

92

ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL  
DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE  
CHIAUTLA, ESTADO DE MEXICO.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**I N G E N I E R O C I V I L**

P R E S E N T A :

**ARTURO DE LA SANCHA RODRIGUEZ**



FACULTAD DE INGENIERIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



DIRECTOR DE TESIS:

M.I. ENRIQUE CESAR VALDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

, 2000

280540



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL,  
TOPOGRAFICA Y GEODÉSICA  
SECRETARIA ACADEMICA

OFICIO FING/DCTG/SEAC/UTIT/175/93

ASUNTO: Solicitud de Jurado para Examen  
Profesional.

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA DE LA UNAM  
Presente

El señor DE LA SANCHA RODRIGUEZ ARTURO registrado con número de cuenta 8954525-6 de la carrera de INGENIERO CIVIL, terminó los requisitos académicos necesarios para realizar sus trámites de Examen Profesional, por tal razón solicito a usted autorizar el siguiente Jurado:

PRESIDENTE: ING. FEDERICO DOVALI RAMOS  
VOCAL: M.I. ENRIQUE CESAR VALDEZ  
SECRETARIO: ING. ADOLFO REYES PIZANO  
1er. SUPLENTE: ING. RICARDO ROJO YAÑIZ  
2do. SUPLENTE: ING. MIGUEL ANGEL GONZALEZ LOPEZ

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a de 7 de junio de 2000.

EL JEFE DE LA DIVISION

M.I. GABRIEL MORENO PECERO

GMP/HSG\*mstg



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-175/93

Señor  
ARTURO DE LA SANCHA RODRIGUEZ  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, EDO. DE MEXICO"

- INTRODUCCION
- I. MARCO FISICO Y SOCIOECONOMICO
- II. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO
- III. ESTRATEGIAS DE ACCION
- IV. PROPUESTA DE SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
- V. CONCLUSIONES

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 3 de octubre de 1995.  
EL DIRECTOR.

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*nl

Vo. Bo.  
Ing. Miguel Angel González López

Vo. Bo.  
Enrique César Valdez

Vo. Bo.  
Ing. Ricardo R. Rojo Yaniz

Vo. Bo.  
ING. ADOLFO REYES DE AMANO

Vo. Bo.  
F. DOVALI

## AGRADECIMIENTOS

*A la U.N.A.M. y a la Facultad de Ingeniería  
por haber permitido superarme tanto personal  
como intelectualmente.*

*Al M. en I. Enrique César Valdez  
por su valiosa y paciente  
colaboración en la realización  
del presente trabajo.*

*Con todo cariño a mi madre  
Isabel Rodríguez Herrera por el  
apoyo brindado para lograr  
una de mis grandes metas.*

*Con todo el amor y gratitud a  
mi esposa Martha Alicia López Durán  
por apoyarme en la culminación  
de mi carrera, aún en los tiempos  
difíciles.*

*Con un especial cariño a mis dos  
Hijos Luis Arturo y Daniel por ser  
el impulso para titularme.*

*A mis dos grandes amigos  
Leonardo Díaz y Raúl Salas.*

*A todos aquellos  
a quienes estimo.*

**ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS  
EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, ESTADO DE MÉXICO.**

**OBJETIVO:** ANALIZAR Y PROPONER LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, HACIENDO UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA.

