace diferentes de una ciudad industrial, por ejemplo:

El área correspondiente a Zihuatanejo, se le ha desarrollado un análisis de centroides urbanos, de acuerdo a los resultados se tiene que el área que se considera la ciudad central se ha desplazado desde la manzana de la plaza de armas y el puerto correspondiente a la ciudad antigua.

Esta zona incluye el mayor núcleo de zonas habitacionales de alto ingreso, de servicios médicos y comerciales y el turismo, hasta el patio de encierro de los camiones del servicio de limpia se ubica esta zona, por lo mismo es el área de mayor redundancia en el servicio y mayor eficiencia.

Las demás áreas se pueden clasificar como el puerto, en donde se concentra el área comercial propiamente dicha, incluyendo el mercado, los restaurantes y alguno de los hoteles de bajo precio de Zihuatanejo, la zona de las playas y el resto son unidades habitacionales y colonias de bajos ingresos o de plano asentamientos irregulares.

La Ciudad de Zihuatanejo fue tratada con la técnica de la ciudad central para determinar cuales de las áreas recibían mejor atención y cuales no, se puede ver en el primer cuadro que existe un desplazamiento de la ciudad central que ya no se ubica en el primer cuadro, al igual que muchas ciudades del país la parte más importante se desplazo hacia zonas con ventajas en servicios altamente especializados (bancos, hospitales, escuelas, etc.) Y de zonas habitacionales de altos ingresos como lo indica en el plano No.1(Ver anexo 2.)

De acuerdo con los datos registrados por parte del municipio se recolectan en promedio 75 toneladas de residuos sólidos registrada en estos dos años como se muestra en la tabla 1.1.1, destacando que los datos son aproximados, ya que nunca se pesan los camiones que entran al tiradero a depositar los residuos sólidos que transportan, ya que no existe control para entrar a dicho sitio.

**Tabla 1.1.1**

**Reportes de generación de 1997 y 1998.**

| <b>MES</b>   | <b>1997 (ton.)</b> | <b>1998 (ton.)</b> |
|--------------|--------------------|--------------------|
| Enero        | 2522               | 2470               |
| Febrero      | 3231               | 2218               |
| Marzo        | 1085               | 1943               |
| Abril        | 1568               | 2057               |
| Mayo         | 2148               | 2531               |
| Junio        | 1783               | 2500               |
| Julio        | 1474               | 2757               |
| Agosto       | 2161               | 2790               |
| Septiembre   | 2050               | 2969               |
| Octubre      | 2236               | 2290               |
| Noviembre    | 1638               | 2315               |
| Diciembre    | 2778               | 3323               |
| <b>TOTAL</b> | <b>24674</b>       | <b>30163</b>       |

Fuente: Servicios Públicos Municipales.

De acuerdo a los datos presentados en la tabla, el departamento de limpia recolectaba diariamente en promedio 75 Ton./día.



## 1.2. TIPO DE ALMACENAMIENTO.

Almacenamiento es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos; para posteriormente ser transportados a un sitio prediseñado; destacando que Zihuatanejo como cualquier otra población presenta grandes carencias de contenedores estándar dentro de las fuentes generadoras.

En la actualidad el almacenamiento se realiza utilizando recipientes improvisados y con un mínimo de seguridad, tanto a nivel domestico, como comercial, provocando una lentitud en la recolección y aumentando el costo de la misma, así como los grandes riesgos entre el personal operativos como se muestra en la figura 1.2.1.

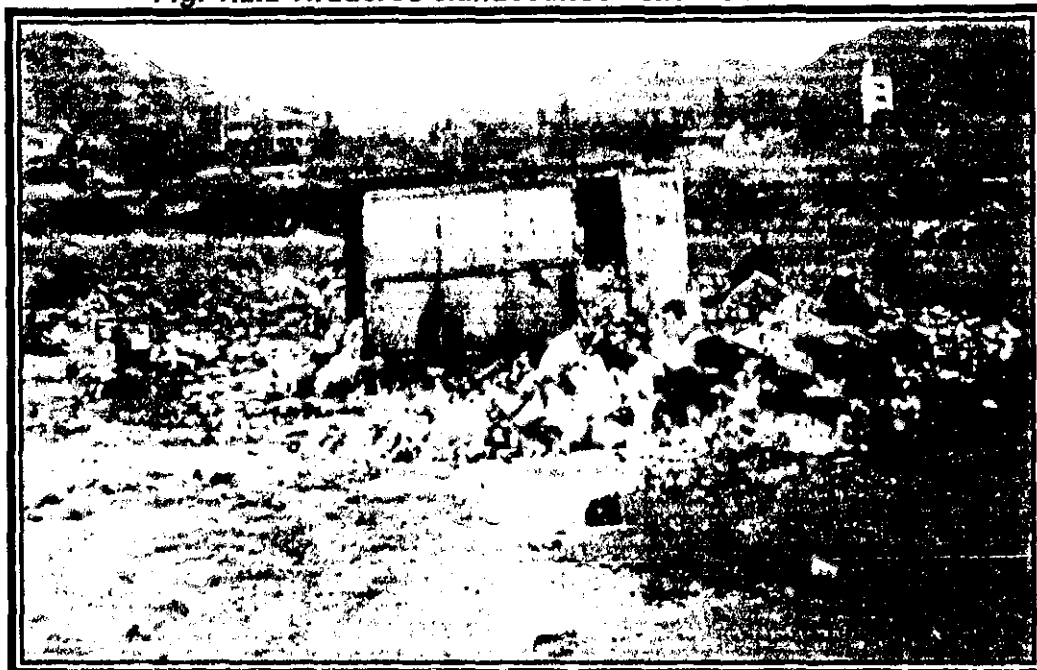
*Fig. 1.2.1 dificultades para la carga del contenedor.*



De igual manera un almacenamiento inadecuado ha venido afectando la imagen urbana de Zihuatanejo, ya que del diario encontramos residuos sólidos en calles, avenidas, mercados, lotes baldíos y, en general en la mayoría de los lugares públicos, provocando el incremento de la fauna nociva, gérmenes patógenos que trae como consecuencia el bloqueo de las alcantarillas.

Esta situación se viene dando por algunas actitudes negativas por parte de la población, en la medida en que son descuidadas las reglas de seguridad de los recipientes que son colocados en la vía pública, o bien al utilizar lugares inapropiados, provocando con ello el surgimiento de los pequeños tiraderos clandestinos dentro de la ciudad, figura 1.2.2.

**Fig. 1.2.2 Tiraderos clandestinos dentro de la ciudad.**



Sin embargo, la ausencia de programas de concientización hacia la población, así como la utilización de equipo inadecuado de almacenamiento de residuos sólidos y las limitaciones de los habitantes van contribuyendo a la agudización de los problemas higiénicos y ambientales.

Para que un almacenamiento funcione, es necesario que los contenedores sean acordes al sistema de recolección y conjuntamente ajustarse a las necesidades.

En el caso de los almacenamientos domiciliarios, los depósitos constituyen una gran variedad de recipientes, formados por:

- a) Botes
- b) Cajas de madera
- c) Cajas de plástico
- d) Bolsas
- e) Costales
- f) Tambos.

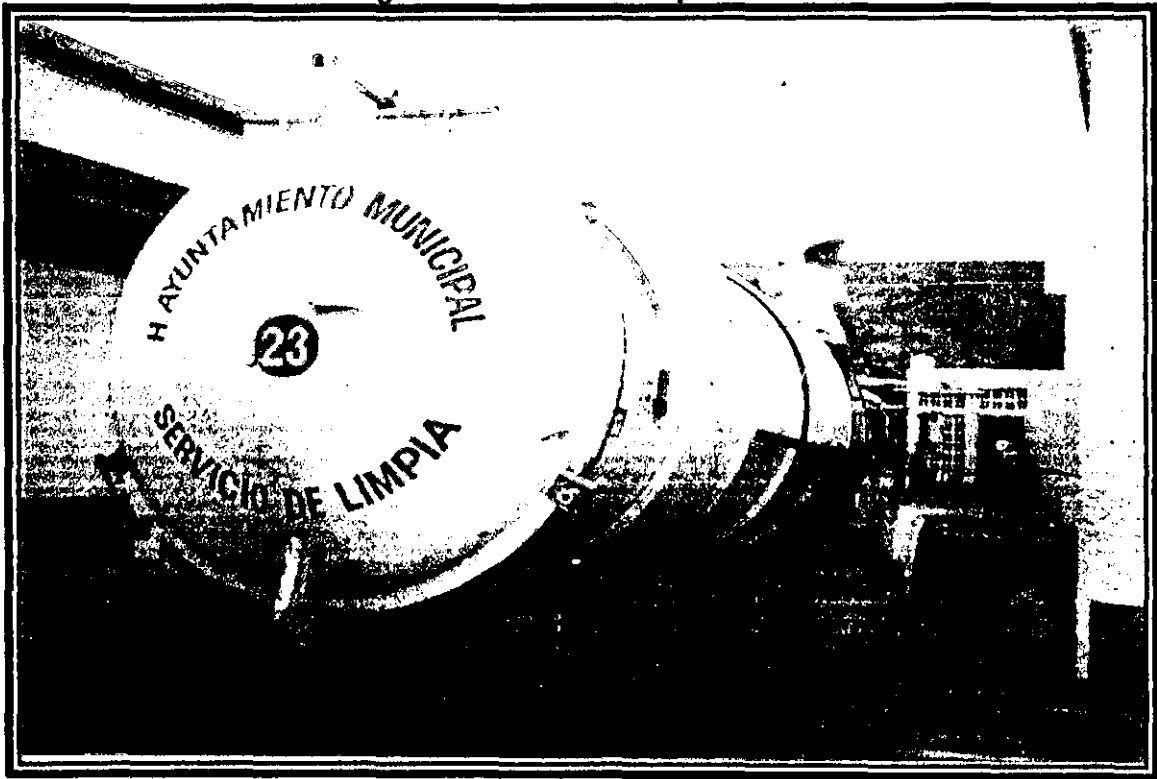
Estos recipientes son de diferentes formas y tamaños, en su mayoría descubiertos que prácticamente no presentan ninguna protección contra: moscas, ratas, perros y gatos, que los tiran y hacen más peligrosos para la salud pública.

Desde luego, muchas de las malas prácticas realizadas por los vecinos en este aspecto, además de las causas anteriores, obedece en gran parte, a las deficiencias con que se lleva a cabo el servicio.

En los centros de gran generación como los hoteles, restaurantes, mercados y centros comerciales no cuentan con algún tipo de contenedor acorde a la generación por almacenar, utilizando en gran parte los tambos de 200 lts, lo cual ocasiona muchos accidentes al personal operativo; mas sin embargo dichas fuentes generadoras perciben un ingreso debido a su actividad, y se puede pensar que bien pueden diseñar algún tipo de contenedor adecuado, y que facilite el accionar de la recolección.

Un caso muy especial son los residuos hospitalarios, que por sus características no deben recolectarse y disponerse de igual forma que los residuos domiciliarios; mas sin embargo se corren todos los riesgos al efectuar estas las actividades, como se presenta en la figura 1.2.3.

*Fig. 1.2.3 Residuos hospitalarios*



## RECOLECCIÓN.

Recolección es una de las etapas más importantes del manejo de los residuos sólidos, ya que dentro de los mismos se plasmará la frecuencia de recolección conjuntamente con el microrroteo, lo que permite proporcionar mejor servicio a un menor costo.

El departamento de limpia no cuenta con rutas de recolección, la asignación de áreas o colonias se realiza a un chofer, el cual hace el microrroteo diario, siendo él la persona que decide por que calle pasar, a que hora, para facilitar su trabajo debido a que no se cuenta con personal que supervise los trabajos.

Indiscutiblemente existe una cantidad enorme de vicios por parte de la cuadrilla de recolección, ocasionando que el costo de la misma aumente, ya que en muchas ocasiones se descuida el área asignada para prestar el servicio a particulares, lo cual en ocasiones abarca todo su turno, esto se da cuando tienen que retirar escombros, residuos de árboles y acarreo de materiales pétreos, para lo cual ponen su tarifa o a cambio reciben una gratificación o ciertos productos, con el cual pueden tener un servicio especial, provocando que trunquen el recorrido para desviarse a ese sitio.

Es destacable la forma en como se realiza la recolección, ya que no se cuenta con algún método de recolección definido para ninguna zona, lo que permite que las personas saquen sus contenedores a los sitios anteriormente descritos, o en ocasiones algunos acuden al camión recolector, lo que sí realiza la cuadrilla es levantar los residuos sólidos de su zona como se muestra en la figura 1.2.4. Si por algún motivo pasa un camión por determinada zona, que lleva varios días sin que se le preste el servicio de recolección o en determinada sitio existen muchos residuos sólidos, el cual los vecinos le piden que los levanten no los hacen argumentando que no les pertenece dicha área, además si dentro de su área existen residuos de jardinería o colchones no los levantan al menos que se les ofrezca una propina.

**Fig. 1.2.4 Limpieza de un punto de recolección**



La asignación de las áreas o colonias se les asignan a los chóferes verbalmente y se les permite en muchas ocasiones ir a hacer servicio a particulares, después de haber terminado su área.

### **SISTEMA DE RECOLECCIÓN.**

Zihuatanejo cuenta con cuatro sistemas de recolección de residuos sólidos en donde participan: el Municipio, Baja Mantenimiento en Operación (BMO), SEMARNAT y Patronato Viva Bahía.

#### **El Municipio realiza las siguientes actividades.**

- Recolección del área urbana de Zihuatanejo, incluyendo clínicas y hospitales, autoservicios, mercados, aserraderos de madera y residuos del rastro municipal.
- Recolección de residuos sólidos en la zona hotelera de Ixtapa.
- Limpieza de jardinería, camellones, áreas verdes, canales y arroyos.
- Recolección de residuos sólidos de comunidades cercanas: Zarco, Achotes, Almendros, Aeropuerto, Coacoyul, Los Reyes, Posquelite, La Puerta, San José Ixtapa, Barrio Nuevo y Pantla.

#### **Baja Mantenimiento en Operación (BMO):**

- Limpieza de boulevard Ixtapa a partir de la desviación de la carretera 200.
- Limpieza y recolección de área urbana de Ixtapa Villa Las Garzas, Villa Pelicanos, Club de Golf, condominios y Centro Comercial Ixtapa.
- Limpieza de jardinería, camellones y áreas verdes públicas de Ixtapa.

#### **SEMARNAT:**

- Limpieza y recolección de residuos sólidos de playas publicas no concesionadas.
- Playas: la ropa, la madera, principal de Zihuatanejo, las gatas y playa larga.
- Limpieza de calles de la colonia agua de correa, así como el canal la boquita en época de lluvias.

#### **Patronato Viva Bahía:**

- Limpieza del área urbana de Zihuatanejo.
- Limpieza y recolección de residuos sólidos de playa las gatas y principal de Zihuatanejo en los sábados.

El servicio de recolección por parte del municipio se presenta en dos turnos (matutino y vespertino), con un total de 16 rutas, 12 de ellas son en el turno matutino y 4 en el vespertino, la recolección se realiza de lunes a sábado y el domingo se atiende a la colonia centro de Zihuatanejo (primer cuadro) en el turno matutino y en el vespertino a Playa Linda y al mercado Central de este puerto, como se muestra en la tabla 1.2.1. que además nos presenta las rutas donde se presta el servicio en el municipio, así mismo las rutas para Zihuatanejo, se muestran en el plano No. 2 (Ver anexo 2 ).

Las deficiencias en la recolección son básicamente por:

- Exceso de mandos intermedios (burocratismo).
- Mala distribución del personal.
- Vehículos no apropiados (camión volteo).
- Falta de mantenimiento al parque vehicular.

- Falta de herramienta indispensable (escobas, palas, guantes, uniformes, etc.)
- No se cuenta con bitácora del mantenimiento del parque vehicular.
- No existen microrrutas (el chofer hace el microrruteo).
- Los camiones son desviados de sus rutas, para el acarreo de materiales pétreos, madera, etc. que solicitan las personas de esta comunidad.
- Existen demasiadas rutas y muy pocos vehículos funcionando.
- Se trabaja exclusivamente por rutas.

**Tabla 1.2.1**

**RUTAS DE RECOLECCION  
(TURNO MATUTINO)**

| RUTA | Nº CAMION | COLONIAS ATENDIDAS  |
|------|-----------|---|
| 01   | 15        | AV. MORELOS, COLONIA CENTRO Y SUPERMANZANA IV (OFICINAS DE                                |
| 02   | 23        | SUPERMANZANA V (AV. BENITO JUAREZ AL  |
| 03   | 02        | COL. LA ROPA, LA MADERA Y DARIO GALEANA.  |
| 04   | 10        | SECTOR INDUSTRIAL, PARTES BAJAS DE LA COLONIA MORELOS, HASTA CALLE 4, COL. 12 MARZO.      |
| 05   | 09        | COL. EL HUJAL, LA CORREA Y LA ESPERANZA.  |
| 06   | 01        | INFONAVIT EL HUJAL Y LA PUERTA  |
| 07   | 08        | FOVISTE, COL. LIMON, PARAISO, 24 DE ABRIL Y RASTRO MUNICIPAL.                             |
| 08   | 25        | COL. VICENTE GUERRERO A CALLE TLALOC COL. CUAUHEMOC.                                      |
| 09   | 18        | CALLE TLALOC COL. CUAUHEMOC A PUERTO MIO.   |
| 10   | 04        | COL. LA PRESA I Y II; BARRIL I, II Y III; MIRAMAR; PARTES ALTAS DE LAS COLONIAS MORELOS A |
|      |           | NUEVO AMANECER Y VICENTE GUERRERO A PUERTO MIO.   |
| 11   | 32        | ZONA HOTELERA DE IXTAPA.  |
| 12   | 33        | ZONA HOTELERA DE IXTAPA.  |

**RUTAS DE RECOLECCION  
(TURNO VESPERTINO)**

| RUTA | Nº CAMION | COLONIAS ATENDIDAS  |
|------|-----------|---|
| 13   |           | AV. MORELOS, COL. CENTRO Y SUPERMANZANA (OFICINA S.C.T. ).                                  |
| 14   |           | MERCADO MUNICIPAL DE ZIHUATANEJO.   |
| 15   |           | CONTENEDORES: IMSS, PEPSI, CORONA, TAQUERIA EL SANCA, LAS SALINAS Y PLAYA LINDA.            |
| 16   |           | COMUNIDADES COMO SON: ACHOTES, ALMENDROS, AEROPUERTO, POSQUELITE, SAN JOSE IXTAPA Y PANTLA. |

**NOTA: NO TIENEN CAMION ASIGNADO**

fuelle: Servicios Públicos Municipales

***Tiempos y movimientos de las rutas de recolección.***

Una vez obtenidas las rutas de recolección utilizadas por el departamento de limpia, se prosiguió a realizar el análisis de los tiempos y movimientos de cada una, su microrroteo se presenta en el plano No. 3 ( Ver anexo 2); así mismo la tabla 1.2.2 nos muestra los tiempos empleados en cada una de ellas, se consideró una jornada de trabajo de ocho horas, lo cual permitió ver las deficiencias presentadas en las mismas y además, ver con que tipo de fuentes generadoras cuentan y la infraestructura de cada colonia.

MANEJO DE LOS RECURSOS VEHICULARES

**Tabla 1.2.2. Tiempos y movimientos de las rutas de recolección.**

| RUTA      | No. DE CAMION | VIAJE | TIEMPO EN MINUTOS        |             |                          |          |                         |                              |        | TIEMPO TOTAL EN HORAS |       |
|-----------|---------------|-------|--------------------------|-------------|--------------------------|----------|-------------------------|------------------------------|--------|-----------------------|-------|
|           |               |       | INICIO DE LA RECOLECCIÓN | RECOLECCION | IR A DESCARGAR           | DESCARGA | REGRESO A LA RECOLECCIO | REGRESO AL PATIO DE ENCIERRO | PROPIO |                       |       |
| (Ruta 1)  | 15            | 1     | 15                       | 380         | 40                       | 5        |                         |                              | 30     | 470                   | 7.83  |
| (Ruta 2)  | 23            | 1     | 30                       | 283         | 47                       | 7        | 33                      |                              |        | 400                   | 10.83 |
|           |               | 2     |                          | 185         | 25                       | 5        |                         | 35                           |        | 250                   |       |
| (Ruta 3)  | 2             | 1     | 20                       | 116         | 29                       | 10       | 25                      |                              |        | 200                   | 7.33  |
|           |               | 2     |                          | 180         | 30                       | 5        |                         | 25                           |        | 240                   |       |
| (Ruta 4)  | 10            | 1     | 35                       | 150         | 35                       | 5        | 30                      |                              |        | 255                   | 8.83  |
|           |               | 2     |                          | 205         | 35                       | 5        |                         | 30                           |        | 275                   |       |
| (Ruta 5)  | 9             | 1     | 25                       | 125         | 30                       | 3        | 32                      |                              |        | 215                   | 7.43  |
|           |               | 2     |                          | 173         | 28                       | 5        |                         | 25                           |        | 231                   |       |
| (Ruta 6)  | 1             | 1     | 22                       | 110         | 21                       | 6        | 59                      |                              |        | 218                   | 7.91  |
|           |               | 2     |                          | 84          | 23                       | 5        | 16                      |                              |        | 128                   |       |
|           |               | 3     |                          | 86          | 16                       | 6        |                         | 21                           |        | 129                   |       |
| (Ruta 7)  | 8             | 1     | 28                       | 111         | 32                       | 6        | 17                      |                              |        | 194                   | 8.05  |
|           |               | 2     |                          | 119         | 23                       | 5        | 33                      |                              |        | 180                   |       |
|           |               | 3     |                          | 104         | Dejo el camión con carga |          |                         | 5                            |        | 109                   |       |
| (Ruta 8)  | 25            | 1     | 15                       | 125         | 30                       | 5        | 20                      |                              |        | 195                   | 5.92  |
|           |               | 2     |                          | 115         | 25                       | 5        |                         | 15                           |        | 160                   |       |
| (Ruta 9)  | 18            | 1     | 22                       | 120         | 23                       | 6        | 39                      |                              |        | 210                   | 6.5   |
|           |               | 2     |                          | 87          | 48                       | 5        |                         | 40                           |        | 180                   |       |
| (Ruta 10) | 4             | 1     | 23                       | 153         | 32                       | 7        | 35                      |                              |        | 227                   | 8.43  |
|           |               | 2     |                          | 97          | 28                       | 6        |                         | 31                           |        | 162                   |       |
|           |               | 3     |                          | 65          | 22                       | 5        |                         | 25                           |        | 117                   |       |
| (Ruta 11) | 32            | 1     | 28                       | 167         | 18                       | 6        | 13                      |                              |        | 232                   | 7.25  |
|           |               | 2     |                          | 148         | 17                       | 6        |                         | 32                           |        | 203                   |       |
| (Ruta 12) | 33            | 1     | 29                       | 156         | 15                       | 4        | 13                      |                              |        | 188                   | 6.35  |
|           |               |       |                          | 146         | 14                       | 5        |                         | 28                           |        | 193                   |       |
| (Ruta 13) |               | 1     | 21                       | 156         | 32                       | 8        |                         |                              | 31     | 248                   | 4.13  |
| (Ruta 14) |               | 1     | 8                        | 135         | 35                       | 8        |                         |                              | 28     | 214                   | 2.56  |
| (Ruta 15) |               | 1     | 10                       | 183         | 29                       | 5        |                         |                              | 25     | 242                   | 4.03  |
| (Ruta 16) |               | 1     | 34                       | 230         | 48                       | 5        |                         |                              | 23     | 340                   | 5.66  |

Rutas del turno vespertino y no tienen camión asignado.



## **TRANSPORTE.**

Gran parte de los problemas suscitados en la recolección se le atribuyen al parque vehicular, debido a que se encuentra en malas condiciones por lo que constantemente están en reparación, y como no cuentan con refacciones en almacén, se tienen que solicitar a través de una requisición y durante los tramites burocráticos a seguir se pierde mucho tiempo, que en ocasiones llegan a ser de días para conseguirlas la autorización; aunque parezca exagerado existen ocasiones en que los vehículos están en el taller por refacciones que su costo asciende a \$50.00 y se pierde mucho más debido a que el chofer y la cuadrilla no salen a trabajar.

Existen muchos problemas entre los chóferes debido a que un camión es operado por varias personas, razón por la cual el personal del primer turno llega después de la hora de salida con el fin de que su camión no salga a trabajar el siguiente turno.

Existen demasiados chóferes dentro del departamento de limpia y todos cuentan con un área asignadas para trabajar lo mismo que una cuadrilla que se integra de tres ayudantes, todo esto complica el accionar del trabajo por que los vehículos que se encuentran en servicio son muy pocos, además de que existe una incongruencia por parte de la persona que distribuyo las áreas por trabajarse cada día, debido a que existen colonias como el centro que son privilegiadas al contar con el servicio en el turno matutino y vespertino, sin importar que existen colonias que llevan días sin prestarle el servicio.

La falta de organización a dado lugar a conflictos internos, debido a que si al chofer del turno vespertino se le descompone el camión en su ruta, regresa al patio de encierro y si por algún motivo no existe personal en ese momento, deja las llaves del camión y un recado de la ubicación donde se le descompuso, por lo que no se presenta al siguiente día para trasladarse con los mecánicos, en cambio se presenta a su turno para que le asignen nuevamente otro camión.

No se cuenta con bitácora de los servicios realizados a los camiones, esto por que no se realiza tal, debido a que lo único que se hace es checar que anden a nivel los aceites y si llegase hacer falta se le coloca hasta ponerlos a nivel, y la única manera en que se paran es cuando requieren del cambio de alguna pieza de lo contrario así los trabajan.

A pesar de que los vehículos no son los adecuados para estos trabajos se hacen esfuerzos en vano, ya que muchas veces se busca sacar provecho a los camiones ya que los utilizan para el acarreo de materiales pétreos.

El departamento de limpia cuenta con el siguiente parque vehicular, tal como se muestra en la tabla 1.2.3, en donde se presentan las características de los mismos y el estado en que se encuentran.

**Tabla 1.2.3**

**PARQUE VEHICULAR**

| VEHICULO | MARCA     | TIPO            | Nº. DE SERIE      | Nº. DE MOTOR    | ESTADO FISICO |   |   | OBSERVACIONES     |
|----------|-----------|-----------------|-------------------|-----------------|---------------|---|---|-------------------|
|          |           |                 |                   |                 | B             | R | M |                   |
| 01       | DODGE     | VOLTEO          | 9547              | RM501954        |               | X |   | FUERA DE SERVICIO |
| 02       | DINA      | VOLTEO          |                   |                 |               |   | X |                   |
| 03       | FAMSA     | VOLTEO          |                   |                 |               | X |   |                   |
| 04       | DINA      | VOLTEO          |                   |                 |               | X |   |                   |
| 08       | DINA      | VOLTEO          | 00799             | 4086MZU0877174  |               | X |   |                   |
| 09       | DINA      | VOLTEO          | 00788             | 468GM2V0878403  |               | X |   |                   |
| 10       | DINA      | VOLTEO          | 00789             | 408GM2V0878627  |               | X |   |                   |
| 15       | DINA      | CAMION          | 150X3669CO        | TU016403882V03  |               | X |   |                   |
| 18       | DINA      | VOLTEO          | 00791             | 4089M2U0878416  |               | X |   |                   |
| 20       | CHEVROLET | PICK-UP         | 3GCEC30L8ML32773  | 8436572         |               | X |   |                   |
| 23       | DINA      | CAMION PRENSA   | 09819             | 3711404AL1      |               | X |   |                   |
| 25       | DINA      | VOLTEO          | 159043C2          | 1815307C1       |               | X |   |                   |
| 26       | DINA      | VOLTEO          |                   |                 |               |   | X | FUERA DE SERVICIO |
| 27       | DODGE     | CAMION PRENSA   | PM129480          | 4344000         |               |   | X | FUERA DE SERVICIO |
| 30       | CHEVROLET | PICK-UP         | 3GCEC20171M142186 | 934111447       |               | X |   |                   |
| 31       | DODGE     | VOLTEO          | PM163692          | 9539            |               | X |   | ACTUALMENTE N°2   |
| 32       | FAMSA     | VOLTEO          | 1314UMEDO3955     | 300900006976168 |               | X |   |                   |
| 33       | DINA      | VOLTEO          | 00786             |                 |               | X |   |                   |
| S/N      |           | TRACTOR-D4      |                   |                 |               |   | X | FUERA DE SERVICIO |
| S/N      |           | TRACTOR-D4      |                   |                 |               |   | X | FUERA DE SERVICIO |
| S/N      |           | TRACTOR-D4      |                   |                 |               |   | X | FUERA DE SERVICIO |
| S/N      |           | RETROEXCAVADORA |                   |                 |               |   | X | FUERA DE SERVICIO |

Fuente. Servicios Públicos Municipales.

**Diagnostico del parque vehicular.**

Se presenta un análisis general de los vehículos que se encuentran en operación y que además tienen ruta asignada, se puede observar que las deficiencias en el servicio son por falta de mantenimiento en los mismos, por lo que se ha tenido como resultado que las unidades se vayan deteriorando y el costo de su reparación cada vez va en aumento, como se muestran en la figura 1.2.5 a la figura 1.2.12.

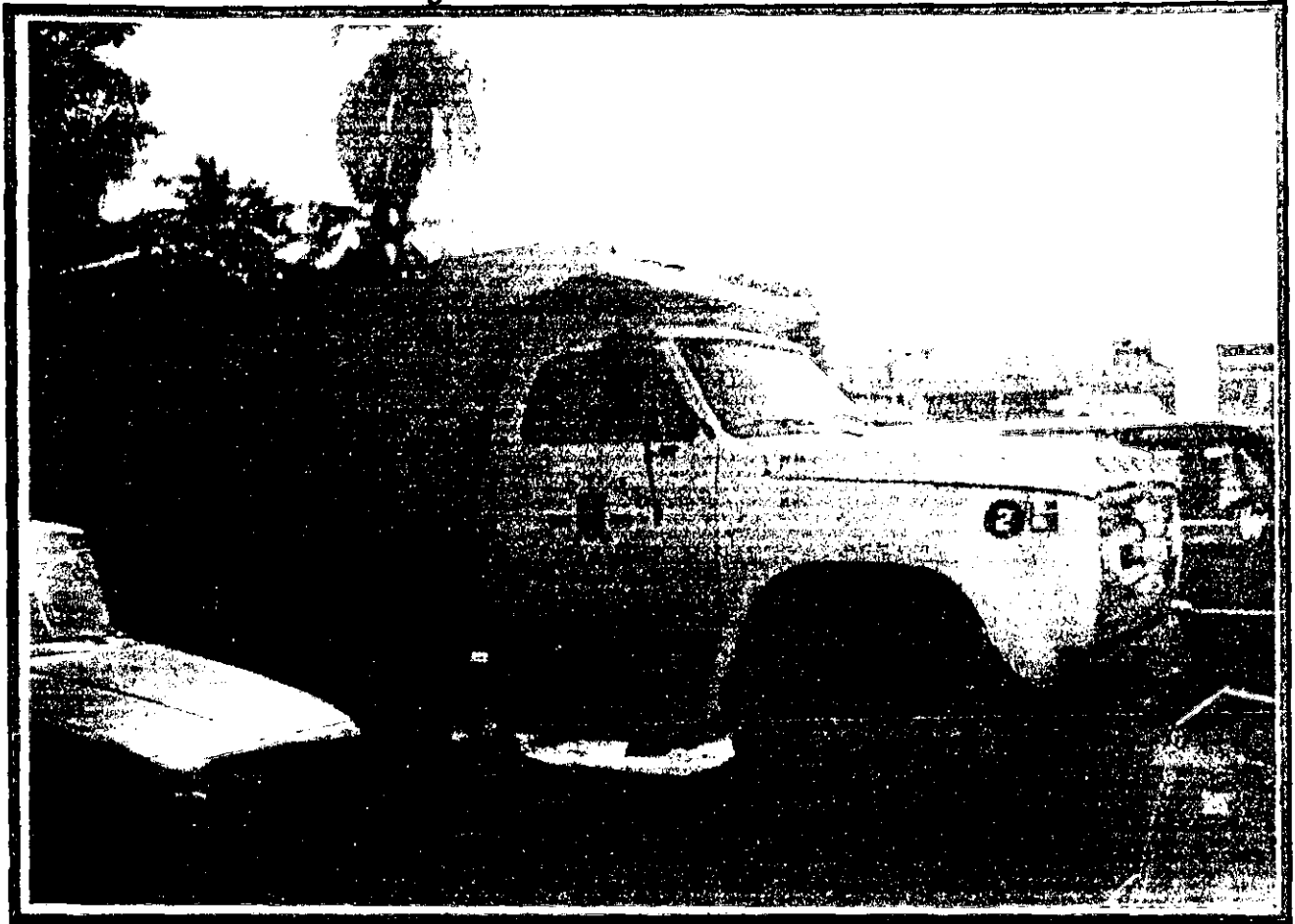
**Fig.1.2.5 Camión volteo No. 01**



**CAMION:** VOLTEO  
**MOTOR:** RM501954  
**MARCA:** DODGE  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO     |
|--------|---|-----------|
| 01     | DOS DIAFRAGMAS                                      | 80.00     |
|        | DOS REPUESTOS DE DIAFRAGMAS                         | 260.00    |
|        | TERMINAL DE ROTULA                                  | 1,600.00  |
|        | SONDEO DEL RADIADOR                                 | 360.00    |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO; LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00  |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00 |
|        | LONAS PARA CUBRIR LA CAJA                           | 2,500.00  |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00    |
|        | HOJALATERIA Y PINTURA                               | 5,000.00  |
|        |   | <hr/>     |
|        |   | 26,900.00 |

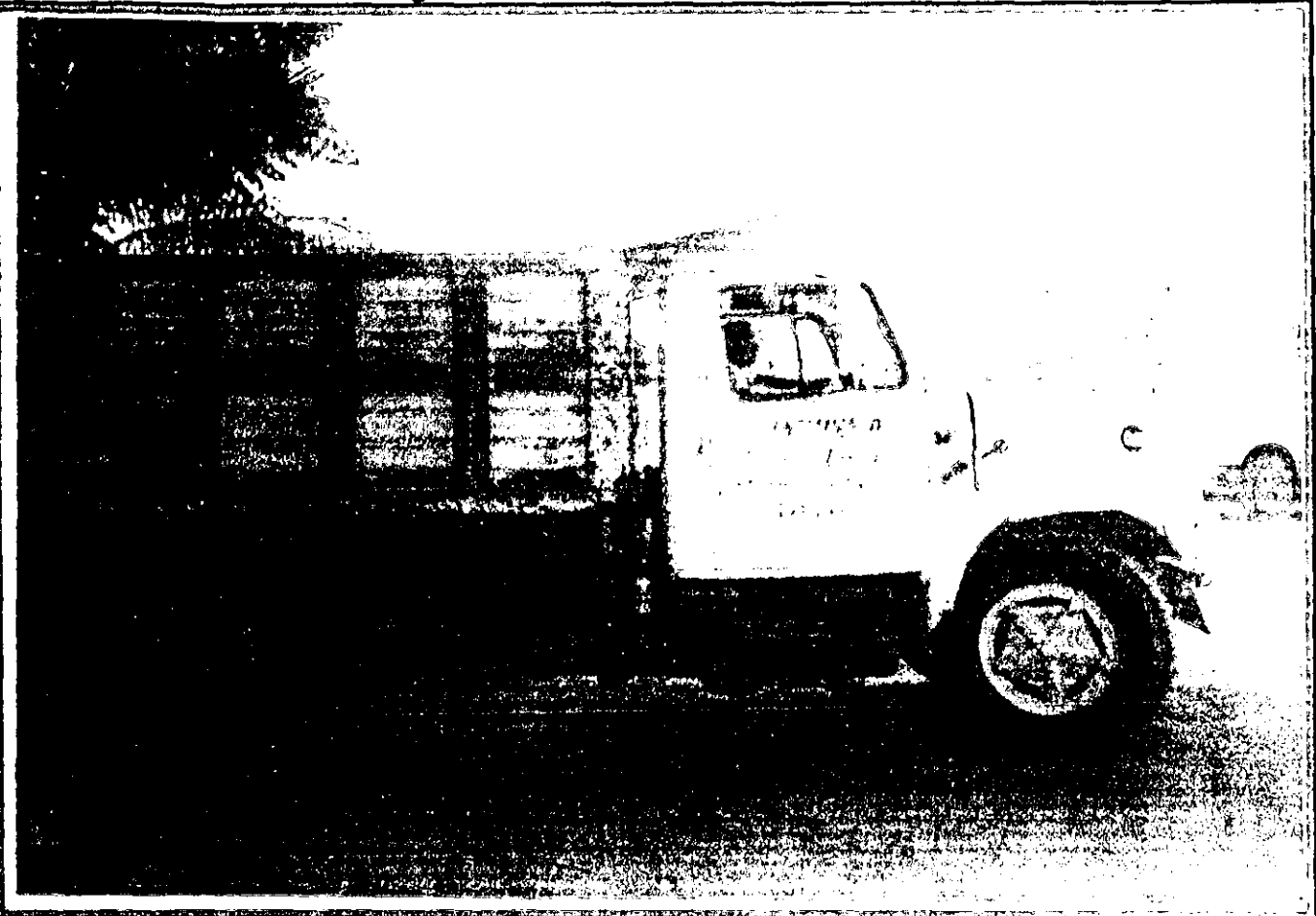
**Fig. 1.2.6 Camión volteo No. 02**



**CAMION:** VOLTEO (GASOLINA)  
**MOTOR:**  
**MARCA:** DODGE  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO     |
|--------|---|-----------|
| 02     | SOLDAR EL RADIADOR                                  | 400.00    |
|        | DOS SINCHOS DE COMBUSTIBLE MIXTO DEL DUAL           | 500.00    |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO; LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00  |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00 |
|        | LONAS PARA CUBRIR LA CAJA                           | 2,500.00  |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00    |
|        |   | <hr/>     |
|        |   | 20,690.00 |

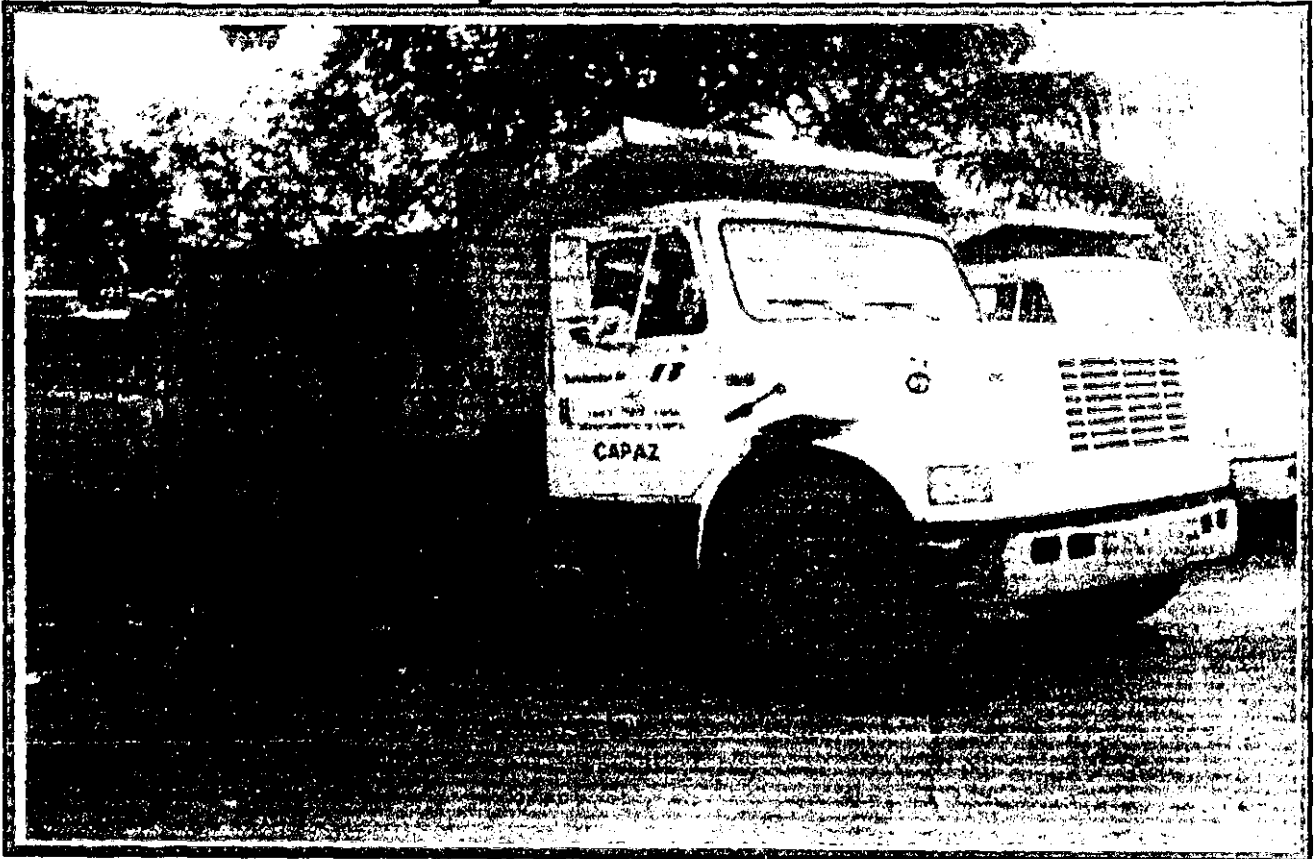
**Fig. 1.2.7 Camión volteo No. 08**



**CAMION:** VOLTEO  
**MOTOR:** 4086MZUO877174  
**MARCA:** DINA 500  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO            |
|--------|---|------------------|
| 08     | VALVULA DEL DUAL                                    | 70.00            |
|        | MUELLES DELANTEROS                                  | 1,500.00         |
|        | REVISION DE LA MARCHA                               | 1,000.00         |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO; LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00         |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00        |
|        | LONAS PARA CUBRIR LA CAJA                           | 2,500.00         |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00           |
|        | HOJALATERIA Y PINTURA                               | 5,000.00         |
|        |   | <u>27,170.00</u> |

**Fig. Camión volteo No. 09**



**CAMION:** VOLTEO  
**MOTOR:** 4686M2U0878403  
**MARCA:** DINA 400  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO     |
|--------|---|-----------|
| 09     | BUJES DE MUELLES DELANTERAS                         | 60.00     |
|        | DOS DIAFRAGMAS                                      | 80.00     |
|        | DOS REPUESTOS DE DIAFRAGMAS                         | 260.00    |
|        | JUNTAS DE LA TOMA DE FUERZA                         | 250.00    |
|        | RETEN TRASERO                                       | 300.00    |
|        | DOS TORTUGAS DE FRENOS                              | 600.00    |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO, LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00  |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00 |
|        | LONA PARA CUBRIR LA CAJA                            | 2,500.00  |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00    |
|        | HOJALATERIA Y PINTURA                               | 5,000.00  |
|        |   | <hr/>     |
|        |   | 26,150.00 |

*Fig. 1.2.9 Camión volteo caja larga.*



**CAMION:** DE CAJA  
**MOTOR:** TU016403882VO3  
**MARCA:** DINA 500  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO     |
|--------|---|-----------|
| 15     | RETEN TRASERO                                       | 300.00    |
|        | DOS DIAFRAGMAS                                      | 260.00    |
|        | REPUESTO DE VALVULA                                 | 250.00    |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO; LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00  |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00 |
|        | LONAS PARA CUBRIR LA CAJA                           | 4,000.00  |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00    |
|        | HOJALATERIA Y PINTURA                               | 8,500.00  |
|        |   | <hr/>     |
|        |   | 30,410.00 |

**Fig. 1.2.10 Camión volteo No. 18**

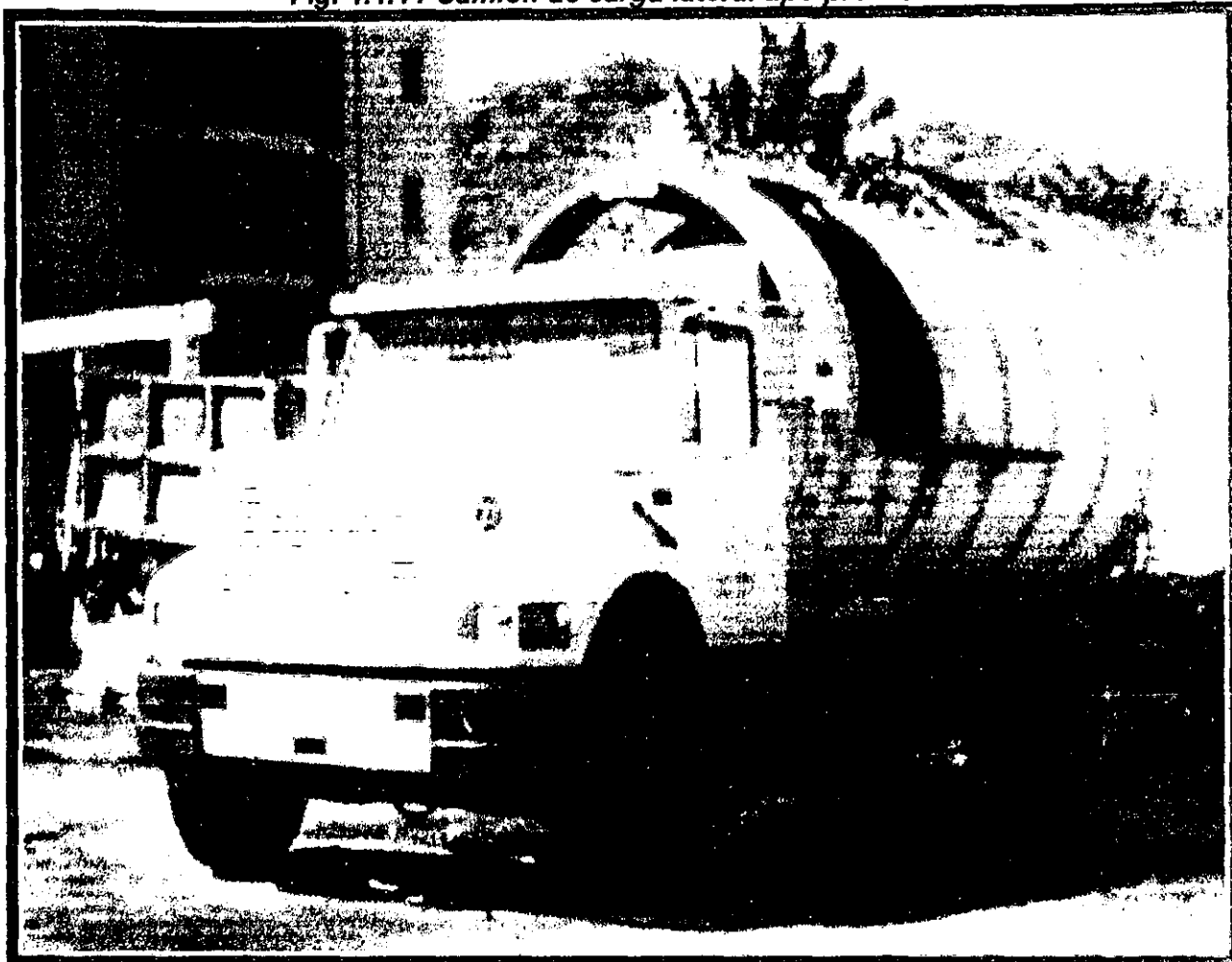


**CAMION:** VOLTEO  
**MOTOR:** 4089M2VO878416  
**MARCA:** DINA 500  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO            |
|--------|---|------------------|
| 18     | BANDA DEL MOTOR                                     | 500.00           |
|        | POLEA TERMICA                                       | 500.00           |
|        | BALATAS   | 400.00           |
|        | TOTULAS   | 250.00           |
|        | FILTROS DE AGUA                                     | 60.00            |
|        | ESPEJOS CON BASE                                    | 700.00           |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO, LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00         |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00        |
|        | LONA PARA CUBRIR LA CAJA                            | 2,500.00         |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00           |
|        | HOJALATERIA Y PINTURA                               | 5,000.00         |
|        |   | <u>27,010.00</u> |