<b>INDICE:</b>	<b>PAG.</b>
<i><b>INTRODUCCIÓN</b></i> .....	2
<b>1.- MARCO FÍSICO Y SOCIOECONÓMICO</b> .....	5
1.1.- MEDIO FÍSICO.....	5
1.1.1.- LOCALIZACIÓN.....	5
1.1.2.- CLIMATOLOGÍA.....	7
1.1.3.- HIDROLOGÍA.....	7
1.1.4.- GEOLOGÍA Y OROGRAFÍA.....	8
1.1.5.- EDAFOLOGÍA .....	10
1.2.- MEDIO SOCIOECONOMICO.....	11
1.2.1.- POBLACIÓN.....	11
1.2.2.- POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.....	11
1.2.3.- ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....	12
1.2.4.- VIVIENDA.....	14
<b>2.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO.</b> .....	16
2.1.- GENERACIÓN.....	16
2.1.1.-DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO.....	18
2.1.2.-COMPOSICIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	20
2.1.3.-GENERACIÓN.....	22
2.1.4.-ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	29
2.2.- ALMACENAMIENTO.....	30
2.3.- RECOLECCIÓN.....	32
2.4.- TRANSPORTE.....	34
2.5.- DISPOSICIÓN FINAL.....	35
<b>3.- ESTRATEGIAS DE ACCIÓN</b> .....	38
3.1.- CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.....	38
3.2.- VOLUMEN A MANEJAR.....	44
<b>4.- PROPUESTA DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b> .....	47
4.1.- ALMACENAMIENTO.....	47
4.2.- RECOLECCIÓN.....	53
4.3.- TRANSPORTE.....	57
4.4.- DISPOSICIÓN FINAL.....	59
4.5.- RECOMENDACIONES.....	63
<b>CONCLUSIONES</b> .....	65
<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA</b> .....	72

## *INTRODUCCION*

El problema de los residuos sólidos municipales siempre han sido un reto a resolver, ya que las primeras civilizaciones, al conformar asentamientos humanos no migrantes, tuvieron que enfrentar el problema de la generación de los residuos sólidos y con el paso del tiempo, por el incremento de la población y el cambio de las características de los residuos sólidos, las soluciones quizá antes fáciles empezaron a que ser cada vez más complicadas, para los prestadores de este servicio, y que en México hasta el momento es, en la mayoría de los casos, el municipio.

El municipio de Chiautla, se localiza en el Oriente del estado de México, conformado por una población de 25, 927 habitantes dedicados a la agricultura, ganadería, pequeñas industrias, comercios y servicios.

Con relación al manejo de residuos sólidos municipales, existe una problemática desde el almacenamiento, recolección, forma de transporte y disposición final, ya que el mismo municipio no tiene una estrategia para realizar el manejo del volumen generado por la población existente.

En el municipio de Chiautla, objeto del presente estudio, en varios casos específicos los daños ocasionados por deficientes sistemas de recolección y disposición final de los residuos se han convertido en graves, ya sea por ser causantes directos de contaminación del suelo o de la atmósfera, o porque han ocasionado contaminación de fuentes superficiales y subterráneas de agua para consumo humano.

Los esfuerzos que realizan los niveles de gobierno Federales, Estatales, y Municipales así como la misma población generadora, no han sido lo suficientemente coordinados para llegar a resultados tangibles en la solución del reto que presenta el control de los residuos sólidos.

Al autor del presente trabajo, al concluir el plan de estudios de la carrera de ingeniero civil, se le dio la oportunidad de participar en diversos puestos dentro de las direcciones de obras públicas de dos municipios del estado de México, Otumba y Chiautla, y gracias a la formación adquirida en la Facultad de Ingeniería, le fue posible participar en la solución de diversos problemas existentes en la prestación de servicios urbanos, que hasta entonces habían sido operados sin atención a las buenas prácticas de ingeniería.

El presente trabajo es resultado de la experiencia del autor en la aplicación de la ingeniería civil, particularmente de la ingeniería sanitaria, en el mejoramiento del manejo del sistema de residuos sólidos municipales de Chiautla, por lo que la información que se presenta fue obtenida o generada por medio de actividades de campo con la infraestructura municipal.

En el Capítulo 1 se inicia con una descripción de las características del medio natural y socioeconómico, con el fin de identificar los factores vulnerables físicos y biológicos así como las particularidades de la población que influyen en la generación de residuos sólidos.