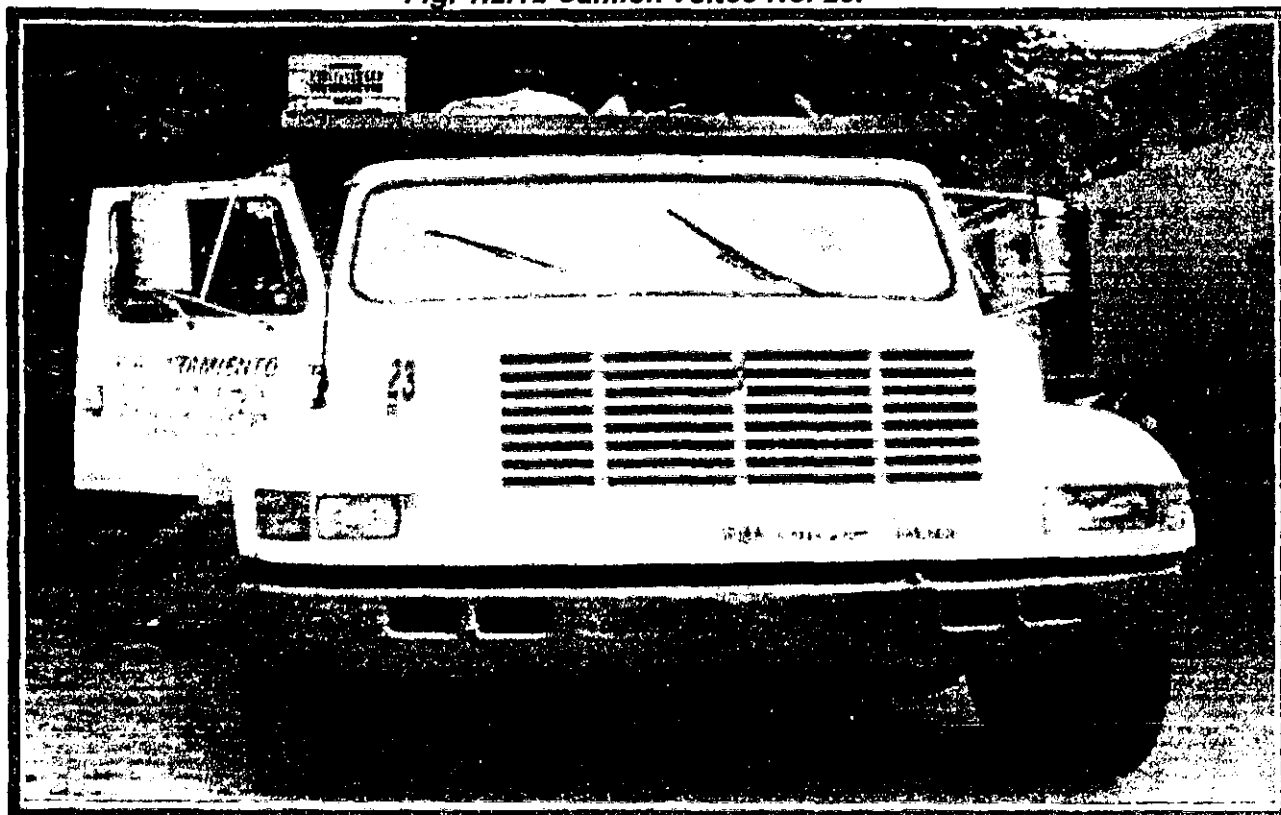
**Fig. 1.1.11 Camión de carga lateral tipo prensa.**



**CAMION:** CON CAJAS SIMPLES (PRENSA CILINDRICA)  
**MOTOR:** 3711404AL1  
**MARCA:** DINA 500  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO     |
|--------|---|-----------|
| 23     | REPARACION DEL GATO HIDRAULICO                      | 6,000.00  |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO; LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00  |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00 |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00    |
|        |   | <hr/>     |
|        |   | 23,100.00 |

**Fig. 1.2.12 Camión volteo No. 25.**



**CAMION:** VOLTEO  
**MOTOR:** 1815307 C1  
**MARCA:** DINA 500  
**ESTADO:** REGULAR

| UNIDAD | REQUERIMIENTO                                       | COSTO     |
|--------|---|-----------|
| 25     | DOS DIAFRAGMAS                                      | 80.00     |
|        | AUMENTO DE MUELLES                                  | 2,000.00  |
|        | ESPEJOS   | 300.00    |
|        | BALATAS DELANTERAS                                  | 400.00    |
|        | REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO; LUCES Y LIMPIADORES | 1,200.00  |
|        | SEIS LLANTAS 1020                                   | 15,000.00 |
|        | LONAS PARA CUBRIR LA CAJA                           | 2,500.00  |
|        | CAMBIO DE ACEITE, LAVADO Y ENGRASADO                | 900.00    |
|        | HOJALATERIA Y PINTURA                               | 5,000.00  |
|        |   | <hr/>     |
|        |   | 27,380.00 |

### 1.3. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA DISPOSICIÓN FINAL.

Actualmente la disposición final de los residuos sólidos del municipio José Azueta (Zihuatanejo) se lleva a cabo en un tiradero a cielo abierto, sin cumplir con los requisitos técnicos y de operación para ser un relleno sanitario (NOM-ECOL-083-1987, PROY-NOM-ECOL-084). El sitio se localiza a 7.5 km, aproximadamente de la carretera Zihuatanejo - Lázaro Cárdenas. A 100 m. Adelante del puente construido sobre el canal y aproximadamente a 3 km. Del desarrollo turístico Ixtapa, siendo estos terrenos ejidales concesionados al municipio con una superficie de 8 hectáreas, su ubicación se muestra en el plano No. 4 ( Ver anexo 2 )

Los residuos sólidos que son recolectados en forma manual mediante el barrido, son depositados en los camiones recolectores tipo volteo, camiones prensa, incluso en camionetas y posteriormente trasladarlos al sitio de disposición final existente, sin ningún tratamiento previo, se realiza una pre-clasificación de materiales u objetos de mayor valor comercial, como son: Cartón, fierro, cables, tambores, aluminio, etc. Esta actividad la realizan los pepenadores. Cada vez que el camión es llenado con el producto recolectado, realiza un viaje al tiradero repitiendo esta operación durante el turno laborado.

Actualmente el tiradero viene operando como un entierro debido a que únicamente se han dedicado a esparcir los residuos sólidos sobre una cama de material arcilloso que permite el acceso de los camiones recolectores hasta el frente de la operación, sin ningún control en el dimensionamiento de celdas y capas de cubiertas intermedias y final.

Se practica la descarga directa de aguas residuales y lodos provenientes de las plantas de tratamiento de Zihuatanejo, debido a que no tienen un tratamiento eficiente, los lodos se disponen en depósitos de agua dentro de tiradero, generando que estos conviertan en zonas de putrefacción y contaminación del subsuelo, afectando los mantos freáticos figura 1.3.1, en donde las poblaciones vecinas han detectado la infiltración en sus predio a consecuencia de la contaminación. Las quejas y demandas de los habitantes de zonas aledañas se han producido porque ya no pueden consumir agua de pozos o ríos cercanos. El canal que también está cercano al tiradero conduce aguas residuales que desembocan al mar.



Fig.1.3.1 Laguna de aguas residuales

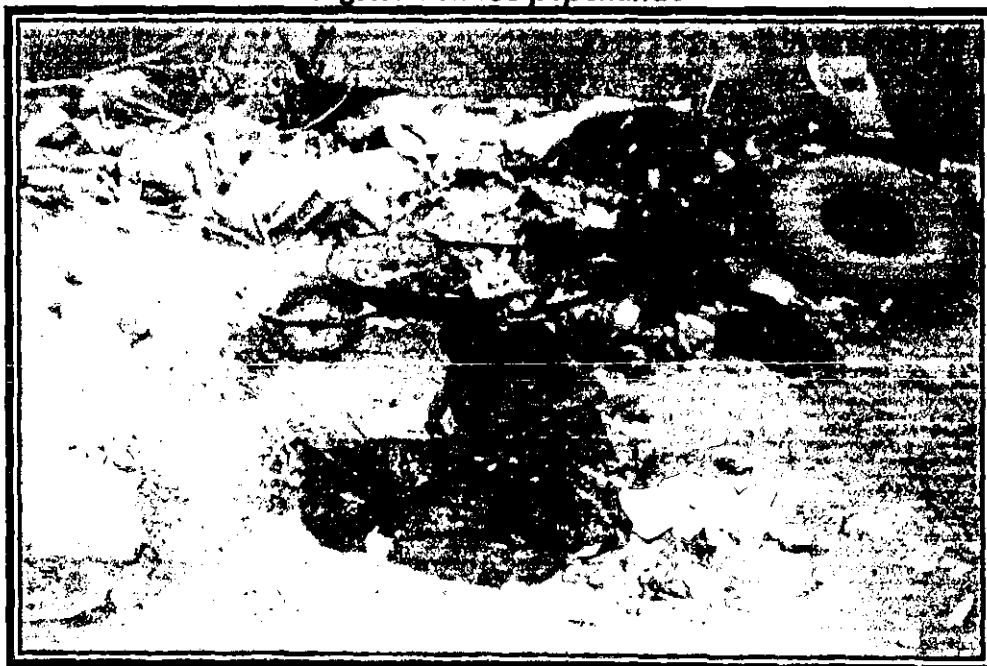
Cabe mencionar que existe pepena en el sitio, contándose con la participación de menores de edad y asentamientos humanos irregulares dentro del sitio como se presentan en las figuras

1.3.2 a la figura 1.3.4. El tiradero municipal es de acceso libre para todo tipo de vehículos figura 1.3.5, además no se cuenta con un control de los residuos que llevan a disponer lo único que hacen es llevar una bitácora de los vehículos que entran, pero dicho reporte no se encuentra en la dirección de Servicios Públicos Municipales por que no lo hacen llegar.

**Fig.1.3.2 Familias pepenando**



**Fig.1.3.3 Niños pepenando**



**Fig. 1.3.4 Vivienda dentro del tiradero municipal.**



*Fig. 1.3.6 descarga de vehículos particulares sin ningún control*



En virtud del impacto ambiental negativo que se presenta y la degradación del paisaje que origina la inadecuada ubicación de los tiraderos, las autoridades han dispuesto de 5 sitios para

la disposición de los residuos generados en los últimos 30 años como se muestra en la tabla 1.3.1.

**Tabla 1.3.1**  
**Tiraderos municipales.**

| Nº | UBICACION   | PERIODO   |
|----|---|-----------|
| 01 | El Limón (a un costado de la unidad habitacional el hujal)  | 1965-1970 |
| 02 | El Mirador (Camino a la Majahua, por las antenas de radio)  | 1970-1984 |
| 03 | Agua de Correa (Pasando Agua de Correa dirección Acapulco en dirección hacia la playa)                                  | 1984-1985 |
| 04 | La Puerta (Pasando el canal de la puerta, a tras de la central de abasto, terrenos propiedad de la Sra. Catalina Núñez) | 1985-1987 |
| 05 | El Rincón (Posquelite, el actual tiradero)  | 1987      |

Fuente. Servicios Públicos municipales.

Los problemas más sobresalientes que ocasiona el método de disposición actual son:

- Contaminación atmosférica visible en la zona turística.
- Incendios ocasionados por explosión de los gases producidos por la descomposición de los residuos sólidos, provocando también que organismos patológicos viajen en la atmósfera.
- Incendios provocados por los pepenadores para la recuperación de materiales aprovechables generando riesgos y explosiones.
- Exposición de menores de edad a condiciones insalubres.
- Proliferación de fauna nociva e indeseable, Fig. 1.3.6.
- Arrastre de partículas sólidas y posibles microorganismos insalubres hacia el ambiente.
- Generación de malos olores por descomposición anaerobia de los residuos sólidos.
- Producción de lixiviados de elevado índice de contaminación y riesgo de contaminación de acuíferos, que penetran inevitablemente y constantemente en el subsuelo.
- Dispersión y acumulación de residuos sólidos en desorden, en zonas aledañas con asentamientos humanos.
- Descarga directa de aguas negras residuales procedentes de Zihuatanejo, de las plantas de tratamiento, las cuales no operan o con eficiencias sumamente bajas. La descarga se realiza en pipas de 20,000 lts. Directa a suelo y depósito de aguas dentro del tiradero, en forma líquida.
- Descarga de lodos semihúmedos procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales de Ixtapa.
- Descarga del desasolve de alcantarillas y rastro municipal.
- Se recibe todo tipo de residuos hospitalarios, construcción y animales muertos.

Las diferencias básicas de la infraestructura u operación actual con respecto a la tecnología de relleno sanitario son principalmente:

- No se cuenta con un proyecto o plan de trabajo y operación.
- El ancho de operación no existe ya que los camiones descargan en donde desea el operador.
- No conforman la celda diaria de acuerdo a las normas técnicas existentes.
- Cubre únicamente el material disperso, solamente cuando suben algún tractor D-6 o D-8 sobre orugas.
- No efectúan un pesaje de los camiones recolectores por lo tanto no pueden obtener los costos reales de la disposición por tonelada.
- No cuenta con un sistema de desvío de agua pluvial, sistema para conducción y escape de biogas.
- Se practica la pepena.
- No compactan técnicamente los residuos, lo que representa un mayor volumen de residuos por cubrir y en consecuencia una mayor necesidad de material de cubierta.
- No se cuenta con el control sobre las personas que entran al tiradero.
- No se cuenta con el control para el acceso de animales al tiradero.
- Vías de acceso inadecuadas.
- Se practica la caza de iguanas y armadillos.
- Se habita dentro del tiradero.
- Se están rellenando las barrancas o arroyos.

**Fig. 1.3.6 Presencia de Aves**



**Costo del departamento de limpia (Servicios Públicos municipales).**

Según los datos proporcionados por el departamento de limpia, el municipio tiene un gasto mensual de \$462,028.00 pesos, por conservar limpia la ciudad (recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos), como se muestra en la tabla 1.3.2,

*Tabla 1.3.2*

**GASTO DEL DEPARTAMENTO DE LIMPIA**

| CONCEPTO                                    | GASTO QUINCENAL      | GASTO MENSUAL        |
|---|----------------------|----------------------|
| PERSONAL ADMINISTRATIVO                     | \$ 5,780.00          | \$ 11,560.00         |
| PERSONAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO        | 7,650.00             | 15,300.00            |
| PERSONAL DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS | 55,325.00            | 110,650.00           |
| PERSONAL DEL BARRIDO DE CALLES              | 43,755.00            | 87,510.00            |
| RENTA DE SERVICIOS                          | 1,500.00             | 3,000.00             |
| MANTENIMIENTO DEL PARQUE VEHICULAR          | 53,000.00            | 106,000.00           |
| VULCANIZADORA                               | 1,500.00             | 3,000.00             |
| RENTA DEL TRACTOR D-4                       | 27,600.00            | 55,200.00            |
| RENTA DE CAMIONETA                          | 10,000.00            | 20,000.00            |
| COMBUSTIBLE                                 | 24,904.00            | 49,808.00            |
| <b>TOTAL</b>                                | <b>\$ 231,014.00</b> | <b>\$ 462,028.00</b> |

Fuente. Servicios Públicos municipales (1998).

Finalmente se llegó a la conclusión de que el municipio, le cuesta \$183.81 pesos por tonelada de residuos sólidos, recolectada y dispuesta en el tiradero a cielo abierto.



## **II. ACCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANEJO.**

### **2.1. ESTUDIO DE GENERACIÓN.**

#### ***Generación.***

Se entiende por generación a la cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo.

Generalmente a la palabra residuo se le da el mismo significado que desperdicio. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3º define el término residuo como:

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Dependiendo de su estado físico, los residuos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos. Los gaseosos son principalmente emanaciones y humos industriales. Los líquidos consisten principalmente en aguas residuales y la parte fluida de los residuos industriales; los residuos sólidos se pueden clasificar de diferentes maneras, puede ser por su carácter orgánico o inorgánico de su combustibilidad, putrescibilidad, etc.

#### ***Clasificación y composición de los residuos sólidos***

Para poder identificar las características de los residuos sólidos es necesario realizar muestreos en diversas fuentes generadoras, siendo necesaria su clasificación a fin de saber cuáles son los que se pueden recuperar para aprovecharlos y conocer los que ocasionan daño al ambiente y a la salud pública.

Dependiendo de la fuente generadora los residuos sólidos se pueden clasificar en municipales e industriales.

#### ***Residuos sólidos municipales.***

Los residuos sólidos municipales son una mezcla heterogénea de materiales degradables y no degradables, con diferentes tamaños, formas y pesos volumétricos. Presentan una gran variedad en sus características físicas, químicas y biológicas, lo cual hace que su manejo y disposición final no solo sean difíciles, si no que requiere para su control una enorme demanda de personal y equipos mecánicos acorde al volumen, tipo y características.

Por su origen los residuos sólidos municipales se pueden definir como todos los residuos provenientes de actividades que se desarrollan en casa-habitación, comercios, instituciones, demoliciones, construcciones, servicios municipales, agricultura y servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso.

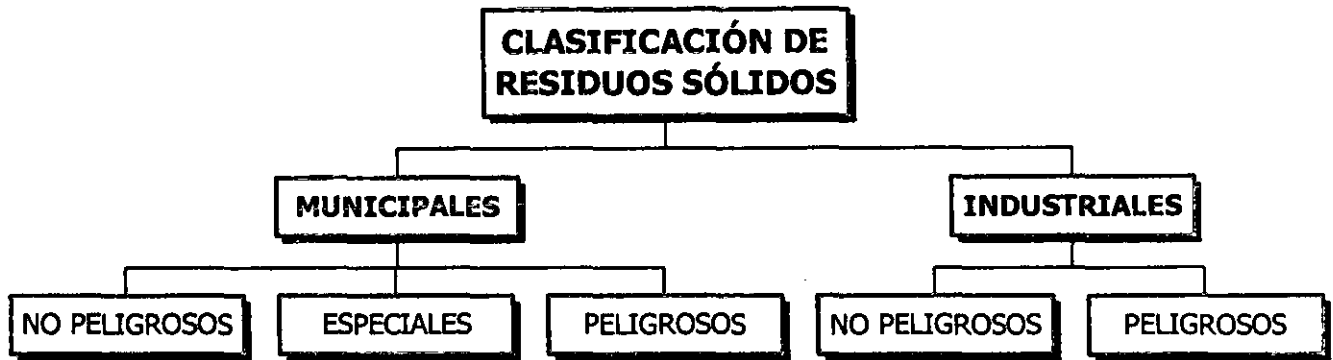
**Residuos sólidos Industriales.**

Son todos aquellos residuos generados en cualquier proceso de extracción, generación, transformación y producción; por lo que este tipo de residuos se pueden clasificar en peligrosos y no peligrosos.

**Clasificación de los residuos.**

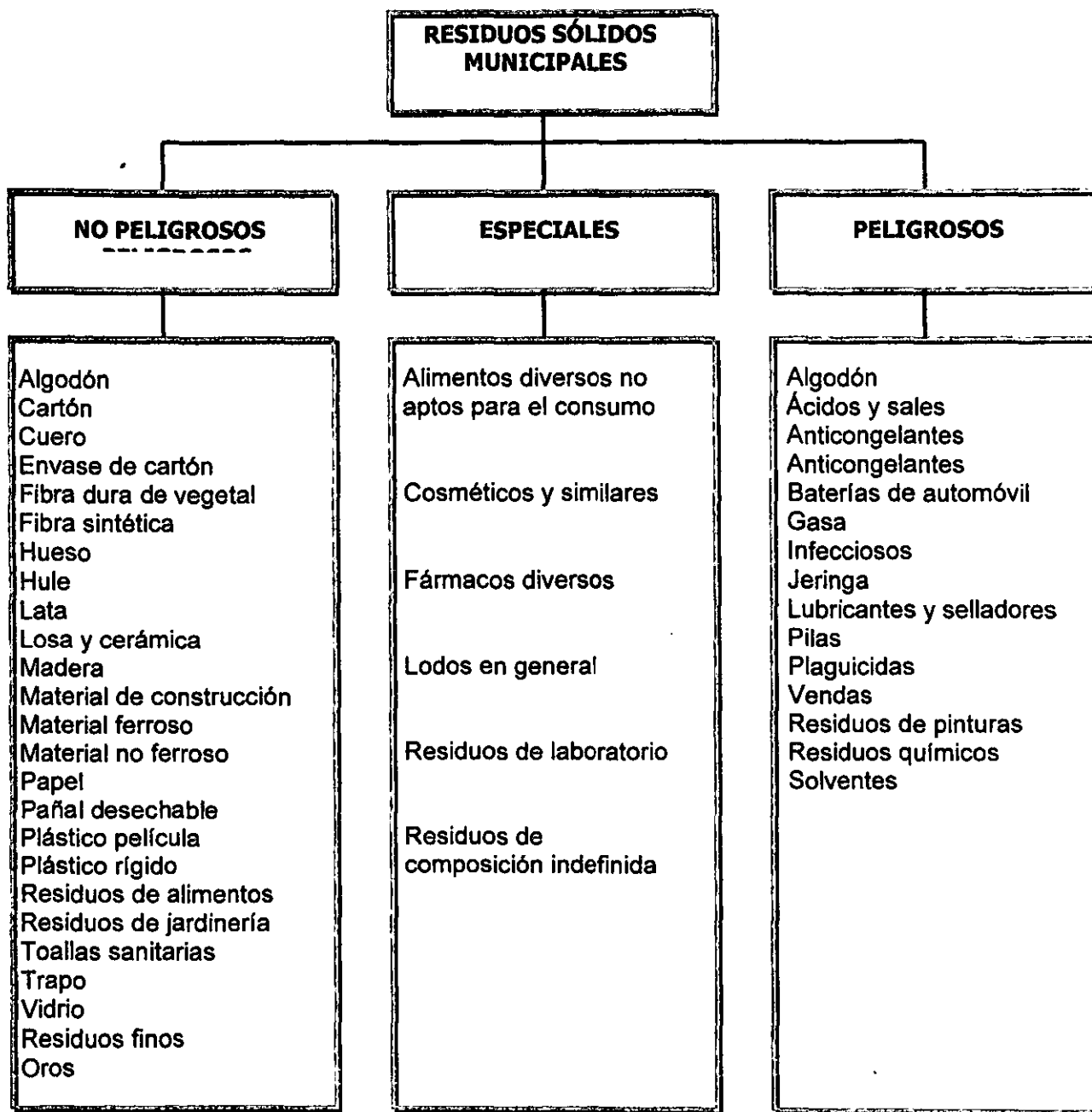
Es necesario que se establezca una clasificación que defina el tipo de residuo a manejar, citando las siguientes dos tablas 2.1.1 Y 2.1.2.

**Tabla 2.1.1.**  
**Clasificación de los residuos sólidos**



FUENTE: ACOSTA ORTIZ ERNESTO. GACETILLA AMBIENTAL UNAM FACULTAD DE INGENIERIA DIVISION DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFÍA Y GEODÉSICA N° 10 MARZO 1996.

**Tabla 2.1.2**  
**Clasificación de los residuos sólidos municipales.**

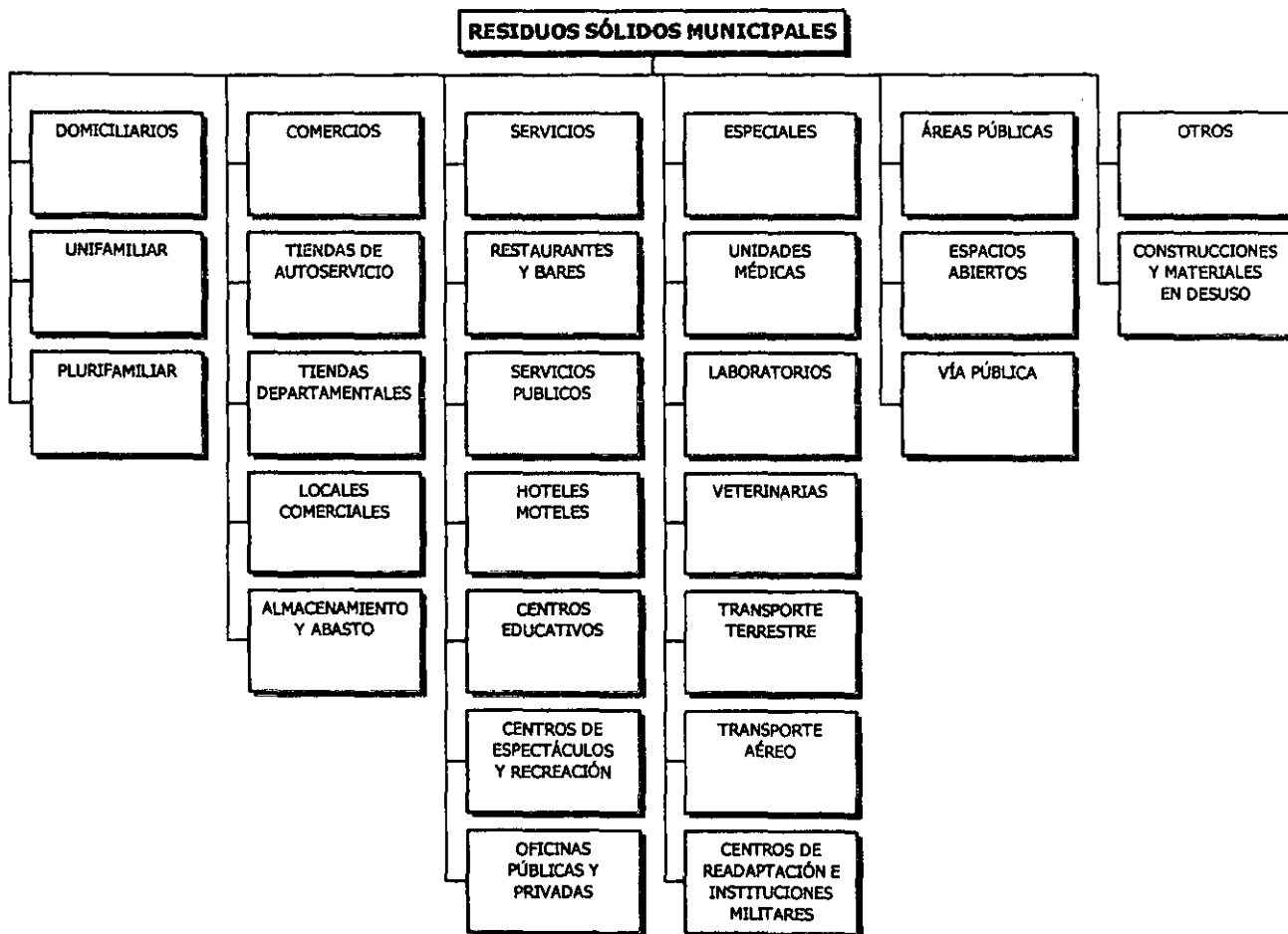


FUENTE: ACOSTA ORTIZ ERNESTO. GACETILLA AMBIENTAL UNAM FACULTAD DE INGENIERIA DIVISION DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFIA Y GEODESICA. N° 10, MARZO 1996.

En general todas las fuentes generadoras, están en función de la cantidad de residuos sólidos, estas clasificaciones determinan las características intrínsecas de los residuos sólidos, como los parámetros cualitativos y cuantitativos, lo que permitirá el aprovechamiento de dichos residuos, este tipo de clasificación se muestra en la tabla 2.1.3.

**Tabla 2.1.3**

**Clasificación por fuente generadora.**



FUENTE: ACOSTA ORTIZ ERNESTO. GACETILLA AMBIENTAL UNAM FACULTAD DE INGENIERÍA. DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFÍA Y GEODÉSICA N° 10, MARZO 1996.

**Composición de los residuos sólidos.**

La composición de los residuos sólidos es un parámetro muy importante puesto que la adopción de alguno de los sistemas de eliminación depende del porcentaje de determinados materiales que se encuentran en los residuos sólidos.

Realmente hay muy pocos datos reales de las cantidades y composición de los residuos sólidos, y los datos que existen no son muy fiables, debido a que en el país zona o municipio existen grandes variaciones estacionales y mucho más en este tipo de zona turística.

Los estudios sobre composición realizada por distintas empresas clasifican a los residuos sólidos de la siguiente forma: tabla 2.1.4.

**Tabla 2.1.4**

**Composición de los residuos sólidos.**

| SUBPRODUCTO                      | PORCENTAJE |
|----------------------------------|------------|
| Cartón                           | 4 - 4 %    |
| Cuero                            | 1 - 2 %    |
| Cristal                          | 3 - 5 %    |
| Envases metálicos                | 3 - 5 %    |
| Maderas                          | 1 - 2 %    |
| Papel                            | 13 - 14 %  |
| Plástico                         | 2 - 5 %    |
| Residuos varios                  | 10 - 12 %  |
| Residuos vegetales y comestibles | 40 - 70 %  |

Es importante destacar que una fracción de los subproductos que se generan se pueden reciclar, como a continuación son señalados con un asterisco en la tabla 2.1.5.

**Tabla 2.1.5**  
**Composición física promedio de residuos sólidos en el D.F..**

| SUBPRODUCTOS             | DOMICILIARIOS<br>% PESO | MUNICIPALES<br>% PESO |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Abate lengua             | -                       | -                     |
| Algodón                  | 2.66                    | 0.283                 |
| Cartón *                 | 4.11                    | 4.016                 |
| Cuero                    | 0.15                    | 0.461                 |
| Envases de cartón        | 2.19                    | 1.558                 |
| Fibra dura vegetal       | 0.10                    | 3.050                 |
| Fibra sintética          | 1.75                    | 0.313                 |
| Gasa                     | -                       | -                     |
| Hueso *                  | 0.11                    | 0.678                 |
| Hule                     | 0.24                    | 0.342                 |
| Jeringa desechables      | -                       | -                     |
| Lata *                   | 1.58                    | 1.261                 |
| Losa y cerámica          | 0.48                    | 0.453                 |
| Madera                   | 1.06                    | 0.482                 |
| Material de construcción | 0.58                    | 0.425                 |
| Material ferroso *       | 1.63                    | 0.951                 |
| Material no ferroso *    | 0.09                    | 0.584                 |
| Papel bond *             | 2.35                    | 0.981                 |
| Papel periódico *        | 4.11                    | 7.454                 |
| Papel sanitario          | 5.29                    | 4.472                 |
| Pañal desechable         | 3.76                    | 1.996                 |
| Placas radiográficas     | -                       | -                     |
| Plástico película        | 4.97                    | 3.771                 |
| Neopreno (llantas)       | -                       | -                     |
| Plástico rígido *        | 3.06                    | 2.164                 |
| Poliuretano              | 0.13                    | 0.859                 |
| Poliuretano expandido    | 0.67                    | 0.248                 |
| Residuos alimenticios    | 40.69                   | 40.010                |
| Residuos de jardinería   | 5.83                    | 4.614                 |
| Toallas sanitarias       | 0.14                    | 0.003                 |
| Trapo                    | 0.67                    | 1.560                 |
| Vendas                   | -                       | -                     |
| Vidrio de color *        | 1.26                    | 2.149                 |
| Vidrio transparente *    | 3.65                    | 4.789                 |
| Residuos finos           | 1.29                    | 0.977                 |
| Otros                    | 6.20                    | 5.078                 |
| <b>TOTAL</b>             | <b>100.00</b>           | <b>100.00</b>         |

FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS URBANOS DDF 1992.

\*Residuos reciclables

A nivel nacional y durante las últimas décadas, la generación de los residuos sólidos municipales ha sufrido grandes cambios, tanto en calidad como en cantidad. En 1975 la generación per-cápita era del orden de 320 grs./día./hab. Mientras que en la actualidad la generación per-cápita media nacional es de 522 grs./día./hab. Aparentemente esta generación

es baja, sobre todo si se compara con valores registrados en otros países. Sin embargo, en nuestro medio el problema de manejar y disponer adecuadamente los residuos sólidos, van creciendo en la medida en que los sistemas responsables de prestar este servicio tiene grandes deficiencias.

Entre los factores que afectan la generación de los residuos sólidos en una localidad se encuentra la ubicación geográfica en el país, ya que repercute en 4 zonas como se ilustra en la tabla 2.1.6 y figura 2.1.1.

**Tabla 2.1.6**

***Zonificación según las características de los residuos sólidos municipales.***

|                                   |                 |                     |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------|
| <b>ZONA NORTE<br/>( ZONA II )</b> | Baja California | Chihuahua           |
|                                   | Coahuila        | Nayarit             |
|                                   | Durango         | San Luis Potosí     |
|                                   | Nuevo León      | Sonora              |
|                                   | Sinaloa         | Zacatecas           |
|                                   | Tamaulipas      | Baja California Sur |

(No incluye localidades consideradas de la zona fronteriza)

|                                 |          |              |
|---------------------------------|----------|--------------|
| <b>ZONA SUR<br/>( ZONA IV )</b> | Campeche | Chiapas      |
|                                 | Guerrero | Quintana Roo |
|                                 | Yucatán  | Oaxaca       |
|                                 | Tabasco  |              |

|   |                |          |
|---|----------------|----------|
| <b>ZONA CENTRO<br/>( ZONA III y V )</b> | Aguascalientes | Colima   |
|   | Hidalgo        | Jalisco  |
|   | Michoacán      | Morelos  |
|   | Querétaro      | Tlaxcala |
|   | Veracruz       | D.F      |
|   | Edo. de México | Puebla   |
| Guanajuato                              |                |          |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>ZONA FRONTERIZA<br/>(ZONA I)</b> | (Principales localidades ubicadas en una franja de 100 Km. de la frontera norte ) |
|-------------------------------------|---|

fuelle: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecológica, SEDESOL, 1992, informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991 - 1992.

**Figura 2.1.1**  
**Zonificación según las características de los residuos sólidos.**



En dichas zonas las variaciones de la composición son variadas como se observa en la tabla 2.1.7.

**Tabla 2.1.7**  
**Composición porcentual por zona de los residuos sólidos municipales.**

| SUBPRODUCTOS          | FRONTERIZA    | NORTE         | CENTRO        | SUR           |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cartón                | 3.01          | 4.28          | 4.16          | 4.51          |
| Residuos finos        | 4.68          | 9.71          | 6.28          | 6.37          |
| Hueso                 | 0.52          | 0.59          | 0.94          | 0.61          |
| Hule                  | 0.71          | 0.78          | 0.90          | 0.31          |
| Lata                  | 3.13          | 2.46          | 2.10          | 2.80          |
| Material ferroso      | 0.51          | 0.46          | 0.86          | 1.37          |
| Material no ferroso   | 0.22          | 0.57          | 0.45          | 1.00          |
| Papel                 | 11.36         | 9.17          | 8.80          | 6.90          |
| Pañal desechable      | 4.96          | 2.59          | 2.79          | 4.01          |
| Plástico película     | 2.68          | 3.79          | 3.32          | 3.96          |
| Plástico rígido       | 2.80          | 2.38          | 1.96          | 2.38          |
| Residuos de jardín    | 15.35         | 7.48          | 6.95          | 7.88          |
| Residuos alimenticios | 25.52         | 37.56         | 38.20         | 41.06         |
| Trapo                 | 2.52          | 1.94          | 2.00          | 1.25          |
| Vidrio de color       | 3.98          | 3.36          | 2.86          | 3.95          |
| Vidrio transparente   | 4.22          | 4.27          | 4.15          | 4.28          |
| Otros                 | 13.63         | 8.61          | 14.36         | 9.23          |
| <b>TOTALES</b>        | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: Informe de la situación general en materia de Equilibrio y Protección al ambiente 1989 - 1990, CONDE, SEDUE, 1992, actualizada por la Dirección General de Servicios Urbanos, DDF. 1992.



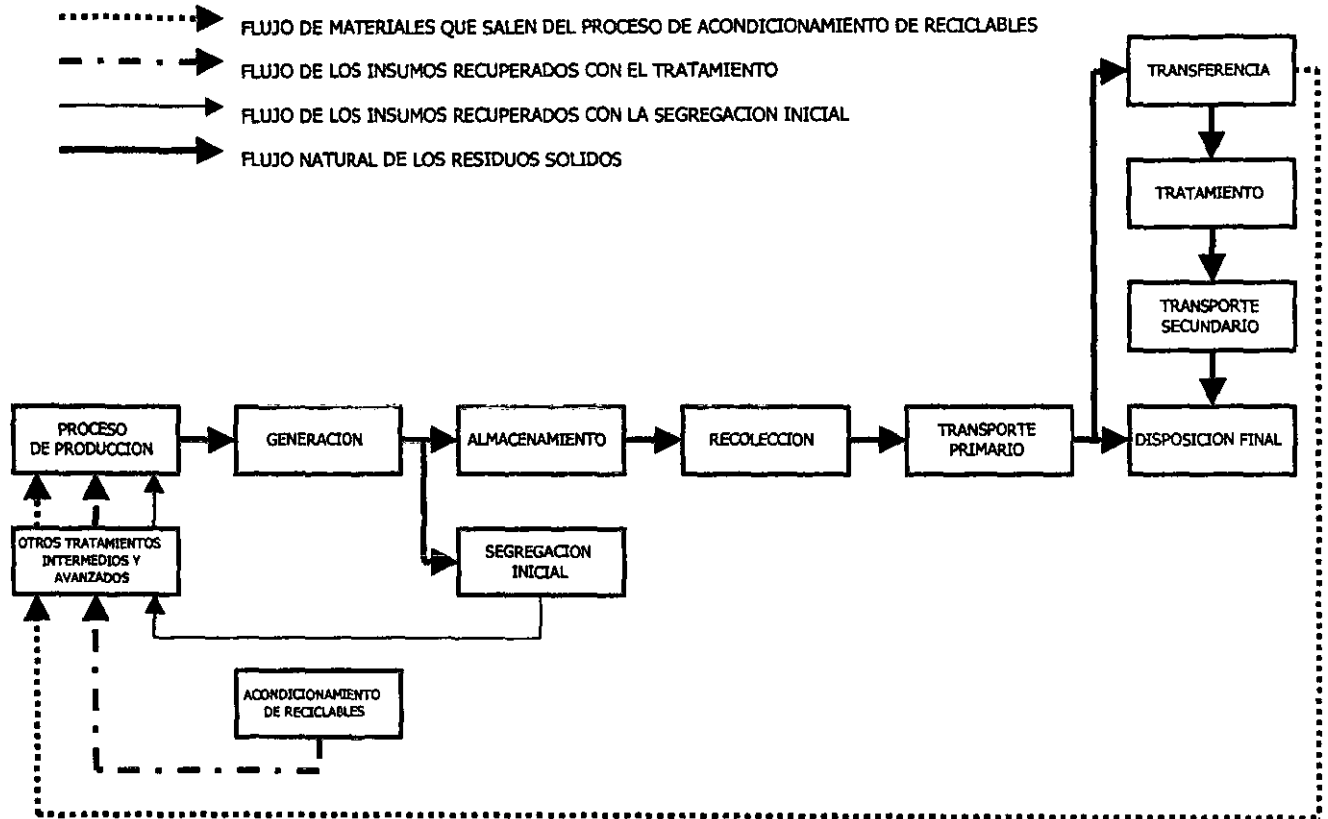
**Ciclo de los residuos sólidos.**

Los residuos sólidos tienen un ciclo compuesto de etapas diferentes que se encuentran estrechamente vinculadas, que se inician de la misma producción de los bienes de consumo y continúa con generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte primario y secundario, tratamiento y disposición final. tabla 2.1.8.

1. **Generación.** Es la cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo.
2. **Almacenamiento.** Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos en tanto sean recolectados para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
3. **Segregación inicial.** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.
4. **Recolección.** Es la acción de transferir los residuos sólidos de las fuentes generadoras hasta el vehículo recolector.
5. **Transporte primario.** En esta etapa se conducen los residuos sólidos que previamente han sido recolectados de las fuentes generadoras, hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
6. **Transferencia.** Es el conjunto de equipo e instalaciones cuya función primordial es servir de intercambio de los residuos sólidos contenidos en los vehículos recolectores de baja capacidad a otro de mayor capacidad de manera segura, económico y eficiente.
7. **Tratamiento.** Es el conjunto de transformaciones físico-químicas que sufren los residuos sólidos como resultado de la aplicación de algún método específico para lograr dicha transformación.
8. **Transporte secundario.** Es la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que pasaron por las etapas de transferencia y/o tratamiento.
9. **Disposición final.** Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuada, para evitar daños a los ecosistemas y permitir su adecuada estabilización.
10. **Acondicionamiento de reciclables.** Es el proceso que sufren los materiales reciclables, para dar un valor agregado que incremente su precio de venta o acondicionarlo para un mejor aprovechamiento posterior.
11. **Otros tratamientos intermedios y avanzados.** Son procesos que permiten dar un aprovechamiento sustancial a los residuos sólidos, para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

Tabla 2.1.8

Ciclo de los residuos sólidos.



## 2.2. MÉTODOS DE RECOLECCIÓN.

**Recolección.** Es la acción de transferir los residuos sólidos de las fuentes generadoras hasta el vehículo recolector.

La prestación del servicio de recolección, es una de las partes más caras de un sistema de manejo de residuos sólidos y una de las que presenta mayores oportunidades para la limitación de costos.

El costo de tonelada movida por este concepto es aproximadamente 90% del costo total del manejo, cuando se tiene una disposición final higiénica, uno de los factores que más influyen sobre el sistema, la cual deberá prever que el volumen acumulado de residuos sólidos no sea excesivo, y que el tiempo transcurrido desde la generación hasta la disposición final no exceda el ciclo de reproducción de moscas, la cual se presenta más adelante.

Los servicios de recolección de residuos sólidos en las zonas turísticas tienen que diseñarse en forma diferente a las otras ciudades, puesto que sus características, sobre todo sus hábitos son diferentes.

En los lugares turísticos puede presentarse una problemática específica, que es preciso estudiar, en relación con los siguientes aspectos:

- Infraestructura urbana y urbanismo.
- Características de los residuos a recoger.
- Variaciones estacionales de la cantidad de residuos producidos.
- Volumen y densidad de población.
- Tipo de edificaciones.
- Sentido de circulación viaria y tráfico.
- Anchura de las calles.
- Repercusiones posibles de la recogida nocturna.
- Distancia al centro de eliminación.
- Ordenanzas municipales.

Partiendo de ello, puede estructurarse un servicio de recogida de residuos sólidos analizando en el primer punto señalado anteriormente, la importancia que tiene la anchura de calles, tipo de edificaciones, densidad de los lugares a recoger, dirección de las calles, etc. Para elegir ya al tipo de vehículos recolectores más apropiados, a si como la eventual conveniencia de realizar con carácter nocturno este tipo de servicio.

La característica de los residuos sólidos a recoger, no tiene en la actualidad fundamental importancia, debido a la utilización por la mayoría de los municipios de vehículos recolectores compresores, ahora bien, es importante valorarlos a la hora de elegir el tipo de recolector, pudiendo señalar como características más importantes.

- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Mayor índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

Siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, debe procurarse elegir recolectores de gran volumen de carga para evitar pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

Se deberá tomar en cuenta, a la hora de elegir los equipos mas apropiados, el poder disponer de vehículos para realizar los servicios especiales que no se pueden realizar con los camiones recolectores compresores, tales como animales muertos, productos sanitarios, derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características no sea adecuada su compresión.

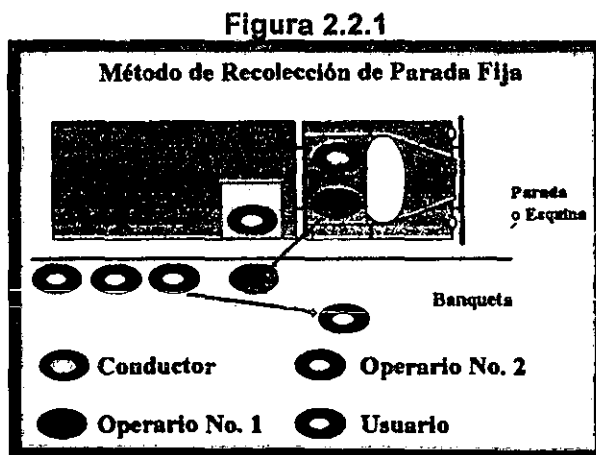
Dadas las condiciones económicas del país y los altos costos de adquisición y operación de los equipos, es necesario utilizar de la mejor manera posible los recursos con que cuenta, estableciendo criterios elementales para la adquisición, asignación y operación de los equipos de recolección, para evitar el uso irracional de dichos recursos.