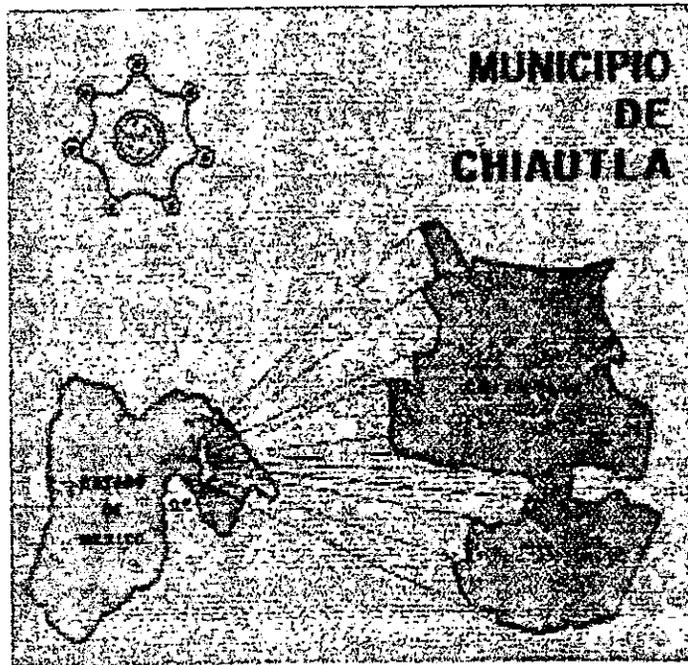
En el Capítulo 2 se analiza la situación actual del sistema de manejo de residuos sólidos municipales de Chiautla, desde la fuente de generación, hasta su disposición final. Con la finalidad de identificar las deficiencias en el almacenamiento, la recolección y el transporte.

En el Capítulo 3 se analiza el crecimiento de la población, en un periodo de tiempo establecido; con lo que se tendrán referencias con relación al volumen generado, por cierta cantidad de población proyectada; esto permitirá que se puedan planear ciertas acciones para eficientar el servicio de recolección y almacenamiento de residuos sólidos.

En el Capítulo 4 se propone un sistema de manejo de residuos sólidos, a sabiendas de que para abordar este manejo, no es suficiente con conocer los aspectos técnicos de la recolección, almacenamiento, transporte y disposición final, sino que además se requiere también aplicar nuevos conceptos relacionados con el funcionamiento de estos sistemas.

Por otra parte dado que los datos e información fueron obtenidos en campo, podrían presentarse algunas inconsistencias en cuanto a valores numéricos obtenidos en referencias bibliográficas.

Debido a los graves problemas que ha tenido que enfrentar el gobierno municipal en este campo, el presente trabajo tiene la finalidad de analizar y proponer medidas de mejoramiento del servicio.



## ***CAPITULO 1***

### ***MARCO FÍSICO Y SOCIOECONÓMICO***

Con base en las fuentes de información oficiales, este capítulo contiene las principales características de los medios físico, natural y socio económico del municipio de Chiautla, involucrando en ellas los diversos indicadores que influyen en las condiciones demográficas y que además adquieren una importancia fundamental, ya que el elevado crecimiento de la población observado en las últimas décadas ha originado un crecimiento en la demanda de satisfactores y servicios, particularmente el de recolección y disposición final de residuos sólidos.

A continuación se explicarán brevemente las condiciones que imperan en el municipio de Chiautla.

#### **1.1 Medio físico**

##### **1.1.1- Localización**

El municipio de Chiautla, se encuentra ubicado en la parte centro-Oriente del Estado de México, las coordenadas geográficas de la cabecera municipal con respecto al meridiano de Greenwich son:

Latitud Norte 90° 53' 09" Longitud Oeste 19° 34' 14" y una altitud de 2,283 m.s.n.m. Tiene una extensión territorial de 30.32 km<sup>2</sup>; limita al Norte con el municipio de Acolman; al Sur con Texcoco; por el Este con los municipios de Tepetlaoxtoc y Papalotla; al Oeste con Tezoyuca, Atenco y Chiconcuac, como se observa en la Fig. 1.1.