**Métodos de recolección.** El servicio de recolección de residuos sólidos se puede prestar por medio de cualquiera de los siguientes métodos o por la combinación de alguno de estos.

**1.- Recolección de parada fija o esquina.**

Es el método mas utilizado en nuestro país y consiste en que el vehículo transita por la calle y se estaciona en un punto fijo de la misma, normalmente en la esquina, donde previamente es anunciado de su llegada a través de un sonido de campana o de otro medio de aviso para que acudan los usuarios y en forma ordenada entreguen sus contenedores a la cuadrilla de recolección, el cual depositara los residuos sólidos en el vehículo y posteriormente regresar a sus dueños.

Una vez terminada la recolección en este sitio, el vehículo se dirige al siguiente punto para realizar la misma operación y así sucesivamente hasta terminar su macrorruta, como se observa en la figura 2.2.1.



**Ventajas:**

- 1.- Costo mas bajo con respecto a los otros medios.
- 2.- Mayor cobertura y eficiencia en el servicio.
- 3.- No es necesario transitar por todas las calles en la macrorruta.

**Desventajas:**

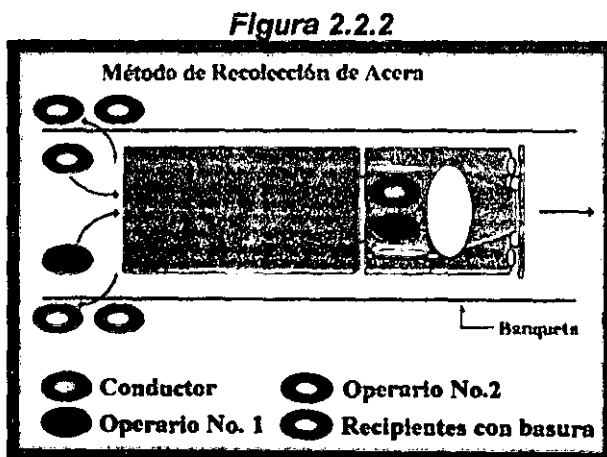
- 1.- Molesta a los usuarios ya que reciben un baño de residuos, al ser vaciados en el interior de la caja del vehículo.
- 2.- Se requiere de la participación activa de los usuarios para entregar los residuos sólidos a la cuadrilla de recolección y cuando no hay una persona atenta en la casa habitación al paso del vehículo, los residuos sólidos se acumulan en exceso en los recipientes con el riesgo de que sean arrojados clandestinamente a la vía pública o algún terreno baldío.

**2.-Recolección de acera o banqueta.**

En este método son recomendables los vehículos con carrocería de carga trasera, debido a su baja altura de carga.

Consiste en que el vehículo circula a una velocidad muy baja en ambos sentidos de la calle haciendo múltiples paradas a lo largo de la misma, con el motor en marcha, donde los usuarios depositan sus contenedores sobre la banqueta; los operarios los recogen, vacían y regresan al mismo sitio donde los usuarios los introducen ya vaciados a sus casas.

Este método requiere de un civismo alto entre la gente y representa el inconveniente de los animales callejeros que se ven atraídos por los recipientes en las calles, como se muestra en la figura 2.2.2.



**3.-Recolección de llevar y traer (intra domiciliaria).**

Es semejante al método anterior con la variante de que los operarios entran hasta los predios por los residuos sólidos, regresando el recipiente al mismo sitio.

Aunque al igual que el método de recolección de acera, el servicio es prestado a un nivel superior, los tiempos y los costos de operación de ambos son muy altos y son utilizados generalmente en las zonas residenciales de nuestro país, donde los usuarios otorgan gratificaciones (propina) a los operarios en tanto no se establezcan sistemas de tarifas por servicio de recolección y dadas las condiciones económicas actuales de nuestro país, no es recomendable la generalización en el uso de este método.

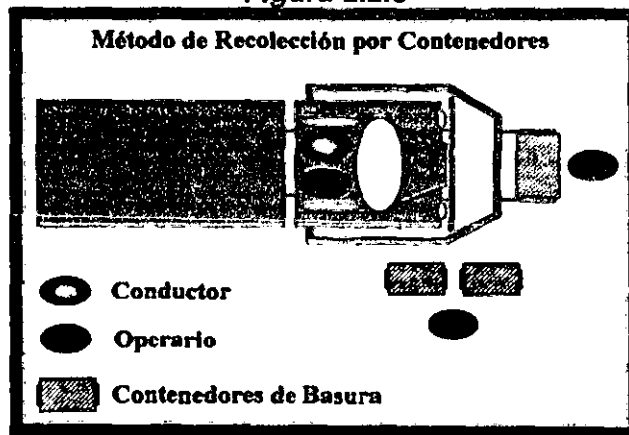
**4.- Recolección por contenedores.**

Se recomienda el uso de este método cuando las áreas generadoras tienen zonas de difícil acceso para los vehículos recolectores y para centros de alta generación de residuos sólidos como podrían ser hoteles, restaurantes, mercados, centros comerciales, hospitales, industrias, etc. La localización de los contenedores deberá ser de tal forma que el vehículo recolector tenga un fácil acceso y pueda realizar las maniobras sin problemas.

Son muy utilizados como contenedores los tambos de 200 litros, y en este caso no son necesarios los vehículos de carga frontal, aunque las maniobras para la descarga de dichos tambos se dificultan por el peso de estos cuando están llenos.

El principal inconveniente de este método es que al fallar el servicio, se crea un foco de contaminación al sobre saturar el contenedor y derramarse los residuos sólidos sobre el suelo, como se muestra en la figura 2.2.3.

**Figura 2.2.3**



Dadas las características de los diferentes métodos de recolección, en la tabla 2.2.1 nos presenta alguno de los aspectos a considerar para la elección del método a emplear en la recolección.

**Tabla 2.2.1**

**PUNTOS DE RECOLECCION**

| CARACTERÍSTICAS                       | PARADA FIJA O DE ESQUINA | DE ACERA O BANQUETA | LLEVAR Y TRAER (INTRADOMICILIARIO).            |
|---------------------------------------|--------------------------|---------------------|--|
| TIEMPO EMPLEADO                       | REGULAR                  | MUCHO               | POCO   |
| CARGADORES POR VEHICULO               | 2 a 3                    | 3 a 5               | 1 a 2  |
| COSTO                                 | BAJO                     | MUY ALTO            | MUY BAJO                                       |
| NECESIDAD DE COOPERACION DEL PUBLICO. | REGULAR                  | PEQUEÑA             | MUY ALTA                                       |
| DERRAME EN LA CALLE                   | REGULAR                  | NULA                | ALTA   |
| ASPECTO VISUAL                        | REGULAR                  | BUENO               | MALO   |
| PROBLEMAS CON EL PUBLICO              | NO HAY                   | NO HAY              | MUCHOS POR EL INGRESO DEL PERSONAL A LAS CASAS |
| NIVEL DE SERVICIO                     | BUENO                    | EXCELENTE           | REGULAR  |

**Frecuencia de recolección.**

La frecuencia de recolección es la periodicidad con la que se presta el servicio de manejar los residuos sólidos es decir, el número de veces al día, semana o mes en que el vehículo recolector sirve un sector, generalmente se da el numero de veces por semana.

Su valor depende fundamentalmente del tiempo en que los residuos sólidos inician su descomposición, en las condiciones climáticas, de la disponibilidad del equipo y de la cantidad de residuos sólidos generados por la población.

La situación actual en nuestro país es de un profundo desorden, ya que existen en las poblaciones zonas en las que el servicio se presta diariamente y hasta dos veces al día y otras zonas donde se presta una vez a la semana o definitivamente se carece del servicio.

La frecuencia de recolección puede ser 6, 3, 2 o 1 vez por semana y se expresa en séptimas (6/7, 3/7, 2/7 y 1/7) los residuos sólidos se deben recolectar, transportarse y disponerse antes de que proliferen las moscas (tabla 2.2.2), por lo que la frecuencia de recolección, no debe ser menor de dos veces a la semana, para el caso de nuestro país, debido al alto contenido de materia orgánica de los residuos sólidos generalmente se recomienda de dos a tres veces por semana para establecer esta frecuencia es necesario laborar de lunes a sábado para que exista uniformidad.

En México es un lujo inaceptable la recolección diaria por su alto costo, por otra parte una frecuencia menor a dos veces por semana, representa riesgos para la salud.

**Tabla 2.2.2**  
**Días requeridos para el desarrollo de la mosca**

| <b>TIEMPO NECESARIO PARA QUE SE TRASFORME</b> |                        |                          |
|---|------------------------|--------------------------|
| <b>TEMPERATURA</b>                            | <b>DE HUEVO A PUPA</b> | <b>DE HUEVO A ADULTA</b> |
| 20° C   | 10.1 DIAS              | 20.5 DIAS                |
| 27° C   | 5.6 DIAS               | 10.8 DIAS                |
| 35° C   | 5.6 DIAS               | 8.9 DIAS                 |

### **Horario de recolección.**

La elección del horario de servicio de recogida de residuos sólidos no debe ser fruto de una decisión poco meditada por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como: alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc. Que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

En poblaciones turísticas como Zihuatanejo, por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes, permanezcan en la calle durante la noche.

#### **1.- Horario a primeras horas de la mañana.**

Tiene casi todas las ventajas y corrige muchos de los inconvenientes de la recolección nocturna, no produce atoramiento de tránsito, los habitantes pueden sacar los receptáculos a la calle al levantarse, o sea poco antes de la pasada del camión, y el control puede ser eficaz.

Puede ocurrir que antes de comenzar el flujo de tránsito hay muy poco tiempo para recoger los residuos sólidos en el sector conflictivo. Una solución para este problema en ciertos casos, es destinar al receptor el máximo de camiones posibles para que terminen a tiempo la tarea, enviándose luego a otras zonas de la ciudad.

#### **2.- Horario diurno.**

Es el horario más económico siempre y cuando no interfiera con el tránsito. Es el más utilizado en las grandes urbes de nuestro país y sin considerar alteraciones al tránsito debido a que las paradas que efectúan al vehículo recolector las hace generalmente en doble fila.

Es posible utilizar los vehículos dos o más turnos por día, aunque el inconveniente es que existe una menor vida útil del equipo y es posible que el número de fallas aumente al disponerse de poco tiempo para el mantenimiento preventivo.



## **2.- Horario diurno.**

Es el horario más económico siempre y cuando no interfiera con el tránsito. Es el más utilizado en las grandes urbes de nuestro país y sin considerar alteraciones al tránsito debido a que las paradas que efectúan al vehículo recolector las hace generalmente en doble fila.

Es posible utilizar los vehículos dos o más turnos por día, aunque el inconveniente es que existe una menor vida útil del equipo y es posible que el número de fallas aumente al disponerse de poco tiempo para el mantenimiento preventivo.

## **3.- Horario nocturno.**

Resulta necesario en los sectores con tránsito muy intenso durante el día. El lento avance del camión recolector puede producir grandes atoramientos. También es recomendable el horario nocturno cuando se desea que los residuos sólidos no estén a la vista del público (lugares turísticos).

Sin embargo, se representan los siguientes inconvenientes:

- El ruido inevitable produce molestias en zonas residenciales.
- El control es difícil y la eficiencia disminuye.
- En muchas partes los residuos sólidos se dejan en las veredas cuando los vecinos se retiran a dormir o cuando cierra los negocios con los que los residuos permanecen largo rato en la vía pública hasta que pasa el camión recolector, agravándose un problema que se deseaba evitar.

## **4.-Recolección en los días feriados.**

Usualmente no se trabaja los domingos cuando la recolección es diaria, el lunes habrá un 100% más de residuos sólidos por recoger que el resto de la semana, lo que exigirá contar con mucho más equipo y personal. Si la frecuencia es tres veces por semana, los lunes y martes solo habrá un 50% más de residuos sólidos, y si es dos veces por semana, de lunes a miércoles el aumento será solo de un 33%.

Si la velocidad de desplazamiento en la etapa de recolección es prácticamente constante e independiente de la cantidad de residuos sólidos, en los días más recargados se puede efectuar un viaje más de recolección por turno, aumentándose la jornada de trabajo solo en el tiempo necesario para ir y volver del lugar de disposición.

De ser posible se tendría que pagar sobre tiempo, si tampoco fuera factible, no queda otra alternativa que planificar las rutas para los días más recargados, lo que indudablemente reduce la eficiencia del sistema.

En los días festivos que haya entre lunes y sábados tiene que efectuarse la recolección de residuos sólidos en igual forma que en los días hábiles, ya que en un sistema bien planificado no habría medios para absorber mayor cantidad de residuos sólidos que circularían, además no se debe olvidar que se trata de un servicio público.

### ***Jornada versus tarea.***

Básicamente hay dos formas de trabajar en al recolección de residuos sólidos:

#### ***1.- Por jornada.***

Se diseñan las rutas y se continúan recogiendo residuos sólidos hasta que se cumpla la jornada de trabajo. Al día siguiente se empieza desde donde se quedo el día anterior, para continuar con la siguiente ruta asignada, y así sucesivamente.

#### ***2.- Por tarea.***

Se estudian las rutas de modo que puedan atenderse, en condiciones normales, dentro de la jornada de trabajo.

Si algún día hay menos residuos sólidos o si el personal se apresura más y termina antes de su recorrido, se retira mas temprano; pero a la inversa, si se retrasa termina mas tarde su faena. Lo importante es efectuar un estudio previo muy cuidadoso de cada ruta y revisarlo periódicamente para no cometer injusticias en la distribución del trabajo.

Si bien el sistema de "jornada" no exige un diseño tan exacto de las rutas, tiene el grave inconveniente que el público no sabe cuando se le recogerán los residuos sólidos. El sistema de "tarea" es utilizado casi universalmente por sus ventajas.

### ***Tipos y características de los contenedores.***

Es la etapa del manejo integral de los residuos sólidos municipales en donde son almacenados temporalmente por los propios usuarios para que posteriormente sean retirados. De tal manera que en la tabla 2.2.3 nos presenta los tiempos empleado cuando se utiliza diferentes contenedores.

### ***Factores que determinan la temporalidad de los almacenamientos.***

- 1.- Composición de los residuos
  - A) Biodegradables (no más de tres días)
  - B) No biodegradables
- 2.- Cantidad
- 3.- Calidad
- 3.- Peso volumétrico
- 4.- Espacio disponible
- 5.- Frecuencia de recolección

**Tabla 2.2.3**  
**TIPO DE RECEPTACULOS PARA LOS RESIDUOS SOLIDOS**

| TIPO DE RECEPTACULO               | VOLUMEN MEDIDO (LITROS) | TIEMPO DE VACIADO TOTAL (SEG.) | TIEMPO DE VACIADO POR LITRO (SEG.) | OBSERVACIONES   |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|
| CAJAS DE CARTON CHICAS            | 44.20                   | 13.40                          | 0.30                               | SE ROMPEN FACILMENTE Y ESTAN LOS RESIDUOS SOLIDOS EXPUESTOS A LA VISTA. |
| CAJAS DE CARTON GRANDES           | 156.50                  | 16.40                          | 1.10                               |   |
| CAJONES DE MADERA CHICOS          | 42.50                   | 13.80                          | 0.33                               | SE DEBEN RECHAZAR POR ESTAR LOS RESIDUOS SOLIDOS EXPUESTOS A LA VISTA.  |
| CAJONES DE MADERA GRANDES         | 173.50                  | 21.10                          | 1.12                               |   |
| TAMBOS DE 200 LITROS              | 171.60                  | 34.30                          | 0.21                               | PELIGROSOS POR SU PESO EXCESIVO.  |
| TAMBOS PARTIDOS EN DOS            | 116.80                  | 20.40                          | 0.18                               | DEBEN TENER TAPA Y ASAS.  |
| RECEPTACULOS DE METAL O PLASTICO. | 39.40                   | 14.70                          | 0.37                               | DEBEN TENER TAPA Y ASAS.  |
| BOLSAS DE PLASTICO                | 40.00                   | 3.50                           | 0.09                               | EXCELENTE.  |

**Requerimientos de un contenedor.**

1. Tengan el volumen adecuado para almacenar los residuos sólidos en el tiempo requerido.
2. Resistentes y duraderos.
3. Maniobrable (manual o mecánicamente).
4. Agradable estéticamente.
5. Económicos.
6. Seguros e higiénicos.
7. Fácil de limpiar y mantener.

**Tipo, tamaño y material de los receptáculos.**

**1.- Cajas de cartón.**

Se rompen fácilmente al humedecerse, quedando los residuos sólidos tirados en la calle, con ellos se crea un problema sanitario y estético y se aumenta el tiempo de recolección, elevándose los costos. Su uso debe prohibirse por medio de ordenanzas municipales.

## **2.- Cajones de madera.**

Aunque son algo más resistentes, también permiten que los residuos sólidos se desparramen por el suelo y parezcan los mismos problemas que con las cajas de cartón, deben prohibirse en igual forma.

## **3.- Tambos de 200 litros.**

Son muy empleados, pero su peso excesivo genera accidentes frecuentes entre los cargadores, especialmente lesiones en la espalda, en la columna, golpes en las manos y pies, por estas razones deben ser prohibidos.

## **4.- Tambos de 200 litros cortados a la mitad.**

Se recomienda eliminar los bordes cortados así mismo se debe dotar de tapa y asas, pero lo mejor es usar receptáculos tronco-cónicos, de metal o plástico, con una capacidad de 60 a 100 litros especialmente para servir de depósitos de residuos sólidos, por lo que cuentan con tapa y manillas.

## **5.- Bolsas de plástico.**

Generalmente de baja densidad, que se fabrican con capacidad de 30 a 100 litros y espesores de 0.04 a 0.08 mm. Las condiciones son óptimas e igualmente la facilidad de carga. El único inconveniente es el costo de las bolsas para el ama de casa pero es recomendable estudiar si la economía total del servicio, que resulta de la facilidad de carga, permitiría financiar la compra de bolsas.

La prohibición del uso de cajas de cartón y tambos de 200 litros, debe hacerse gradualmente considerando el nivel socioeconómico de los diferentes sectores de la población se debe comenzar por las áreas de mayores ingresos, dando plazos mayores a los sectores de menos ingresos. Es preciso dar suficiente publicidad al cambio, incluso distribuyendo avisos casa por casa. Posteriormente hay que controlar el cumplimiento de las ordenanzas con un equipo de inspectores municipales, incluso aplicando multas a los infractores.

## **Transporte.**

En esta etapa se conducen los residuos sólidos que previamente han sido recolectados, a través de vehículos automotores equipados con cajas metálicas donde se almacenan y son conducidos a un cierto destino previamente proyectado.

1. Estación transferida.
2. Tratamiento.
2. Disposición final.

La selección del tipo de vehículo para efectuar la recolección esta en función directa del tamaño de la población a servir, del método de recolección y las posibilidades económicas para su adquisición y operación.

Actualmente existen en el mercado diversos tipos de modelos de equipo de recolección, desde los más sencillos hasta equipos muy especializados los que son poco recomendables en las condiciones económicas actuales del país, debido a los altos costos de adquisición y operación de estos equipos.

Para la recolección de residuos sólidos se puede usar básicamente dos tipos de equipos mecánicos y son:

- A) Cajas metálicas con puertas y volcado mecánico.
- B) Cajas cerradas con sistema para compactar los residuos sólidos, sin embargo, en localidades pequeñas puede ser suficiente usar camiones sin compactación cuyo costo es mucho menor y su mantenimiento más simple, lo que es muy importante tener en cuenta.

## **Equipos mas utilizados en México.**

### **1.- Camión volteo.**

Son vehículos destinados originalmente a otras actividades pero adaptados a la recolección de residuos sólidos; existe una gran variedad de estos vehículos operando en la actualidad en el manejo de los residuos sólidos en muchas localidades del país, obteniendo eficiencias aceptables como se muestra en la figura 2.2.4.

#### **Ventajas:**

Su principal ventaja de adoptar un vehículo volteo al manejo de los residuos sólidos es su bajo costo comparado con un camión especializado, la carga por volteo es más rápida comparada con las paradas fijas, además que es muy versátil, pudiéndose utilizar en otras actividades como el acarreo de material.

#### **Desventajas:**

Sus principales desventajas son: la altura de carga, el acomodo de los residuos sólidos es manual y por lo tanto se requiere un hombre adicional en la cuadrilla y que estando las cajas descubiertas, al circular se provoca que los residuos caigan del vehículo.

**Figura 2.2.4**  
**Camión recolector tipo volteo.**



## **2.- Sistema de compactación.**

### **2.1 Cajas rotativas.**

Su forma es tronco-cónica y en su interior llevan una pestaña helicoidal, la rotación continua, hace que las partes mas duras de los residuos trituren los más blandos; la pestaña helicoidal va empujando los residuos sólidos hacia el interior, compactándolos aproximadamente a la mitad de su volumen, los equipos son sencillos y eficientes, pudiendo repararse con facilidad.

La carga se hace por atrás, ya sea manualmente o con elevadores mecánicos de contenedores, se vacían haciendo girar la caja al revés, el principal inconveniente de este sistema es que la operación demora hasta cinco minutos, y la otra es el ruido que se produce cuando comienzan a llenarse y el precio mas alto en algunos países.

Estos vehículos tienen una capacidad de 10 a 20 m<sup>3</sup> con equipo opcional para carga de contenedores y son muy utilizados actualmente en nuestro país, aunque no se operen correctamente los mecanismos de compactación.

Son recomendables para todos los métodos de recolección aunque para la recolección por contenedores es necesario adaptar el mecanismo para la carga de los mismos.

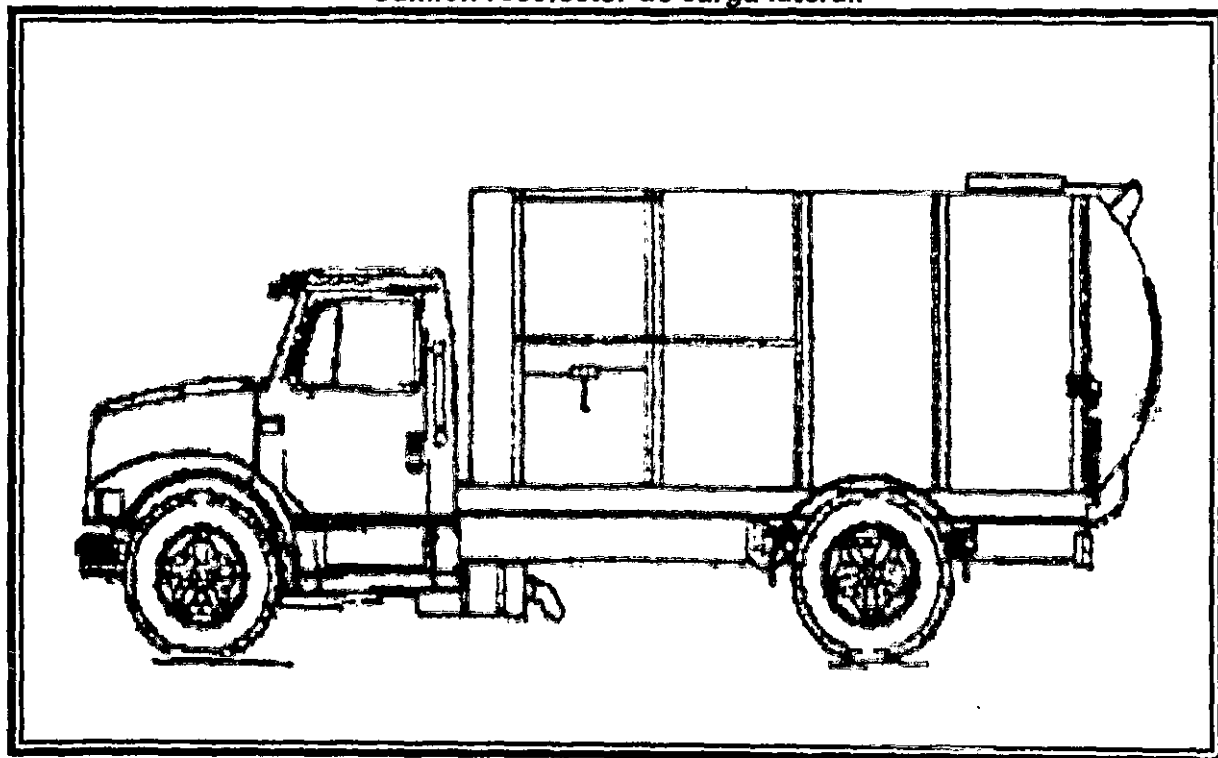
**Cajas con placas simples.**

Los residuos sólidos se cargan por el costado a través de una puerta cerca de la cabina, y una placa de empuje hacia atrás, compactándola contra la puerta trasera en algunos casos se agrega equipo para levantar contenedores.

Estos camiones son simples y de un costo bajo, lo principal es que el grado de compactación es bajo porque al retroceder la placa para iniciar el nuevo ciclo parte de los residuos sólidos se devuelve, la altura de carga es elevada, lo que obliga a agregar escalerillas (trabajo mas lento) o a mantener una persona en el interior de la caja para recibir los receptáculos (poco sanitario, peligroso y más costoso de operar o requerir una persona más)

El carguío lateral es peligroso cuando se recogen residuos simultáneamente de ambos lados de la calle, la descarga se hace abriendo la puerta trasera y haciendo funcionar la placa, como se presenta en la figura 2.2.5

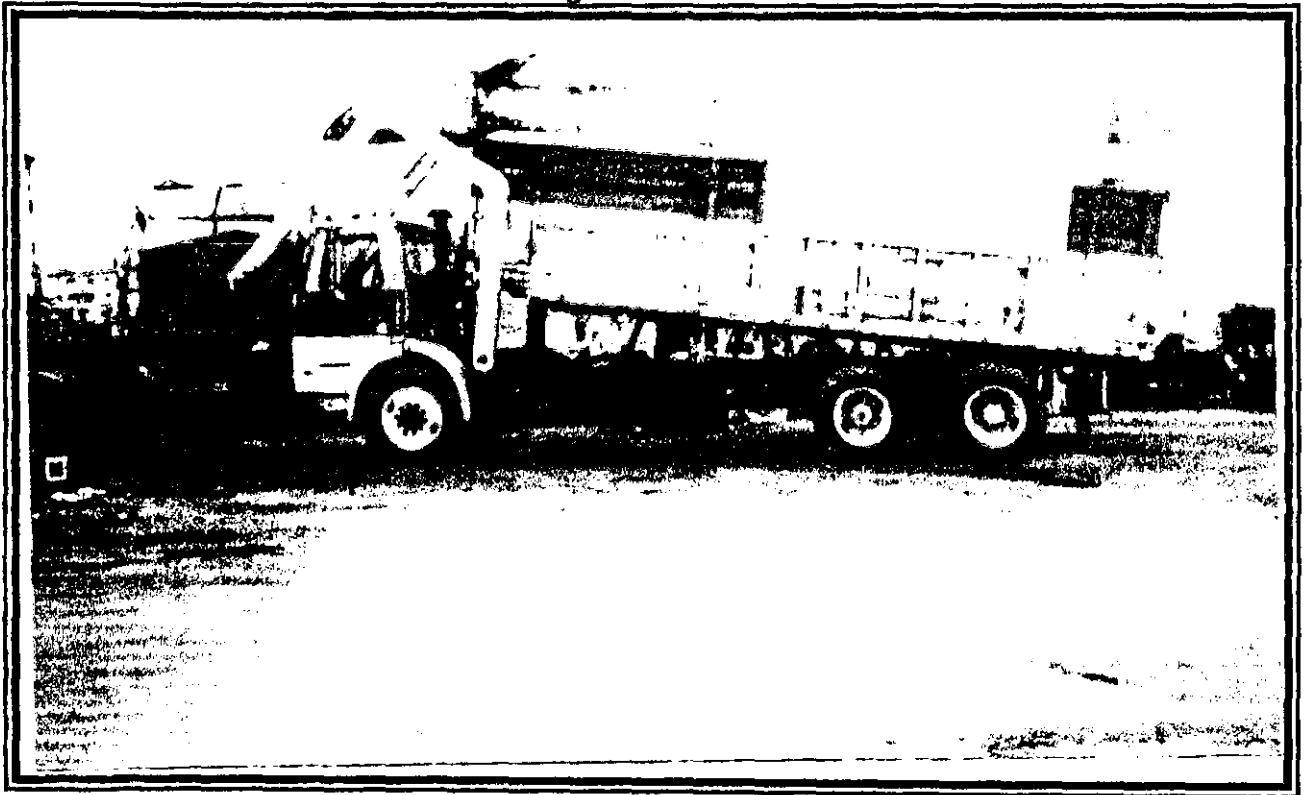
**Figura 2.2.5**  
**Camión recolector de carga lateral.**



Una forma de evitar algunas de las desventajas señaladas es cargando los residuos sólidos por una abertura en el techo de la caja, delante del camión va un contenedor que dos brazos hidráulicos levantan por sobre la cabina, vaciándolo en la abertura de techo; una placa en el interior de la caja compactar los residuos sólidos contra la puerta trasera.

Los receptáculos individuales se pueden vaciar en el contenedor delantero, pero estos equipos, que son de alto costo, se usan casi exclusivamente para vaciar contenedores estacionarios de gran tamaño, figura 2.2.6.

**Figura 2.2.6**  
**Cargador frontal**





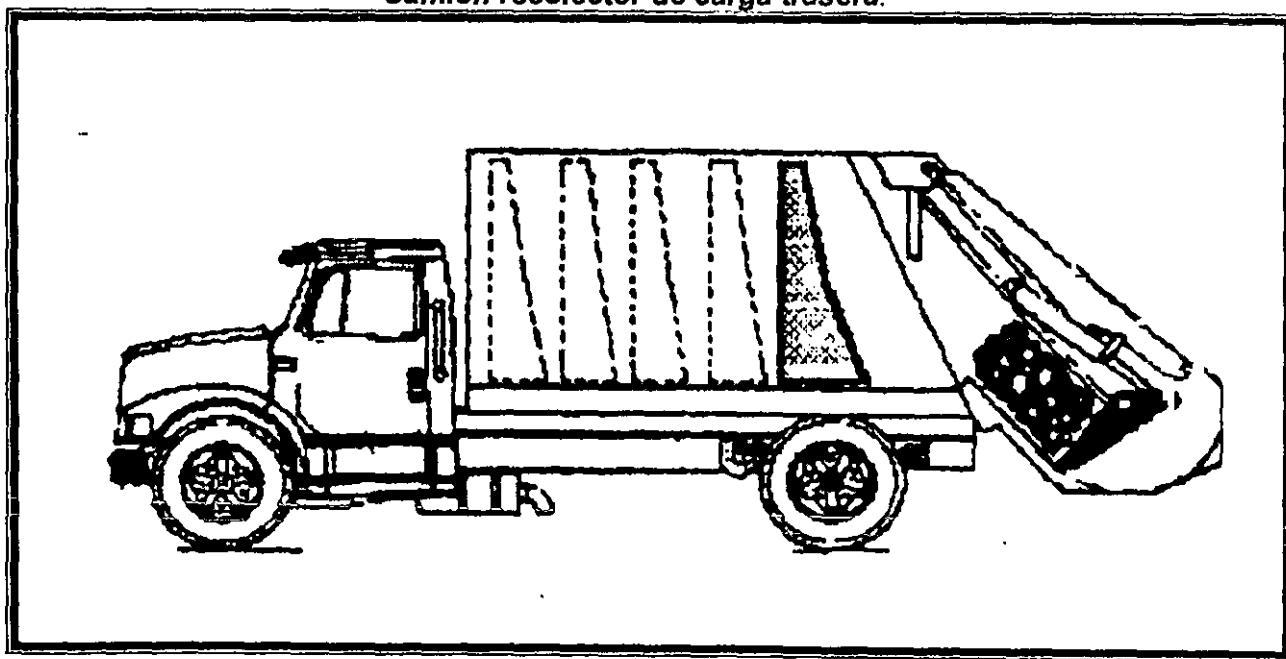
### 3.- Cajas con placas múltiples.

También tiene una tolva trasera con fondo curvo, donde se vacían los residuos sólidos y una placa que gira barriendo el fondo y empujando los residuos sólidos hacia el interior de la caja, sin embargo en ese momento una segunda placa destapa la abertura para que los residuos sólidos se introduzcan en la caja.

Sin embargo en este momento una segunda placa rotatoria la sobrepasa, esta segunda placa se cierra compactando los residuos sólidos e impidiendo que se devuelvan; la tercera placa es la eyectora que cuando el camión comienza a llenarse, se coloca cerca de la cola del camión reduciendo el volumen de la caja, esto permite que ya desde el comienzo se vaya compactando, a medida que el camión se va llenando, los residuos sólidos van empujando la placa inyectora hacia la cabina, venciendo la placa hidráulica de su pisto.

En esta forma se alcanza un alto grado de compactación, reduciéndose el volumen hasta a  $\frac{1}{2}$  y aun hasta  $\frac{1}{2.5}$  en los países desarrollados con contenidos de humedad mas bajos, se puede reducir el volumen hasta  $\frac{1}{5}$ . La descarga se hace levantando el tail - gate y haciendo funcionar la eyectora hacia atrás, el costo de estos equipos es mas alto que el de la placa simple, figura 2.2.7.

**Figura 2.2.7**  
**Camión recolector de carga trasera.**



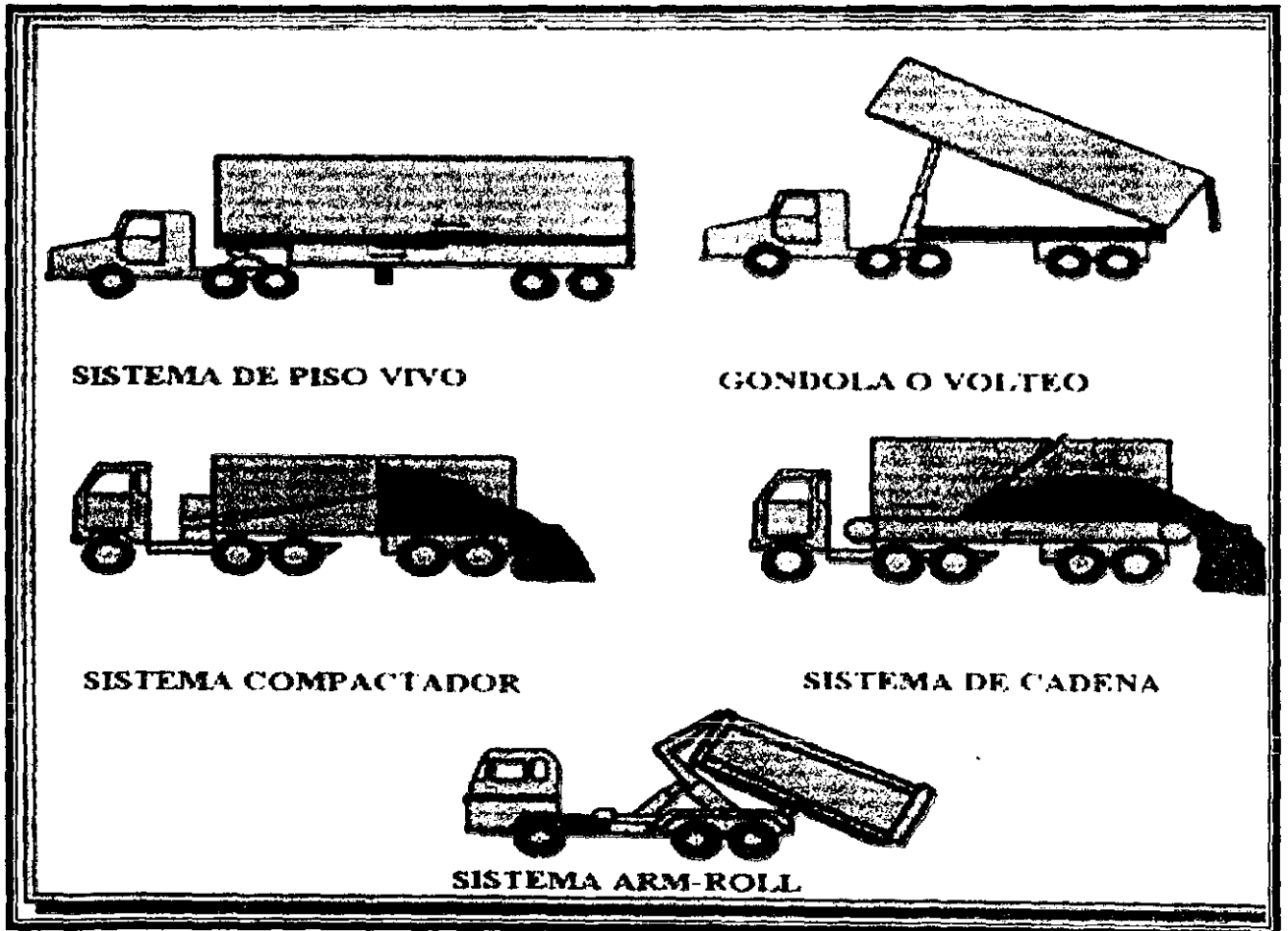
**4.- Vehículo de transferencia.**

Son utilizados en los centros urbanos, donde las distancias a los sitios de disposición final son grandes y es más económico el transporte de los residuos sólidos en vehículos de mayor capacidad.

Para poder usarlos es necesario, contar con una infraestructura mínima; es decir, con una estación de transferencia a la cual lleguen los vehículos recolectores y transfieran los residuos sólidos a los vehículos de mayor capacidad.

La capacidad de estos equipos varía entre los 30 y 70 m<sup>3</sup> y pueden llevar dos cajas con mecanismo compactador o no como se indica en la figura 2.2.8.

**Figura 2.2.8  
Vehículos de transferencia**

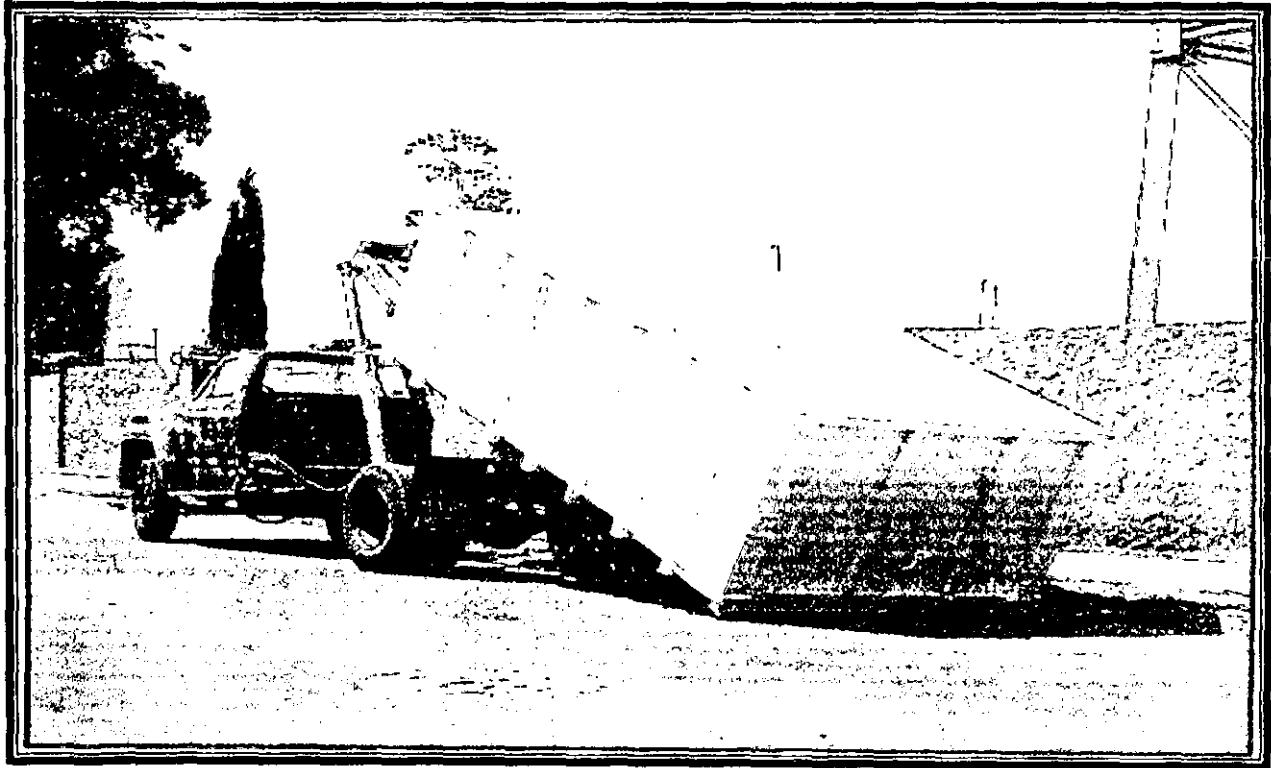


**5.- Vehículo con contenedor - caja.**

Conocido como "roll on - roll off", consiste en que el vehículo deje varias cajas en sitios de gran demanda por cada una de las calles cuando se han llenado para transportarlas al sitio de disposición final para después regresárselas a su ubicación original.

Posee un mecanismo que les permite bajar y subir las cajas con bastante eficiencia y existen diversas capacidades y tipos de los mecanismos de las mencionadas cajas como se presenta en la figura 2.2.9.

**Figura 2.2.9**  
**Vehículo roll-on roll-off**



### **2.3. DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN.**

Una fase importante de cualquier sistema de recolección de residuos sólidos, es la que comúnmente se conoce como el microrroteo, el cual no es otra cosa que el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos recolectores en los sectores de la localidad donde han sido asignados, con el fin de recolectar en la mejor forma posible los residuos generados por los habitantes de dicho sector.

El diseño de microrrutas, debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la localidad en cuestión, los cuales se enuncian a continuación.

- 1.- Traza urbana de la localidad.
- 2.- Topografía de la localidad.
- 3.- Ancho y tipo de calles.
- 4.- Métodos de recolección.
- 5.- Equipo de recolección.
- 6.- Densidad de la población.
- 7.- Generación de residuos sólidos.

Ahora bien cabe aclarar que un mal diseño de las macrorrutas, trae aparejados graves daños al sistema de recolección, entre los cuales se pueden citar los siguientes: desperdicios del equipo y personal de la recolección de los residuos sólidos; reducción en la cobertura del servicio; incremento de los costos y por ultimo la proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos de la localidad.

Por todo lo anterior, se deberá poner especial interés en diseñar adecuadamente las microrrutas de recolección de residuos sólidos para cualquier localidad, si se pretende obtener un servicio de recolección eficiente.

#### **Reglas básicas para el diseño de rutas:**

1. El diseño de rutas para tratar de aumentar la distancia productiva en relación al tiempo total.
2. Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad.
3. El comienzo de una ruta debe estar cerca del encierro de los camiones y el término cerca del lugar de la disposición final.
4. En lugares con colinas o fuertes desniveles del terreno, el recorrido debe procurar hacerse desde la parte alta hacia la baja, si se presentan hondonadas que hay que bajar y luego subir, hay que procurar atender al comienzo de un viaje, cuando el camión va con poca carga.
5. En lo posible, hay que tratar de recoger simultáneamente ambos costados de la calle. Sin embargo, ello no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito.
6. Debe respetarse el sentido de circulación y la prohibición de ciertos virajes.
7. Conviene evitar los giros a la izquierda y las vueltas en "u" porque hacen perder el tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.
8. Calles con mucho tránsito deben recogerse en las horas en que este disminuye.
9. Cuando hay estacionamiento de vehículos, hay que procurar efectuar la recolección en los momentos en que la vía esta mas despejada.

10. En caso de calles muy cortas o sin salida, es preferible que los camiones recolectores no entren en ellas, si no que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los receptáculos con residuos, esto economiza mucho tiempo.

Una vez conocidos los parámetros anteriores, se utiliza el algoritmo del transporte, obteniéndose la asignación óptima de cada uno de los vehículos a cada una de las áreas generadoras. Otro camino que puede proporcionar una buena solución, aunque no la óptima, es el de hacer el cálculo teórico de las necesidades y afinar los contornos entre los diferentes vehículos.

### ***Diseño de la macrorruta de recolección.***

Se llama macrorruta a la asignación de los diferentes vehículos de recolección a las distintas áreas generadoras en que se divide una población, de mejor manera posible.

Para realizar dicha asignación, es necesario dividir la ciudad, si esta es lo suficientemente grande, en zonas operativas tomando en cuenta las fronteras naturales o hechas por el hombre que normalmente dividen una ciudad, como son cerros, cañadas, ríos, viaductos, avenidas importantes, vías férreas, etc.

Además, es necesario contar con los tiempos estándar de recolección en cada una de las áreas obtenida de estudios de tiempos y movimientos, así como la producción total de residuos sólidos en cada una de dichas áreas y las capacidades de cada uno de los tipos de vehículos recolectores.

### ***Diseño de la microrruta.***

Se denomina microrruteo al recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados, con el fin de recolectar, en la mejor manera posible los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área.

Para el diseño de la microrruta se toma en cuenta una serie de factores variables de acuerdo con la población de que se trate:

- Traza urbana
- Vialidad
- Ancho y tipo de calles
- Métodos de recolección
- Equipo de recolección
- Densidad de la población
- Generación de residuos sólidos
- Tiempo estándar de recolección

En forma general se puede decir que existen tres métodos para el diseño de las microrutas de recolección de residuos sólidos, los cuales son los siguientes:

1. Diseño de microrutas, con base en el juicio y experiencia del proyectista.
2. Métodos heurísticos.
3. Métodos determinísticos.

***Diseño de microrutas, con base en juicio y experiencia del proyectista.***

Actualmente en el medio mexicano, el método mas empleado para el diseño de las microrutas, es con base en el juicio y experiencia del proyectista; Aunque en la mayoría de los casos quien determina la ruta de recolección es el jefe de limpia, o bien los chóferes de los vehículos recolectores, quienes la hacen a veces de "proyectistas" dejan mucho que desear en cuanto al aspecto técnico, aunado a lo anterior, esta el hecho que generalmente las rutas que establecen los chóferes de los vehículos recolectores atienden "casualmente" a todas aquellas casas habitación, comercios y cualquier tipo de fuentes generadoras que proporcionen un buen pago extra, por el servicio de recolección (propina).