Según la regionalización del Plan de Desarrollo Estatal 1993-1999, Chiautla se encuentra en la Región III, subregión III.1 y es el municipio número 28 del estado en cuanto a su erección.

Políticamente el municipio está compuesto por su cabecera municipal la cual esta integrada por cuatro barrios y doce comunidades, teniendo cada una de ellas sus propias delegaciones municipales.

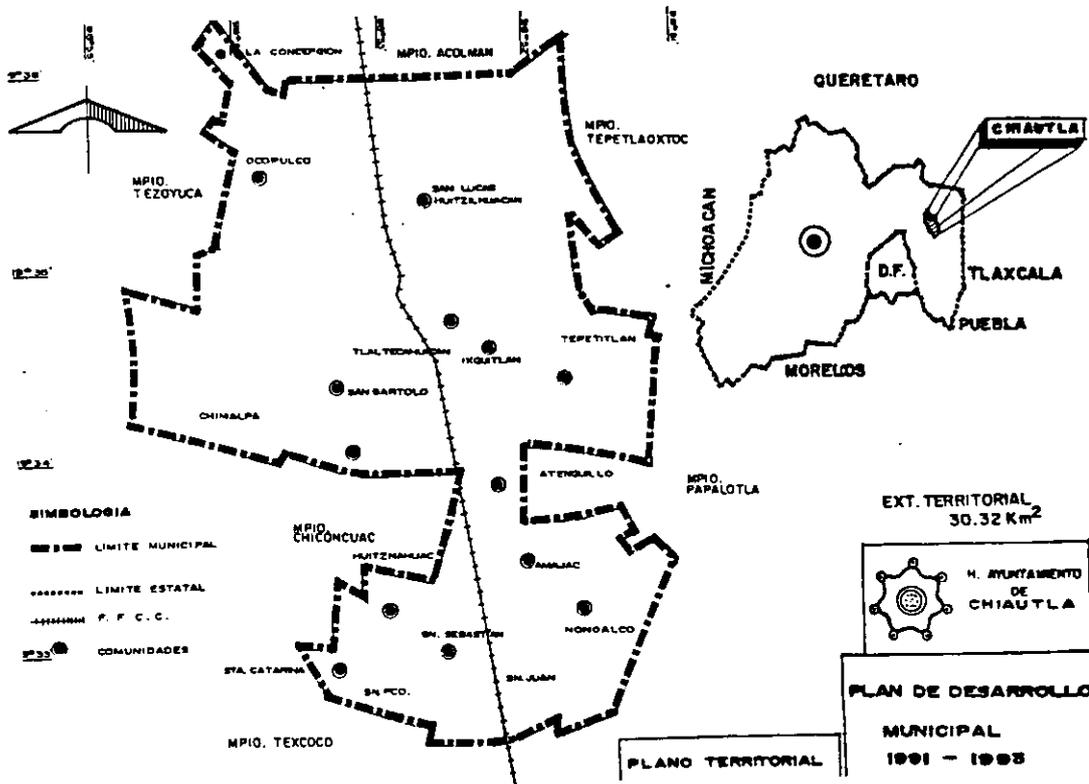


Figura 1.1 Límites del municipio de Chiautla

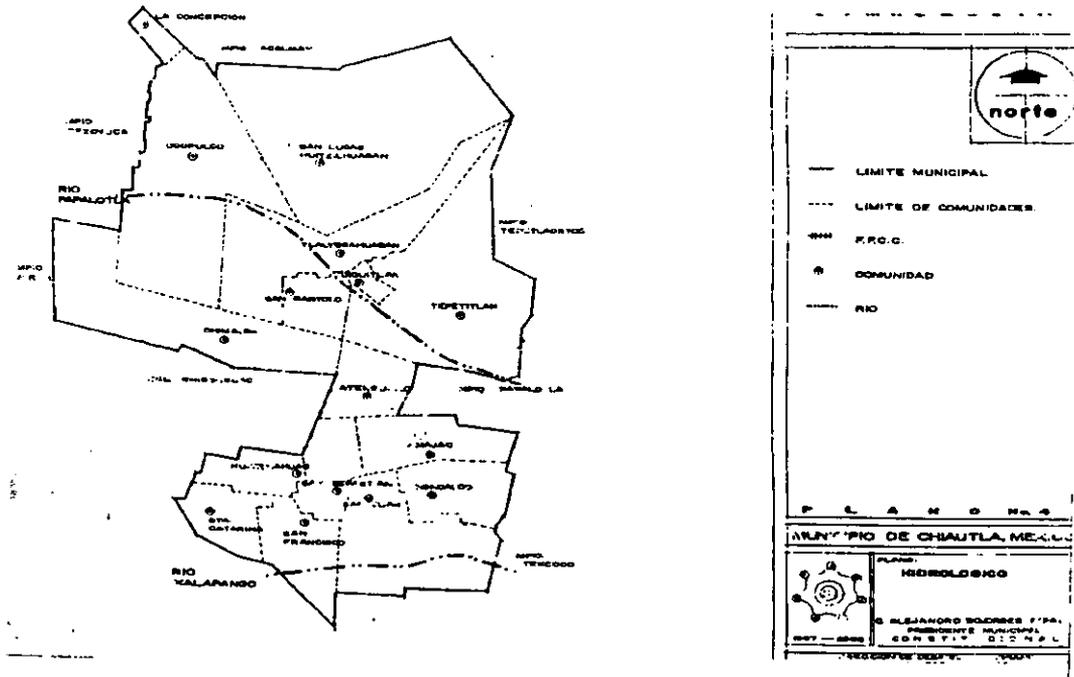
### **1.1.2.- Climatología**

Dada la ubicación geográfica del territorio, el clima dominante debería ser tropical; sin embargo, las variaciones del relieve originan diversidad de climas y en Chiautla, el clima predominante es templado, semi-seco y con lluvias en verano, con una precipitación promedio de 116 mm. La temperatura media oscila entre los 11° y 23° C.

Los vientos se presentan con mayor velocidad entre los meses de enero, febrero y marzo; durante la primavera, la temperatura comienza a aumentar considerablemente; en casi todo el territorio se registran valores más elevados en el mes de mayo, lo cual indica que las temperaturas mínimas son generalmente bajas, manteniendo el clima extremoso, y la disposición térmica es ideal para el crecimiento y desarrollo de las plantas; razón por la cual la entidad dispone de buenas condiciones climáticas para la agricultura.