Ahora bien, aunque el proyectista fuera en realidad una persona con criterio y experiencia en el área en cuestión, es muy difícil evaluar correctamente todas las variables que entran en el diseño de las rutas de recolección.

Por lo anterior, es obvio que el método de diseño antes descrito, es el más ineficiente y por lo tanto el menos recomendable de cuantos existen actualmente.

***Método heurístico.***

En cuanto a los métodos heurísticos, se puede decir que son los más eficientes y que se basa generalmente en el sentido común del proyectista y en ciertas reglas de "dedo". Aparentemente, requiere de un mínimo de tiempo, recursos económicos y materiales, además de que varios autores consideran que son adaptables a un amplio rango de problemas.

Las principales reglas de "dedo", empleadas para el diseño de rutas de recolección por métodos heurísticos son las siguientes:

- Sentido de circulación.
- Minimizar vueltas a la izquierda.
- Iniciar la ruta lo más cercano al lugar del encierro.
- Eliminar vueltas en "u".
- Evitar la recolección en calles de transito parado durante horas pico.

Aunque los métodos heurísticos son los más eficientes y dan mejores resultados que los basados en la experiencia del proyectista tampoco son muy recomendables, ya que es muy difícil obtener rutas óptimas con tales métodos.

**Método determinístico.**

Son los más recomendables, ya que ellos se pueden involucrar todos los parámetros que con cierto peso inciden en el diseño de las rutas de recolección de los residuos sólidos, ahora bien, dos de los más importantes métodos determinísticos para el diseño de las microrrutras, son los siguientes algoritmos:

1. Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.
2. Algoritmo del cartero chino.

El primero se aplica en los casos en que la demanda es discreta; y el segundo, es ideal para los casos en que la demanda es continua o semicontinua. De acuerdo con este último, el algoritmo que resuelve el problema del agente viajero, se deberá emplear cuando el método de recolección es exclusivamente de esquina o parada fija; mientras que el algoritmo del cartero chino, se diseñara las rutas cuando se cuente en la localidad con un método de recolección tipo acera o intradomiciliaria o bien alguna de sus variantes. Cabe aclarar que este último algoritmo, también se puede emplear para el diseño de las rutas de barrido manual o mecánico.

## 2.4. DISPOSICIÓN FINAL.

Antes de que los residuos sólidos sean dispuestos en un sitio de disposición final, pueden pasar a la estación de transferencia o algún tratamiento de los mismos.

### **Estación de transferencia.**

Es el conjunto de equipo e instalaciones cuya función primordial es servir de intercambio de los residuos sólidos contenidos en los vehículos recolectores de baja capacidad a otro vehículo de transporte de mayor capacidad de manera segura, económica y eficiente.

Cuando la distancia al lugar de disposición es grande, el tiempo perdido en ir y volver del mismo es importante, afectando al uso del camión recolector como al trabajo de la cuadrilla.

En tales casos puede ser conveniente transbordar los residuos a grandes remolques de 50 a 60 m<sup>3</sup> de capacidad, que los llevan al lugar de disposición mientras los recolectores continúan trabajando.

Las estaciones de transferencia tienen una tolva donde se vacían, los residuos sólidos de los recolectores, debe estar dimensionada según la frecuencia de llegada de los vehículos, para que no pierdan tiempo esperando turno para descargar.

Si son poco los residuos sólidos acumulados, la tolva puede vaciarlos directamente a los remolques; sin embargo, es más común que placas acondicionadas por pistones o bandas transportadoras hagan este trabajo.

Hay tres alternativas de operar la descarga de la tolva:

- A) Que los residuos sólidos se vacíen directamente al remolque, por arriba.
- B) Que este tenga una placa compactadora para volver a comprimir los residuos sólidos.
- C) Que el remolque se fije a la estación de transferencia con dos gatillos y que un compactador estacionario comprima los residuos sólidos por atrás del mismo y hacia su interior.

Antes de decidir la instalación de una estación de transferencia es indispensable hacer un estudio económico, por lo que es justificada para distancias de transporte superiores a 20 a 30 kilómetros.

### **Tratamiento de los residuos sólidos.**

Se llama tratamiento al conjunto de transformaciones físico - químicas que sufren los residuos sólidos, como resultado de la aplicación de algún método específico para lograr dicha transformación.

De acuerdo a la tecnología actual disponible es posible agruparlas en:

#### **1. Sin recuperación de subproductos.**

Incineración



## 2. *Con recuperación de subproductos.*

- Pirolisis
- Composteo
- Deshidratación y aprovechamiento de residuos orgánicos
- Oxidación
- Hidrogenación
- Fotodegradación

Antes que los residuos sólidos sean sometidos a cualquier sistema de tratamiento, es necesario separar una serie de materiales que pueden tener un valor económico y potencial de rehuso.

### *Disposición final.*

Una vez que se ha efectuado la recolección hay que dar un destino final de los mismos, que puede ser:

1. Tiradero a cielo abierto
2. Relleno higiénico
3. Relleno sanitario

#### 1. *Tiradero a cielo abierto.*

Es la forma más generalizada de disposición final en nuestro país con los problemas intrínsecos para la salud y el medio ambiente; se trata de terrenos, barrancas, cañadas, etc., utilizada por los municipios sin ningún control sanitario.

Otro punto importante es el deterioro del suelo y muy especialmente de la potencial contaminación de las aguas subterráneas y en muchos casos incluso de las superficiales, que lógicamente son una parte de los riesgos sanitarios.

La producción de incendios, una vez por autocombustión de los residuos sólidos y otra porque para eliminarlas se les hace arder con la tan frecuente presencia de humos debido a los tiraderos que arden, son fenómenos tan conocidos que no por frecuentes son menos importantes, además de que dan lugar a una notable contaminación atmosférica y en ocasiones al ser humos opacos son peligrosos para la circulación y para la seguridad de los bosques cercanos.

Los depósitos de residuos sólidos incontrolados producen olores muy molestos y, como hemos señalados riesgos para la salud, pues en tales acumulaciones de residuos sólidos existen gran cantidad de roedores e insectos, que son agentes portadores (los denominados vectores) de enfermedades y algunas contaminaciones bacterianas.

Suelen producir también molestias por la presencia de polvos, papeles y plásticos que existen por los alrededores, puesto que vuelan con facilidad. La presencia de plásticos y papeles en la carretera, en montes, en los ríos y en el mar se deben en muchos casos a estas causas. Este conjunto de problemas dan lugar a un fenómeno menos importante que es la enorme alteración del paisaje en la zona en que se produce la descarga de los residuos.

En caso de que los servicios de recolección no funcionen bien, todos los problemas citados se agravan enormemente con la acumulación de bolsas y residuos sólidos esparcidos por calles y aceras, malos olores y por consiguiente riesgos sanitarios.

## **2. Relleno higiénico.**

Es la disposición final de residuos sólidos en el suelo cubriendo los residuos sólidos dispuestos en el terreno cada determinado periodo de tiempo que va desde una semana hasta cada mes; es una variante controlada del tiradero a cielo abierto con casi todas las desventajas de este, por lo que no es recomendable su implantación.

## **3. Relleno sanitario.**

“Es la técnica para la disposición final de los residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin ocasionar molestias o peligros para la salud. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en la menor superficie posible, reduciendo su volumen al mínimo prácticamente. Los residuos sólidos así depositados se cubren con una capa de tierra con la frecuencia necesaria por lo menos a fin de cada jornada”

Esta obra de ingeniería se desarrolla en una área determinada y debe ser ejecutado mediante un proyecto para atender el objetivo general que es el disponer en forma sanitaria y económica de los residuos sólidos.

El proyecto del relleno sanitario ha sido dividido en tres grandes puntos y son:

1. Factores ambientales.
2. Selección de un lugar para el relleno sanitario.
3. Construcciones de relleno sanitario.

### **1. Factores ambientales.**

Los factores ambientales que deben ser considerados en el proyecto son:

- A) Producción de lixiviados
- B) Formación de gases
- C) Ruidos
- D) Olores
- E) Contaminación del aire
- F) Incendios
- G) Ratas, moscas, mosquitos, pájaros, etc.
- H) Rotura del paisaje

## **2. Selección de un lugar para el relleno sanitario.**

La selección de un lugar para un relleno sanitario requiere conocer un número determinado de parámetros. Estos parámetros y su importancia son muy variables dependiendo de las condiciones existentes en cada municipio. Algunos de estos parámetros pueden ser valorados por medio técnicos (contaminación de aguas) y otros tienen una fuerte componente subjetiva (opinión pública, desvalorización económica de la zona, etc.) Siendo difícil su valoración.

La selección del lugar apropiado de acuerdo a una evaluación de impacto ambiental son:

### ***Datos sobre las zonas elegidas.***

- Propietarios y superficie.
- Topografía.
- Servidumbres.  
Servicios (agua, luz, carreteras, etc.)
- Población de la zona.  
Legislación vigente.
- Planes de ordenación territorial.

### ***Datos geológicos.***

- Formación geológica.
- Tipos de rocas y litologías.
- Materiales de coberturas.

### ***Datos hidrogeológicos.***

- Inventarios de puntos de agua.
- Localización de aguas subterráneas.
- Riesgos de inundaciones.
- Red de drenaje.

### ***Datos climatológicos.***

- Pluviometría.
- Velocidad y dirección predominante del viento.
- Temperaturas.

### ***Datos de flora y fauna.***

- Inventarios.
- Cultivos.
- Áreas forestales, vegetales, etc.

### **Datos de los residuos sólidos**

- Tipo de residuos sólidos.
- Cantidad y composición.

### **Datos sobre la mejora del paisaje.**

- Rotura de paisajes.
- Mejora del paisaje.
- Posible reutilización del terreno.
- Evaluación del trabajo ambiental

### **3. Construcción del relleno sanitario.**

Conocidos los datos del lugar y realizada la evaluación de impacto ambiental entre varios lugares se efectúa la selección del emplazamiento.

#### **A) Especificaciones del diseño y planificación.**

1. Preparación del lugar.
  - Limpieza y desbrozado.
  - Accesos.
  - Vallado.
2. Capacidad.
3. Control escorrentía superficial.
4. Protección de las aguas subterráneas.
5. Formación de gases.

#### **B) Método constructivo.**

La selección del método será determinado en base a la topografía del sitio, aunque también depende del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. De acuerdo a los tipos de suelo donde se ubicará el relleno sanitario, existen tres métodos de operación, los cuales se mencionan a continuación:

##### **\* Método de Trinchera o zanja**

También se le conoce como método de zanja y consiste en depositar los residuos sólidos sobre el talud inclinado, generalmente recomendado el de 1:3 donde posteriormente son esparcidos y compactados en capas con el equipo necesario, hasta formar una celda que posteriormente será cubierta con material, ya sea proveniente de un banco de material o excavado en el sitio, con una frecuencia mínima de una vez al día esparciendo lo mejor posible y compactando sobre los residuos. En la figura 2.4.1 se ilustra la forma en que se lleva a cabo el método de trinchera.

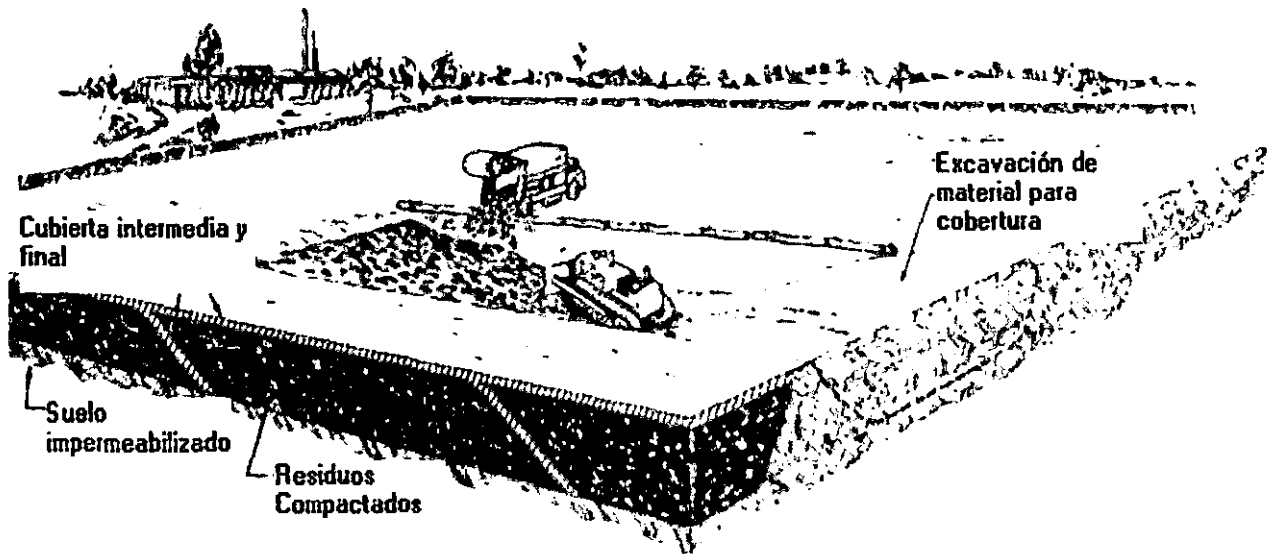
Este método es generalmente usado en donde el nivel de las aguas freáticas es profundo y las pendientes del terreno suaves, las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimientos de tierras, como una retroexcavadora o un tractor de oruga y la altura común a la cual se realizan las excavaciones son de dos a tres metros de profundidad. Teniendo la gran ventaja de que el material de cubierta que se utiliza es el material producto de la excavación de la trinchera, donde se puede excavar varias trincheras y almacenar el material de cubierta o bien obtener el material diariamente. Sin embargo, el método de zanja tiene algunas desventajas, si se excava más material de cobertura del que se requiere inmediatamente, hay que apilarlo y volver a moverlo a un costo extra. El drenaje puede ser también un problema, pero este se puede resolver abriendo un extremo de la zanja e inclinando el piso de la zanja hacia el otro extremo, recordando las precauciones que se deben de tomar para que el agua de la superficie pueda desaguar en el extremo de la zanja.

El ancho de las trincheras deberá ser al menos dos a tres veces más ancho que la maquinaria para que pueda compactarse el material en el área de trabajo, mientras que la profundidad depende del nivel de aguas freáticas y de las características del suelo. Es importante anotar que existen experiencias de excavación de trincheras hasta de 9 a 12 m de profundidad, 18 a 24 m de ancho y de 60 a 90 m de largo para rellenos sanitarios que reciben de 270 a 450 toneladas métricas por día, donde las 450 toneladas son el límite para evitar la congestión del tráfico de vehículos.

Este procedimiento puede realizarse de tres formas:

- Excavar toda la zanja y poner en camellones el material de cobertura a lo largo de los lados hasta que se necesite.
- Excavar sólo lo suficiente para proporcionar el espacio para un solo día de trabajo y cubrirlo con tierra. Esto se llama el método de zanja progresiva que puede requerir el manejo del material de cobertura sólo una vez.
- Excavar una segunda zanja en segmentos paralelos a la primera y usar el material excavado para cubrir la primera zanja.

Figura 2.4.1. Método de trinchera<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Unit operations in resource recovery engineering, P. Aarne Vesilind, Alan E. Rimer, Prentice-Hall, Inc

#### \* Método de Área

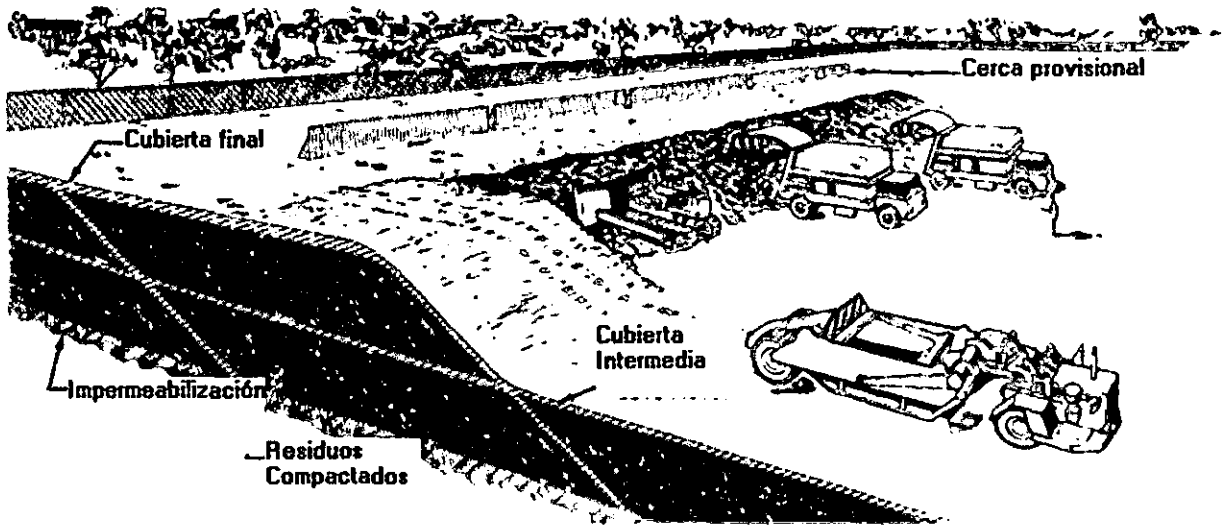
Una de las únicas diferencias que presenta este método en comparación con el anterior, es que los residuos sólidos se compactan en capas inclinadas de 60 cm, para formar la celda que posteriormente se cubrirá con tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo.

La forma correcta de funcionar de este método es de la siguiente manera:

Los residuos sólidos se empujan en forma de capas, se compactan y se cubren apropiadamente, los desechos que se generan los siguientes días se descargan al pie del talud del día anterior y el frente se empuja, se compacta y se cubre al final de cada jornada. Una máquina como un tractor de cadenas o un compactador de rellenos sanitarios esparce y compacta el material, mientras que para el movimiento de la cubierta diaria se utiliza una motoescrepa.

Este método es usado en todo tipo de terreno, canteras abandonadas, terrenos planos, depresiones, ciénagas (zonas fangosas) contaminadas y en terrenos donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar los residuos sólidos, ésta puede ser depositada directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En este método se busca que las áreas destinadas a los materiales de cubierta estén lo más cerca posible, para evitar los gastos de transporte de la tierra, o en su caso se excava de las laderas del terreno. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba. En las figuras 2.4.2. se representa el método del área.

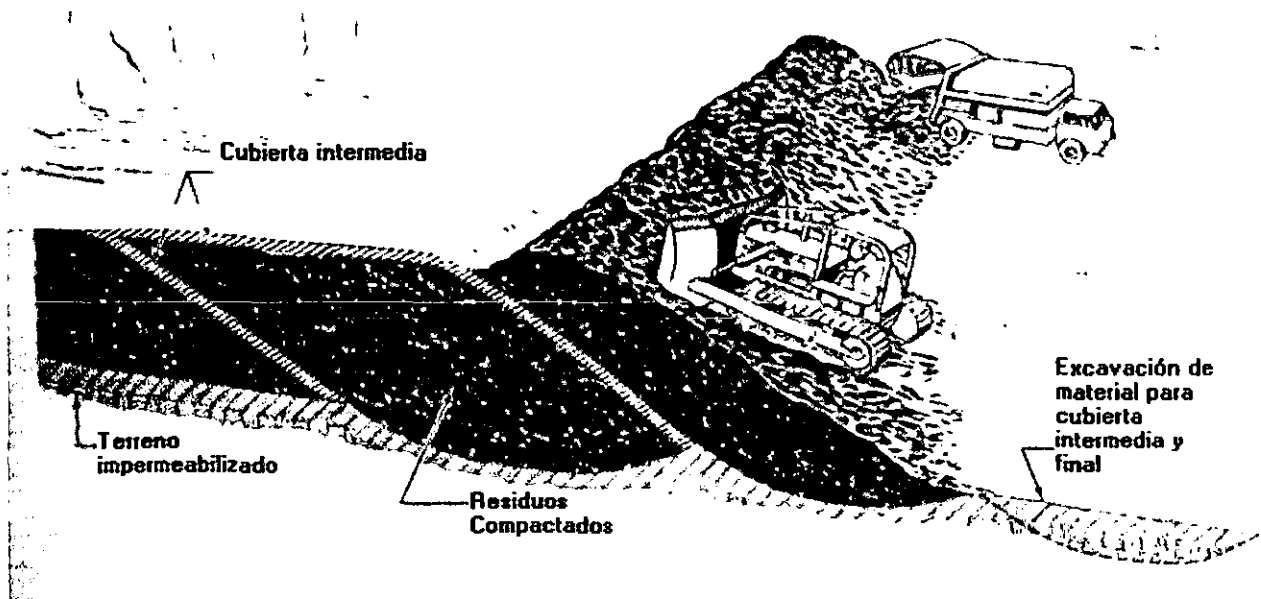
Figura 2.4.2. Método de área<sup>2</sup>



<sup>1</sup> Unit operations in resource recovery engineering, P. Aarne Vesilind, Alan E. Rimer, Prentice-Hall, Inc.

\* **Método Combinado**

En algunas ocasiones debido a las condiciones que se tienen en el terreno, es necesaria la combinación de los dos métodos anteriores, siendo así en algunas ocasiones que se empieza a trabajar con el método de área, excavando el material de cubierta de la base de la rampa, formándose una trinchera, la cual posteriormente servirá también para ser rellena. En la figura 2.4.3 se ilustra una forma de efectuarse el método combinado.



<sup>2</sup> Unit operations in resource recovery engineering, P. Aarne Vesilind, Alan E. Rimer, Prentice-Hall, Inc.

### **III. ESTUDIO DE GENERACIÓN.**

#### **3.1. MUESTREO ALEATORIO.**

Zihuatanejo en los últimos años ha crecido en forma vertiginosa y en la medida en que cada persona se integra a la comunidad, desecha una cierta cantidad de materiales al satisfacer sus necesidades. Esto implica un crecimiento constante en los residuos sólidos, sobre todo por tratarse de un centro turístico en donde se reciben muchos visitantes.

La generación de residuos sólidos es muy difícil de controlar debido a que para ello tendría que modificarse la conducta generalizada de consumo, que constantemente es reforzada por las campañas de publicidad. En la actualidad debido a las necesidades de consumo de la población y ante los problemas del abasto, los habitantes han optado por comprar productos que se pueden conservar mas tiempo, contribuyendo así a la creación de residuos sólidos.

Para la realización del estudio se hizo el análisis para dos estratos socio económicos que son los más representativos de la localidad y posteriormente proseguir con el diseño de las macrorrutas.

El estrato socioeconómico bajo quedo contemplado dentro de las zonas irregulares y partes altas de algunas colonias, asimismo el estrato medio se ubico en las colonias regularizadas y que en general cuentan con todos los servicios como se muestra en el plano 5, ubicado en el anexo2.

#### **Caracterización de los residuos sólidos**

El objetivo de este estudio es la caracterización de los residuos sólidos generados en el puerto de Zihuatanejo, Gro. Que consiste básicamente en la determinación de:

- La cantidad promedio de residuos sólidos generados por persona, medido en Kg./hab./día.
- La composición porcentual de los residuos sólidos expresado en %
- El peso volumétrico, medido en kg./m<sup>3</sup>

La caracterización se realizó para dos estratos socioeconómicos considerados los más representativos, dadas las condiciones presentadas en la región de las cuales se clasifican con base en los siguientes factores principales:

Servicios públicos existentes  
Tipo de calles (pavimentación)  
Tipo de casas (área construida y tipo de materiales de construcción)  
Nivel de ingresos

De los cuales se identificaron los siguientes colonias, así como su respectivo estrato socioeconómico al que pertenecen como se muestra en la tabla 3.1.1



Tabla 3.1.1

*Estrato socioeconómico / colonia*

| COLONIA              | ESTRATO | COLONIA                    | ESTRATO |
|----------------------|---------|----------------------------|---------|
| Centro.              | Medio.  | Ignacio Manuel Altamirano. | Bajo.   |
| Infonavit la parota. | Medio.  | Darío Galeana.             | Bajo.   |
| El hujal.            | Medio.  | Morelos                    | Bajo.   |
| Fovisste.            | Medio.  | Progreso.                  | Bajo.   |
| Infonavit el Hujal.  | Medio.  | Embalse.                   | Bajo.   |
| La noria.            | Bajo.   | 12 de Marzo.               | Bajo.   |
| Paraíso.             | Bajo.   | Esperanza.                 | Bajo.   |
| 24 de abril.         | Bajo.   | Correa.                    | Bajo.   |
| Vicente Guerrero.    | Bajo.   | Barriles.                  | Bajo.   |

Para llevar a cabo el estudio de caracterización, se efectuaron las actividades y procedimientos y se utilizaron los equipos y materiales, así como las instalaciones necesarias que se establecen en las Normas Oficiales Mexicanas, mencionadas en la tabla 3.1.2 y que se describen en el anexo 2.

Cuadro No 3.1.2

*Normas Oficiales Mexicanas*

| Determinación                            | Normas empleadas   |
|--|--|
| Generación de residuos sólidos           | NMX-AA-61-1985 Generación per cápita   |
| Peso volumétrico in situ                 | NMX-AA-15-1985 Muestreo método de cuarteo<br>NMX-AA-19-1985 Peso volumétrico in situ |
| Composición genérica de residuos sólidos | NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos                            |

El análisis de los residuos sólidos se realizó en las instalaciones de la dirección de servicios públicos municipales, que presento las siguientes características.

- Área de trabajo de 6\* 6 m
- Superficie techada (losa)
- Piso de concreto.
- Almacén para herramienta y equipo
- Agua

El estudio de caracterización se realizó únicamente para Zihuatanejo, ya que dentro del, existen zonas con características similares a las de las comunidades que integran el municipio, por lo tanto, los resultados obtenidos serán aplicables a estos sitios.

## Metodología para la obtención de la generación de los residuos sólidos municipales.

La cantidad promedio de residuos sólidos generados por persona y por día, esto es, la generación per-cápita, se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Oficial MX-AA-61-1985 "Determinación de la generación".

Para el estudio realizado en este muestreo, se eligió un riesgo  $\alpha = 0.20$ , considerado apropiado de acuerdo a los factores que indica la Norma MX-AA-61-1985, misma que establece un tamaño de muestra (n) igual a 50 elementos para este mismo riesgo.

El trabajo de campo realizado, consistió en las siguientes actividades:

1. Definición de la zona a hacer un muestreo (universo de trabajo)
2. Preparación de planos de identificación de lotes
3. Numeración progresiva y selección aleatoria de lotes (tabla 3.1.3 y tabla 3.1.4)
4. Proceso de aceptación o rechazo de las viviendas
5. Visita a las familias de las casas elegidas, para solicitar su participación y en caso de aceptar, solicitarle datos necesarios para el estudio, como dirección de la vivienda y número de habitantes, así como la aplicación de una encuesta para conocer la opinión de los ciudadanos respecto al servicio de recolección y limpia prestado actualmente.
6. Identificación de los elementos definitivos con pintura en la acera  
Entrega de la bolsa número 1, en la que se recolectan los residuos sólidos generados hasta un día antes del periodo en que se realizó el muestreo.
7. Como se mencionó anteriormente la recolección de residuos sólidos en la primera bolsa, sirve únicamente para asegurar que los residuos sólidos recolectados al día siguiente, sean de un solo día. Los residuos sólidos recolectados en la operación limpieza fueron descartados dispuestos en un tiradero municipal.
8. Simultáneamente a esta recolección, se entregó la segunda bolsa en la que se almacenaron los residuos sólidos del día uno. Esta actividad se repitió durante los siete días del estudio.
9. Las bolsas que se repartieron fueron identificadas con una etiqueta, en la que se indicó la dirección de la casa, su número consecutivo y un espacio en blanco para anotar el número de personas que estuvieron o contribuyeron en la generación de los residuos sólidos.
10. Recolección de las muestras. Esta acción se realizó siguiendo una ruta preestablecida con el fin de agilizar el trabajo. Si en alguna vivienda no salían a entregar la bolsa, se continuaba con el recorrido y al finalizar la ruta se visitaban nuevamente las viviendas en las que no se encontraban los habitantes y se recolectaron las muestras faltantes.
11. Pesaje de los residuos sólidos generados por cada elemento (vivienda) Esta actividad se realizó en el patio de la dirección de servicios públicos municipales.
12. Cálculo de la generación per cápita para cada elemento. Éste se obtuvo dividiendo el peso de los residuos sólidos de cada muestra entre el número de habitantes que estuvieron en la vivienda y que contribuyeron a la generación de residuos sólidos.

En la visita que se realizó a cada vivienda seleccionada, se entregó a cada familia un cuestionario referente al manejo de los residuos sólidos por parte del municipio y por parte de los propios habitantes, en el cual se presentó el siguiente cuestionamiento:

**Estrato medio**

El universo de trabajo para el estrato medio estuvo constituido por las siguientes colonias:

- a) Colonia centro.
- b) Infonavit la parota.
- c) Colonia el hujal.
- d) Fovissste.
- e) Infonavit el hujal.

Para elegir aleatoriamente los 50 elementos requeridos, se partió de la ubicación en los planos catastrales, en los que se pudiera apoyar la selección de las viviendas a muestrear como se muestra en el plano 5, y debido a que el universo de trabajo está formado por los dos barrios se fijaron los siguientes criterios para seleccionarlos:

- a) Tipo de vivienda
- b) Servicios públicos con los que cuenta
- c) Tipos de vialidades

La Norma NMX-AA-61-1985 establece un mínimo de 50 muestras para un riesgo de  $\alpha = 0.2$  tomado en el muestreo, sin embargo, se sabe que algunos elementos se descartarán por distintas causas, algunas de ellas son:

- En el lote seleccionado no hay vivienda.
- La vivienda está abandonada.
- Las características de la vivienda corresponden a otro estrato socioeconómico.
- Los habitantes no pueden participar.
- Los habitantes no colaboran hasta el final del muestreo

Previniendo esta situación, se tomaron 60 viviendas aleatoriamente y se realizó un recorrido por la zona para identificar los 50 elementos elegidos y determinar la posibilidad de incluirse en la premuestra. Algunos tuvieron que ser descartados según las causas antes mencionadas y para reemplazarlos se designaron nuevos elementos.

Todas las viviendas se visitaron con el fin de explicarle a los habitantes en que consistiría el estudio y cual sería su participación en caso de aceptar, así como para preguntarles el número de personas que normalmente se encuentran en casa. Simultáneamente se aplicó una encuesta para conocer su opinión sobre el servicio de recolección que actualmente ofrece el H. Ayuntamiento.

**Tabla 3.1.3**

**Viviendas seleccionadas estrato medio**

| <b>NUMERO CONSECUTIVO</b> | <b>NUMERO ALEATORIO</b> | <b>ENTRE CALLES</b> |
|---------------------------|-------------------------|---------------------|
| 01                        | 5283                    | Circuito Amistad    |
| 02                        | 6348                    | Circuito Amistad    |
| 03                        | 3525                    | Circuito Amistad    |
| 04                        | 7895                    | Circuito Amistad    |

**Tabla 3.1.3**  
**Viviendas seleccionadas estrato medio(continuación)**

| NUMERO CONSECUTIVO | NUMERO ALEATORIO | ENTRE CALLES                            |
|--------------------|------------------|---|
| 05                 | 3699             | Circuito amistad                        |
| 06                 | 1542             | Av. Zihuatanejo                         |
| 07                 | 6235             | Av. Zihuatanejo                         |
| 08                 | 5997             | Av. Zihuatanejo                         |
| 09                 | 9410             | Av. Zihuatanejo                         |
| 10                 | 3296             | Av. Zihuatanejo                         |
| 11                 | 6000             | Guamúchil e Hierbabuena                 |
| 12                 | 6431             | Andador los Juez e Higuierilla          |
| 13                 | 4231             | Av. Zihuatanejo                         |
| 14                 | 3547             | Albacar y Av. Zihuatanejo               |
| 15                 | 9574             | Av. Zihuatanejo                         |
| 16                 | 1652             | Coral y Ocote                           |
| 17                 | 1383             | Copal y Ocote                           |
| 18                 | 2667             | Ocote y Cedro                           |
| 19                 | 7319             | Oyamel y Av. la parota                  |
| 20                 | 0081             | Espino y Oyamel                         |
| 21                 | 5892             | Palo de arco y Guamúchil                |
| 22                 | 1594             | Álamo y Av. Morelos                     |
| 23                 | 3604             | Cedro y Huisache                        |
| 24                 | 4769             | Enredadera y Av. Morelos                |
| 25                 | 1565             | Higuera y Av. Morelos                   |
| 26                 | 5556             | Av. 5 de mayo y Vicente Guerrero        |
| 27                 | 1555             | I.M.A. y Antonia Nava.                  |
| 28                 | 4624             | Cuauhtemoc y Vicente Guerrero           |
| 29                 | 3408             | Cuauhtemoc y Galeana                    |
| 30                 | 2454             | Vicente Guerrero y Cuauhtemoc           |
| 31                 | 0061             | Antonia N. y Catalina González          |
| 32                 | 2666             | Mandarina y Av. Morelos                 |
| 33                 | 1332             | Av. Benito Juárez y Palapas             |
| 34                 | 0962             | Paseo del Palmar y Palapas              |
| 35                 | 5858             | Guayabos y Mangos                       |
| 36                 | 5319             | Rubí y Ópalo                            |
| 37                 | 9404             | Esmeralda y Topacio                     |
| 38                 | 3413             | Galo y Esmeralda                        |
| 39                 | 7931             | Jade y Paseo de la boquita              |
| 40                 | 2639             | Rubí y Paseo de la boquita              |
| 41                 | 6348             | Mar. Caspio y Colegio militar           |
| 42                 | 8993             | Mar. Mediterráneo y Mar. Caspio         |
| 43                 | 6810             | Mar Mediterráneo y Paseo de la. Boquita |
| 44                 | 0501             | Mar Muerto y Mediterráneo               |
| 45                 | 0331             | Eva Samoano y Paseo de la Boquita       |
| 46                 | 9001             | Eva Samoano y Adelita                   |
| 47                 | 6661             | Carretera escénica la ropa y Valentina  |

Tabla 3.1.3

*Viviendas seleccionadas estrato medio (continuación)*

| NUMERO CONSECUTIVO | NUMERO ALEATORIO | ENTRE CALLES                    |
|--------------------|------------------|---------------------------------|
| 48                 | 0518             | Ri0 Colorado y Valentina        |
| 49                 | 5020             | Pedro Asensio y Juan N. Álvarez |
| 50                 | 1001             | Ejido y Juan N. Álvarez         |

Tabla 3.1.4

*Viviendas seleccionadas estrato bajo*

| NUMERO CONSECUTIVO | NUMERO ALEATORIO | ENTRE CALLES                          |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|
| 01                 | 9967             | Andador Tiburones y And. Ballena      |
| 02                 | 7483             | Tintorera y Sardina                   |
| 03                 | 6283             | La Panga y Paseo de las salinas       |
| 04                 | 9174             | El Velero y Cayue                     |
| 05                 | 7366             | La Lancha y Velero                    |
| 06                 | 0474             | Calle principal Col. Benito Juárez    |
| 07                 | 8599             | Calle principal Col. Benito Juárez    |
| 08                 | 5254             | Andador 10 de mayo y And. 24 de Abril |
| 09                 | 8765             | Paseo del Cantil y 27 de Abril        |
| 10                 | 4775             | Rafael Delgado y Justo Sierra         |
| 11                 | 7152             | Juan de Dios Pesa y Quetzalcoatl      |
| 12                 | 1493             | Calle principal Col. Francisco Villa  |
| 13                 | 1898             | Calle Principal Col. Francisco Villa  |
| 14                 | 2074             | Calle Santa Maria y Barranca          |
| 15                 | 9941             | Águilas y Santa Maria                 |
| 16                 | 1459             | Águilas y Arrozal                     |
| 17                 | 4103             | Azcayacuatl y Chagmool                |
| 18                 | 6120             | Huitzilopochtli y Atamualpa           |
| 19                 | 2700             | Dichel y Huitzilopochtli              |
| 20                 | 6576             | Av. Morelos y Valsequillo             |
| 21                 | 4511             | Laguna verde y Laguna roja            |
| 22                 | 1649             | Camino antiguo a la Unión             |
| 23                 | 1414             | Principal de la Col. 24 de Abril      |
| 24                 | 851              | Las Palmas y La Selva                 |
| 25                 | 1225             | Agustín Lara y López de la Vega       |
| 26                 | 6812             | Díaz Mirón                            |
| 27                 | 9497             | Principal de la Col. Miramar          |
| 28                 | 9717             | Principal de la Col. el Barril        |
| 29                 | 4359             | Principal de la Col. el Barril ii     |
| 30                 | 6944             | Principal de la Col. la Presa         |
| 31                 | 0324             | Principal de la Col. la Presa ii      |
| 32                 | 4393             | Principal de la Col. Esperanza        |
| 33                 | 4732             | Los Tamarindos                        |

Tabla 3.1.4

*Viviendas seleccionadas estrato bajo (continuación)*

| NUMERO CONSECUTIVO | NUMERO ALEATORIO | ENTRE CALLES                         |
|--------------------|------------------|--------------------------------------|
| 34                 | 2909             | Calle 6 y Calle 7                    |
| 35                 | 2355             | Calle 7 y Paseo de los Hujes         |
| 36                 | 5014             | Calle 5 y Vaso de Zihuatanejo        |
| 37                 | 0875             | La Peña y Calle del Arroyo           |
| 38                 | 5393             | La Casa y Moctezuma                  |
| 39                 | 5423             | Ceres y Vulcano                      |
| 40                 | 3314             | Huiztecos y Mexicas                  |
| 41                 | 2975             | Andador Santa Ana y Popolhica        |
| 42                 | 1095             | Av. Juana P. y Fco. de Aguilar       |
| 43                 | 4018             | Fco. Montes de Oca y Fco. de Aguilar |
| 44                 | 0619             | Cornelio Ortiz y Narciso Mendoza     |
| 45                 | 3994             | Ignacio López Mirón y Aldana         |
| 46                 | 5067             | Missisipi y Paseo del Palmar         |
| 47                 | 6549             | Río Bravo y Criónico                 |
| 48                 | 1730             | Principal de la Col. las Mesas       |
| 49                 | 6738             | Pez Vela y Calle de la Noria         |
| 50                 | 7839             | Coral y Paseo del Cantil             |

Los elementos de la lista definitiva fueron marcados con pintura amarilla en un lugar visible de la acera, con la finalidad de identificar los elementos de la premuestra y agilizar la tarea de recolección.

Después de haber identificado todas las viviendas de la premuestra, se les entregó la primer bolsa para llevar acabo la llamada "operación limpieza", esta recolección se realizó el día domingo Simultáneamente se entregó la segunda bolsa que sería recogida con residuos sólidos el día lunes, siendo este el primer día del muestreo. Esta actividad se repitió durante los siguientes siete días.

En cada uno de los siete días del muestreo, se realizó la recolección siguiendo la ruta elegida, en las casas en que los habitantes no se encontraron, se pasaba a la siguiente y una vez terminada la ruta se regresaba a éstas con el fin de obtener el mayor número de muestras, logrando así el mayor número de muestras diarias.

Después de recolectar todas las muestras posibles, se pesó cada una de ellas, con una aproximación de 10 gramos y descontando el peso de las bolsas de plástico que se asignaron para la recolección.

Los registros de los pesos de las muestras se presentan en la tabla 3.1.5

Tabla 3.1.5

Generación de residuos sólidos en el estrato medio

| NÚMERO PROGRESIVO | DIA 1 GRS. | DIA 2 GRS. | DIA 3 GRS. | DIA 4 GRS. | DIA 5 GRS. | DIA 6 GRS. | DIA 7 GRS. | PROMEDIO GRS. | NÚMERO DE PERSONAS | GENERACIÓN GR./HAB-DIA |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|--------------------|------------------------|
| 01                | 8000       | 3640       | 1530       | 2860       | 2001       | 1970       | 1580       | 21581         | 5                  | 617                    |
| 02                | 5000       | 1830       | 2280       | 1330       | 1115       | 1080       | 1240       | 13910         | 3                  | 662                    |
| 03                | 6300       | 2810       | 2330       | 1280       | 2090       | 2110       | 1160       | 18080         | 4                  | 646                    |
| 04                | 4800       | 2630       | 2170       | 2350       | 1070       | 1890       | 2150       | 17060         | 4                  | 609                    |
| 05                | 5300       | 3470       | 2130       | 1190       | 1060       | 1190       | 1570       | 15910         | 3                  | 758                    |
| 06                | 5600       | 3330       | 2610       | 1140       | 1460       | 1940       | 1860       | 17940         | 4                  | 640                    |
| 07                | 4600       | 1250       | 1740       | 860        | 960        | 1170       | 1060       | 11640         | 3                  | 554                    |
| 08                | 1200       | 860        | 530        | 360        | 910        | 670        | 780        | 5310          | 2                  | 379                    |
| 09                | 7800       | 4230       | 1510       | 2140       | 3250       | 1330       | 2310       | 22570         | 6                  | 538                    |
| 10                | 8500       | 2440       | 1770       | 3210       | 2140       | 1680       | 1740       | 21480         | 5                  | 614                    |
| 11                | 7300       | 3210       | 2140       | 1270       | 1680       | 1710       | 1280       | 18590         | 5                  | 531                    |
| 12                | 3180       | 2140       | 1760       | 2770       | 1580       | 2050       | 1330       | 14810         | 4                  | 529                    |
| 13                | 5280       | 2740       | 3590       | 1040       | 2160       | 1310       | 4280       | 20400         | 6                  | 486                    |
| 14                | 3200       | 1650       | 1090       | 2670       | 1920       | 1330       | 1140       | 13000         | 4                  | 465                    |
| 15                | 4200       | 1680       | 2130       | 2640       | 2710       | 2460       | 2370       | 18190         | 5                  | 520                    |
| 16                | 5300       | 2150       | 1360       | 1740       | 2080       | 1940       | 2640       | 17210         | 4                  | 615                    |
| 17                | 12300      | 6140       | 5330       | 6280       | 3690       | 5470       | 6310       | 45520         | 8                  | 813                    |
| 18                | 6200       | 3170       | 1090       | 2160       | 1770       | 1930       | 1650       | 17970         | 5                  | 513                    |
| 19                | 7370       | 4250       | 3680       | 4070       | 2680       | 3510       | 2860       | 28420         | 4                  | 1015                   |
| 20                | 6100       | 2380       | 1670       | 2150       | 2090       | 1870       | 1110       | 17370         | 5                  | 496                    |
| 21                | 6800       | 1020       | 2570       | 1910       | 1330       | 2150       | 1640       | 18420         | 5                  | 526                    |
| 22                | 5800       | 2140       | 3650       | 1190       | 1970       | 2670       | 4280       | 22700         | 6                  | 540                    |
| 23                | 5100       | 1080       | 2170       | 2650       | 1170       | 1350       | 2950       | 16470         | 4                  | 589                    |
| 24                | 6800       | 3150       | 2720       | 1640       | 1790       | 2870       | 2150       | 21120         | 6                  | 503                    |
| 25                | 7100       | 2150       | 3680       | 950        | 2770       | 2510       | 2730       | 21890         | 6                  | 521                    |

ESTE DOCUMENTO PERTENECE A LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Tabla 3.1.5 (continuación)

| NÚMERO PROGRESIVO  | DIA 1 GRS.    | DIA 2 GRS.    | DIA 3 GRS.    | DIA 4 GRS.    | DIA 5 GRS.    | DIA 6 GRS.    | DIA 7 GRS.    | PROMEDIO GRS.  | NÚMERO DE PERSONAS | GENERACIÓN GR./HAB-DIA |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|------------------------|
| 26                 | 4800          | 2350          | 1670          | 2140          | 2910          | 1310          | 1420          | 16600          | 5                  | 474                    |
| 27                 | 7100          | 2680          | 2310          | 3090          | 1220          | 1730          | 2890          | 21020          | 6                  | 500                    |
| 28                 | 6300          | 2170          | 2910          | 3680          | 3010          | 2640          | 3210          | 23920          | 7                  | 488                    |
| 29                 | 6100          | 2280          | 7670          | 1950          | 2760          | 2810          | 2560          | 26130          | 6                  | 662                    |
| 30                 | 12800         | 5310          | 3970          | 4680          | 4330          | 5080          | 5310          | 41480          | 9                  | 658                    |
| 31                 | 1800          | 770           | 2810          | 2170          | 1680          | 1570          | 1460          | 12260          | 3                  | 584                    |
| 32                 | 2800          | 910           | 1070          | 1280          | 1610          | 1440          | 1250          | 10360          | 3                  | 493                    |
| 33                 | 6800          | 2310          | 1680          | 3090          | 2720          | 2140          | 2310          | 21050          | 5                  | 601                    |
| 34                 | 4600          | 3190          | 3010          | 4170          | 2650          | 1970          | 2860          | 23450          | 6                  | 559                    |
| 35                 | 6200          | 3910          | 2860          | 3170          | 2920          | 3220          | 3410          | 25690          | 7                  | 524                    |
| 36                 | 2800          | 3170          | 3090          | 2670          | 2910          | 3210          | 3010          | 20860          | 6                  | 497                    |
| 37                 | 7100          | 3150          | 2210          | 2930          | 2870          | 3170          | 3020          | 24450          | 6                  | 582                    |
| 38                 | 5900          | 2870          | 3210          | 2770          | 2940          | 3010          | 3220          | 23920          | 6                  | 570                    |
| 39                 | 5300          | 2860          | 3990          | 1080          | 2150          | 2770          | 2670          | 20820          | 7                  | 425                    |
| 40                 | 3650          | 2330          | 4280          | 910           | 1670          | 2140          | 2080          | 17060          | 6                  | 406                    |
| 41                 | 6200          | 2570          | 1680          | 2970          | 1090          | 2340          | 1860          | 18710          | 5                  | 535                    |
| 42                 | 2100          | 1210          | 670           | 590           | 880           | 930           | 697           | 7077           | 3                  | 337                    |
| 43                 | 4100          | 1210          | 1050          | 1560          | 1200          | 1350          | 3040          | 13510          | 5                  | 386                    |
| 44                 | 4200          | 3900          | 3650          | 1210          | 1890          | 2410          | 926           | 18186          | 6                  | 433                    |
| 45                 | 2200          | 1200          | 980           | 1420          | 1780          | 2670          | 2210          | 12460          | 4                  | 445                    |
| 46                 | 1700          | 1860          | 3210          | 2930          | 2870          | 2640          | 3774          | 18984          | 6                  | 452                    |
| 47                 | 4600          | 2720          | 3110          | 2870          | 3470          | 2520          | 3305          | 22575          | 5                  | 645                    |
| 48                 | 8700          | 6100          | 6210          | 5930          | 5280          | 5320          | 5923          | 43463          | 7                  | 887                    |
| 49                 | 8200          | 3810          | 2930          | 4780          | 4990          | 3220          | 4165          | 32095          | 5                  | 917                    |
| 50                 | 10500         | 5360          | 4820          | 5910          | 4890          | 5470          | 3720          | 40670          | 5                  | 1162                   |
| <b>SUMA DIARIA</b> | <b>285680</b> | <b>135760</b> | <b>132280</b> | <b>121790</b> | <b>116126</b> | <b>118240</b> | <b>124470</b> | <b>1034361</b> | <b>255</b>         | <b>28901</b>           |



**Tabla 3.1.6**

**Generación de residuos sólidos en el estrato bajo**

| NÚMERO PROGRESIVO | DIA 1 GRS. | DIA 2 GRS. | DIA 3 GRS. | DIA 4 GRS. | DIA 5 GRS. | DIA 6 GRS. | DIA 7 GRS. | PROMEDIO GRS. | NÚMERO DE PERSONAS | GENERACIÓN GR./HAB-DIA |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|--------------------|------------------------|
| 01                | 15000      | 400        | 2600       | 1000       | 1200       | 2650       | 660        | 23510         | 3                  | 1118                   |
| 02                | 8000       | 400        | 2200       | 900        | 3800       | 1700       | 670        | 17670         | 6                  | 421                    |
| 03                | 1500       | 10000      | 2500       | 2320       | 1810       | 860        | 760        | 19750         | 3                  | 940                    |
| 04                | 6800       | 10000      | 4410       | 2530       | 1470       | 1850       | 1370       | 28430         | 5                  | 812                    |
| 05                | 4510       | 2650       | 1530       | 2210       | 930        | 2180       | 7360       | 21370         | 5                  | 611                    |
| 06                | 1530       | 2800       | 1500       | 1200       | 870        | 4400       | 630        | 12930         | 4                  | 462                    |
| 07                | 12000      | 2510       | 3480       | 2500       | 1850       | 1380       | 1360       | 25080         | 6                  | 598                    |
| 08                | 7300       | 2500       | 1410       | 2200       | 900        | 1450       | 1730       | 17490         | 4                  | 625                    |
| 09                | 5000       | 2610       | 1350       | 1200       | 820        | 2840       | 600        | 14420         | 5                  | 412                    |
| 10                | 5100       | 1080       | 2400       | 2320       | 1110       | 980        | 0          | 12990         | 5                  | 433                    |
| 11                | 4700       | 1880       | 2430       | 0          | 1270       | 1780       | 0          | 12060         | 5                  | 482                    |
| 12                | 8000       | 3580       | 2430       | 1520       | 950        | 1610       | 870        | 18960         | 6                  | 451                    |
| 13                | 600        | 410        | 0          | 0          | 1200       | 2200       | 1600       | 6010          | 3                  | 401                    |
| 14                | 1000       | 3610       | 2530       | 0          | 810        | 1700       | 1270       | 10920         | 4                  | 455                    |
| 15                | 4000       | 3610       | 2400       | 2300       | 700        | 2140       | 1260       | 16410         | 5                  | 469                    |
| 16                | 3200       | 2510       | 2830       | 1740       | 3680       | 0          | 1880       | 15840         | 6                  | 440                    |
| 17                | 5300       | 3000       | 350        | 2800       | 1180       | 480        | 700        | 13810         | 4                  | 493                    |
| 18                | 4000       | 2530       | 980        | 1150       | 670        | 1230       | 860        | 11420         | 4                  | 408                    |
| 19                | 5000       | 7100       | 2300       | 2600       | 500        | 0          | 1080       | 18580         | 4                  | 774                    |
| 20                | 10000      | 3500       | 2300       | 1780       | 460        | 2340       | 1300       | 21680         | 5                  | 619                    |
| 21                | 5000       | 1280       | 1500       | 860        | 690        | 870        | 700        | 10900         | 7                  | 222                    |
| 22                | 5000       | 2230       | 1140       | 680        | 580        | 0          | 320        | 9950          | 5                  | 332                    |
| 23                | 6000       | 4530       | 1800       | 3600       | 2200       | 2440       | 1230       | 21800         | 7                  | 445                    |
| 24                | 2000       | 2410       | 3500       | 2200       | 2600       | 2750       | 1700       | 17160         | 5                  | 490                    |
| 25                | 7000       | 2330       | 2850       | 2690       | 1280       | 2640       | 1570       | 20360         | 6                  | 485                    |

Tabla 3.1.6 (continuación)

| NÚMERO PROGRESIVO  | DIA 1 GRS.    | DIA 2 GRS.    | DIA 3 GRS.   | DIA 4 GRS.   | DIA 5 GRS.   | DIA 6 GRS.   | DIA 7 GRS.   | PROMEDIO GRS. | NÚMERO DE PERSONAS | GENERACIÓN GR./HAB-DIA |
|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------------|------------------------|
| 26                 | 3800          | 0             | 2800         | 1500         | 960          | 480          | 1360         | 10900         | 3                  | 605                    |
| 27                 | 5000          | 1070          | 960          | 2800         | 1730         | 3230         | 1270         | 16060         | 4                  | 573                    |
| 28                 | 1500          | 2800          | 1100         | 1640         | 1530         | 1680         | 1210         | 11460         | 3                  | 546                    |
| 29                 | 5000          | 2500          | 1280         | 1300         | 600          | 1100         | 930          | 12710         | 4                  | 454                    |
| 30                 | 10000         | 2460          | 2410         | 3200         | 680          | 2240         | 1300         | 22290         | 6                  | 531                    |
| 31                 | 5000          | 2350          | 1430         | 980          | 1350         | 1270         | 1680         | 14060         | 3                  | 669                    |
| 32                 | 2300          | 1530          | 1400         | 630          | 840          | 490          | 1060         | 8250          | 2                  | 589                    |
| 33                 | 2000          | 3100          | 3080         | 2800         | 800          | 1610         | 1170         | 14560         | 5                  | 416                    |
| 34                 | 7000          | 2460          | 1560         | 1500         | 700          | 3460         | 1880         | 18560         | 4                  | 662                    |
| 35                 | 6000          | 2360          | 1030         | 2120         | 800          | 1380         | 860          | 14550         | 4                  | 520                    |
| 36                 | 4000          | 1560          | 3520         | 1300         | 3200         | 1200         | 960          | 15740         | 4                  | 562                    |
| 37                 | 5000          | 1470          | 2510         | 2580         | 2860         | 1800         | 1680         | 17900         | 3                  | 852                    |
| 38                 | 1800          | 670           | 510          | 1360         | 1180         | 480          | 1160         | 7160          | 2                  | 511                    |
| 39                 | 1000          | 2630          | 1600         | 1500         | 2600         | 1780         | 1080         | 12190         | 4                  | 435                    |
| 40                 | 1800          | 1100          | 400          | 2300         | 1050         | 1370         | 1760         | 9780          | 3                  | 466                    |
| 41                 | 3700          | 2680          | 2090         | 2480         | 580          | 2660         | 1770         | 15960         | 4                  | 570                    |
| 42                 | 3100          | 2410          | 0            | 1630         | 940          | 3220         | 1210         | 12510         | 4                  | 484                    |
| 43                 | 5100          | 2380          | 1450         | 2170         | 1990         | 2460         | 1850         | 17400         | 4                  | 621                    |
| 44                 | 5400          | 2710          | 3180         | 1960         | 1760         | 2640         | 2590         | 20240         | 6                  | 482                    |
| 45                 | 3200          | 2990          | 2650         | 2360         | 1870         | 3080         | 2540         | 18690         | 6                  | 445                    |
| 46                 | 2400          | 1060          | 1510         | 2320         | 950          | 2680         | 2350         | 13270         | 4                  | 474                    |
| 47                 | 8300          | 2650          | 3780         | 1950         | 3680         | 2150         | 2280         | 24790         | 6                  | 590                    |
| 48                 | 4000          | 1120          | 730          | 1220         | 680          | 2230         | 3964         | 13944         | 6                  | 332                    |
| 49                 | 2600          | 860           | 930          | 740          | 630          | 520          | 450          | 6730          | 3                  | 320                    |
| 50                 | 3200          | 1100          | 520          | 890          | 1220         | 1170         | 2575         | 10675         | 5                  | 305                    |
| <b>SUMA DIARIA</b> | <b>239740</b> | <b>127480</b> | <b>95150</b> | <b>87530</b> | <b>68710</b> | <b>88850</b> | <b>72419</b> | <b>779879</b> | <b>224</b>         | <b>26412</b>           |

**Cálculo de generación.****Análisis de resultados.****1.- Ordenar los valores promedio obtenidos en orden creciente.**

Al aplicar el criterio de Dixon, citado en la norma NMX-AA-61-1985 para aceptar o rechazar observaciones sospechosas es necesario ordenar los 50 elementos de la muestra en orden creciente y numerarlos como se muestra en las tablas 3.1.7 y 3.1.8

**Análisis del estrato medio****Tabla 3.1.7****Generación per cápita en forma creciente estrato medio**

|    |     |    |      |
|----|-----|----|------|
| 1  | 337 | 26 | 538  |
| 2  | 379 | 27 | 540  |
| 3  | 386 | 28 | 554  |
| 4  | 406 | 29 | 559  |
| 5  | 425 | 30 | 570  |
| 6  | 433 | 31 | 582  |
| 7  | 445 | 32 | 584  |
| 8  | 452 | 33 | 589  |
| 9  | 465 | 34 | 601  |
| 10 | 474 | 35 | 609  |
| 11 | 486 | 36 | 614  |
| 12 | 488 | 37 | 615  |
| 13 | 493 | 38 | 617  |
| 14 | 496 | 39 | 622  |
| 15 | 497 | 40 | 640  |
| 16 | 500 | 41 | 645  |
| 17 | 503 | 42 | 646  |
| 18 | 513 | 43 | 658  |
| 19 | 520 | 44 | 662  |
| 20 | 521 | 45 | 758  |
| 21 | 524 | 46 | 813  |
| 22 | 526 | 47 | 887  |
| 23 | 529 | 48 | 917  |
| 24 | 531 | 49 | 1015 |
| 25 | 535 | 50 | 1162 |

**2 -Análisis de observaciones sospechosas.****Análisis de rechazo (criterio de dixon) estrato medio.**

Para  $j = 5$  y una confiabilidad del 80%, por lo tanto  $\alpha = 0.20$ .

Cola inferior (grs./hab./día)

$X_1 = 337$   
 $X_2 = 379$   
 $X_3 = 386$   
 $X_4 = 406$   
 $X_5 = 425$

cola superior (grs./hab./día)

$X_{46} = 813$   
 $X_{47} = 887$   
 $X_{48} = 917$   
 $X_{49} = 1015$   
 $X_{50} = 1162$

**Cálculo del estadístico permisible.**

$$r_1 = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \qquad r_1 = \left(1 - \frac{0.20}{2}\right) \qquad r_1 = 0.90$$

De la tabla 1 (anexo 1) entrando con el percentil máximo y el número de observaciones se obtiene.

$$r_1 = 0.360$$

**Análisis de la cola superior.**

Sustituyendo en la siguiente ecuación se tiene:

$$r = \left(\frac{X_n - X_j}{X_n - X_i}\right) \qquad \text{donde } n = 50$$

$$j = 5 \qquad i = n - (j - 1) = 50 - (5 - 1) \qquad i = 46$$

Para  $X_{50} = 1162$  grs./hab./día

$$r = \left(\frac{X_{50} - X_{46}}{X_{50} - X_5}\right) \qquad r = \left(\frac{1162 - 813}{1162 - 425}\right) \qquad r = 0.474$$

Como  $r > r_1$   
 $0.474 > 0.360$  por lo tanto se rechaza.

Para  $X_{50} = 1015$  grs./hab./día

$$r = \left(\frac{X_{49} - X_{46}}{X_{49} - X_5}\right) \qquad r = \left(\frac{1015 - 813}{1015 - 425}\right)$$

$$r = 0.342$$

Como  $r < r_1$   
 $0.342 < 0.360$  por lo tanto se acepta.

**Análisis de la cola inferior.**

Para  $X_5 = 425$  grs./hab./día

$$r = \left( \frac{X_5 - X_1}{X_{58} - X_1} \right) \qquad r = \left( \frac{425 - 337}{813 - 337} \right)$$

$$r = 0.185$$

Como  $r < r_1$   
 $0.185 > 0.360$  por lo tanto de acepta.

Se calcula la media aritmética y la desviación estándar de los datos de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \qquad \text{media aritmética.}$$

Sustituyendo los valores en la expresión se tiene que  $\bar{X} = 565.29$  grs./hab./día

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad \text{desviación estándar.}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación se tiene que:  $s = 133.60$  grs./hab./día

Se verifico el tamaño de la muestra, con base en la desviación estándar muestral y empleando la distribución "t" de student,

Percentil máximo  $t = 1 - \frac{\alpha}{2}$   $t = 1 - \frac{0.20}{2}$   $t = 0.90$

Obteniendo el percentil de la tabla 2 (anexo 1) del anexo se tiene el valor de  $t = 1.300$ .

Para obtener el tamaño real de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

$$n_1 = \left( \frac{t * s}{E} \right)^2 \qquad n_1 = \left( \frac{1.300 * 133.60}{50} \right)^2 \qquad n_1 = 12.07$$

$$n_1 = 12$$

$$n_1 < n$$

$$12 < 49$$

Como  $n_1 < n$  por lo tanto se acepto, el tamaño de la muestra inicial, la cual es de 50 datos, por lo que se puede aumentar la confiabilidad del muestreo mas allá del 80 %. Tomando en cuenta el análisis de confiabilidad, habiendo aceptado el tamaño de la muestra inicial, con el fin de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como parámetros del universo de trabajo, para un cierto nivel de confianza, planeándose la hipótesis nula y alternativa indicada en las expresiones siguientes: .

$$X_0 : X = \mu$$

$$X_1 : X \neq \mu$$

Tomando en cuenta el nivel de confianza con base en el error que se tomo al momento de realizar el muestreo que fue de 0.20 de obtienen diferentes percentiles para diversos niveles de confiabilidad con el número de muestras seleccionadas.

Para un 80% de confiabilidad.

$$t = 1 - \frac{\alpha}{2} \quad t = 1 - \frac{0.20}{2} \quad t = 0.90$$

De la tabla 2 (anexo 1)

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| $t_{0.90} = 1.300$  | para un 80% de confiabilidad   |
| $t_{0.95} = 1.678$  | para un 90% de confiabilidad   |
| $t_{0.975} = 2.011$ | para un 95% de confiabilidad   |
| $t_{0.99} = 2.407$  | para un 98% de confiabilidad   |
| $t_{0.996} = 2.682$ | para un 99.2% de confiabilidad |

Se observo que el percentil que da mayor confiabilidad es el calculado para 0.996, con el cual se obtuvo un 99.2% por lo que este fue el percentil que se utilizo en la elaboración de los cálculos.

Se realizo el cálculo del percentil del muestreo "t", mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\mu - \bar{X}}{\frac{s}{\sqrt{n_1}}}$$

Sustituyendo valores, se obtuvo el valor del percentil t:

$$t = \frac{50 - 133.60}{\sqrt{49}} \quad t = 2.620$$

Comparando el resultado obtenido matemáticamente, contra el valor del percentil obtenido por medio de las tablas, para una confiabilidad del 99.2% se observa que:

$$t_c = 2.620 < t_{0.996} = 2.682$$

Donde:

$t_c$  = percentil de la distribución "t" de student, obtenido mediante cálculos estadísticos.

$t_{0.996}$  = percentil de la distribución "t" de student, obtenido mediante la tabla 2 del anexo.

Por lo tanto se acepto la hipótesis nula la que indica que los parámetros de la muestra pueden ser tomados para la población total, obteniendo un 99.2% de confiabilidad en el muestreo que se realizo y se rechazo la hipótesis alternativa.

### Análisis del estrato bajo

Tabla 3.1.8

**Generación per cápita en forma creciente estrato bajo**

|    |     |    |      |
|----|-----|----|------|
| 1  | 222 | 26 | 485  |
| 2  | 258 | 27 | 490  |
| 3  | 305 | 28 | 493  |
| 4  | 320 | 29 | 511  |
| 5  | 332 | 30 | 520  |
| 6  | 401 | 31 | 531  |
| 7  | 408 | 32 | 546  |
| 8  | 412 | 33 | 562  |
| 9  | 416 | 34 | 570  |
| 10 | 421 | 35 | 573  |
| 11 | 433 | 36 | 589  |
| 12 | 435 | 37 | 590  |
| 13 | 440 | 38 | 598  |
| 14 | 445 | 39 | 605  |
| 15 | 445 | 40 | 611  |
| 16 | 451 | 41 | 619  |
| 17 | 454 | 42 | 621  |
| 18 | 455 | 43 | 625  |
| 19 | 462 | 44 | 662  |
| 20 | 466 | 45 | 669  |
| 21 | 469 | 46 | 774  |
| 22 | 474 | 47 | 812  |
| 23 | 482 | 48 | 852  |
| 24 | 482 | 49 | 940  |
| 25 | 484 | 50 | 1118 |

### 2. -Análisis de observaciones sospechosas.

#### Análisis de rechazo (criterio de dixon) estrato bajo.

Para  $j = 5$  y una confiabilidad del 80%, por lo tanto  $\alpha = 0.20$ .

Cola inferior (grs./hab./día)  
 $X_1 = 222$

cola superior (grs./hab./día)  
 $X_{46} = 774$

$$\begin{aligned} X_2 &= 258 \\ X_3 &= 305 \\ X_4 &= 320 \\ X_5 &= 332 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{47} &= 812 \\ X_{48} &= 852 \\ X_{49} &= 940 \\ X_{50} &= 1118 \end{aligned}$$

**Cálculo del estadístico permisible.**

$$r_1 = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \qquad r_1 = \left(1 - \frac{0.20}{2}\right) \qquad r_1 = 0.90$$

De la tabla 1 (anexo 1) entrando con el percentil máximo y el número de observaciones se obtiene.

$$r_1 = 0.360$$

**Análisis de la cola superior.**

Sustituyendo en la siguiente ecuación se tiene:

$$r = \left(\frac{X_n - X_i}{X_n - X_j}\right) \qquad \text{donde } n = 50$$

$$j = 5 \qquad i = n - (j - 1) \quad i = 50 - (5 - 1) \qquad i = 46$$

Para  $X_{50} = 1118$  grs./hab./día

$$r = \left(\frac{X_{50} - X_{46}}{X_{50} - X_5}\right) \qquad r = \left(\frac{1118 - 774}{1118 - 332}\right) \qquad r = 0.438$$

Como  $r > r_1$   
 $0.438 > 0.360$  por lo tanto se rechaza.

Para  $X_{50} = 940$  grs./hab./día

$$r = \left(\frac{X_{49} - X_{46}}{X_{49} - X_5}\right) \qquad r = \left(\frac{940 - 774}{940 - 332}\right)$$

$$r = 0.273$$

Como  $r < r_1$   
 $0.273 < 0.360$  por lo tanto se acepta.



**Análisis de la cola inferior.**

Para  $X_5 = 412$  grs./hab./día

$$r = \left( \frac{X_5 - X_1}{X_{56} - X_1} \right) \qquad r = \left( \frac{332 - 222}{774 - 222} \right)$$

$$r = 0.199$$

Como  $r < r_1$   
 $0.199 > 0.360$  por lo tanto de acepta.

Se calcula la media aritmética y la desviación estándar de los datos de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

media aritmética.

Sustituyendo los valores en la expresión se tiene que  $\bar{X} = 514.68$  grs./hab./día

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

desviación estándar.

Sustituyendo los valores en la ecuación se tiene que:  $S = 140.64$  grs./hab./día

Se verifico el tamaño de la muestra, con base en la desviación estándar muestral y empleando la distribución "t" de student,

Percentil máximo  $t = 1 - \frac{\alpha}{2}$   $t = 1 - \frac{0.20}{2}$   $t = 0.90$

Obteniendo el percentil de la tabla 2 (anexo 1) del anexo se tiene el valor de  $t = 1.300$ .

Para obtener el tamaño real de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

$$n_1 = \left( \frac{t * s}{E} \right)^2 \qquad n_1 = \left( \frac{1.300 * 140.64}{50} \right)^2 \qquad n_1 = 13.37$$

$$n_1 = 14$$

$$n_1 < n$$

$$14 < 49$$

Como  $n_1 < n$  por lo tanto se acepto, el tamaño de la premuestra inicial, la cual es de 50 datos, por lo que se puede aumentar la confiabilidad del muestreo mas allá del 80 %.

Tomando en cuenta el análisis de confiabilidad, habiendo aceptado el tamaño de la premuestra inicial, con el fin de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como parámetros del universo de trabajo, para un cierto nivel de confianza, planeándose la hipótesis nula y alternativa indicada en las expresiones siguientes: .

$$X_0 : \bar{X} = \mu$$

$$X_1 : \bar{X} \neq \mu$$

Tomando en cuenta el nivel de confianza con base en el error que se tomo al momento de realizar el muestreo que fue de 0.20 de obtienen diferentes percentiles para diversos niveles de confiabilidad con el número de muestras seleccionadas.

Para un 80% de confiabilidad.

$$t = 1 - \frac{\alpha}{2} \quad t = 1 - \frac{0.20}{2} \quad t = 0.90$$

De la tabla 2 (anexo 1)

|                     |               |                  |
|---------------------|---------------|------------------|
| $t_{0.90} = 1.300$  | para un 80%   | de confiabilidad |
| $t_{0.96} = 1.678$  | para un 90%   | de confiabilidad |
| $t_{0.975} = 2.011$ | para un 95%   | de confiabilidad |
| $t_{0.99} = 2.407$  | para un 98%   | de confiabilidad |
| $t_{0.996} = 2.682$ | para un 99.2% | de confiabilidad |

Se observo que el percentil que da mayor confiabilidad es el calculado para 0.996, con el cual se obtuvo un 99.2% por lo que este fue el percentil que se utilizo en la elaboración de los cálculos.

Se realizo el cálculo del percentil del muestreo "t", mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\mu - \bar{X}}{\frac{s}{\sqrt{n_1}}}$$

Sustituyendo valores, se obtuvo el valor del percentil t:

$$t = \frac{50}{\frac{140}{\sqrt{49}}} \quad t = 2.50$$

Comparando el resultado obtenido matemáticamente, contra el valor del percentil obtenido por medio de las tablas, para una confiabilidad del 99.2% se observa que:

$$t_c = 2.50 < t_{0.996} = 2.682$$

Donde:

$t_c$  = percentil de la distribución "t" de student, obtenido mediante cálculos estadísticos.

$t_{0.996}$  = percentil de la distribución "t" de student, obtenido mediante la tabla 2 del anexo.

Por lo tanto se acepto la hipótesis nula la que indica que los parámetros de la muestra pueden ser tomados para la población total, obteniendo un 99.2% de confiabilidad en el muestreo que se realizo y se rechazo la hipótesis alternativa.

A continuación se muestra en resumen de los resultados obtenidos tabla 3.1.9, después de haber realizado los cálculos pertinentes.

**Tabla 3.1.9**  
**Análisis de resultados.**

| Opción       | Tamaño de la muestra | Tamaño de la muestra (Cálculo estadístico) | Hipótesis nula Mo. X=M | Confiabilidad de la muestra (%) | Media Kg./hab./día | Desviación estándar Kg./hab./día |
|--------------|----------------------|--|------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Estrato bajo | 50                   | 14   | Aceptada               | 99.2                            | 514.68             | 140.64                           |
| Estrato bajo | 50                   | 12   | Aceptada               | 99.2                            | 565.29             | 133.60                           |

Analizando los resultados nos damos cuenta de que es poca la variación y que los estratos están mis cuidados en toda la Ciudad por lo que se trabajara con un promedio de la media de cada estrato, por lo que tendremos una generación per cápita de 540 grs./hab./día para Zihuatanejo, Gro.

### 3.2 PESO VOLUMÉTRICO IN-SITU

Para determinar este parámetro, se siguió el procedimiento señalado en las normas:

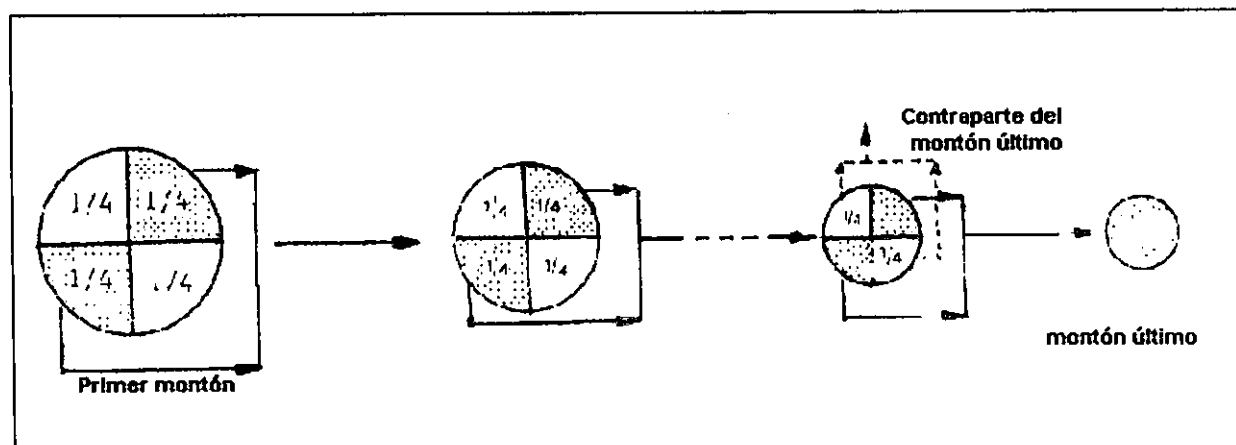
NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo

NMX-AA-19-1985 Peso Volumétrico "in situ"

Método del Cuarteo:

1. Se tomaron las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación.
2. Las bolsas se vaciaron formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m. por 4 m.,
3. El montón de residuos sólidos se traspaleo con pala y bieldo, hasta homogeneizarlo, después se dividió en cuatro partes iguales A, B, C y D (Figura 3.2.1), se eliminaron dos partes opuestas, de una de las partes restantes se lleno el tambo de 200 litros hasta el tope con residuos homogeneizados, obtenidos

**Figura 3.2.1**  
**Método del Cuarteo**



4. Se golpeo el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura aproximada de 10 cm.
5. Nuevamente se agregaron residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente, esto con el fin de no alterar el peso volumétrico.
6. Se tomaron las medidas necesarias al colocar los residuos sólidos para que fuesen incluidos los finos.
7. Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se peso el recipiente lleno y se le resto la tara.
8. una vez obtenido el peso neto, éste fue dividido entre el volumen correspondiente del tambo ( $m^3$ ) de lo cual se presenta en la tabla 3.2.1 se presenta el resumen de los pesos volumétricos obtenidos durante la semana del muestreo

Tabla 3.2.1

**Resumen de peso volumétrico obtenido in - situ**

| DIA No.         | PESO VOLUMÉTRICO<br>( Kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|---|
| 1               | 182.05                                    |
| 2               | 168.567                                   |
| 3               | 170.984                                   |
| 4               | 195.642                                   |
| 5               | 172.105                                   |
| 6               | 163.806                                   |
| 7               | 185.642                                   |
| <b>Promedio</b> | <b>176.971</b>                            |

El material y equipo utilizado fue el siguiente:

- 1 -Tambo metálico de 200 litros
- 2 -Palas
- 3 -Bieldos
- 4 -Báscula tipo romana con capacidad de 200 Kg., precisión de 10 gr.
- 5.-Equipo de protección personal (guantes, botas, mascarilla, etc.)

### **3.3 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS**

De la cuarta parte restante del cuarteo se obtuvo la muestra que sirvió para la cuantificación de los subproductos como se muestra en la tabla 3.3.1, todo ello siguiendo el procedimiento como lo marca la norma.

Se pudo observar que la Ciudad de Zihuatanejo los residuos más representativos que se tuvieron son los residuos orgánicos los cuales representan un 40 por ciento del peso de las muestras, gran parte de ello se debe por las tendencias de los visitantes el cual ocasiona que preparen muchos alimentos, a demás del clima que es muy caluroso lo que provoca que si los alimentos no se refrigeran se descomponen con una gran rapidez.

Dentro del análisis resultó representativo la cantidad de pañales desechables, lo que nos indica como van creciendo las ciudades, reflejando en la cantidad de niños que se tienen, por lo que represento un 10.86 por ciento del total de las muestras.

Continuando con el análisis de los subproductos más representativos podemos observar que le siguiente es la tierra, esto nos indica que el tipo de calles y patios de vivienda son de tierra, por lo que las amas de casa, al realizar el aseo de la misma también recolectan gran cantidad de este subproducto, representando el 6.04 por ciento de la muestra.

Algo de lo más novedoso en la actualidad que es la cantidad de productos enlatados, indicando con ello, el alto consumo de este tipo de productos, el cual representa un 5.19 por ciento de la muestra total.

Un producto de bajo costo pero representativo de la muestra es el cartón del cual se obtuvo un 4.22 por ciento.

Por la cantidad de productos aprovechables seria conveniente pensar en como disminuir la cantidad de residuos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios, siendo la alternativa mas viable, el reciclaje.

Tabla 3.3.1 Resultado de los subproductos

| SUBPRODUCTOS                | DIA 2<br>GRS. | DIA 3<br>GRS. | DIA 4<br>GRS. | DIA 5<br>GRS. | DIA 6<br>GRS. | DIA 7<br>GRS. | DIA 8<br>GRS. | TOTAL DE<br>SUBPRODUCTOS | PROMEDIO<br>GRS. | %<br>PESO    |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|------------------|--------------|
| Boisas polietileno de color | 150           | 230           | 175           | 238           | 115           | 320           | 180           | 1408                     | 201.14           | 1.88         |
| Botes de tetrapak           | 180           | 219           | 224           | 430           | 385           | 218           | 220           | 1876                     | 268.00           | 2.50         |
| Cartón                      | 730           | 320           | 570           | 210           | 190           | 510           | 630           | 3160                     | 451.43           | 4.22         |
| Cerámica                    | 120           | 0             | 0             | 0             | 85            | 0             | 0             | 205                      | 102.50           | 0.27         |
| Fibra sintética             | 0             | 0             | 0             | 140           | 0             | 0             | 0             | 140                      | 140.00           | 0.19         |
| Latas                       | 400           | 870           | 660           | 370           | 930           | 312           | 423           | 3965                     | 566.43           | 5.19         |
| Latas de aluminio           | 121           | 86            | 237           | 125           | 171           | 215           | 231           | 1186                     | 169.43           | 1.58         |
| Madera                      | 0             | 0             | 175           | 0             | 0             | 223           | 0             | 398                      | 199.00           | 0.53         |
| Material ferroso            | 125           | 0             | 0             | 138           | 0             | 0             | 117           | 380                      | 126.67           | 0.51         |
| Otros                       | 621           | 771           | 520           | 631           | 428           | 319           | 610           | 3900                     | 557.14           | 5.20         |
| Pañales desechables         | 720           | 1650          | 1320          | 1015          | 830           | 990           | 1615          | 8140                     | 1,162.86         | 10.86        |
| Papel blanco                | 310           | 217           | 186           | 215           | 118           | 220           | 119           | 1385                     | 197.86           | 1.85         |
| Papel de color              | 615           | 310           | 420           | 115           | 425           | 510           | 228           | 2623                     | 374.71           | 3.50         |
| Papel higiénico             | 810           | 250           | 525           | 432           | 460           | 310           | 429           | 3216                     | 459.43           | 4.29         |
| Papel periódico             | 0             | 0             | 175           | 89            | 0             | 0             | 0             | 264                      | 132.00           | 0.35         |
| Piel                        | 0             | 0             | 0             | 130           | 0             | 73            | 0             | 203                      | 101.50           | 0.27         |
| Plástico                    | 310           | 228           | 0             | 123           | 86            | 0             | 193           | 940                      | 188.00           | 1.25         |
| Polietileno                 | 0             | 0             | 0             | 100           | 0             | 0             | 0             | 100                      | 100.00           | 0.13         |
| Residuos de jardinería      | 600           | 320           | 431           | 125           | 168           | 420           | 625           | 2689                     | 384.14           | 3.59         |
| Residuos orgánicos          | 5320          | 6715          | 2128          | 4300          | 2125          | 6190          | 3580          | 30358                    | 4,336.86         | 40.51        |
| Revistas                    | 0             | 115           | 0             | 132           | 0             | 0             | 0             | 247                      | 123.50           | 0.33         |
| Tela (algodón)              | 230           | 0             | 115           | 0             | 420           | 120           | 118           | 1003                     | 200.60           | 1.34         |
| Tierra                      | 1140          | 1214          | 630           | 420           | 531           | 375           | 219           | 4529                     | 647.00           | 6.04         |
| Toallas sanitarias          | 0             | 0             | 0             | 125           | 65            | 0             | 0             | 190                      | 95.00            | 0.25         |
| Vidrios de color            | 0             | 0             | 320           | 0             | 0             | 418           | 0             | 738                      | 369.00           | 0.98         |
| Vidrio transparente         | 520           | 425           | 218           | 315           | 0             | 110           | 115           | 1703                     | 283.83           | 2.27         |
| <b>SUMA DIARIA</b>          | <b>13022</b>  | <b>13940</b>  | <b>9029</b>   | <b>9918</b>   | <b>7532</b>   | <b>11853</b>  | <b>9652</b>   | <b>74946</b>             | <b>11938.03</b>  | <b>99.88</b> |

## **IV DISEÑO DE LAS RUTAS DE LA RECOLECCIÓN**

De acuerdo al análisis realizado en el diagnóstico de la situación actual, se concluye que los vehículos recolectores utilizados por el gobierno municipal, no son los apropiados y sus rendimientos se relacionan con el servicio prestado a la comunidad, por lo cual, se propone diseñar rutas de recolección, donde se contemple el microrroteo para cada unidad recolectora.

Así mismo, dadas las características de los vehículos actuales, ya no es posible seguirlos operando, por lo que para el diseño se contempla la adquisición de vehículos especializados, donde se aprovechen a su máxima capacidad, ajustándolos a la jornada de trabajo, con lo cual se obtendrán mayores rendimientos a un menor costo.

Dentro de esta etapa se puede obtener la optimización de los recursos, por lo que será de gran importancia la selección del equipo, frecuencia y horario de recolección.

### **4.1 MACRORRUTAS**

Para el diseño de las macrorrutas se utilizaron las reglas básicas del método heurístico, para el cual se está empleando como frontera entre una y otra macrorruta a las calles, cañadas, límites entre colonias y cerros; permitiendo con ello la identificación de las mismas.

Para la localidad de Zihuatanejo se contara con un total de 9 rutas, como se muestra en el plano 2 (anexo 2), 1 para la zona hotelera de Ixtapa, y 4 para las comunidades, así mismo en la tabla 4.1.1. se presenta la cantidad de habitantes que serán beneficiadas con el servicio, facilitando de esta manera el cálculo de la generación que se tendrá por cada macrorruta, que se obtendrán al multiplicar la población por la generación per cápita obtenida para Zihuatanejo, se obtuvo un promedio de la generación media y baja, y con este dato se diseñaran las rutas; esta consideración se hizo debido a que las zonas en este puerto se encuentran incluidas unas con otras, por lo que es difícil obtener ruta por estrato socioeconómico.

#### ***Principales colonias de las macrorrutas***

**Macrorruta No. 1 ( Centro)**

Colonia Centro y Supermanzana V

**Macrorruta No. 2 (La Parota)**

Infonavit la Parota, Supermanzanas VI, VII, IX, XVI, XVII y XXVI.

**Macrorruta No. 3 (La Ropa)**

La ropa, La madera, Darío Galeana, Morelos, Progreso y Amuzgos.

**Macrorruta No. 4 ( El Embalse)**

Embalse, 12 de marzo, Nuevo Amanecer y Golondrinas(Ixtapa)

**Macrorruta No.5 (La Noria)**

Cuauhtemoc, Ignacio Manuel Altamirano, Primer Paso Cardenista, Los Mangos, Benito Juárez, Infonavit de los Electricistas, Infonavit la Noria, Lázaro Cárdenas, Cerro del Almacén y Las Gatas.



**Macrorruta No. 6 (La Vicente)**

Vicente Guerrero, Las Mesas, Emiliano Zapata, La Cañada, y El Cerrito

**Macrorruta No. 7 (La Correa)**

Agua de Correa, La Esperanza, La CTM, Los Barriles I, II y III, Las Presas I, II y III, La Miramar, 20 de Noviembre y 16 de Mayo.

**Macrorruta No. 8 ( El Hujal )**

El Hujal, El Calechoso, El Limón, Vaso de Miraflores, Paraíso y 24 de Abril.

**Macrorruta No. 9 ( Pantla)**

Pantla, Barrio Nuevo y Salitreras.

**Macrorruta No. 10 ( San José Ixtapa)**

San José Ixtapa, Barbulillas, la Puerta y El Posquelite.

**Macrorruta No. 11 ( Coacoyul)**

Coacoyul, Playa Larga, La Chivera y Los Reyes.

**Macrorruta No. 12 (Achotes)**

El Zarco, Achotes y Almendros.

**Macrorruta No. 13 ( Ixtapa)**

Playa Linda, Zona hotelera de playa linda e Ixtapa.

**Macrorruta No. 14 ( Infonavit el hujal)**

Infonavit el hujal y Rastro municipal.

***Método de recolección***

Para efectuar la recolección de los residuos sólidos municipales es Zihuatanejo, Guerrero, será a través del método de parada fija o de esquina, la cual se describió anteriormente y presentando las siguientes ventajas respecto a los demás métodos.

- 1.- Costo más bajo respecto a los otros métodos.
- 2.- Mayor cobertura y eficiencia en el servicio.
- 3.- No es necesario transitar por todas las calles en la macrorruta.

La cuadrilla quedará integrada por un operador y dos ayudantes

***Frecuencia de recolección***

La frecuencia de recolección se determinó haciendo las siguientes consideraciones:

- 1.- Alto contenido de materia orgánica en los residuos sólidos.
- 2.- Condiciones climáticas.
- 3.- Cantidad de residuos sólidos generados por la comunidad.
- 4.- Disponibilidad del equipo.

De tal manera se llegó a la conclusión de realizar una recolección diaria.

**Horario de recolección**

Dadas las características del lugar, el servicio de recolección se prestara en los tres turnos, el primero de las 7:00 a las 15:00 horas, el segundo de las 15:00 a las 10:00 horas y finalmente el de las 10:00 a las 05:00 horas.

El horario asignado a cada macrorruta, es de acuerdo a su importancia, características de la zona y fuentes generadoras, permitiendo con ello poder alcanzar los objetivos propuestos.

**Diseño de la macrorruta No. 1 ( centro. )**

Población año 2000 = 2285 habitantes.  
 Generación per cápita = 0.540 kg./hab./día

Calculo de la generación:

$$G = (P * GP)$$

Donde:

- G: Generación en kg./día
- P: Población
- GP: Generación per cápita promedio en kg./hab./día

Sustituyendo en la ecuación.

$$G = (2285 * 0.540) = 1233.90 \text{ kg./día.}$$

Dentro del calculo de la generación, también se debe de incluir la generación comercial, que para está macrorruta fue de 5387 Kg./día.

$$G = (1233.90 + 5387) = 6620.90$$

Finalmente tendremos la generación de diseño, la cual será la suma de la generación poblacional y comercial, multiplicada por un factor de seguridad del 10 % lo que permitirá tener holgura por todos aquellos eventos imprevistos, así como del aumento poblacional que se viene presentando.

$$GD = (FS * GP)$$

Donde:

- FS = Factor de seguridad del 10%.
- GD: Generación de diseño.

$$GD = (1.1 * 6620.90) = 7282.99 \text{ kg./día.}$$

Para determinar la cantidad de residuos sólidos por recolectar, se multiplica la generación de diseño por el periodo critico.

$$RR = (PC * GP)$$

Donde:

RR: Residuos Por recolectar.

PC :Período crítico

El periodo critica corresponde a los días en que no se realizará la recolección, lo que corresponde a uno.

$$RR = (1 * 7282.99) = 7282.99 \text{ kg./día}$$

Para determinar el número de viajes, se divide los residuos sólidos por recolectar entre la capacidad del vehículo como se presenta en la tabla 4.1.2, Para este caso se eligió un camión de carga trasera de 20 yardas cúbicas en donde su capacidad útil es de 5355 Kg.

$$N = \left( \frac{RR}{C} \right)$$

Donde:

N: Numero de viajes.

C: Capacidad útil.

$$N = \left( \frac{7282.99}{5355} \right) = 1.4 \text{ viaje.}$$

**Tabla 4.1.1**  
**Determinación de la generación poblacional por macrorruta.**

| Número | Macrorruta      | Habitantes servidos | Generación kg./día. | Generación de comercios kg./día | Generación total kg./día | Generación de diseño kg./día |
|--------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1      | Centro          | 2285                | 1233.900            | 5387.000                        | 6620.900                 | 7282.990                     |
| 2      | La parota       | 1923                | 1038.420            | 2897.000                        | 3935.420                 | 4328.962                     |
| 3      | La ropa         | 5830                | 3148.200            | 1876.000                        | 5024.200                 | 5526.620                     |
| 4      | El Embalse      | 11381               | 6145.740            | 96.000                          | 6241.740                 | 6865.914                     |
| 5      | La Noria        | 11476               | 6197.040            | 356.000                         | 6553.040                 | 7208.344                     |
| 6      | La Vicente      | 10325               | 5575.500            | 268.000                         | 5843.500                 | 6427.850                     |
| 7      | La Correa       | 4988                | 2693.520            | 346.000                         | 3039.520                 | 3343.472                     |
| 8      | El Hual         | 8324                | 4494.960            | 265.000                         | 4759.960                 | 5235.956                     |
| 9      | Pantla          | 4485                | 2421.900            | 168.000                         | 2589.900                 | 2848.890                     |
| 10     | San José Ixtapa | 6287                | 3394.980            | 187.000                         | 3581.980                 | 3940.178                     |
| 11     | Coacoyul        | 6348                | 3427.920            | 196.000                         | 3623.920                 | 3986.312                     |
| 12     | Achotes         | 3570                | 1927.800            | 95.000                          | 2022.800                 | 2225.080                     |
| 13     | Ixtapa          | 25687               | 13870.980           | 0.000                           | 13870.980                | 15258.078                    |
| 14     | Inf. El hual    | 1280                | 691.200             | 74.000                          | 765.200                  | 841.720                      |

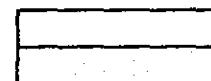
Tabla 4.1.2

Selección de equipos para una frecuencia de recolección diaria

Frecuencia de recolección: Diaria  
 Generación percapita = 0.540 kg./hab./día

| Macrorrutas   | Generación de diseño kg./día | Residuos por recolectar kg./día | Camiones recolectores      |                            |                            |                            |                            |                       |                       |
|---------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|               |                              |                                 | CL de 21 Yds. <sup>3</sup> | CL de 17 Yds. <sup>3</sup> | CL de 10 Yds. <sup>3</sup> | CT de 20 Yds. <sup>3</sup> | CT de 18 Yds. <sup>3</sup> | V de 7 m <sup>3</sup> | C de 4 m <sup>3</sup> |
|               |                              |                                 | Cap. Util de 5622 kg.      | Cap. Util de 4551 kg.      | Cap. Util de 2677 kg.      | Cap. Util de 5355 kg.      | Cap. Util de 4819 kg.      | Cap. Util de 1050 kg. | Cap. Util de 600 kg.  |
| Centro        | 7,282.990                    | 7,282.990                       | 1.3                        | 1.7                        | 2.8                        | 1.4                        | 1.6                        | 7.0                   | 12.2                  |
| La Parota     | 4,328.962                    | 4,328.962                       | 0.8                        | 1.0                        | 1.7                        | 0.9                        | 0.9                        | 4.2                   | 7.3                   |
| La Ropa       | 5,526.620                    | 5,526.620                       | 1.0                        | 1.3                        | 2.1                        | 1.1                        | 1.2                        | 5.3                   | 9.3                   |
| El Embalse    | 6,865.914                    | 6,865.914                       | 1.3                        | 1.6                        | 2.6                        | 1.3                        | 1.5                        | 6.6                   | 11.5                  |
| La Noria      | 7,208.140                    | 7,208.140                       | 1.3                        | 1.6                        | 2.7                        | 1.4                        | 1.5                        | 6.9                   | 12.1                  |
| La Vicente    | 6,427.850                    | 6,427.850                       | 1.2                        | 1.5                        | 2.5                        | 1.3                        | 1.4                        | 6.2                   | 10.8                  |
| La Correa     | 3,343.472                    | 3,343.472                       | 0.6                        | 0.8                        | 1.3                        | 0.7                        | 0.7                        | 3.2                   | 5.6                   |
| El Hualal     | 5,235.500                    | 5,235.500                       | 1.0                        | 1.2                        | 2.0                        | 1.0                        | 1.1                        | 5.0                   | 8.8                   |
| Pantla        | 2,848.890                    | 2,848.890                       | 0.6                        | 0.7                        | 1.1                        | 0.6                        | 0.6                        | 2.8                   | 4.8                   |
| San José      |                              |                                 |                            |                            |                            |                            |                            |                       |                       |
| Ixtapa        | 3,940.178                    | 3,940.178                       | 0.8                        | 0.9                        | 1.5                        | 0.8                        | 0.9                        | 3.8                   | 6.6                   |
| Coacoyul      | 3,986.312                    | 3,986.312                       | 0.8                        | 0.9                        | 1.5                        | 0.8                        | 0.9                        | 3.8                   | 6.7                   |
| Achotes       | 2,225.080                    | 2,225.080                       | 0.4                        | 0.5                        | 0.9                        | 0.5                        | 0.5                        | 2.2                   | 3.8                   |
| Ixtapa        | 15,258.080                   | 15,258.080                      | 2.8                        | 3.4                        | 5.7                        | 2.9                        | 3.2                        | 14.6                  | 25.5                  |
| Inf. El hujal | 841.720                      | 841.720                         | 0.2                        | 0.2                        | 0.3                        | 0.2                        | 0.2                        | 0.9                   | 1.5                   |

- CL: Vehículo recolector de carga lateral con sistema de compactación mecánica de 350 kg/m<sup>3</sup>
- CT: Vehículo recolector de carga trasera con sistema de compactación mecánica de 350 kg/m<sup>3</sup>
- V: Camión volteo con sistema de compactación natural de 150 kg/m<sup>3</sup>
- C: Camioneta doble rodado con sistema de compactación natural de 150 kg/m<sup>3</sup>



El análisis presentado para la macrorruta número 1 (Centro), es la base del seguimiento de las demás y los resultados se presentan en la tabla 4.1.3, de esta forma se selecciono el equipos, días y hora de recolección.