### **1.1.3.- Hidrología**

El sistema hidrológico del municipio lo forman el Río Papalotla y el Río Xalapango el Río Papalotla que cruza de Oriente a Poniente atravesando las comunidades de Tepetitlán, Ixquitlán, Tlaltecahuacan, San Lucas, y Ocopulco. El Río Xalapango cuyo escurrimiento es de Oriente a Poniente, pasa por la parte Sur de la cabecera municipal, como se observa en la Fig. 1.3 Estos ríos depositan su escurrimiento en el vaso del Lago de Texcoco donde se proyecta la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para riego agrícola.



*Figura 1.3 Hidrología del municipio de Chiautla.*

La contaminación de estos dos ríos y los tiraderos de basura han contribuido a modificar notablemente el ambiente de las comunidades que se ubican cerca de éstos, por lo que es necesario tomar las medidas adecuadas para evitar la disposición clandestina de los residuos sólidos, así como el uso y el tratamiento de aguas residuales, para evitar la contaminación del ambiente.

#### **1.1.4.- Geología y Orografía**

Los recursos naturales con los que cuenta el municipio no son muchos, siendo el principal la tierra agrícola y minas de tezontle, tepetate y piedra de cantera que no han sido explotadas debido a su ubicación y falta de tecnología y, lo más importante, las fuentes de financiamiento.