**Tabla 4.1.3**

**Selección de equipos, numero de viajes, días de recolección y turno.**

| Macrorruta      | Habitantes servidos | Residuos por recolectar kg/día | Tipo de vehículo | No. De viajes | días de recolección |      |      |      |      |      |      | Turno      |
|-----------------|---------------------|--------------------------------|------------------|---------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------------|
|                 |                     |                                |                  |               | Lun.                | Mar. | Mie. | Jue. | Vie. | sap. | Dom. |            |
| Centro          | 2,285.00            | 7,282.99                       | CL01-20          | 1.4           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | Matutino   |
| La Parota       | 1,923.00            | 4,328.96                       | CL02-20          | 0.9           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Matutino   |
| La Ropa         | 5,830.00            | 5,526.62                       | CL03-20          | 1.1           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | Matutino   |
| El Embalse      | 11,381.00           | 6,865.91                       | CL04-20          | 1.3           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Matutino   |
| La Noria        | 11,476.00           | 7,208.31                       | CL05-20          | 1.4           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | Matutino   |
| La Vicente      | 10,325.00           | 6,427.85                       | CL02-20          | 1.3           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | Vespertino |
| La Correa       | 4,988.00            | 3,343.47                       | CL01-20          | 0.7           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Vespertino |
| El Hualal       | 8,324.00            | 5,235.96                       | CL03-20          | 1.0           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Vespertino |
| Pantla          | 4,485.00            | 2,848.89                       | CL07-10          | 1.1           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Matutino   |
| San José Ixtapa | 6,287.00            | 3,940.18                       | CL05-20          | 0.8           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Vespertino |
| Coacoyul        | 6,348.00            | 3,986.31                       | CL04-20          | 0.8           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Vespertino |
| Achotes         | 3,570.00            | 2,225.08                       | CL07-10          | 0.9           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    |      | Vespertino |
| Ixtapa          | 25,687.00           | 15,258.08                      | CL06-20          | 2.9           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | Nocturno   |
| Inf. El hujal   | 1,280.00            | 841.72                         | V08-7            | 0.9           | X                   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | Vespertino |

CL01-20 : Cargador lateral con número economico 01, de 20 yardas de capacidad.

CL01-10 : Cargador lateral con número economico 07, de 10 yardas de capacidad.

V08-7 : Camión volteo con número economico 8, de 7 metros cubicos.

## **4.2 DISEÑO DE MICRORRUTAS**

El diseño de las microrrutas se hizo empleando el método heurístico y las reglas básicas para un diseño de microrrutas en los lugares turísticos, la cual se describieron anteriormente.

Para el microrruteo se hicieron las siguientes consideraciones:

1. - Revisión de la unidad: 15 Min.
2. - Velocidad del vehículo vacío: 70 Km./hr.
3. - Velocidad del vehículo cargado: 50 Km./hr.
4. - Cargando combustible: 15 Min.
5. - Consumo de alimentos: 30 Min.
6. - Descarga de los residuos sólidos 15 Min..

Los resultados se presentan en la tabla 4.2.1.

**Cuadro 4.2.1**  
**Tiempos y movimientos de las rutas de recolección.**

| MACRORRUTA      | No. DE CAMION | VIAJE | TIEMPO EN MINUTOS                        |             |                           |                          |                          |                              |        | TIEMPO TOTAL EN HORAS |
|-----------------|---------------|-------|--|-------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------|-----------------------|
|                 |               |       | DEL ENCIERRO AL INICIO DE LA RECOLECCIÓN | RECOLECCION | IDA AL TIRADERO MUNICIPAL | EN EL TIRADERO MUNICIPAL | REGRESO A LA RECOLECCION | REGRESO AL PATIO DE ENCIERRO | PROPIO |                       |
| Centro          | CL01-20       | 1.0   | 07:00                                    | 246         | 30                        | 15                       | 22                       |                              | 313    | 7.60                  |
|                 |               | 2.0   |  | 138         |                           |                          |                          | 5                            | 143    |                       |
| La Parota       | CL02-20       | 1.0   | 07:00                                    | 408         | 26                        | 15                       |                          | 20                           | 469    | 7.82                  |
| La Ropa         | CL023-20      | 1.0   | 07:00                                    | 287         | 35                        | 15                       | 26                       |                              | 363    | 7.38                  |
|                 |               | 2.0   |  | 68          |                           |                          |                          | 12                           | 80     |                       |
| El Embalse      | CL04-20       | 1.0   | 07:00                                    | 312         | 31                        | 15                       | 10                       |                              | 368    | 7.98                  |
|                 |               | 2.0   |  | 88          |                           |                          |                          | 23                           | 111    |                       |
| La Noria        | CL0520        | 1.0   | 07:00                                    | 295         | 35                        | 15                       | 28                       |                              | 373    | 7.93                  |
|                 |               | 2.0   |  | 93          |                           |                          |                          | 10                           | 103    |                       |
| La Vicente      | CLO2-20       | 1.0   | 15:00                                    | 278         | 30                        | 15                       | 22                       |                              | 345    | 7.52                  |
|                 |               | 2.0   |  | 98          |                           |                          |                          | 8                            | 106    |                       |
| La Correa       | CL01-20       | 1.0   | 15:00                                    | 405         | 31                        | 15                       |                          | 20                           | 471    | 7.85                  |
| El Hualal       | CL03-20       | 1.0   | 15:00                                    | 420         | 20                        | 15                       |                          | 20                           | 475    | 7.92                  |
| Pantla          | CL07-10       | 1.0   | 15:00                                    | 378         | 42                        | 15                       |                          | 20                           | 455    | 7.58                  |
| San José Ixtapa | CL05-20       | 1.0   | 15:00                                    | 410         | 19                        | 15                       |                          | 20                           | 464    | 7.73                  |
| Coacoyul        | CL04-20       | 1.0   | 15:00                                    | 396         | 38                        | 15                       |                          | 20                           | 469    | 7.82                  |
| Achotes         | CL07-10       | 1.0   | 15:00                                    | 388         | 48                        | 15                       |                          | 20                           | 471    | 7.85                  |
| Ixtapa          | CL06-20       | 1.0   | 15:00                                    | 215         | 20                        | 15                       | 12                       |                              | 262    | 7.48                  |
|                 |               | 2.0   |  | 167         |                           |                          |                          | 20                           | 187    |                       |
|                 | CL06-20       | 1.0   | 22:00                                    | 410         | 20                        | 15                       |                          | 20                           | 465    | 7.75                  |
| Inf. El Hujal   | VO8-7         | 1.0   | 15:00                                    | 235         | 19                        | 15                       | 20                       |                              | 289    | 7.28                  |
|                 |               | 2.0   |  | 98          | 15                        | 15                       |                          | 20                           | 148    |                       |



## V. REGLAMENTACIÓN.

### 5.1. REVISIÓN DEL REGLAMENTO VIGENTE.

#### DISPOSICIONES GENERALES.

**ARTÍCULO 1.** El presente reglamento es de interés público y observancia general; su objeto consiste en establecer las normas básicas para la prestación de los servicios municipales de limpia, incluyendo la recolección y tratamiento de la basura y residuos sólidos y no tóxicos que se generen en los centros de población o carreteras del municipio de José Azueta, Gro.

Para tal efecto, y dentro del cuerpo normativo de este reglamento, se contemplan:

- I. Las políticas y procedimientos para la prestación del servicio de aseo público; la propiedad de la basura;
- II. El tratamiento que se debe dar a la basura y desperdicios en el ámbito familiar, gremial, comercial e industrial;
- III. La limpieza en las calles, aceras, plazas, predios, jardines, parques públicos, mercados, estacionamientos y otras vías públicas;
- IV. Limpieza de carreteras dentro del ámbito territorial del municipio;
- V. La recolección de la basura, desperdicios o desechos provenientes de las vías públicas, casas-habitación, comercios, industrias, edificios públicos, condominios, y otros establecimientos;
- VI. El transporte y depósito de basura, desperdicios o desechos a los centros de acopio y rellenos sanitarios;
- VII. El procesamiento, industrialización y aprovechamiento posterior de la basura y desperdicio;
- VIII. La participación ciudadana en el aseo público; y
- IX. Las prohibiciones y establecimiento de sanciones en caso de actos u omisiones que infrinjan lo previsto en el presente reglamento y demás disposiciones afines.

**ARTÍCULO 2.** Corresponde al H. Ayuntamiento la prestación del servicio público de recolección de basura, su transporte y el tratamiento de residuos sólidos no tóxicos, en forma directa o a través de personas físicas o morales, cuando el ayuntamiento concesiones previo acuerdo derivado de sesión de cabildo, otorgándose bajo la vigilancia y supervisión del mismo ayuntamiento.

**ARTÍCULO 3.** La basura, residuos sólidos y no tóxicos así como los materiales puestos a disposición para su recolección en forma directa o concesionada del H. Ayuntamiento, serán propiedad del municipio.

#### DE LA ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO PÚBLICO.

**ARTÍCULO 4.** El servicio de aseo público comprende:

- I. La limpieza en las calles, aceras, plazas, predios, jardines, parques públicos, mercados, estacionamientos, casa-habitación, edificios públicos, zonas turísticas y demás vías públicas y lugares que especifique el H. Ayuntamiento;
- II. Limpieza de ríos, arroyos y sus márgenes en su cruce por la ciudad;

- II. Limpieza de ríos, arroyos y sus márgenes en su cruce por la ciudad;
- III. Determinar el lugar donde habrán de depositarse los residuos sólidos y el proceso adecuado para el tratamiento de los diversos tipos de desechos;
- IV. Establecer días y horas de recolección de basura en los lugares señalados en la fracción primera del presente artículo; y
- V. Las demás decisiones que se requieran para la buena prestación del servicio cuando este sea otorgado por el H. Ayuntamiento.

**ARTÍCULO 5.** Para la prestación del servicio de aseo público, el departamento o área del ayuntamiento encargado de prestarlo, tendrá a su cargo las siguientes atribuciones:

- I. Solicitar la asignación del personal necesario para atender el servicio;
- II. Establecer los horarios ordinario y extraordinarios en que deberá prestarse el servicio, así como los días de descanso o rotación de personal necesario;
- III. Supervisar los servicios de recolección, a efecto de que se hagan en forma eficiente y oportuna, asignando sitios específicos para cada tipo de basura;
- IV. Proponer sitios para establecer los centros de acopio y rellenos sanitarios, atendiendo las indicaciones de la Secretaría de Salud, la Procuraduría del Medio Ambiente, la SEMARNAT, la CNA; y vigilar el correcto funcionamiento de estos;
- V. Coordinarse con las demás áreas de la Dirección de Servicios Públicos Municipales, con el fin de procurar la mejor administración de los servicios a su cargo;
- VI. Elaborar y presentar el programa anual de limpieza, incluyendo su listado de necesidades poniéndolo a la consideración del director para que este a su vez lo presente a la presidencia municipal para su análisis, aprobación en su caso y/o ejecución.

## **DE LAS OBLIGACIONES DE LA CIUDADANÍA Y PROPIETARIOS DE TERRENOS URBANOS**

**ARTÍCULO 6.** La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de la basura constituyen un servicio público cuya prestación será realizada por el H. Ayuntamiento por medio del departamento de aseo público municipal o a través de la persona física o moral a quienes el H. Ayuntamiento haya otorgado la concesión.

**ARTÍCULO 7.** Los ciudadanos participarán en los planes, programas públicos y operaciones que formule el municipio a través del departamento de aseo público, con el objeto de mantener limpia la ciudad, la vía pública, sus propios predios y cualquier otro espacio público, en la forma y términos que indique este reglamento y demás disposiciones legales.

**ARTÍCULO 8.** Es deber de los ciudadanos y propietarios de bienes muebles, inmuebles y comercios e industrias, que generen desechos que no sean de origen domésticos familiar, contribuir al sostenimiento del servicio municipal de limpieza y recolección de residuos sólidos, mediante el pago de los derechos que establezcan los concesionarios sin exceder el pago por la prestación del servicio que reciban.

**ARTÍCULO 9.** Todo poseedor o propietario de inmuebles donde se produzcan desechos realizara las operaciones de limpieza y disposición de residuos sólidos de su predio, establecimiento, industria o instalaciones.

**ARTÍCULO 10.** Es obligación de los habitantes del municipio al participar activamente para conservar limpias sus vías de comunicación y áreas públicas; teniendo para tal efecto las siguientes obligaciones.

- I. Barrer diariamente las banquetas y parte proporcional de la calle al frente de sus viviendas, establecimientos industriales o comerciales; y
- II. En el caso de inmuebles en contrato de arrendamiento, los arrendatarios deberán cumplir con esta obligación y los arrendadores vigilar el cumplimiento de lo ordenado por este reglamento.
- III. Mantener limpios los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, o bardeados a una altura mínima de 2.25 metros a fin de evitar la acumulación de basura, así como la contaminación y molestias a los vecinos;
- IV. Cooperar en las campañas de limpieza, programas y operativos que promueva el municipio por conducto del departamento de aseo publico y demás áreas encargadas del servicio publico;
- V. Permitir el acceso a su predio a los empleados del servicio de limpia y recolección de basura cuando así lo amerite la operación del servicio;
- VI. Cooperar con los empleados de limpia y recolección de basura para facilitar esta parte del proceso, evitando obstaculizar las áreas de acceso a los recipientes y contenedores con vehículos o en cualquier otra forma;
- VII. Contribuir a mantener en buen estado los recipientes de basura y recolectores;
- VIII. Evitar que los recipientes y contenedores estén expuestos al aire libre o al alcance de animales que dispersen los desechos;
- IX. Cumplir con las disposiciones específicas del reglamento de construcciones y del reglamento de mercados en relación con materiales de construcción excedentes y residuos de fácil descomposición que producen olores desagradables. En todo caso, el ciudadano tendrá la obligación de limpiar la acera y la vía publica cuando por cualquier motivo la ensucie con residuos o materiales de construcción;
- X. Disponer adecuadamente de los residuos sólidos, de conformidad con las recomendaciones que señale el departamento de aseo público, usando canastillas, bolsas de plásticos, recipientes especiales u otros objetos necesarios para tal fin;
- XI. Facilitar el acceso a su predio a los inspectores del departamento, a fin de que verifiquen que se cumplan las normas de protección al ambiente, así como las disposiciones de este reglamento y demás instrumentos administrativos obligatorios;
- XII. A las industrias, centros comerciales y de servicios, clínicas, hospitales y talleres se les exigirá la separación de la basura y desperdicios clasificando rigurosamente los orgánicos e inorgánicos y en su caso clínicos, que estarán contenidos en bolsas de material plásticos; y
- XIII. Las demás que señale el presente reglamento, las demás autoridades normativas y las operativas, conforme a las disposiciones legales vigentes;

**ARTÍCULO 11.** Los propietarios o encargados de expendios de gasolina, lubricantes y de autobaños cumplirán con las normas que le exige petróleos mexicanos y la secretaria de salud, a efecto de que los pavimentos de sus instalaciones y adyacentes se mantengan en perfecto estado de aseo y evitar se derramen líquidos por la vía publica.

**ARTÍCULO 12.** Solo se permitirá en la vía publica, reparaciones de emergencia en vehículos de servicios publico o privado.

**ARTÍCULO 13.** Los propietarios y encargados de camiones y vehículos de pasajeros, de carga y de automóviles de alquiler cuidaran de mantener en perfecto estado de aseo el interior de sus vehículos y cuidaran de que sus terminales, casetas, sitios o lugares de estacionamiento estén en buen estado de limpieza.

**ARTÍCULO 14.** Los usuarios deberán reportar las irregularidades que adviertan en el servicio de limpieza para lo cual, todos los vehículos del servicio publico de aseo llevaran anotado en forma visible, el número de la unidad que preste el servicio y del teléfono de la oficina de quejas correspondiente.

**ARTÍCULO 15.** Con la finalidad de hacer un manejo productivo de la basura, en beneficio de la generación de empleos y fuentes de trabajo se coadyuvara a la eficiencia del servicio de recolección, transporte y tratamiento de basura y desperdicios para lo cual, la ciudadanía deberá efectuar la separación de su basura o desechos en dos clases: orgánico e inorgánico. Con esta clasificación serán colocados en bolsas que ostentaran la mención de su contenido para así ser depositadas en los recipientes contenedores o entregadas a los vehículos recolectores o centros de acopio.

**ARTÍCULO 16.** En caso de incumplimiento por parte de la ciudadanía de las obligaciones que establece este capitulo se aplicaran las sanciones que este reglamento señala.

## **DE LA LIMPIEZA EN MERCADOS PERMANENTES SOBRE RUEDAS Y TIANGUIS.**

**ARTÍCULO 17.** Los comerciantes locatarios de mercados, comerciantes semifijos, ambulantes y de almacenes, tienen la obligación de mantener la limpieza en toda el área de sus operaciones y recoger la basura o desperdicios que provengan de su comercio y depositándola en contenedores o vehículos recolectores debidamente separada. El área de vehículos recolectores o de contenedores, abarcara como mínimo 50 metros alrededor de la zona físicamente ocupada. Asimismo el comerciante deberá colocar en lugares estratégicos del área ocupada, al inicio de sus actividades diarias y al final de ellas suficientes botes, cestos u otros recipientes tanto para la basura orgánica como para la inorgánica para que en ellos se deposite, separadamente los residuos que se generen especialmente por la venta y consumo de alimentos manufacturados (enlatados), refrescos, productos helados y frutas.

El otorgamiento de permisos para ocupar la vía pública con mercados sobre ruedas o tianguis, espectáculos, ferias o cualquier acto de comercio que genere basura y desperdicios, deberán pagar además, una cuota especial para la recolección de desechos o en su defecto, quienes disfruten de un permiso deberán tener su propio servicio gremial de limpieza que deberá dejar totalmente limpio el espacio que ocupa.

**ARTÍCULO 18.** Los comerciantes que no cumplan con las disposiciones establecidas en los artículos anteriores se harán acreedores a la suspensión o cancelación de sus permisos, sin menoscabo de las sanciones procedentes.

**ARTÍCULO 19.** Los servicios públicos sanitarios establecidos en mercados, gasolineras, terminales de autobuses, estaciones de ferrocarriles y centros de diversión en general deberán ser dotados por sus propietarios, encargados o administradores de lavados independientes de los excusados, provistos de jabón y de papel sanitario para la atención de los asistentes a este servicio. El papel sanitario utilizado en caso de no ser depositado en el mueble sanitario para su evacuación deberá ser depositado en un cesto de tamaño necesario para la operación, revestido interiormente de bolsas plásticas que su llenado se cerraran adecuadamente para que su contenido no se salga de ellas durante el transporte. Este material deberá ser entregado en lugar aparte que a su propósito sea señalado para ello por el encargado del centro de acopio y el relleno sanitario, mismo que dispondrá su destino final. Estos servicios deberán contar con el personal necesario que los atienda en forma responsable para que en todo momento muestren aspecto de pulcritud.

## **DEL TRANSPORTE Y MOBILIARIOS PARA LA CAPTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

**ARTÍCULO 20.** El personal de los vehículos recolectores de basura deberá tratar al público con toda corrección y anunciar con oportunidad el paso o llegada del vehículo de la manera más práctica y directa para que oportunamente se enteren los vecinos.

**ARTÍCULO 21.** La recolección y el transporte de basura deberá hacerse tomando en cuenta las precauciones necesarias para evitar que se esparzan los materiales al momento de ser manejados o manipulados y que durante el recorrido hacia los centros de acopio o rellenos sanitarios se dispersen en las vías públicas, en caso necesario, deberán humedecerse o cubrir el vehículo con una lona o plástico. El recipiente del vehículo deberá tener por lo menos una división para ubicar separadamente en orgánica e inorgánica. Para tal efecto, los operadores encargados de los vehículos de basura, deberán observar las siguientes disposiciones:

- I. Verifica que la basura este debidamente separada y colocarla en su compartimento;
- II. Asear el vehículo cada vez que descarguen los residuos sólidos que transporta;
- III. Portar la identificación que le asigne el h. Ayuntamiento.
- IV. No descargar su contenido en sitios no autorizados por el h. Ayuntamiento y las autoridades federales competentes;
- V. Cuando se trate del transporte de residuos peligrosos incompatibles o potencialmente peligrosos, que puedan además dañar la salud, las personas

físicas o morales que requieren el manejo o disposición de estos, únicamente lo podrán hacer con la aprobación de la secretaria de salud y previo permiso municipal; y

VI. Contar con la autorización previa de la secretaria de salud.

**ARTÍCULO 22.** Las actividades de selección de los desperdicios o materiales reciclables, no podrán realizarse en la vía pública, solo en los sitios indicados como rellenos sanitarios y centros de acopio, quedando expresamente prohibido al personal que labora en el servicio del departamento de aseo público municipal, la realización de actividades de selección de desperdicios o materiales reciclables dentro de los horarios de servicios contratados del h. Ayuntamiento.

**ARTÍCULO 23.** La ciudadanía podrá participar en forma voluntaria en la recolección, transporte y depósito final de la basura, en los términos que señale el h. Ayuntamiento a través del departamento de aseo público municipal sin que esto se entienda como el otorgamiento de una concesión y solamente si la basura se maneja debidamente seleccionada, como se indica en el artículo 24.

**ARTÍCULO 24.** Para obtener una mayor eficiencia en el servicio de recolección domiciliar a particulares, estos tendrán la obligación de hacer la separación de la basura y desperdicios de material orgánico e inorgánico.

**ARTÍCULO 25.** El servicio de transporte y recolección en centros comerciales y de servicios, industrias, clínicas y hospitales, podrá ser solicitado y pagado por los promoventes de estas actividades al H. Ayuntamiento, para lo cual se aplicará la tarifa que se acuerde entre las partes, dependiendo de la producción de basura y desperdicios y debiéndose incluir el costo por uso del relleno sanitario.

**ARTÍCULO 26.** En el supuesto que no se convenga en los términos señalados en la fracción anterior, los propietarios, y/o poseedores administrativos, deberán establecer y sufragar los costos del servicio de recolección y transporte de la basura, y desperdicios de los rellenos sanitarios que determine el departamento o lugares de disposición legal, tratándose de productos no contaminantes, pero también estarán separados en sus distinciones orgánicos e inorgánicos. Su recolección y transporte deberán ajustarse a las disposiciones del presente reglamento.

**ARTÍCULO 27.** El Ayuntamiento señalará el tipo de mobiliario o recipientes para instalar en parques, vías públicas, jardines y sitios públicos atendiendo a su diseño armónico el volumen de desperdicios que en cada caso genere, así como a la posibilidad de separar los residuos; además proporcionará al departamento de aseo público municipal, los vehículos con las adaptaciones necesarias para lograr una eficiente recolección de los residuos sólidos que por este medio se capten.

**ARTÍCULO 28.** El departamento se encargara de elaborar los proyectos de contenedores manuales, fijos y semifijos de residuos sólidos, para instalarse en los términos del artículo anterior, debiendo aprobar el c. Presidente municipal el que sea mas practico y conveniente.

**ARTÍCULO 29.** La instalación de contenedores se hará en lugares donde no se afecte el tráfico vehicular o de transeúntes, ni representen peligro alguno para la vialidad o dañen la fisonomía del lugar, sujetándose al proyecto ejecutivo y a la ruta que en esta materia apruebe el presidente municipal y el departamento de aseo publico municipal; asimismo se buscaran las medidas más eficientes para llevar acabo un trabajo fácil en el vaciado de los residuos sólidos a la unidad receptora y promover la instalación de contenedores en los barrios de la ciudad para favorecer la separación de los residuos sólidos susceptibles de reciclarse.

**ARTÍCULO 30.** El equipo señalado en el artículo anterior, en ningún caso se utiliza para depositar otros residuos sólidos sean industriales o comerciales.

**ARTÍCULO 31.** Esta prohibido fijar todo tipo de propaganda sobre los contenedores de residuos, así como pintarlos con colores no autorizados por el H. Ayuntamiento.

Los contenedores de residuos sólidos, depósitos metálicos o similares que use el H. Ayuntamiento en su sistema de aseo publico o los que utilicen las empresas a quienes se haya concesionado el servicio de aseo publico municipal, deberán cumplir con las disposiciones que fije este reglamento.

## **DEL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

**ARTÍCULO 32.** En caso de aprobarse el establecimiento de planta o plantas de industrialización de residuos sólidos, el H. Ayuntamiento cumplirá con el dictamen de impacto ambiental que debe presentarse ante la Procuraduría del Medio Ambiente; debiendo seguirse los lineamientos siguientes:

- I. Los residuos sólidos que se recolectan en el municipio podrán ser transportados hacia las plantas industrializadoras del H. Ayuntamiento, a efecto de lograr su aprovechamiento de acuerdo al reglamento; y
- II. El H. Ayuntamiento podrá celebrar los convenios necesarios para procesar los residuos sólidos que provengan de otros municipios, instituciones publicas o privadas.

**ARTÍCULO 33.** Las plantas industrializadoras de basura contarán con el equipo y la maquinaria necesaria para realizar las maniobras de selección, eliminación, molienda, fertilización y envase, así como las que sean necesarias técnicamente para su aprovechamiento ecológicamente conveniente de residuos sólidos.

**ARTÍCULO 34.** Los desechos no utilizables que se deriven de los procesos de aprovechamiento de la basura se destinarán a rellenos sanitarios, conforme a las instrucciones que señale la autoridad correspondiente.

**ARTÍCULO 35.** Los costos de los productos derivados de los residuos serán fijados por la ley de ingresos municipales y tendrán relación con los costos de producción para el H. Ayuntamiento. Cuando por sus fines agrícolas se trate de beneficiar las cosechas en el municipio, se deberá tomar en cuenta esta finalidad, para fijarse un precio que estimule el uso del producto compostado.

## DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS

**ARTÍCULO 36.** Los propietarios o responsables de clínicas, hospitales, laboratorios de análisis clínicos o similares deberán incinerar o esterilizar en el sitio donde se generen los residuos que no sean reciclables y que sean de naturaleza peligrosa mediante el equipo o instalaciones autorizados por la secretaria de salud.

**ARTÍCULO 37.** Los residuos sólidos provenientes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis de investigación o similares, deberán manejarse por separado a los de naturaleza peligrosa y solo podrán ser entregados al servicio de aseo contratado, en empaques de polietileno que deberán llevar impresa la razón social y domicilio del generador.

**ARTÍCULO 38.** El transporte de estos residuos sólidos se cobrará de acuerdo a lo señalado por la ley de ingresos del municipio o según contrato cuando de este servicio público se haya otorgado la concesión a particulares.

## MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y SU PROCESAMIENTO.

**ARTÍCULO 39.** El departamento de aseo público municipal realizará el transporte de residuos sólidos, a través de vehículos construidos especialmente para este efecto, los que tendrán las siguientes características:

- I. La caja que sirva de depósito deberá estar forrada de lámina metálica con divisiones interiores para separar la orgánica de la inorgánica;
- II. Contendrán tapas mecánicas de cierre hermético;
- III. Serán objeto de limpieza y desinfección después del servicio;
- IV. Contarán con los requisitos que señalan los reglamentos de tránsito y las herramientas de trabajo, e instrumentos de recolección;
- V. Se procurará la constante modernización del equipo para el mejor servicio;
- VI. Su funcionamiento se ajustará a lo dispuesto por la ley general de salud, ley federal de protección del ambiente, sus normas y reglamentos y lo ordenado por las autoridades correspondientes;
- VII. El manejo del producto compostado y de residuos que originen su proceso, podrá realizarse en vehículos descubiertos, siempre y cuando estos se cubran



totalmente en su caja receptora con lona resistente para evitar dispersión en el recorrido.

**ARTÍCULO 40.** Los cadáveres de animales domésticos deberán estar debidamente protegidos con bolsas de película plástica transparente, resistente y cerrada para su recolección.

**ARTÍCULO 41.** Por ningún motivo se transportaran los residuos sólidos en el estribo, parte superior de la caja, o de manera colgante, en las unidades de aseo público.

**ARTÍCULO 42.** El personal de aseo adscrito a la unidad recolectora viajara dentro de la cabina, quedando prohibido hacerlo fuera.

**ARTÍCULO 43.** Los residuos recolectados se transportaran hacia los centros de acopio y rellenos sanitarios, en los términos de este reglamento o al lugar de destino final autorizado por las autoridades.

**ARTÍCULO 44.** Los subproductos no peligrosos derivados de los residuos sólidos podrán ser utilizados para su aprovechamiento posterior cuando en su caso así lo determine los centros de acopio de residuos industriales previa opinión de las autoridades federales. Estos podrán ser transportados en los lugares donde se señale expresamente para su reciclado.

#### **CENTROS DE ACOPIO DE RESIDUOS INDUSTRIALES.**

**ARTÍCULO 45.** El centro de acopio de residuos comerciales podrá utilizar los medios masivos de comunicación para ofrecer determinados residuos comerciales, industriales o de cualquier genero, susceptibles de aprovechamiento, anunciando su calidad y componentes, así como el destino que se les pueda otorgar.

**ARTÍCULO 46.** Los envíos de los residuos mencionados podrán hacerse directamente del productor al consumidor, previo el visto bueno del representante del centro de acopio.

**ARTÍCULO 47.** Cualquier envío de los residuos señalados con anterioridad deberá ser autorizado por el departamento de aseo público municipal, quien se encargara de hacer los estudios necesarios para evitar contaminación o la creación de focos infecciosos, tomando en cuenta también lo establecido por las autoridades de la materia.

**ARTÍCULO 48.** El H. Ayuntamiento podrá formalizar convenios con otros ayuntamientos o instituciones públicas o privadas para el rehuso de los residuos sólidos recuperables.

**ARTÍCULO 49.** Solo cuando su naturaleza lo permita y no se ponga en peligro la salud o la integridad de las personas, se permitirá el almacén o acopio de residuos no peligrosos, sujetos al programa de ofrecimiento público.

**ARTÍCULO 50.** El centro de acopio de residuos industriales estará coordinado por un representante que designe el H. Ayuntamiento, así por los representantes del sector laboral y agrícola organizado.

**ARTÍCULO 51.** Los propietarios, administradores o encargados de los establecimientos que se dedican a la venta de gasolina o servicios de lubricantes y limpieza de vehículos, deberán mantener sus negocios aseados, así como las partes de la vía pública que les corresponda, igualmente, los servicios sanitarios para uso del público deberán estar aseados, cuidados y dotados de los artículos necesarios para el aseo personal.

**ARTÍCULO 52.** Los propietarios, administradores o concesionarios de transporte público y colectivo, tanto de carga como de pasajeros deberán mantener en perfecto estado de limpieza sus vehículos y lugares de establecimiento.

**ARTÍCULO 53.** Los propietarios o encargados de estacionamientos y talleres para reparación de automóviles, carpintería, tapicería, pintura y otros establecimientos similares deberán ejecutar sus labores en el interior de sus establecimientos y no en la vía pública deberán transportar por su cuenta al lugar que les indique el departamento de aseo público municipal, los residuos sólidos que generen, observando para tal efecto lo dispuesto en los artículos 24 y 28 de este reglamento.

Quien contravenga esta disposición se hará acreedor a las sanciones que se señalen en este reglamento, y, en caso de reincidencia, podrá decretarse la suspensión o clausura del permiso del negocio.

**ARTÍCULO 54.** Los dueños de establecimientos dedicados a la venta de refacciones usadas, chatarra o fierro viejo, tienen la obligación de someterse a las disposiciones de este reglamento y evitar la contaminación del suelo y de la imagen visual del entorno en que estuvieren ubicados. Además tiene la obligación de bardar sus negocios y de prohibir el establecimiento o abandono de cualquier vehículo en las afueras de su establecimiento.

A quien contravenga esta disposición se le aplicara lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo anterior.

**ARTÍCULO 55.** Los propietarios o encargados de establos, caballerizas o cualquier otro local o sitio destinado al alojamiento de animales están obligados a transportar diariamente el estiércol producido, llevándolo por su cuenta al centro de acopio y relleno sanitario establecido por el departamento de aseo público municipal, asimismo deberán practicar el tratamiento químico y sanitario que sea necesario a su establecimiento para evitar malos olores, la proliferación de insectos y molestias a la ciudadanía.

**ARTÍCULO 56.** Los propietarios de animales domésticos están obligados a recoger y limpiar los desechos que arrojan sus animales en las vías públicas y áreas inmediatas.

**ARTÍCULO 57.** Los propietarios, directores responsables de obras, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición son responsables de la diseminación de materiales, escombros o cualquier otra clase de residuos sólidos. El frente de las construcciones o inmuebles en demolición deberán mantenerlos en completa limpieza quedando estrictamente prohibido acumular escombros y materiales en la vía pública.

Los responsables deberán transportar los escombros a los sitios que determine el departamento de aseo público municipal. Asimismo, se harán responsables por los daños que causen en las aceras, pavimentos, drenajes y contaminación ambiental.

**ARTÍCULO 58.** Las empresas fraccionadoras y constructoras que realicen desarrollos urbanos y los propietarios de los fraccionamientos y construcciones, tienen la obligación de proporcionar los elementos necesarios para la prestación del servicio de limpieza hasta en tanto no se reciba a satisfacción del ayuntamiento el fraccionamiento o construcción, en el entendido que ello no excluye a los vecinos de la obligación de contribuir a la ejecución del servicio de aseo público.

**ARTÍCULO 59.** Los propietarios de condominios, administradores, arrendatarios o encargados de edificaciones habitacionales, comerciales, industriales o públicas, dispondrán en los lugares que crean convenientes en el interior de sus inmuebles, los contenedores necesarios a fin de que en ellos se deposite la basura y desperdicios, coordinándose con el departamento de aseo público municipal, para que su contenido sea entregado y recogido por el personal de los vehículos recolectores; dichos depósitos deberán satisfacer las necesidades del servicio del inmueble y cumplirán con los requisitos de seguridad e higiene que se establece en este reglamento.

**ARTÍCULO 60.** Las empresas fraccionadoras y constructoras de edificios diversos, incluirá en sus planos y proyectos los espacios adecuados y suficientes para el establecimiento y operación del sistema de aseo público y recolección de basura y desperdicios, los que serán sometidos para su aprobación al departamento de obras públicas del H. Ayuntamiento.

## **DE LOS HORNOS INCINERADORES.**

**ARTÍCULO 61.** El departamento de aseo público municipal, vigilara la operación de los depósitos para basura, desperdicios y desechos clínicos de los hornos incineradores en hospitales, clínicas, sanatorios, laboratorios y consultorios médicos, mercados y establecimientos públicos donde funcionen.

Estos deberán cumplir con las condiciones de salubridad e higiene que establece la Ley de Protección Ambiental, así como los demás ordenamientos aplicables. En dichos hornos se incineran únicamente los desechos que por su naturaleza lo requiera.

El departamento de aseo público municipal en ningún caso recolectará desechos químicos, biológicos y hospitalarios considerados de alto riesgo por el peligro de contagio que pueden contraer quienes lo manipulen sin ninguna precaución. En el caso de incineraciones a que se refiere este artículo el departamento únicamente estará obligado a recolectar los residuos sólidos resultantes.

#### **DE LOS TIRADEROS DEFINITIVOS DE BASURA.**

**ARTÍCULO 62.** Las autoridades del ramo, en sus ámbitos federal y estatal, de acuerdo a la normatividad existente, deberán ser consultados y se le proporcionará asesoría sobre los tiraderos definitivos de basura y desperdicios para el establecimiento de los rellenos sanitarios y centros de acopio, que serán operados y controlados en forma tal que se cumplan todas las especificaciones técnicas sanitarias.

**ARTÍCULO 63.** Ningún predio, sin distinción de modalidad de propiedad podrá ser utilizado como depósito de basura sin la autorización del H. Ayuntamiento y los requisitos que establece el artículo anterior.

**ARTÍCULO 64.** Los rellenos de predios particulares únicamente se harán con material resultante de demoliciones realizadas a edificaciones.

**ARTÍCULO 65.** Cualquier tiradero de basura y desperdicios que no haya sido autorizado por el ayuntamiento, será clausurado de inmediato y las personas o empresas que lo haya propiciado, serán sujetas a las sanciones que procedan.

**ARTÍCULO 66.** El H. Ayuntamiento de acuerdo a lo que estipula la ley de protección ambiental promoverá la creación de un confinamiento que sirva para la disposición final de los residuos de procesos industriales considerados como peligrosos, con la finalidad de que sean debidamente controlados de acuerdo a las normas técnicas ecológicas vigentes. El confinamiento será suficiente para cubrir necesidades mínimas proyectadas a 25 años de su creación.

**ARTÍCULO 67.** El H. Ayuntamiento, en coordinación con las secretarías del ramo en sus competencias federal y estatal, realizará y mantendrá actualizado, un censo de los residuos de procesos industriales tóxicos y no tóxicos entre las fuentes emisoras radicadas dentro del municipio.

#### **DE LA PROPAGANDA.**

**ARTÍCULO 68.** La propaganda fijada será desprendida o borrada en un plazo máximo de siete días de la fecha de realización del evento o de la que se fije en la correspondiente autorización.

**ARTÍCULO 69.** La propaganda impresa de los partidos políticos, coaliciones y sus candidatos en lo que respecta al municipio libre y soberano de guerrero, deberá retirarla dentro de los 15 días siguientes al término de su campaña.

## **PROHIBICIONES Y RESTRICCIONES.**

**ARTÍCULO 70.** Queda estrictamente prohibido:

- I. Arrojar basura, desechos o cualquier objeto inservibles a la vía publica, lotes baldíos, predios ajenos, causes de ríos, etc.;
- II. Pepenar residuos sólidos en los contenedores, y en los vehículos en que sean transportados;
- III. Depositar en la vía pública, lotes baldíos o ajenos, desechos en descomposición, animales muertos, substancias repugnantes, peligrosas o contagiosas, si no es en los lugares y recipientes explícitamente señalados para ello;
- IV. Sacar los residuos sólidos para su recolección, fuera del horario y días señalados para ello;
- V. Acumular dentro de sus predios residuos sólidos, sin ponerlos a disposición de los servicios públicos municipales para su recolección;
- VI. Vertir líquidos o aguas contaminadas o sucias, en la vía pública, lotes baldíos, predios ajenos, playas, lagunas, zona federal o cualquier lugar no autorizado, de conformidad con la Legislación Federal y Estatal en Materia Ecológica;
- VII. En el caso de residuos peligrosos se deberán observar las disposiciones reglamentarias expedidas por la secretaria del medio ambiente, recursos naturales y pesca;
- VIII. Abandonar en la vía pública, chatarra, vehículos con desperfectos mecánicos o colacionados en accidente de tránsito;
- IX. Prestar cualquier servicio que genere residuos sólidos, implique el vertido de líquidos o produzca desechos en la vía pública, lotes baldíos o ajenos sin la autorización correspondiente;
- X. Incinerar basura o residuos sólidos sin autorización expresa del departamento de aseo publico municipal; y
- XI. Dejar en las aceras o vías públicas restos de materiales propios de la construcción o aquellas que sean resultado de demolición, y que con ello se deteriore la buena imagen de la ciudad y ocasione problemas a la red de alcantarillado.

**ARTÍCULO 71.** Además de las prevenciones contenidas en los capítulos anteriores, queda absolutamente prohibido:

- I. Tener en la vía pública animales de cualquier especie, ya sean amarrados, enjaulados o sueltos, excepto los que en las comunidades se utilicen para carga, transporte o tracción;
- II. Encender fogatas o quemar llantas en la vía pública;
- III. Realizar necesidades fisiológicas en la vía pública o en áreas verdes y lotes baldíos;
- IV. Arrojar residuos en basureros o rellenos no autorizados por las autoridades municipales competentes;

- V. Realizar cualquier acto que traiga como consecuencia el desaseo de la vía pública, así como ensuciar los manantiales, fuentes públicas, acueductos y tuberías; así como arrojar residuos sólidos o líquidos en los cauces de ríos, de las presas y drenajes, cuando en ello se deteriore su funcionamiento;
- VI. Realizar la selección de materiales reciclables en la vía pública o en lugares no autorizados;
- VII. Establecer tiraderos de basura procedentes de la ciudad en lugares no autorizados;
- VIII. Realizar el lavado de toda clase de vehículos, herramientas, animales u objetos de uso doméstico, su reparación o fabricación en la vía pública; y
- IX. Hacer mal uso de los contenedores, así como destruirlos total o parcialmente.

## PROCEDIMIENTO E IMPOSICIÓN DE SANCIONES.

**ARTÍCULO 72.** Se sancionaran con amonestación por escrito las infracciones menores que se cometan por un notorio desconocimiento de las disposiciones de este reglamento, siempre y cuando sean cometidas por primera vez.

**ARTÍCULO 73.** Las multas se calcularan tomando como parámetro el monto de los salarios mínimos vigentes en el municipio y de conformidad con los mínimos y máximos que fije este reglamento.

**ARTÍCULO 74.** El departamento de aseo público municipal, está facultado para imponer gradualmente las siguientes sanciones:

- I. Apercibimiento privado o público;
- II. Multa de 2 a 15 días de salario mínimo vigente en el municipio por no depositar la basura en los contenedores públicos;
- III. Multa de 10 a 90 días de salario mínimo vigente en el municipio por contaminar de cualquier forma el medio ambiente, aire, agua y tierra con sustancias nocivas para la salud;
- IV. Multa de 15 a 150 días de salario mínimo vigente en el municipio por arrojar y/o depositar en la vía pública, propiedades privadas, drenajes o sistemas de desagüe, basura, escombros, desechos orgánicos, animales muertos, follajes, sustancias fétidas, inflamables, corrosivas, contaminantes y similares; y
- V. En caso de reincidencia se duplicará la multa en forma sucesiva. Se entiende por reincidencia a la sucesiva infracción a una misma disposición reglamentaria en el lapso de un año contado a partir de la anterior.

**ARTÍCULO 75.** Para la imposición de las multas, la autoridad sancionada tendrá en cuenta:

- I. La mayor o menor gravedad de la infracción;
- II. Las circunstancias de la infracción;
- III. El desarrollo cultural y social del infractor;
- IV. La capacidad cultural y social del infractor; y
- V. La colaboración o resistencia para subsanar la infracción.

**ARTÍCULO 76.** Cualquier persona que sea sorprendida en el momento de cometer una infracción al presente reglamento podrá ser sancionada en los términos que establece dicho ordenamiento, asimismo y en caso necesario, se procederá al arresto administrativo cuando el infractor se niegue a dar cumplimiento a las ordenes y disposiciones de la autoridad competente, previo apercibimiento que al efecto se efectúe.

**ARTÍCULO 77.** El arresto puede conmutarse con multa, pero si el infractor fuere trabajador, obrero o jornalero, y no tuviere los medios económicos para cubrir el monto de la multa esta podrá conmutarse por días de trabajo comunitario, el cual deberá prestarse en el departamento de aseo publico municipal.

**ARTÍCULO 78.** Los ciudadanos están obligados a realizar las acciones que como sanción les impongan las autoridades operativas en el plazo señalado.

**ARTÍCULO 79.** Vencido el plazo para ejecutar las acciones sin haberse estas realizado, las autoridades operativas lo harán con cargo al obligado, comunicándole el importe de los trabajos realizados y concediéndole un termino de tres días hábiles para hacer el pago en la tesorería municipal. Igualmente se le impondrá una multa de un tanto igual al importe de los trabajos realizados.

#### **DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES PARA LA APLICACIÓN DEL PRESENTE REGLAMENTO.**

**ARTÍCULO 80.** Son autoridades competentes para la aplicación del presente reglamento:

- I. El H. Ayuntamiento;
- II. El Presidente Municipal;
- III. Los Regidores; y
- IV. La Dirección de Servicios Públicos Municipales.

**ARTÍCULO 81.** A las autoridades mencionadas en el artículo anterior corresponderá conforme a lo dispuesto por el reglamento de limpia y por el reglamento interior del ayuntamiento, normar la prestación de los servicios públicos municipales, tanto si se hace en forma directa por el ayuntamiento, como si se concesiona el servicio, en los términos dispuestos en la Ley Orgánica del Municipio Libre N° 364.

**ARTÍCULO 82.** Para la implantación del presente reglamento así como para vigilar el estricto cumplimiento de sus ordenamientos, el departamento de aseo publico municipal contara entre su personal con los inspectores numéricos que sean necesarios. Las facultades de estos funcionarios serán:

- I. Cuidarán la observancia de las disposiciones de este reglamento tanto el de la ciudadanía, empresas, industrias, centros de enseñanza, como entre las distintas autoridades entre las que se incluyen de manera especial las municipales y a los trabajadores de su servicio;
- II. Informar al jefe del departamento de aseo publico municipal todas las circunstancias relevantes de su servicio; y

- III. Levantar las actas circunstanciadas de las infracciones que contra el reglamento de limpia se hayan detectado; las que serán entregadas al departamento para la calificación y aplicación de las sanciones correspondientes.

**ARTÍCULO 83.** El H. Ayuntamiento podrá expedir credenciales con la categoría de inspectores honorarios de combate a la basura para la ciudadanía que se interese en el cuidado de la ciudad, su desempeño será en forma altruista.

**ARTÍCULO 84.** Los inspectores honorarios de combate a la basura, tendrán a su cargo las siguientes funciones:

- I. Vigilar la oportuna prestación de los servicios públicos municipales, comunicando las deficiencias que hayan sido detectadas;
- II. Intervenir y orientar a la ciudadanía sobre la obtención de los servicios y su mejor aprovechamiento;
- III. Intervenir ante las distintas áreas de servicios públicos municipales para hacer sugerencias y observaciones sobre la prestación de los servicios estudiados y comunicar las posibles modificaciones y mejoras para lograr su optimización;
- IV. Comunicar a las autoridades competentes de los datos de las personas o vehículos que infrinjan las leyes y reglamentación municipal de los servicios públicos; y
- V. Colaborar con la autoridad municipal en las campañas que se realizan para concientizar a la ciudadanía para aprovechar y mejorar los servicios, así como para cambiar hábitos perjudiciales.

**ARTÍCULO 85.** Las autoridades operativas vinculadas con la operación del servicio de limpia y recolección de basura estarán a cargo del departamento de aseo publico municipal y demás autoridades que la integren, correspondiéndoles las facultades de planear, dirigir, prestar, vigilar y operar con los elementos técnicos, recursos y personal asignado el servicio de limpia y recolección de residuos sólidos, así como cumplir y hacer cumplir las disposiciones de este reglamento e imponer las sanciones que corresponden por violación al mismo.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO.** El presente reglamento de limpia entrara en vigor el día siguiente de su publicación en la gaceta municipal.

**SEGUNDO.** Se derogan todas las disposiciones que se opongan al presente reglamento.

**TERCERO.** Los aspectos no previstos por este reglamento se resolverán en sesión de cabildo y con apego a la Ley Orgánica del Municipio Libre Número 364 del Estado de Guerrero.

**CUARTO.** Dado en el salón de cabildos del Palacio Municipal, en la ciudad de \_\_\_\_\_, Guerrero a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de mil novecientos noventa y \_\_\_\_\_.

EL PRESIDENTE MUNICIPAL

EL SECRETARIO DEL  
AYUNTAMIENTO

C. \_\_\_\_\_

C. \_\_\_\_\_



## **5.2 PROPUESTA DE REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE LIMPIA DE ZIHUATANEJO, GUERRERO.**

Los cambios propuestos para la implementación del reglamento de servicio de Limpia de Zihuatanejo, Guerrero, consisten en cambiar los términos "desecho", "desperdicio", "basura" a residuos sólidos municipales, ya que se refiere a todos aquellos que se generan en: casa habitación, parques, jardines, vía pública, mercados, comercios, construcciones, bienes inmuebles y en general en todos aquellos generados en actividades municipales, que no requieran técnicas especiales para su control excepto los peligrosos, y "tiraderos definitivos de basura" a relleno sanitario ya que este último utiliza principios de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales se depositan, se esparcen, compactan al menor volumen y se cubren con tierra, al término de las operaciones de cada día sin causar daño alguno al medio ambiente al menor costo posible.

Por ejemplo para el capítulo XI, artículos 62 al 69.

### **DE LOS RELLENOS SANITARIOS ~~TIRADEROS DEFINITIVOS DE BASURA.~~**

**ARTÍCULO 62.** Las autoridades del ramo, en sus ámbitos federal y estatal, de acuerdo a la normatividad existente, deberán ser consultados y se le proporcionara asesoría sobre los tiraderos definitivos para el establecimiento de los rellenos sanitarios y centros de acopio, que serán operados y controlados en forma tal que se cumplan todas las especificaciones técnicas sanitarias.

**ARTÍCULO 63.** Ningún predio, sin distinción de modalidad de propiedad podrá ser utilizado como depósito de ~~basura~~ residuos sólidos sin la autorización del H. Ayuntamiento y los requisitos que establece el artículo anterior.

**ARTÍCULO 64.** Los rellenos de predios particulares únicamente se harán con material resultante de demoliciones realizadas a edificaciones.

**ARTÍCULO 65.** Cualquier tiradero de ~~basura~~ residuos sólidos ~~y desperdicios~~ que no haya sido autorizado por el ayuntamiento, será clausurado de inmediato y las personas o empresas que lo haya propiciado, serán sujetas a las sanciones que procedan.

**ARTÍCULO 66.** El H. Ayuntamiento de acuerdo a lo que estipula la ley de protección ambiental promoverá la creación de un confinamiento que sirva para la disposición final de los residuos de procesos industriales considerados como peligrosos, con la finalidad de que sean debidamente controlados de acuerdo a las normas técnicas ecológicas vigentes. El confinamiento será suficiente para cubrir necesidades mínimas proyectadas a 25 años de su creación.

**ARTÍCULO 67.** El H. Ayuntamiento, en coordinación con las secretarías del ramo en sus competencias federal y estatal, realizara y mantendrá actualizado, un censo de los residuos de procesos industriales tóxicos y no tóxicos entre las fuentes emisoras radicadas dentro del municipio.

#### **DE LA PROPAGANDA.**

**ARTÍCULO 68.** La propaganda fijada será desprendida o borrada en un plazo máximo de siete días de la fecha de realización del evento o de la que se fije en la correspondiente autorización.

**ARTÍCULO 69.** La propaganda impresa de los partidos políticos, coaliciones y sus candidatos en lo que respecta al municipio libre y soberano de Guerrero, deberá retirarla dentro de los 15 días siguientes al termino de su campaña.

## CONCLUSIONES

El análisis general realizado en los capítulos anteriores permite destacar las siguientes conclusiones:

1. - Las principales fuentes generadoras de residuos sólidos son: hoteles, restaurantes, comercios, mercados, viviendas y playa.
2. - Los resultados del estudio de generación per cápita son:  
Estrato medio 565.29 grs./hab./día.  
Estrato bajo 514.68 grs./hab./día.
3. - Para el análisis de las macrorrutas, se consideró el promedio de la generación del estrato medio y bajo, teniéndose como resultado 540 grs./hab./día.
4. - Se obtuvo un peso volumétrico de 176.97 kg./m<sup>3</sup>
5. - Los 10 subproductos más representativos en el estudio de generación fueron:  
Residuos orgánicos.  
Pañal desechable  
Tierra.  
Latas.  
Papel higiénico.  
Cartón.  
Papel de color.  
Residuos de jardinería.  
Vidrio transparente.  
Botes de tetrapak.
6. - Los contenedores no son adecuados principalmente en los grandes generadores como hoteles, restaurantes y mercados, en donde generalmente utilizan tambos de 200 litros y bolsas de polietileno de alta densidad, los primeros ocasionan accidentes al personal operativo por el peso que llegan alcanzar y la altura del camión, finalmente las bolsas se rompen con gran facilidad lo que ocasiona mucha pérdida de tiempo para el personal de la recolección.
7. - No se tiene definido algún método para recolección, por lo que el chofer establece el microrruteo diariamente.
8. - Para el transporte de los residuos sólidos se utilizan camiones tipo volteo, no siendo los apropiados debido al tipo de contenedor que manejan las fuentes generadoras y por la altura del camión que resulta ser muy peligroso y se pierde mucho tiempo para cargar.
9. - No se realiza el mantenimiento adecuado para el parque vehicular.
10. - Por las condiciones en que se están disponiendo los residuos sólidos, es urgente realizar los estudios pertinentes para la construcción de un relleno sanitario y clausurar el tiradero actual

## RECOMENDACIONES

Enseguida se presentan las recomendaciones pertinentes que se consideraron en la elaboración de este trabajo:

1. - Para los contenedores que se instalen en los diferentes sitios de generación se recomienda de las siguientes capacidades:
  - a) De 40 Lts. la zona urbana.
  - b) De 100 Lts. Para comercios pequeños.
  - c) De 200 Lts. para restaurantes de primera clase.
  - d) De 2 m<sup>3</sup> para hoteles de 3 o más estrellas.
  - e) De 2 a 15 m<sup>3</sup> para mercados y se recomienda se construyan de mampostería.
3. - Para los contenedores metálicos se recomienda tratarlos con pintura anticorrosiva y hacerle unas 3 perforaciones para permitir que salgan los líquidos.
2. - Por imagen para Zihuatanejo, se recomienda una recolección diaria.
3. - Para lograr una mayor operación del sistema de recolección se sugiere lo siguiente:
  - a) La cuadrilla se integrara del operador y dos ayudantes.
  - b) El personal de recolección debe ir perfectamente uniformado (casco, guantes, chaleco tipo refleja, calzado con casquillo y cubre boca)
  - c) Verificar periódicamente los contenedores.
  - d) Los camiones recolectores se limpiarán diariamente y una vez a la semana se desinfectarán.
  - e) Periódicamente se verificará el estado de mantenimiento y limpieza del equipo, higiene y asistencia del personal.
4. - Para el transporte se recomienda la adquisición de equipo especializado como se describe a continuación.
  - a) Seis camiones de carga trasera de 20 yds<sup>3</sup> de capacidad, con sistema de compactación mecánica.
  - b) Un camión recolector de carga lateral de 10 yds<sup>3</sup> de capacidad y sistema de compactación mecánica.
  - c) Un camión tipo volteo de 7 m<sup>3</sup> de capacidad, que además se utilizará para el retiro de residuos especiales como los animales muertos, residuos de rastro y construcción.
  - d) Una camioneta pick-up para la supervisión.
5. - En los recorridos para la descarga al sitio de disposición final, se cubrirán los residuos sólidos con una lona para evitar su esparcimiento.
6. - Se deberá construir un relleno sanitario y clausurar el tiradero actual.
7. - Difundir el reglamento, así como los horarios y método de recolección.
8. - Implementar el reglamento.

## **NORMA MEXICANA NMX-AA-61-1985, PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES- DETERMINACION DE LA GENERACION**

### **1.- Objetivo y campo de aplicación**

Esta Norma Mexicana especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio. Para efectos de aplicación de esta norma los residuos sólidos municipales se subdividen en domésticos (que son los generados en casas habitación) y en no domésticos (generados fuera de las casas habitación).

### **2.- Referencias**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas:

NMX-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.

NMX-AA-15 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de cuarteo.

### **3.- Definiciones**

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Mexicana NMX-AA-91 además de:

FUENTE. Es cualquier establecimiento generador de residuos sólidos incluido dentro de los giros municipales por muestrear.

### **4.- Aparatos y equipo**

Báscula con capacidad mínima de 100 kg. y precisión de 10 grs. o similar.

Báscula con capacidad mínima de 10 kg. y precisión de 1 gr. o similar.

Tablas de inventario, tamaño carta u oficio.

Marcadores de tinta permanente, preferentemente color negro.

Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre mínimo del No. 200.

Ligas de hule de 1.5 mm de ancho.

Guantes de carnaza.

Brochas de 0.025 m de ancho.

Pintura de esmalte color amarillo.

Papelería y varios (cédula de encuesta, lápices, gomas y otros).

Tablas de números aleatorios y de las siguientes distribuciones:

Normal, "t" de Student, "F" de Fisher; así como la empleada para el rechazo de observaciones, si se aplica para tal efecto, el criterio de Dixon.

NOTA: Lo antes citado está en función del número de personas a participar en el muestreo, así como en la cantidad de estratos socioeconómicos por muestrear y del tamaño de las premuestras.

## 5.- Generación per-capita de residuos sólidos domésticos

### 5.1 Procedimiento de campo.

Esta parámetro se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg./hab./día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población.

#### 5.1.1 Selección de riesgo " $\alpha$ "

El riesgo con que se realiza el muestreo se elige con base en los siguientes factores:

- Conocimiento de la localidad.
- Calidad técnica del personal participante.
- Facilidad para realizar el muestreo.
- Características de la localidad a muestrear.
- Exactitud de la báscula por emplear.

#### 5.1.2 Tamaño de la muestra " n "

A partir del riesgo seleccionado ( $\alpha$ ) se adopta un tamaño de muestra por estrato, con base en la siguiente tabla:

| RIESGO ( $\alpha$ ) | TAMAÑO DE PREMUESTRA (n) |
|---------------------|--------------------------|
| 0.05                | 115                      |
| 0.10                | 80                       |
| 0.20                | 50                       |

5.1.3 Determinar y ubicar el universo de trabajo (de 300 a 500 casas) en un plano actualizado de la localidad en la zona o colonia correspondiente al estrato socioeconómico por muestrear.

5.1.4 Contar y numerar en orden progresivo, los elementos del universo de trabajo, para conocer su tamaño.

5.1.5 Con base en el tamaño de la muestra y del universo de trabajo, seleccionar aleatoriamente, los elementos de dicho universo que forman parte de la muestra. Para realizar lo anterior, emplear la tabla No. 1 de números aleatorios.

5.1.6 Identificar físicamente los elementos de la muestra en el universo de trabajo, anotando con pintura amarilla el número aleatorio correspondiente al elemento, en algún lugar visible de la calle donde se encuentra la casa habitación o elemento por muestrear.

5.1.7 Recorrer el universo de trabajo, visitando a los habitantes de las casas seleccionadas para la muestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar, así como para captar

la información general que se indica en la cédula de encuesta de campo, entregando una bolsa de polietileno.

5.1.8 Visitar nuevamente las casas-habitación seleccionadas del universo de trabajo el primer día del período en que se realiza el muestreo, lo más temprano posible, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados antes de este día. Esto sirve únicamente como una "operación de limpieza", para asegurar que el residuo generado después de ella, corresponda a un día.

Simultáneamente con la "operación de limpieza", se entrega una nueva bolsa para que se almacenen los residuos generados las siguientes 24 horas; por último, las bolsas ya recogidas conteniendo los residuos se transfieren al equipo de recolección municipal o se llevan al sitio de disposición final.

5.1.9 A partir del segundo, hasta el séptimo día del período de muestreo, se recogen las bolsas conteniendo los residuos generados el día anterior y a su vez se entrega una nueva bolsa para almacenar los residuos por generar las siguientes 24 horas.

A la bolsa conteniendo los residuos generados, se le anota el número aleatorio correspondiente, con el fin de identificar los elementos de la premuestra.

El octavo día únicamente se recogen las bolsas con los residuos generados el día anterior.

5.1.10 Diariamente después de recoger los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesar cada elemento anotando su valor en la cédula de encuesta, en el renglón correspondiente al día en que fue generado.

5.1.11 Para obtener el valor de la generación per-cápita de residuos sólidos en kg./hab./día correspondiente a la fecha en que fueron generados; se divide el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la casa habitación.

## 5.2 Evaluación de resultados.

La evaluación que se presenta, se considera la más adecuada para los fines que se persiguen con este tipo de estudios.

5.2.1 De los siete datos obtenidos de cada casa habitación, durante el período de muestreo; calcular el promedio de generación de residuos "per-cápita". De acuerdo con lo anterior, se obtiene una serie de "n" valores promedio, uno por cada casa habitación incluida en la premuestra.

5.2.2 Ordenar la información obtenida del punto anterior, como a continuación se ilustra:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_i \leq \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$$

Donde:

X = Promedio por casa-habitación, de los 7 valores diarios de la generación de residuos per-cápita, obtenidos durante el período de muestreo.

5.2.3 Realizar el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, empleando cualquier método o procedimiento que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología considere confiable. En caso de aplicar el criterio de Dixon, se debe realizar lo siguiente:

Calcular el valor del estadístico (r), para las siguientes situaciones:

$$r = \left( \frac{X_n - X_j}{X_n - X_1} \right) \text{ Cuando se sospecha del elemento máximo de la muestra.}$$

$$r = \left( \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} \right) \text{ Cuando se sospecha del elemento mínimo de la muestra.}$$

donde:

n = Número de observaciones o elemento mayor.

1 = El elemento menor.

i = n - (j - 1).

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

Calcular el valor del estadístico permisible (r) correspondiente al

$$1 - \alpha/2$$

percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones correspondientes al caso que se trate. Para lograr lo anterior se usa la Tabla No. 2 (Ver Apéndice).

Comparar el valor del estadístico (r) con el estadístico permisible (r) con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de  $1 - \alpha/2$  acuerdo con el siguiente criterio:

$$\text{Si } r \Rightarrow r_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Se rechaza la observación sospechosa.

$$\text{Si } r \leq r_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Se acepta la observación sospechosa.

5.2.4 Una vez rechazadas o aceptadas las observaciones sospechosas, realizar un análisis estadístico de los "n" valores promedio resultantes para obtener la medida de la generación per cápita diaria de los valores promedio por casa habitación y la desviación estándar de ellos como conjunto de valores, con respecto a la media.

5.2.5 Verificar el tamaño de la muestra, calculando el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estándar de la muestra, y empleando la distribución "t" de Student.

La determinación del tamaño real de la muestra, se realiza con la siguiente expresión:



$$n_1 = \left( \frac{t * s}{E} \right)^2$$

Donde:

$n_1$  = Tamaño real de la muestra.

$E$  = Error muestral en kg/hab-día, recomendándose emplear un valor comprendido en el siguiente intervalo:

0.04 kg/hab-día  $\frac{3}{4} E$   $\frac{3}{4}$  0.07 kg/hab-día

$s$  = Desviación estándar de la premuestra.

$t$  = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Sabiendo que ( $n$ ) es el valor de la premuestra, se puede encontrar las siguientes situaciones: Si  $n > n_1$ , entonces  $n_1 = n_1 - n$ ; por lo tanto  $n_2 > 0$

El tamaño de la muestra ( $n_1$ ) resulta ser mayor que el tamaño de la premuestra ( $n$ ); por lo que se debe obtener en campo las ( $n_2$ ) observaciones faltantes de la misma zona de estudio de donde se obtuvieron las ( $n_1$ ) observaciones de la premuestra, para cumplir con la confiabilidad deseada para el muestreo.

Para este caso se debe realizar un nuevo análisis estadístico, que tome en cuenta tanto a los ( $n_1$ ) elementos de la premuestra, como a los ( $n_2$ ) elementos faltantes para la muestra.

Si  $n = n_1$ ; entonces  $n = 0$ .

El tamaño de la muestra ( $n_1$ ) es igual al tamaño de la premuestra ( $n$ ), por lo cual no se requieren más elementos ( $n_2$ ) para considerar válido el muestreo. Por ello se acepta el análisis estadístico realizado en el punto anterior.

Si  $n < n_1$ , entonces  $n < 0$ .

En este caso, el tamaño de la premuestra resulta mayor al de la muestra, tomándose dicho valor como el tamaño real de la muestra, por lo que no deben eliminarse los elementos sobrantes de la premuestra, ya que pueden ampliar en un momento dado el nivel de confianza del muestreo. De acuerdo con lo anterior, los estadísticos obtenidos para la premuestra, se consideran válidos también para la muestra, por lo que no hay necesidad de realizar un nuevo análisis estadístico.

5.2.6 Realizar un análisis de confiabilidad, con el fin de poder aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo de trabajo, para el nivel de confianza establecido. Esta fase del procedimiento estadístico consiste en realizar una prueba de hipótesis en dos colas, o bien ya sea en la cola izquierda o en la cola derecha de la distribución empleada para este análisis con el fin de definir la media muestral ( $\bar{X}$ ) es igual o

difiere de la media población ( $\mu$ ). Puede emplearse para este análisis, la tabla No. 2 correspondiente a la distribución normal.

Esta fase, consiste en el establecimiento de la hipótesis nula  $H_0$  y de la hipótesis alternativa  $H_1$

La hipótesis nula a comprobar o rechazar, es que la media muestral, no difiere de la media poblacional.

$$H_0 : X = \mu$$

La hipótesis alternativa es lo contrario de la hipótesis nula, es decir:

$$H_1 : X \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} \mu$$

En caso de aceptarse la hipótesis nula, se concluye que los estadísticos de la muestra, pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo. Si la hipótesis alternativa se acepta, los estadísticos de la muestra no deben ser tomados como los parámetros del universo de trabajo; por lo que es necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el analizado.

### 5.2.7 Prueba de la razón de varianza (F).

Esta prueba se emplea para aceptar o rechazar la siguiente hipótesis:

"La media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual a las medias poblacionales estimadas de los demás estratos socioeconómicos en que se subdividió la población muestreada."

Lo anterior es con el fin de poder concluir, que en un momento dado se puede emplear un valor promedio de la generación de residuo per-cápita diario, para todos los estratos socioeconómicos de la población muestreada: sólo en los casos en que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología lo considere pertinente, se realizará la prueba de la razón de varianza (F), por lo tanto para un análisis de la información de tipo corriente, no se requiere realizar esta prueba.

La razón (F); se expresa entre dos varianzas poblacionales estimadas independientemente, como sigue:

$$F = \frac{(S_1)^2}{(S_2)^2}$$

Donde el subíndice, indica el número de la muestra y cada  $((S)^2)$ , representa la estimación de la varianza poblacional basada en la muestra.

Cuando las dos varianzas poblacionales estimadas sean iguales, la razón (F) debe ser la unidad.

Si (F) no es igual, la diferencia puede ser atribuida al azar (no es significativa), o puede no ser atribuida al azar (es significativa ya sea demasiado grande o demasiado pequeña). Para tomar tales decisiones, debemos confiar en la distribución del estadístico (F).

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis para realizar esta prueba, es que las medidas poblacionales normalmente distribuidas, de los estratos socioeconómicos sean iguales.

Cuando combinamos las poblaciones de cada estrato en una única población <sup>2</sup> grande, se espera que la media y la varianza de la población grande ( $\mu, S^2$ ), sean iguales a las de las poblaciones originales de los estratos:

$$\mu = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3; S_1^2 = S_2^2 = S_3^2$$

Debe entenderse como "población grande", a la compuesta por las poblaciones de los estratos socioeconómicos muestreados.

La población No. 1, es el universo de trabajo compuesto por el estrato socioeconómico bajo; mientras que la población No. 2, corresponde al universo de trabajo definido por el estrato socioeconómico medio, y así sucesivamente con los demás estratos.

El procedimiento seguido para realizar esta prueba, se describe a continuación:

Calcular la varianza entre clases (o entre muestras) con la siguiente expresión:

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^m n_i (x_i - x)^2}{m - 1}$$

Donde:

m = Número de muestras.

i = Número de la muestra.

$n_i$  = Tamaño de la muestra extraída de la población "i".

$x_i$  = Media de los elementos de la muestra "i".

X = Media de todos los elementos de la muestra grande.

$(x_i - X)$  = Desviación entre la medida de la muestra "i" y la media de la muestra grande.

$(x_i - X)^2$  = Cuadrado de la desviación (variación)

Calcular la varianza intra clases (o dentro de la muestras individuales) con la siguiente expresión:

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^m n_i (x_i - x)^2}{r - m}$$

Donde:

$i$  = Número de la muestra.

$j$  = Número del elemento.

$X_j$  = Elementos en la muestra "i".

$r$  = Número de elementos de la muestra grande.

$$\left( r = \sum_{i=1}^m n_i \right)$$

Para realizar esta prueba, se emplea la tabla No. 5 (Ver Apéndice) la cual corresponde a la distribución "F" de Fisher.

Sólo en el caso que la diferencia se deba al azar, se trabaja con una generación per-cápita promedio, para todos los estratos socioeconómicos analizados.

## 6.- Generación de residuos sólidos no domésticos

### 6.1 Procedimiento.

El valor de esta generación se puede obtener, adecuando el procedimiento descrito en el inciso 5.1 siempre y cuando se pueda determinar confiablemente el tamaño de la premuestra con base en la siguiente expresión:

$$n = \left( \frac{Z}{E} \right)^2$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la premuestra, (número de fuentes por muestra).

$E$  = Error muestral, en kg./fuente./día.

$s$  = Desviación estándar poblacional, en kg/fuente-día.

$Z$  = Percentil de la distribución normal, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Para aplicar la expresión anterior, se debe definir primero los giros municipales excepto el doméstico, que se pretende muestrear en la localidad.

6.1.2 De no poder determinar la generación de estos residuos conforme a lo descrito en el punto 6.1; obtener a partir de un balance de materia, del proceso o giro que se trate. Para tal situación se debe conocer lo siguiente:

- Las fronteras del sistema.
- Las actividades que cruzan u ocurren dentro de sus fronteras.
- La generación de residuos sólidos asociada con estas actividades.

Estos residuos se relacionan con el número de clientes, monto de ventas, área de establecimiento o giro municipal.

Sólo en el caso de que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, lo considere conveniente, se le dará a la información, un tratamiento diferente a lo expuesto; en tal caso, la misma Secretaría, establecerá el procedimiento más adecuado.

TABLA No. 1

NUMEROS ALEATORIOS

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 85967 | 73152 | 14511 | 85285 | 36009 | 95892 | 36962 | 67835 | 63314 | 50162 |
| 07483 | 51453 | 11649 | 86348 | 76431 | 81594 | 95858 | 36738 | 25014 | 15460 |
| 96283 | 01898 | 61414 | 83525 | 04231 | 13604 | 75339 | 11730 | 85423 | 60698 |
| 49174 | 12074 | 98551 | 37895 | 93547 | 24769 | 09404 | 76548 | 05393 | 96770 |
| 97366 | 39941 | 21225 | 93629 | 19574 | 71565 | 33413 | 56087 | 40875 | 13351 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 90474 | 41469 | 16812 | 81542 | 81652 | 45554 | 27931 | 93994 | 22375 | 00953 |
| 28599 | 64109 | 09497 | 76235 | 41383 | 31555 | 12639 | 00619 | 22909 | 29563 |
| 25254 | 16210 | 89717 | 65997 | 82667 | 74624 | 36348 | 44018 | 64732 | 93589 |
| 28785 | 02760 | 24359 | 99410 | 77319 | 73408 | 58993 | 61098 | 04393 | 48245 |
| 84725 | 86576 | 86944 | 93296 | 10081 | 82454 | 76810 | 52975 | 10324 | 15457 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 41059 | 65456 | 47679 | 65810 | 15941 | 84602 | 14493 | 65515 | 19251 | 41642 |
| 67434 | 41045 | 82830 | 47617 | 36932 | 46728 | 71183 | 36345 | 41404 | 81110 |
| 72766 | 68816 | 37643 | 19959 | 57550 | 49620 | 98480 | 25640 | 67257 | 18671 |
| 92079 | 46784 | 66125 | 94932 | 64451 | 29275 | 57669 | 66658 | 30818 | 58353 |
| 29187 | 40350 | 62533 | 73603 | 34075 | 16451 | 42885 | 03448 | 37390 | 96328 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 74220 | 17612 | 65522 | 80607 | 19184 | 64164 | 66962 | 82310 | 18163 | 63495 |
| 03786 | 02407 | 06098 | 92917 | 40434 | 60502 | 82175 | 04470 | 78754 | 90775 |
| 75085 | 55558 | 15520 | 27038 | 25471 | 76107 | 90832 | 10819 | 56797 | 33751 |
| 09161 | 33015 | 19155 | 11715 | 00551 | 24909 | 31894 | 37774 | 37953 | 78837 |
| 75707 | 48992 | 64998 | 87080 | 39333 | 00767 | 45637 | 12538 | 67439 | 94914 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 21333 | 48660 | 31288 | 00086 | 79889 | 75532 | 28704 | 62844 | 92337 | 99695 |
| 65626 | 50061 | 42539 | 14812 | 48895 | 11195 | 34335 | 60492 | 70650 | 51108 |
| 84380 | 07389 | 87891 | 76255 | 89604 | 41372 | 10837 | 66992 | 93183 | 56920 |
| 46479 | 32072 | 80083 | 63868 | 70930 | 89654 | 05359 | 47196 | 12452 | 38234 |
| 59847 | 97197 | 55147 | 76639 | 76971 | 55928 | 36441 | 95141 | 42333 | 67483 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 31416 | 11231 | 27904 | 57383 | 31852 | 69137 | 96667 | 14315 | 01007 | 31929 |
| 82065 | 83436 | 67914 | 21465 | 99605 | 83114 | 97885 | 74440 | 99622 | 87912 |
| 01850 | 42782 | 39202 | 18582 | 46214 | 99228 | 79541 | 78298 | 75404 | 63648 |
| 32315 | 89276 | 89582 | 87138 | 16165 | 15984 | 21466 | 63830 | 30475 | 74729 |
| 59383 | 42703 | 55198 | 80380 | 67067 | 97155 | 34160 | 85019 | 03257 | 78140 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 58089 | 27632 | 50987 | 91373 | 07736 | 20436 | 96130 | 73483 | 85332 | 24384 |
| 31705 | 57285 | 30392 | 23660 | 75841 | 21931 | 04295 | 00875 | 09114 | 32101 |
| 18914 | 98982 | 60199 | 99275 | 41967 | 35208 | 30357 | 76772 | 92656 | 62318 |
| 11965 | 94089 | 34803 | 48941 | 69709 | 16784 | 44642 | 89761 | 66864 | 62803 |
| 85251 | 48111 | 80936 | 81781 | 93248 | 67877 | 16498 | 31924 | 51315 | 79921 |
| ----- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

65121 95986 84844 93873 46352 92183 51152 85878 30490 15974  
 53972 96642 24199 58080 35450 03482 65953 49521 63719 57615  
 34509 16594 78883 43222 23093 58645 60257 89250 63266 90858  
 37700 07688 65533 72126 23611 93993 01848 03910 38552 17472  
 85466 59392 72722 15473 73295 49759 56157 60477 83284 56367

52969 55863 42312 67842 05673 91878 82736 36563 79540 61940  
 42744 68315 17514 02878 97291 74851 42725 57894 81434 62041  
 26140 13336 67726 61876 29971 99294 96664 52817 90039 53211  
 95589 56319 14563 24071 06916 59555 18195 32280 79367 04224  
 39118 13217 59999 49952 83021 47709 53105 19295 88318 41626

41392 17622 18994 98283 07249 52289 24209 91139 30715 06604  
 54684 53645 79246 70183 87731 19185 08541 33519 07223 97413  
 89442 61001 36658 57444 95388 36682 38052 46719 09428 94012  
 36751 16778 54588 15357 68003 43564 90976 58904 40512 07725  
 06159 02564 21416 74944 53049 88749 02865 25772 89853 88714

TABLA No. 2

CRITERIO PARA RECHAZO DE OBSERVACIONES RESTANTES

| Estadístico | No. de Obs. | PERCENTILES MAXIMOS |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------|-------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|--|
|             |             | .70                 | .80  | .90  | .95  | .98  | .99  | .995 |  |
| r 1         | 3           | .584                | .781 | .886 | .941 | .976 | .998 | .994 |  |
|             | 4           | .471                | .560 | .579 | .765 | .846 | .889 | .926 |  |
|             | 5           | .373                | .451 | .557 | .642 | .729 | .780 | .821 |  |
|             | 6           | .318                | .386 | .482 | .550 | .644 | .698 | .740 |  |
|             | 7           | .261                | .344 | .434 | .507 | .586 | .637 | .680 |  |
| r 11        | 8           | .318                | .385 | .479 | .554 | .631 | .683 | .725 |  |
|             | 9           | .288                | .352 | .441 | .512 | .587 | .635 | .677 |  |
|             | 10          | .265                | .325 | .409 | .477 | .651 | .597 | .639 |  |
| r 21        | 11          | .391                | .442 | .517 | .576 | .638 | .679 | .713 |  |
|             | 12          | .370                | .419 | .490 | .546 | .605 | .642 | .675 |  |
|             | 13          | .351                | .399 | .457 | .521 | .578 | .615 | .649 |  |
| r 22        | 14          | .370                | .421 | .492 | .546 | .602 | .641 | .674 |  |
|             | 15          | .353                | .402 | .472 | .525 | .579 | .616 | .647 |  |
|             | 16          | .333                | .386 | .454 | .507 | .559 | .595 | .624 |  |
|             | 17          | .325                | .373 | .438 | .490 | .542 | .577 | .605 |  |
|             | 18          | .314                | .361 | .424 | .475 | .527 | .561 | .589 |  |
|             | 19          | .304                | .350 | .412 | .462 | .514 | .547 | .575 |  |
|             | 20          | .295                | .340 | .401 | .450 | .502 | .535 | .562 |  |
|             | 21          | .287                | .331 | .391 | .440 | .491 | .524 | .551 |  |
|             | 22          | .280                | .323 | .382 | .430 | .481 | .514 | .541 |  |
|             | 23          | .274                | .316 | .374 | .421 | .472 | .505 | .532 |  |
| 24          | .268        | .310                | .367 | .413 | .454 | .497 | .524 |      |  |
| 25          | .262        | .304                | .360 | .406 | .457 | .489 | .516 |      |  |

**TABLA No. 3  
PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "t"**

| Grados de Libertad | t.60 | t.70 | t.80  | t.90  | t.95  | t.975  | t.993  | t.995  |
|--------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1                  | .325 | .727 | 1.376 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2                  | .289 | .617 | 1.061 | 1.886 | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  |
| 3                  | .277 | .584 | .978  | 1.638 | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.841  |
| 4                  | .271 | .569 | .941  | 1.533 | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.604  |
| 5                  | .267 | .559 | .920  | 1.476 | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  |
| r 6                | .265 | .553 | .906  | 1.440 | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  |
| 7                  | .263 | .549 | .896  | 1.415 | 1.895 | 2.365  | 2.998  | 3.499  |
| 8                  | .262 | .546 | .889  | 1.397 | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  |
| 9                  | .261 | .543 | .883  | 1.383 | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  |
| 10                 | .260 | .542 | .879  | 1.372 | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  |
| r 11               | .260 | .540 | .876  | 1.363 | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  |
| 12                 | .259 | .539 | .873  | 1.356 | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  |
| 13                 | .259 | .538 | .870  | 1.350 | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  |
| 14                 | .258 | .537 | .868  | 1.345 | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  |
| 15                 | .258 | .536 | .866  | 1.341 | 1.753 | 2.131  | 2.602  | 2.947  |
| r 16               | .258 | .535 | .865  | 1.337 | 1.745 | 2.120  | 2.583  | 2.921  |
| 17                 | .257 | .534 | .863  | 1.333 | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  |
| 18                 | .257 | .534 | .862  | 1.330 | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  |
| 19                 | .257 | .533 | .861  | .328  | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  |
| 20                 | .257 | .533 | .860  | .325  | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  |
| r 21               | .257 | .532 | .859  | 1.323 | 1.721 | 2.080  | 2.518  | 2.831  |
| 22                 | .256 | .532 | .858  | 1.321 | 1.717 | 2.074  | 2.508  | 2.819  |
| 23                 | .256 | .532 | .858  | 1.319 | 1.714 | 2.069  | 2.500  | 2.807  |
| 24                 | .256 | .531 | .857  | 1.318 | 1.711 | 2.064  | 2.492  | 2.797  |
| 25                 | .256 | .531 | .856  | 1.316 | 1.708 | 2.060  | 2.485  | 2.787  |
| r 26               | .256 | .531 | .856  | 1.315 | 1.706 | 2.056  | 2.479  | 2.779  |
| 27                 | .256 | .531 | .855  | 1.314 | 1.703 | 2.052  | 2.473  | 2.771  |
| 28                 | .256 | .530 | .855  | 1.313 | 1.701 | 2.048  | 2.467  | 2.763  |
| 29                 | .256 | .530 | .854  | 1.311 | 1.699 | 2.045  | 2.462  | 2.756  |
| 30                 | .256 | .530 | .854  | 1.310 | 1.697 | 2.042  | 2.457  | 2.750  |
| r 40               | .255 | .529 | .851  | 1.303 | 1.684 | 2.021  | 2.423  | 2.704  |
| 60                 | .254 | .527 | .848  | 1.296 | 1.671 | 2.000  | 2.390  | 2.660  |
| 120                | .254 | .526 | .845  | 1.289 | 1.658 | 1.980  | 2.358  | 2.617  |
| ∞                  | .253 | .524 | .842  | 1.282 | 1.645 | 1.960  | 2.326  | 2.576  |

**TABLA No. 5**

**PRIMERA PARTE**

**PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "F"**

$n_1$  = grados de libertad del numerador

| $n_1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

$n_2$  = grados de libertad del denominador

MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ZIHUATANEJO, GUERRERO.

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 161.4 | 199.5 | 215.7 | 224.6 | 230.2 | 234.0 | 236.8 | 238.9 | 240.5 |
| 2  | 18.51 | 19.99 | 19.16 | 19.25 | 19.30 | 19.33 | 19.35 | 19.37 | 19.88 |
| 3  | 10.13 | 9.55  | 9.28  | 9.12  | 9.01  | 8.94  | 8.89  | 8.85  | 8.81  |
| 4  | 7.71  | 6.94  | 6.59  | 6.39  | 6.26  | 6.16  | 6.09  | 6.04  | 6.00  |
| 5  | 6.61  | 5.79  | 5.41  | 5.19  | 5.05  | 4.95  | 4.88  | 4.82  | 4.77  |
| 6  | 5.99  | 5.14  | 4.76  | 4.53  | 4.39  | 4.28  | 4.21  | 4.15  | 4.10  |
| 7  | 5.59  | 4.74  | 4.85  | 4.12  | 3.97  | 3.87  | 3.79  | 3.73  | 3.88  |
| 8  | 5.82  | 4.46  | 4.07  | 3.84  | 3.69  | 3.58  | 3.50  | 3.44  | 3.39  |
| 9  | 5.12  | 4.26  | 3.86  | 3.63  | 3.48  | 3.37  | 3.29  | 3.23  | 3.18  |
| 10 | 4.95  | 4.10  | 3.71  | 3.48  | 3.33  | 3.22  | 3.14  | 3.07  | 3.02  |
| 11 | 4.84  | 3.98  | 3.59  | 3.36  | 3.20  | 3.09  | 3.01  | 2.95  | 2.90  |
| 12 | 4.75  | 3.80  | 3.49  | 3.26  | 3.11  | 3.00  | 2.91  | 2.85  | 2.80  |
| 13 | 4.67  | 3.81  | 3.41  | 3.18  | 3.03  | 2.92  | 2.83  | 2.77  | 2.71  |
| 14 | 4.00  | 3.74  | 3.84  | 3.11  | 2.96  | 2.85  | 2.76  | 2.70  | 2.65  |
| 15 | 4.54  | 3.60  | 3.29  | 3.06  | 2.90  | 2.79  | 2.71  | 2.64  | 2.59  |
| 16 | 4.49  | 3.63  | 3.24  | 3.01  | 2.85  | 2.74  | 2.66  | 2.59  | 2.54  |
| 17 | 4.45  | 3.58  | 3.20  | 2.96  | 2.61  | 2.70  | 2.61  | 2.55  | 2.49  |
| 18 | 4.41  | 3.55  | 3.16  | 2.93  | 2.77  | 2.66  | 2.68  | 2.51  | 2.48  |
| 19 | 4.38  | 3.52  | 3.13  | 2.90  | 2.74  | 2.63  | 2.54  | 2.48  | 2.42  |
| 20 | 4.35  | 3.49  | 3.10  | 2.87  | 2.71  | 2.60  | 2.51  | 2.45  | 2.39  |
| 21 | 4.32  | 3.47  | 3.07  | 2.84  | 2.68  | 2.57  | 2.49  | 2.42  | 2.37  |
| 22 | 4.30  | 3.44  | 3.05  | 2.82  | 2.66  | 2.55  | 2.46  | 2.40  | 2.34  |
| 23 | 4.28  | 3.42  | 3.00  | 2.80  | 2.64  | 2.53  | 2.44  | 2.37  | 2.32  |
| 24 | 4.28  | 3.40  | 3.01  | 2.78  | 2.02  | 2.51  | 2.42  | 2.36  | 2.30  |
| 25 | 4.24  | 3.39  | 2.99  | 2.76  | 2.60  | 2.49  | 2.40  | 2.34  | 2.28  |
| 26 | 4.23  | 3.37  | 2.98  | 2.74  | 2.59  | 2.49  | 2.39  | 2.32  | 2.27  |
| 27 | 4.21  | 3.35  | 2.96  | 2.73  | 2.57  | 2.46  | 2.37  | 2.31  | 2.25  |
| 28 | 4.20  | 3.34  | 2.95  | 2.71  | 2.56  | 2.45  | 2.36  | 2.29  | 2.24  |
| 29 | 4.18  | 3.33  | 2.93  | 2.70  | 2.55  | 2.43  | 2.35  | 2.28  | 2.22  |
| 30 | 4.17  | 3.32  | 2.92  | 2.69  | 2.53  | 2.42  | 2.33  | 2.27  | 2.21  |
| 40 | 4.08  | 3.23  | 2.84  | 2.61  | 2.45  | 2.34  | 2.25  | 2.18  | 2.12  |



SEGUNDA PARTE

|    | 10    | 12    | 15    | 20    | 24    | 30    | 40    | 60    | 120   | ∞     |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 241.9 | 243.9 | 245.9 | 248.0 | 249.1 | 250.1 | 251.1 | 252.2 | 253.3 | 254.3 |
| 2  | 19.40 | 19.41 | 19.43 | 19.45 | 19.45 | 19.46 | 19.47 | 19.48 | 19.49 | 19.50 |
| 3  | 8.79  | 8.74  | 8.70  | 8.66  | 8.64  | 8.62  | 8.59  | 8.57  | 8.55  | 8.53  |
| 4  | 5.96  | 5.91  | 5.85  | 5.80  | 5.77  | 5.75  | 5.72  | 5.69  | 5.66  | 5.63  |
| 5  | 4.74  | 4.68  | 4.52  | 4.56  | 4.53  | 4.50  | 4.46  | 4.43  | 4.40  | 4.36  |
| 6  | 4.06  | 4.00  | 3.94  | 3.87  | 3.84  | 3.81  | 3.77  | 3.74  | 3.70  | 3.67  |
| 7  | 3.64  | 3.57  | 3.51  | 3.44  | 3.41  | 3.38  | 3.34  | 3.30  | 3.27  | 3.23  |
| 8  | 3.35  | 3.28  | 3.22  | 3.15  | 3.12  | 3.08  | 3.04  | 3.01  | 2.97  | 3.93  |
| 9  | 3.14  | 3.07  | 3.01  | 2.94  | 2.90  | 2.86  | 2.83  | 2.79  | 2.75  | 2.71  |
| 10 | 2.98  | 2.91  | 2.85  | 2.77  | 2.74  | 2.70  | 2.66  | 2.62  | 2.58  | 2.54  |
| 11 | 2.85  | 2.79  | 2.72  | 2.65  | 2.61  | 2.57  | 2.53  | 2.49  | 2.45  | 2.40  |
| 12 | 2.75  | 2.69  | 2.62  | 2.54  | 2.51  | 2.47  | 2.43  | 2.38  | 2.34  | 2.30  |
| 13 | 2.67  | 2.60  | 2.53  | 2.46  | 2.42  | 2.38  | 2.34  | 2.30  | 2.25  | 2.21  |
| 14 | 2.60  | 2.53  | 2.46  | 2.39  | 2.35  | 2.31  | 2.27  | 2.22  | 2.18  | 2.13  |
| 15 | 2.54  | 2.48  | 2.40  | 2.33  | 2.29  | 2.25  | 2.20  | 2.16  | 2.11  | 2.07  |
| 16 | 2.49  | 2.42  | 2.35  | 2.28  | 2.24  | 2.19  | 2.15  | 2.11  | 2.06  | 2.01  |
| 17 | 2.45  | 2.38  | 2.31  | 2.28  | 2.19  | 2.15  | 2.10  | 2.06  | 2.01  | 1.96  |
| 18 | 2.41  | 2.34  | 2.27  | 2.19  | 2.16  | 2.11  | 2.06  | 2.02  | 1.97  | 1.92  |
| 19 | 2.38  | 2.31  | 2.23  | 2.16  | 2.11  | 2.07  | 2.03  | 1.98  | 1.93  | 1.88  |
| 20 | 2.35  | 2.28  | 2.20  | 2.12  | 2.08  | 2.04  | 1.99  | 1.95  | 1.50  | 1.84  |
| 21 | 2.32  | 2.25  | 2.18  | 2.10  | 2.05  | 2.01  | 1.95  | 1.92  | 1.87  | 1.81  |
| 22 | 2.30  | 2.23  | 2.15  | 2.07  | 2.03  | 1.98  | 1.94  | 1.89  | 1.84  | 1.78  |
| 23 | 2.27  | 2.20  | 2.13  | 2.05  | 2.01  | 1.96  | 1.91  | 1.86  | 1.81  | 1.76  |
| 24 | 2.25  | 2.18  | 2.11  | 2.03  | 1.98  | 1.94  | 1.89  | 1.84  | 1.79  | 1.73  |
| 25 | 2.24  | 2.16  | 2.09  | 2.01  | 1.96  | 1.92  | 1.87  | 1.82  | 1.77  | 1.71  |
| 26 | 2.22  | 2.15  | 2.07  | 1.99  | 1.95  | 1.90  | 1.85  | 1.80  | 1.75  | 1.69  |
| 27 | 2.20  | 2.13  | 2.06  | 1.97  | 1.93  | 1.88  | 1.84  | 1.79  | 1.73  | 1.67  |
| 28 | 2.19  | 2.12  | 2.04  | 1.96  | 1.91  | 1.87  | 1.82  | 1.77  | 1.71  | 1.65  |
| 29 | 2.18  | 2.10  | 2.03  | 1.94  | 1.90  | 1.85  | 1.81  | 1.75  | 1.70  | 1.64  |
| 30 | 2.16  | 2.09  | 2.01  | 1.93  | 1.85  | 1.84  | 1.79  | 1.74  | 1.63  | 1.62  |
| 40 | 2.08  | 2.00  | 1.92  | 1.84  | 1.79  | 1.74  | 1.69  | 1.64  | 1.56  | 1.51  |

## **Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Medio Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo.**

### **1.- Objetivo y campo de aplicación**

Esta Norma Mexicana, establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio.

Para aquellos residuos sólidos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma.

### **2.- Referencias**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes;  
NMX-AA-19 Protección al Ambiente - Contaminación del suelo - Residuos Sólidos Municipales - Peso volumétrico "IN SITU".

NMX-AA-22 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos.

NMX-AA-61 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Generación.

NMX-AA-91 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos - Terminología.

### **3.- Definiciones**

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma Mexicana NMX-AA-81.

### **4.- Método de cuarteo**

Para el cuarteo, la muestra debe ser representativa de la zona o estrato socioeconómico del área en estudio, obtenida según Norma Mexicana NMX-AA-61

#### **4.1 Aparatos y equipo**

- Báscula de piso, con capacidad de 200 Kg
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200, para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias).
- Palas curvas
- Bieldos
- Overoles
- Guantes de carnaza
- Escobas
- Botas de hule
- Cascos de seguridad

- Mascarillas protectoras
- Papelería y varios (cédula de informe de campo, marcadores, ligas, etc).