Orográficamente, el municipio presenta tres formas de relieve: la primera corresponde a zonas occidentales y abarca aproximadamente el 15% de la superficie, sobresalen las elevaciones de la Azteca y Techinani; la segunda corresponde a zonas semiplanas y cubre un 5.0% de la superficie; y finalmente la tercera, corresponde a zonas planas y comprende la mayor parte de la superficie, 80% del total. En la Fig. 1.4 se muestra la zona de mina, así como las partes planas del municipio que son utilizadas para la agricultura.

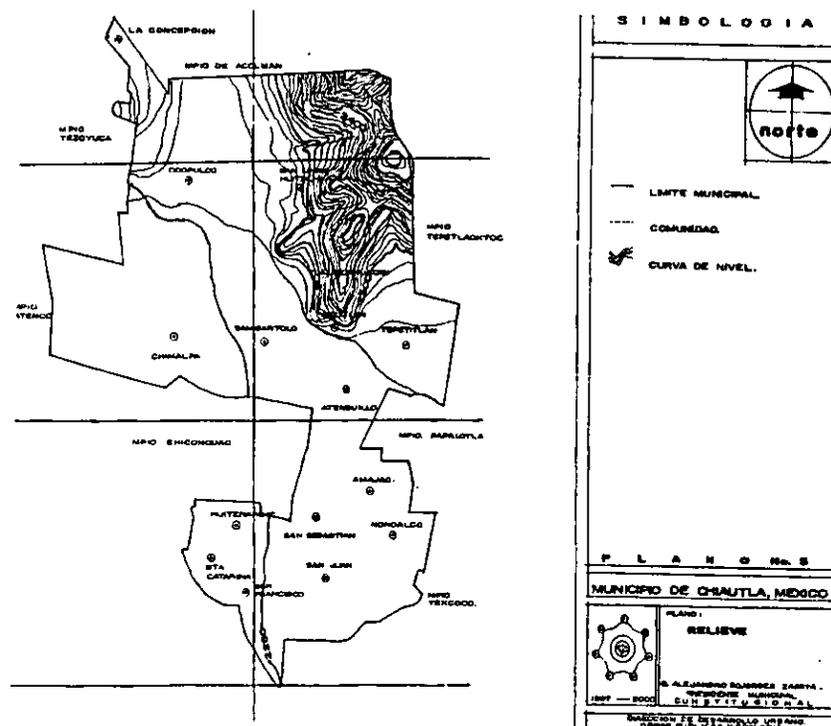


Figura 1.4 Se muestra el relieve del municipio de Chautla

### **1.1.5.- Edafología**

El suelo es fundamental como recurso para el desarrollo de la vida, ya que en él se efectúan las actividades vitales de las plantas y animales.

Constituye un recurso natural tan importante como el agua y el aire, elementos necesarios para la existencia del hombre. En el municipio de Chiautla, se identifican diversos grupos de suelos, como:

Phaeozem  
Andosol  
Regosol  
Vertisol  
Cambisol  
Luvisol

Estos grupos se subdividen en unidades de suelos, de acuerdo con los aspectos de génesis, características físicas y químicas, distribución geográfica y significado como factor del ambiente. En el municipio, existen suelos de conformación inicial mejor expresados entre otros grupos de suelos, presentando acumulación de diferentes materiales, pero no en grado tal que puedan clasificarse en los grupos específicos determinados por un elemento dominante como el calcio, hierro y arcilla.

Los cambisoles son suelos jóvenes que expresan características aptas para la agricultura en el municipio.

También existe una fase de suelo denominada fase dúrica profunda y se caracteriza por la presencia de una capa de duripan entre 50 y 100 cm de profundidad y su característica es el desarrollo de la vegetación y actividades productivas.

## **1.2. Medio Socioeconómico**

### **1.2.1.- Población**

La población es el recurso más importante del municipio y es también la destinataria de todos los esfuerzos de desarrollo. De acuerdo con los datos del Censo General de Población y vivienda de 1990 (INEGI) la población era de 14 786 habitantes, ahora el municipio de Chiautla cuenta con 25 927 habitantes.