#### 4.2 Procedimientos

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de cuando menos tres personas.

El equipo requerido antes descrito, está de acuerdo con el número de personas que participan en el cuarteo.

Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación según la Norma Mexicana NMX-AA-61.- En ningún caso se toma más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo.

El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m de cemento pulido o similar y bajo techo.

El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o biello, hasta homogeneizarlos, a continuación, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A B C y D, y se eliminan las partes opuestas A y C ó B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 Kg de residuos sólidos con los cuales se debe hacer la selección de subproductos de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-AA-22.

De las partes eliminadas del primer cuarteo, se toman 10 Kg. aproximadamente de residuos sólidos para los análisis del laboratorio, físicos, químicos y biológicos, con el resto se determina el peso volumétrico de los residuos sólidos "in situ", según Norma Mexicana NMX-AA-19.

La muestra obtenida para los análisis físicos, químicos y biológicos debe trasladarse al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente selladas e identificadas (véase marcado), evitando que queden expuestas al sol durante su transporte, además se debe tener cuidado en el manejo de la bolsa que contiene la muestra para que no sufra ninguna rotura. El tiempo máximo de transporte de la muestra al laboratorio, no debe exceder de 8 horas.

Se han considerado, las cantidades anteriores como óptimas, sin embargo estas pueden variar de acuerdo a las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos sólidos sea menor a 50 Kg., se remienda repetir la operación de cuarteo.

#### 5.- Marcado

La muestra se identifica con una etiqueta, la cual debe contener la siguiente información:

Número de folio de la cédula de informe de campo para el cuarteo, hora y fecha del envío, localidad, municipio, estado, procedencia de la muestra (estrato socioeconómico) temperatura y humedad relativa del ambiente, peso de la muestra en kilogramos, datos del responsable de la toma de muestra y observaciones.

**6.- Informe de campo:** (Ver cédula en el apéndice)

En el informe debe indicar lo siguiente:

- Localidad, Municipio y Estado
- Fecha y hora del cuarteo
- Procedencia de la muestra (estrato socioeconómico)
- Condiciones climatológicas
- Cantidad de residuos sólidos tomados para el cuarteo, en Kg
- Cantidad de residuos sólidos obtenidos para la selección en subproductos, en Kg
- Datos del responsable del cuarteo
- Observaciones

**7.- Apéndice**

**CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE  
LOS RESIDUOS SOLIDOS.**

No. de  
Folio -----

Localidad ----- Municipio ----- Estado -----  
 Fecha y hora del cuarteo -----  
 Procedencia de la Muestra -----  
 -----  
 Condiciones Climatológicas Imperantes Durante el Cuarteo (describa):  
 -----  
 -----  
 Cantidad de Residuos Sólidos para el Cuarteo ----- Kg. ---  
 -----  
 Cantidad de Residuos Sólidos para la Selección de Subproductos Kg.-----  
 Cantidad de Residuos Sólidos para los Análisis Físicos, Químicos y  
 Biológicos -----  
 Responsable del Cuarteo:  
 Nombre:- ----- Cargo -----  
 Dependencia o Institución -----  
 Observaciones -----  
 -----  
 -----  
 -----

**8.- Bibliografía**

\* Journal of the Sanitary Engineering División.- Proceedings of the American Society of Civil Engineers.- "Sample Weinghts in Solid Waste Composition Studies".- Albert J. Klee and Dennis Carrth. August, 1970.

Rolle, G. Int. Research Group in Refuse Disposal (IRGR). Information Bulletin 22, 23.- Zurich.- 1954.

**NORMA MEXICANA NMX-AA-19-1985. PROTECCION AL AMBIENTE -  
CONTAMINACION DEL SUELO - RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES - PESO VOLUMETRICO "IN SITU".**

**1.- Objetivo y campo de aplicación**

Esta Norma Mexicana, establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de "cuarteo".

**2.- Referencias**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos  
Sólidos-Terminología.

NMX-AA-15 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos  
Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo.

**3.- Definiciones**

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Mexicana NMX-AA-91.

**4.- Descripción de la operación**

Para determinar el peso volumétrico "in situ", se debe tomar los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo, la cual se debe realizar según Norma Mexicana NMX-AA-15.

**4.1 Aparatos y equipo**

- Básculas de piso con capacidad de 200 kg.
- Tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 lt.
- Palas curvas
- Overoles
- Guantes de carnaza
- Escobas
- Recogedores
- Botas de hule
- Mascarillas
- Papelería y varios necesarios para la operación (cédula de información de campo, marcadores, etc.)

**4.6 Procedimiento**

Para efectuar esta determinación, se requiere de cuando menos dos personas.

El equipo requerido antes descrito está de acuerdo con el número de personas que participen en la determinación.

Antes de efectuar la determinación se verifica que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras; así como también que la báscula esté nivelada. A continuación se pesa el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

En caso dado de no conocer la capacidad del recipiente, ésta se determina a partir de las formulaciones aritméticas existentes, según sea la geometría de dicho recipiente.

A continuación, llenar el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo según la Norma Mexicana NMX-AA-15; golpear el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm.

Nuevamente agregue residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.

Se debe tener cuidado de vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos.

Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pasa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara.

Cuando no se tenga suficiente cantidad de residuos sólidos para llenar el recipiente se marca en éste, la altura alcanzada y se determina dicho volumen.

### 5.- *Calculo*

El peso volumétrico del residuo sólido se calcula mediante la siguiente fórmula

$$P_v = \frac{P}{V}$$

en donde:

$P_v$  = Peso volumétrico del residuo sólido, en  $kg/m^3$

$P$  = Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en kg

$V$  = Volumen del recipiente, en  $m^3$

Los resultados obtenidos al realizar la operación que se describe en esta Norma Mexicana, deben reportarse en la cédula de informe de campo (anexo No. 1).

### 6.- *Bibliografía*

Instructivo de Campo del Departamento de Desechos Sólidos de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, 1976.

Experiencias de campo de la Comisión de Ecología del D.D.F. y de la S.D.U.E.

**7.- Apéndice**

7.1 Anexo No. 1

**CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DEL PESO  
VOLUMETRICO- "IN SITU" DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Localidad ----- Municipio ----- Estado -----

Fecha y hora de la determinación: -----  
-----

Estrato o socio-económico muestreado: -----

Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación -----  
-----

Capacidad del recipiente ----- m<sup>3</sup> ----

Tara del recipiente ----- kg

Capacidad del recipiente, tomada para la determinación -----m<sup>3</sup> ----

Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) ----- kg

Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto-tara) -----  
-----

----- kg

Peso volumétrico "in situ", de los residuos sólidos ----- kg/m<sup>3</sup>

Responsable de la determinación:

Nombre: ----- Cargo -----

Dependencia o Institución -----

Observaciones: -----

**NORMA MEXICANA NMX-AA-22-1985. PROTECCION AL AMBIENTE -  
CONTAMINACION DEL SUELO - RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES -  
SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS**

**1.- Objetivo y campo de aplicación**

Esta Norma Mexicana establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los Residuos Sólidos Municipales.

**2.- Referencias**

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-AA-91 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Terminología.

NMX-AA-15 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo.

NMX-B-231 Industria Siderúrgica - Cribas de Laboratorio para Clasificación de Materiales Granulares - Especificaciones.

**3.- Definiciones**

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Mexicana NMX-AA-91.

**4.- Aparatos y equipo**

- Báscula de piso capacidad de 200 Kg
- Balanza granataria con capacidad para 20 Kg y sensibilidad de 1 g
- Criba M 2.00 según Norma Mexicana NMX-B-231
- Mascarillas



- Recogedores
- Overoles
- Escobas
- Botas de hule
- Guantes de carnaza
- Treinta bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.80 m y calibre mínimo de 200
- Papelería y varios

El equipo antes descrito esta en función del número de participantes en la determinación que marca esta Norma; se requiere para ello, cuando menos de dos personas.

## **5.- Selección**

### 5.1 Obtención de la Muestra.

La muestra se extrae como se establece en la Norma Mexicana NMX-AA-15 y se toman como mínimo 50 Kg. que procede de las áreas del primer cuarteo que no fueron eliminadas.

### 5.2 Procedimiento.

Con la muestra ya obtenida como se establece en 5.1, se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotar, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Algodón
- Cartón
- Cuero
- Residuo fino (todo material que pase la criba M 2.00)
- Envase de cartón encerado
- Fibra dura vegetal (esclerenquima)
- Fibras sintéticas
- Hueso
- Hule
- Lata

- Loza y cerámica
- Madera
- Material de construcción
- Material ferroso
- Material no ferroso
- Papel
- Pañal desechable
- Plástico rígido y de película
- Poliuretano
- Poliestireno expandido
- Residuos alimenticios (Véase observaciones)
- Residuos de jardinería
- Trapo
- Vidrio de color
- Vidrio transparente
- Otros

## 6.- Cuantificación

Los subproductos ya clasificados se pesan por separado en la balanza granataria y se anota el resultado en la hoja de registro.

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente expresión:

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

$G_1$  = Peso del subproducto considerado, en Kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra (mínimo 50 Kg).

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

### 7.- Reporte

Los resultados se anotan, como se indica en la hoja de registro (véase apéndice).

### 8.- Observaciones

- Los cambios en peso durante la determinación, se deben principalmente a la liberación o admisión de humedad.
- Se recomienda efectuar la determinación en un lugar cerrado y bajo techo.
- Dentro de los residuos sólidos alimenticios se deben incluir todos aquellos residuos de fácil degradación, tales como: vísceras, apéndices o cadáveres de animales.

### 9.- Apéndice

#### HOJA DE REGISTRO DE CAMPO SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS

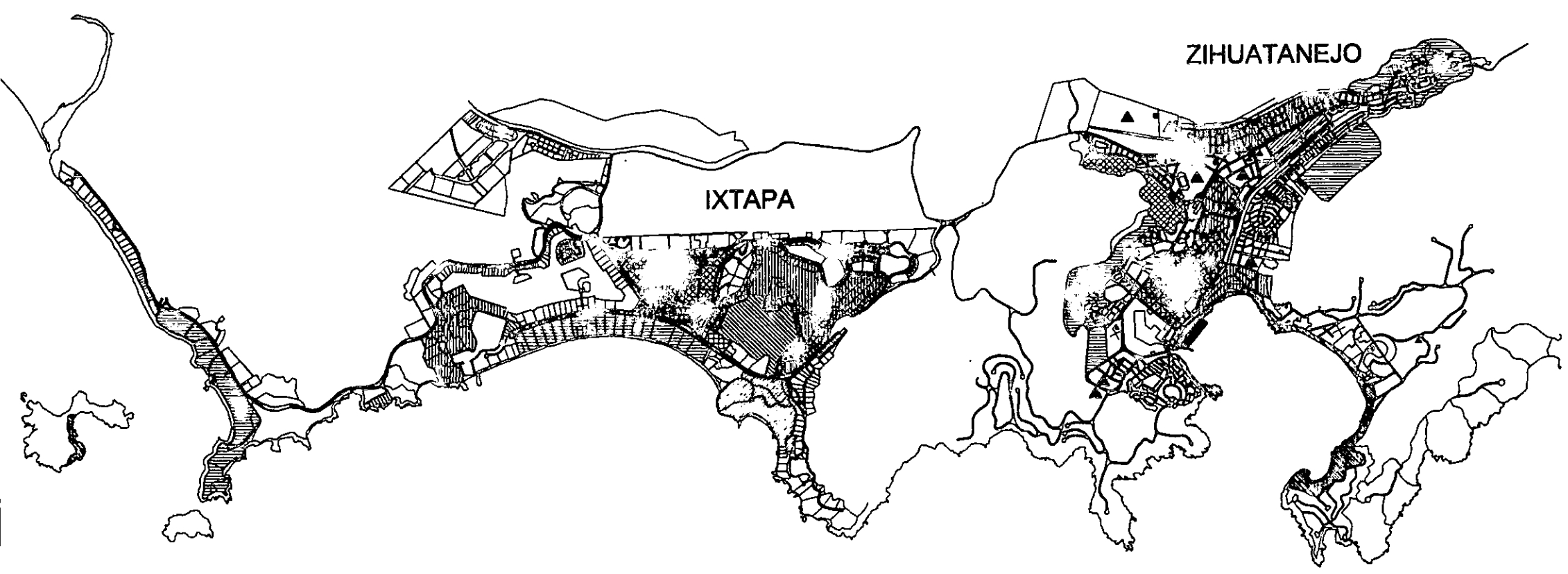
Localidad ----- Municipio ----- Estado -----  
 Fechas y hora de análisis ----- Peso de la Muestra ----- Kg  
 Estrato socioeconómico ----- Tara de las bolsas ----- Kg  
 Responsable del análisis ----- Dependencia o Institución -----

| No. | SUBPRODUCTOS                             | PESO EN Kg | % | EN | PESO |
|-----|--|------------|---|----|------|
|     | OBSERVACIONES                            |            |   |    |      |
| 1   | ALGODON                                  |            |   |    |      |
| 2   | CARTON                                   |            |   |    |      |
| 3   | CUERO                                    |            |   |    |      |
| 4   | RESIDUO FINO<br>QUE PASE LA CRIBA M 2.00 |            |   |    |      |
| 5   | ENVASE EN CARTON ENCERADO                |            |   |    |      |
| 6   | FIBRA DURA VEGETAL (esclerénquima)       |            |   |    |      |
| 7   | FIBRAS SINTETICAS                        |            |   |    |      |

- 8 HUESO
- 9 HULE
- 10 LATA
- 11 LOZA Y CERAMICA
- 12 MADERA
- 13 MATERIAL DE CONSTRUCCION
- 14 MATERIAL FERROSO
- 15 MATERIAL NO - FERROSO
- 16 PAPEL
- 17 PAÑAL DESECHABLE
- 18 PLASTICO DE PELICULA
- 19 PLASTICO RIGIDO
- 20 POLIURETANO
- 21 POLIESTIRENO EXPANDIDO
- 22 RESIDUOS ALIMENTICIOS
- 23 RESIDUOS DE JARDINERIA
- 24 TRAPO
- 25 VIDRIO DE COLOR
- 26 VIDRIO TRANSPARENTE
- 27 OTROS

#### **10.- Bibliografía**

. Instructivo de Campo del Departamento de Desechos Sólidos de la Secretaría de Mejoramiento del Ambiente, 1976.



### SIMBOLOGIA

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| HOTELES                          | CINES          |
| DISCOS                           | HOSPITAL NAVAL |
| ESCUELA PRIMARIA                 |                |
| ESCUELA SECUNDARIA               |                |
| ESCUELA PREPARATORIA             |                |
| PALACIO MUNICIPAL                |                |
| NUEVAS INSTALACIONES MUNICIPALES |                |
| ACADEMIA DE POLICIA Y CARCEL     |                |
| MERCADO                          |                |
| CENTRAL CAMIONERA                |                |
| UNIDAD HABITACIONAL              |                |
| CLINICAS Y HOSPITALES            |                |
| PLANTA DE TRATAMIENTO            |                |
| SALON DE FIESTAS                 |                |
| MUELLE PESQUERO                  |                |

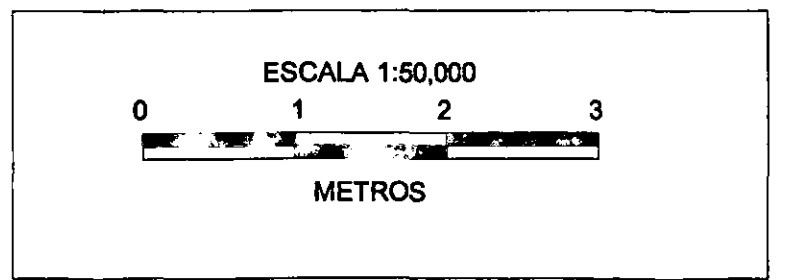
### ESTRATO SOCIOECONOMICO

|       |         |
|-------|---------|
| ALTO  | BAJO    |
| MEDIO | POPULAR |

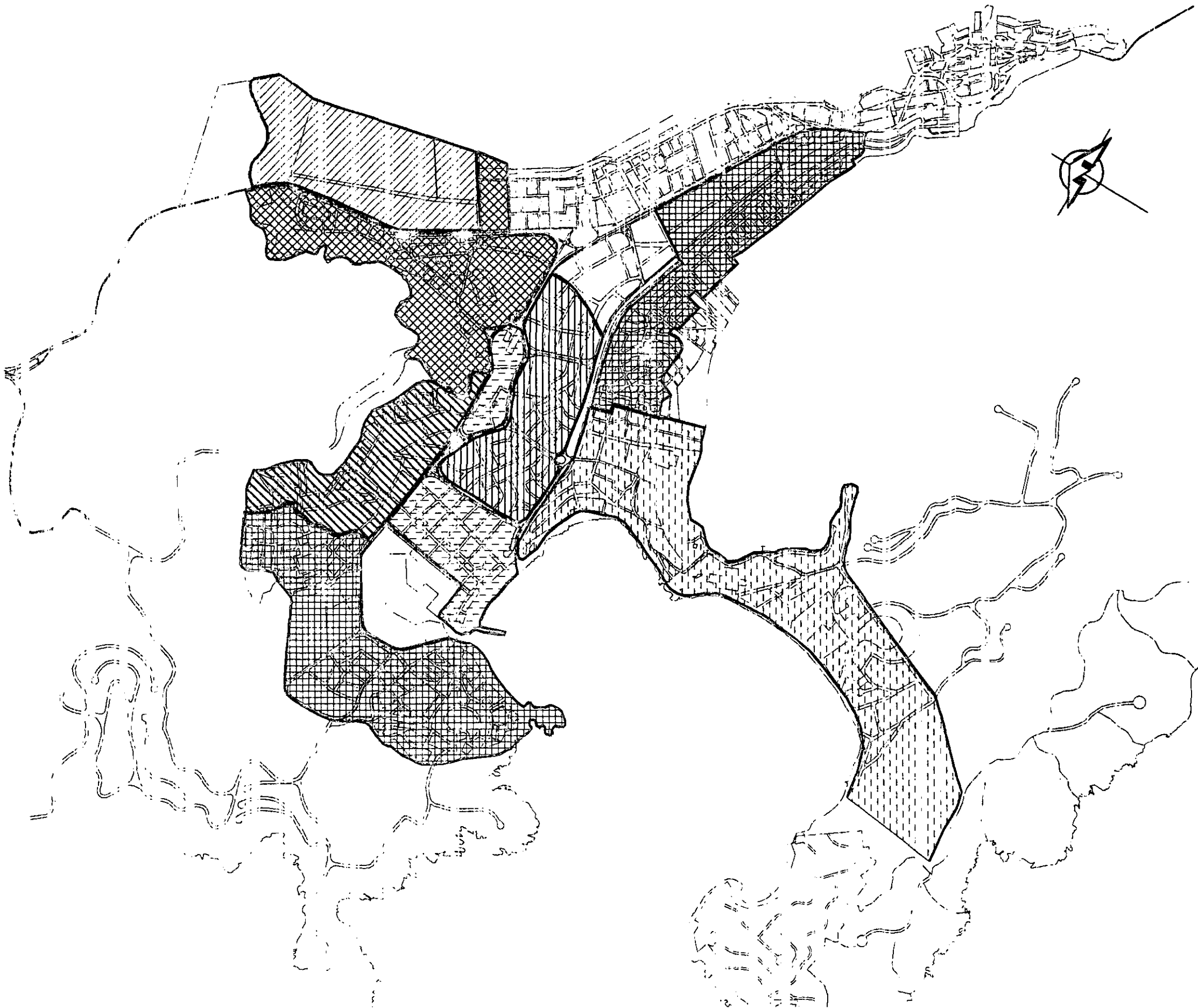
### SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| COMERCIOS             | TALLERES        |
| Z. HOTELERA           | Z. RESIDENCIAL  |
| VILLAS                | U. HABITACIONAL |
| GOLF                  |                 |
| RESTAURANTES          |                 |
| MERCADO DE ARTESANIAS |                 |

**PLANO 1**



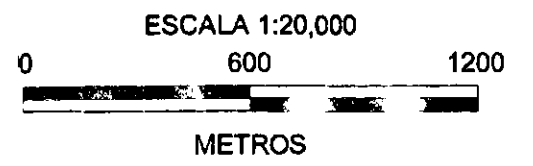
**PRINCIPALES FUENTES GENERADORAS**



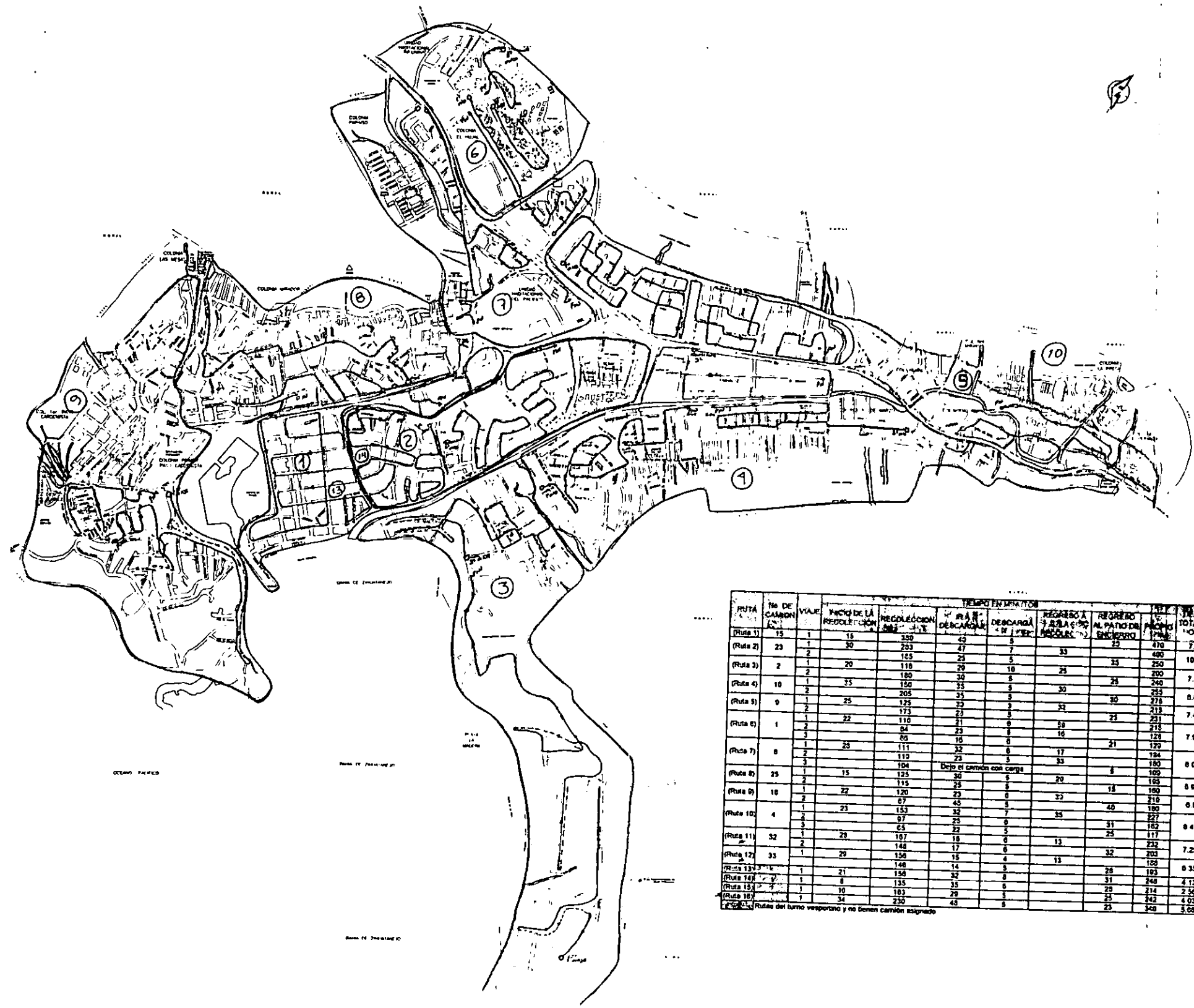
**SIMBOLOGIA**

-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL
-  RUTA DE RECOLECCION ACTUAL

**PLANO 2**



**RUTAS DE RECOLECCION ACTUAL  
ZIHUATANEJO, GRO.**



**SIMBOLOGIA**

- RECORRIDO
- TIEMPOS MUERTOS
- INICIO DEL RECORRIDO
- FRONTERA DE MACRORUTA
- ▲ COMUNIDADES E INTER.

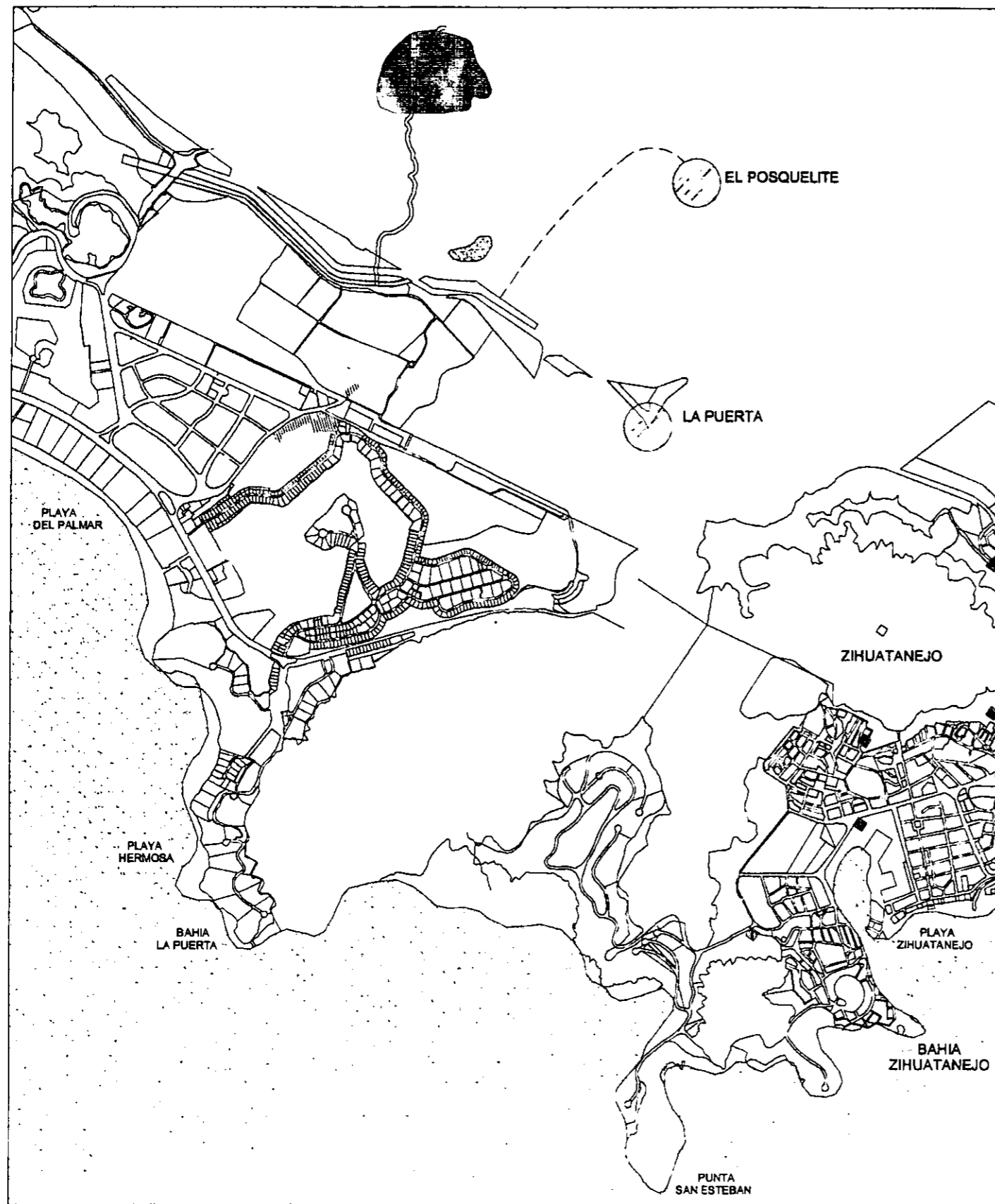
| RUTA      | Nº DE CAMIÓN | VIAJE | HORA DE LA RECOLECCIÓN | TIEMPO EN MINUTOS |               |          |                       |                               | REGRESO AL PATIO DEL EMPLEADO | REGRESO AL PATIO DEL EMPLEADO | TIEMPO TOTAL EN HORAS |
|-----------|--------------|-------|------------------------|-------------------|---------------|----------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
|           |              |       |                        | RECOLECCIÓN       | PARA DESCARGA | DESCARGA | REGRESO A RECOLECCIÓN | REGRESO AL PATIO DEL EMPLEADO |                               |                               |                       |
| (Ruta 1)  | 15           | 1     | 15                     | 350               | 40            | 5        |                       |                               | 470                           | 7.83                          |                       |
| (Ruta 2)  | 23           | 2     | 30                     | 203               | 47            | 7        | 33                    | 32                            | 400                           | 10.83                         |                       |
| (Ruta 3)  | 2            | 1     | 20                     | 125               | 25            | 5        | 25                    | 35                            | 250                           | 7.33                          |                       |
| (Ruta 4)  | 10           | 1     | 35                     | 180               | 30            | 5        |                       | 25                            | 240                           | 6.63                          |                       |
| (Ruta 5)  | 9            | 1     | 25                     | 205               | 35            | 5        | 30                    | 30                            | 285                           | 7.43                          |                       |
| (Ruta 6)  | 1            | 1     | 22                     | 173               | 23            | 5        | 32                    | 25                            | 238                           | 7.91                          |                       |
| (Ruta 7)  | 8            | 1     | 23                     | 110               | 21            | 0        | 58                    | 25                            | 214                           | 6.05                          |                       |
| (Ruta 8)  | 25           | 1     | 15                     | 112               | 23            | 5        | 17                    | 8                             | 165                           | 8.92                          |                       |
| (Ruta 9)  | 10           | 1     | 22                     | 120               | 23            | 0        | 32                    | 15                            | 190                           | 6.6                           |                       |
| (Ruta 10) | 4            | 1     | 23                     | 87                | 45            | 5        | 35                    | 40                            | 187                           | 6.43                          |                       |
| (Ruta 11) | 32           | 1     | 28                     | 167               | 18            | 5        |                       | 25                            | 215                           | 7.25                          |                       |
| (Ruta 12) | 33           | 1     | 20                     | 148               | 17            | 0        | 13                    | 32                            | 200                           | 6.35                          |                       |
| (Ruta 13) | 1            | 1     | 21                     | 156               | 14            | 5        |                       | 25                            | 190                           | 4.13                          |                       |
| (Ruta 14) | 7            | 1     | 8                      | 135               | 35            | 0        |                       | 25                            | 215                           | 2.56                          |                       |
| (Ruta 15) | 1            | 1     | 10                     | 103               | 29            | 5        |                       | 25                            | 162                           | 4.03                          |                       |
| (Ruta 16) | 1            | 1     | 34                     | 230               | 45            | 5        |                       | 25                            | 305                           | 5.08                          |                       |

PLANO 3

ESCALA 1:7 000

ZIHUATANEJO, GRO.

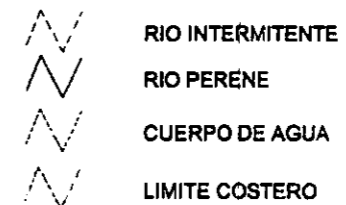
MICRORRUTERO



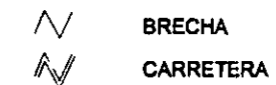
### SIMBOLOGIA



#### HIDROGRAFIA



#### VIAS DE COMUNICACION



#### RASGOS CULTURALES



## PLANO 4

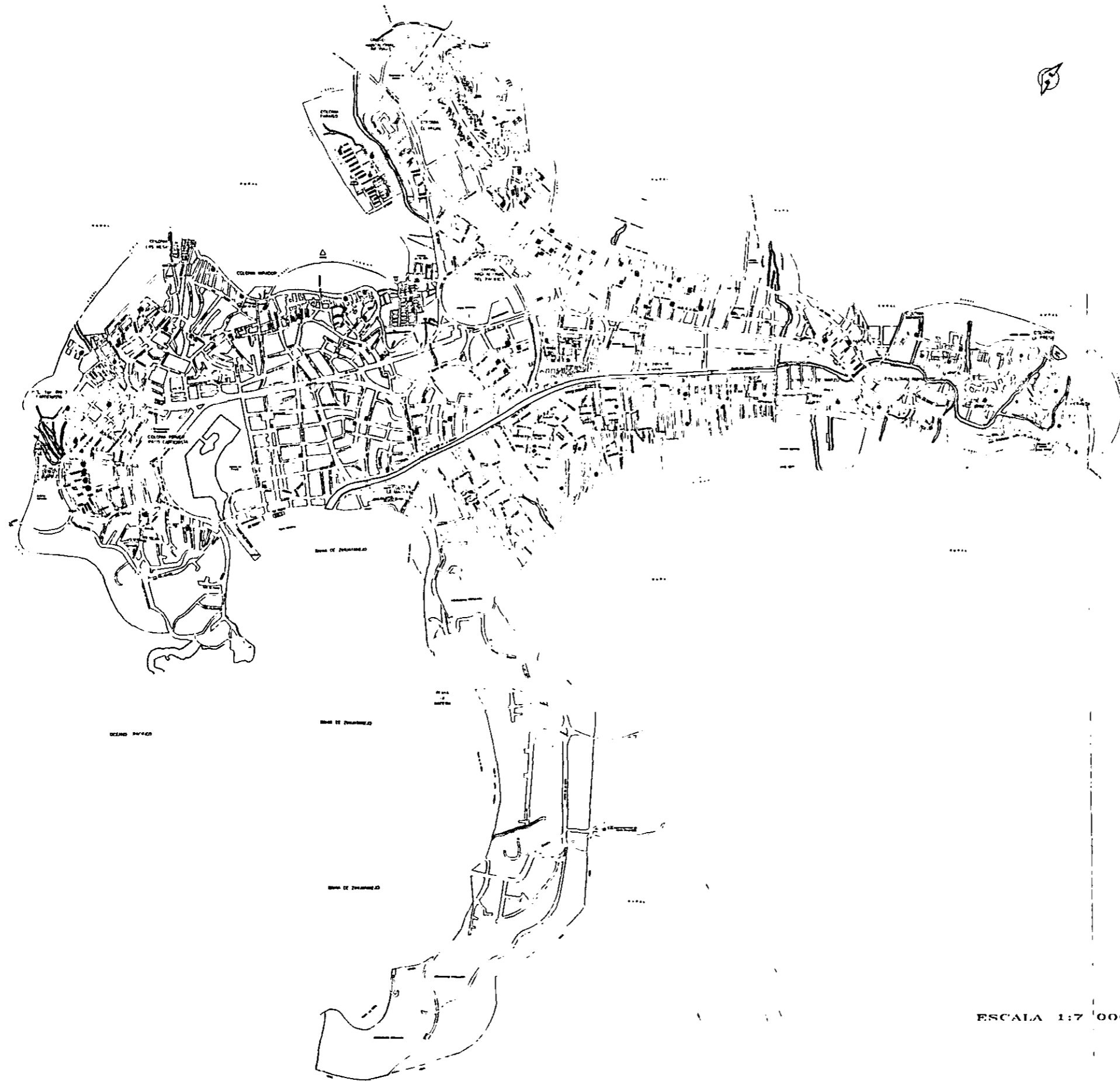
ESCALA 1:50,000

0 600 1200

METROS

UBICACION GEOGRAFICA  
DEL TIRADERO MUNICIPAL  
ZIHUATANEJO, GRO.





SIMBOLOGIA

- VIVIENDAS ESTADO BAJO
- VIVIENDAS ESTADO MEDIO

PLANO 5

ZIHUATANEJO, GRO

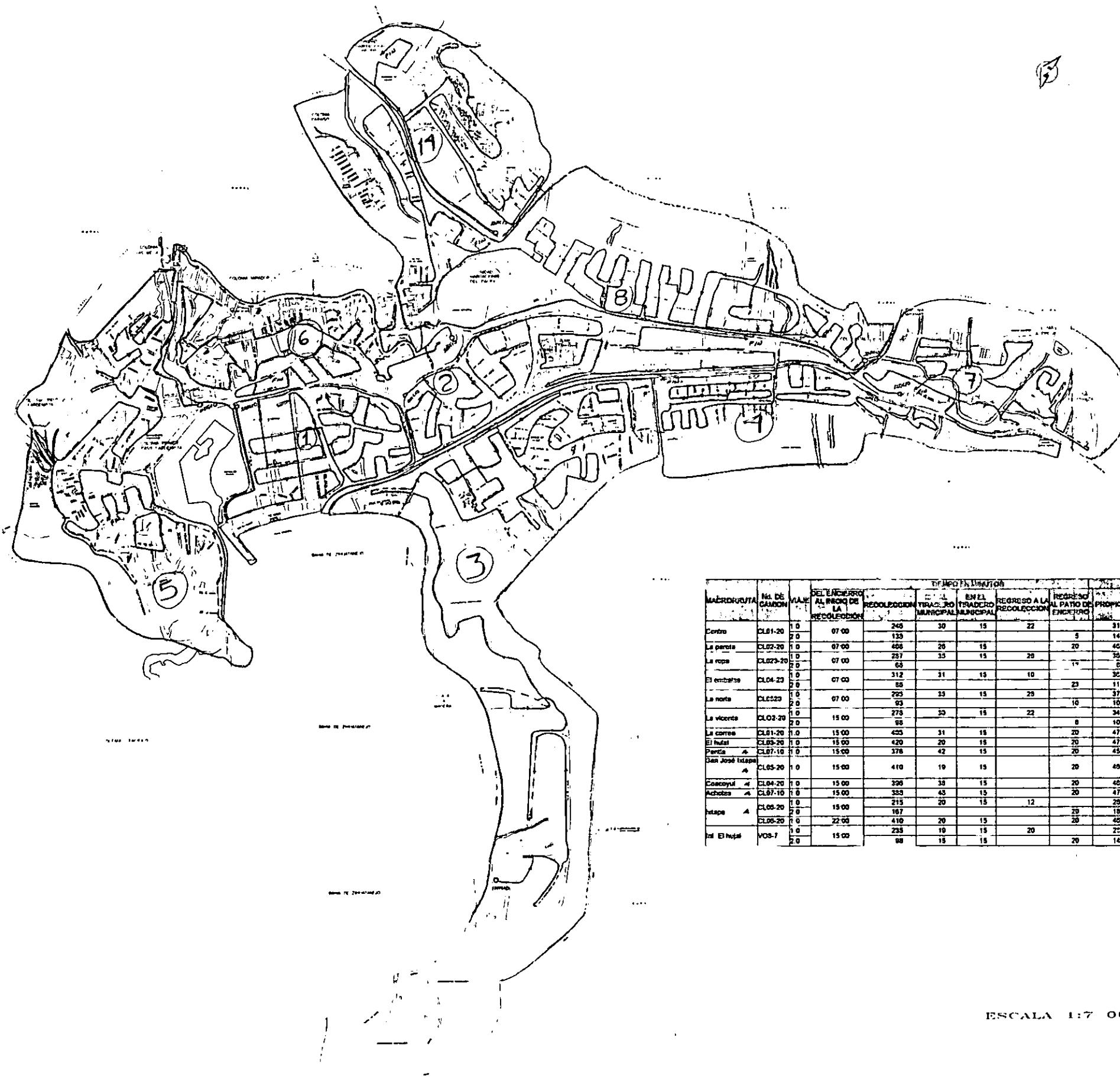
VIVIENDAS SELECCIONADAS  
PARA MUESTREO

ESCALA 1:7 000

SIMBOLOGIA

- RECORRIDO
- TIEMPOS MUERTOS
- INICIO DEL RECORRIDO
- LIMITE DE MACRORUTA
- + COMUNIDADES E IXTAPA

| Número | Macrorruta      |
|--------|-----------------|
| 1      | Centro          |
| 2      | La parota       |
| 3      | La rosa         |
| 4      | El embalse      |
| 5      | La norte        |
| 6      | La vicente      |
| 7      | La correa       |
| 8      | El huatl        |
| 9      | Pante           |
| 10     | San José Ixtapa |
| 11     | Cocoyul         |
| 12     | Achotes         |
| 13     | Ixtapa          |
| 14     | Inf. El huatl   |



| MACRORUTA       | No. DE GAMBOS | VALOR | DEL EMPEZAMIENTO AL REGreso DE LA RECOLECCION | TIEMPO EN MINUTOS |                    |                          |                          |                                  | TIEMPO TOTAL EN HORAS |
|-----------------|---------------|-------|---|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|
|                 |               |       |   | RECOLECCION       | TRAYECTO MUNICIPAL | EN EL TRAYECTO MUNICIPAL | REGRESO A LA RECOLECCION | REGRESO AL PUNTO DE EMPEZAMIENTO |                       |
| Centro          | CL81-20       | 1.0   | 07:00   | 240               | 30                 | 15                       | 22                       | 313                              | 7.60                  |
|                 |               | 2.0   |   | 135               |                    |                          |                          | 5                                | 143                   |
| La parota       | CL02-20       | 1.0   | 07:00   | 406               | 20                 | 15                       | 20                       | 461                              | 7.62                  |
|                 |               | 2.0   |   | 237               | 35                 | 15                       | 20                       | 307                              | 7.38                  |
| La rosa         | CL03-20       | 1.0   | 07:00   | 65                |                    |                          |                          | 65                               |                       |
|                 |               | 2.0   |   | 312               | 31                 | 15                       | 10                       | 368                              | 7.68                  |
| El embalse      | CL04-20       | 1.0   | 07:00   | 88                |                    |                          |                          | 88                               |                       |
|                 |               | 2.0   |   | 295               | 35                 | 15                       | 20                       | 375                              | 7.93                  |
| La norte        | CL05-20       | 1.0   | 07:00   | 93                |                    |                          |                          | 93                               |                       |
|                 |               | 2.0   |   | 273               | 30                 | 15                       | 22                       | 340                              | 7.52                  |
| La vicente      | CL03-20       | 1.0   | 15:00   | 98                |                    |                          |                          | 98                               |                       |
|                 |               | 2.0   |   | 435               | 31                 | 15                       | 20                       | 471                              | 7.65                  |
| La correa       | CL81-20       | 1.0   | 15:00   | 420               | 20                 | 15                       | 20                       | 475                              | 7.62                  |
|                 |               | 2.0   |   | 378               | 42                 | 15                       | 20                       | 455                              | 7.58                  |
| El huatl        | CL87-10       | 1.0   | 15:00   | 378               | 42                 | 15                       | 20                       | 455                              | 7.58                  |
|                 |               | 2.0   |   | 410               | 19                 | 15                       | 20                       | 464                              | 7.73                  |
| San José Ixtapa | CL05-20       | 1.0   | 15:00   | 410               | 19                 | 15                       | 20                       | 464                              | 7.73                  |
|                 |               | 2.0   |   | 396               | 30                 | 15                       | 20                       | 461                              | 7.62                  |
| Cocoyul         | CL04-20       | 1.0   | 15:00   | 330               | 45                 | 15                       | 20                       | 410                              | 7.65                  |
|                 |               | 2.0   |   | 215               | 20                 | 15                       | 12                       | 262                              | 7.48                  |
| Achotes         | CL06-20       | 1.0   | 15:00   | 167               |                    |                          |                          | 167                              |                       |
|                 |               | 2.0   |   | 410               | 20                 | 15                       | 20                       | 465                              | 7.75                  |
| Ixtapa          | CL06-20       | 1.0   | 22:00   | 235               | 10                 | 15                       | 20                       | 280                              | 7.20                  |
|                 |               | 2.0   |   | 98                | 15                 | 15                       | 20                       | 148                              |                       |
| Inf. El huatl   | V03-7         | 1.0   | 15:00   | 235               | 10                 | 15                       | 20                       | 280                              | 7.20                  |
|                 |               | 2.0   |   | 98                | 15                 | 15                       | 20                       | 148                              |                       |

ESCALA 1:7 000

PLANO 8  
ZIHUATANEJO

MACRORRUTAS Y MICRORRUTAS

## BIBLIOGRAFIA

1. Anteproyecto para el aprovechamiento de la basura del D.F  
CONACYT.
2. César Valdez Enrique.  
Abastecimiento de Agua Potable  
Volumen I  
Facultad de Ingeniería, UNAM
3. Curso sobre el manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales  
Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología.  
Subdirección de Ecología.
4. CHIARELLA M. GINA.  
"Estudio de la producción y composición física de los residuos sólidos del distrito de Ate-  
Vitarte con los fines sanitarios de rehusó y reciclaje.  
Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente.  
Lima, Perú 1986
5. Estado actual del manejo y disposición final de los residuos sólidos (primer fase.  
Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología.  
Subdirección de Ecología.  
Dirección General de Prevención y control de la contaminación Ambiental.  
Julio 1995
6. Gestión de los residuos sólidos  
Segunda edición.  
Subsecretaria de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente.
7. <http://www.inegi.com.mx>
8. LARGHI A. PAEZ S. P.  
"Determinación físico- química de la basura."
9. P Aarne Vesilind, Alan E. Rimer  
Unit operations in resource recovery engineering  
Prentice-Hall, Inc.
10. Programa regional OPS/HPE/CEPIS del manejo de los servicios de aseo urbano.  
Ciclo aseo urbano  
Modulo: Recolección de residuos sólidos
11. Proyecto preliminar de planta industrializadora de desperdicios Naucalpan, Estado de  
México.  
Dirección de obras y servicios públicos de Naucalpan, Estado de México.

12. Tratamiento de los residuos sólidos urbanos.  
Institute For Solid Wastes of American Public Works Association.  
Instituto de estudios de Administración Local.  
Madrid, 1976
13. Vidales Albarrán Humberto, Sánchez Gómez Jorge, López Sánchez Felipe.  
"diseño de macrorrutas y microrrutas de recolección de basura domestica"  
Instituto de Ingeniería, UNAM 1977.
14. ZEPEDA PORRAS I.  
"Situación actual y tendencias del manejo de los residuos sólidos en Latinoamérica "  
Centro Panamericano Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.  
CEPIS, Seminario latinoamericano saneamiento alternativo. Medellín, Colombia 24-29  
de julio de 1987.