Los asentimientos humanos registrados en el municipio de Chiautla, se han incrementado de manera acelerada, a partir del sismo de 1985 y debido a la alta contaminación que se presenta en el Distrito Federal; y por otra parte por haberse construido la autopista Peñón-Texcoco que tiene un tiempo de recorrido de 20 minutos, y que establece una cercanía con la Ciudad de México se genera emigración a los municipios de la región Oriente del estado de México.

### **1.2.2.- Población económicamente activa**

De acuerdo con la información de la población económicamente activa, en el municipio se clasifica de acuerdo a su ocupación en tres sectores:

Primario: agricultura y ganadería 12.4%

Secundario: la pequeña industria y la construcción 40.1%

Terciario: comercio y servicios 45.2%

no especificado 2.3%

En general la actividad económica en el municipio se considera baja de vocación agrícola - comercial, pues el 39.6% se encuentra ocupado; el 1% desocupado, habiendo un 58.2% de población económicamente inactiva y el 1.2% es población no especificada; esto demuestra un amplio potencial de recursos humanos que pueden incorporarse a actividades productivas.

Ahora bien, veamos cual es la situación en el trabajo de la población ocupada: el 56.2% eran empleados u obreros, el 8.7% eran jornaleros o peones, el 28.9% trabajan por su cuenta, el 0.8% eran patronos o empresarios, el 2.8% trabajan sin remuneración y el 2.5% carecían de una situación específica en el trabajo; esto pone de relieve que más del 90% de los trabajadores en el municipio son empleados, jornaleros o trabajan por su cuenta, en tanto que ni siquiera el 1% son patronos o empresarios.

Desde el punto de vista de sus ingresos, se presenta el siguiente perfil: el 5.5% de la población ocupada reciben ingresos de menos de un salario mínimo, el 16.3% recibe un salario mínimo, el 45.7% obtiene dos salarios mínimos, el 16.2% reciben menos de tres salarios mínimos, el 7.8% obtienen entre tres y cuatro salarios mínimos, 5.3% reciben más de cinco salarios mínimos y el resto no tienen una retribución específica. Esto hace pensar que más del 65% de la población ocupada devenga un ingreso hasta de dos salarios mínimos, por lo que es importante trabajar en ese sentido en la búsqueda de mayores ingresos que posibiliten un bienestar social más elevado y acorde a las necesidades de la población.

### **1.2.3.- Actividades productivas**

Primeramente, se describirá la estructura del suelo que tiene el municipio. La tierra destinada a uso agrícola abarca el 55.5% del total del

suelo municipal, 7.2% se destina a labores pecuarias, 4.2% tienen uso forestal, 21.9% es zona urbana y 11.3% tienen otros usos.

Los productos agrícolas que se generan de manera preponderante en el municipio son, la cebada, frijol, maíz, aguacate, alfalfa, avena forrajera, durazno y nopal tunero; las unidades de producción rural, se dedican a la producción de ganado porcino, equino, bovino y a la producción de aves de corral. En la actividad agropecuaria, la tierra se orienta a labores agrícolas; así mismo los cinco ejidos existentes en el municipio de Chiautla se dedican a faenas agrícolas; donde el 60% de las unidades de producción rurales son de riego.

No obstante, se observa que a nivel agrícola se ha ido perdiendo la importancia de la producción; en materia ganadera la producción porcina ocupa el primer lugar, siguiendo la ovina y la bovina.

Desde el punto de vista de las perspectivas, queda claro que deben incentivarse las actividades agrícolas para así preservar la vida rural, hay que diversificar cultivos, crear agro industrias, corrales de engorda de ganado bovino, porcino y ovino, y establecer un programa de desarrollo agro industrial, enmarcado por los programas de la Secretaría de desarrollo agropecuario.

El desarrollo industrial del municipio es escaso, si tomamos en cuenta que tan sólo existen 33 unidades económicas, las cuales representan el 0.14% del total de las que existen en el estado y generan apenas el 2.1% del total de la producción bruta total a nivel estatal. Las actividades más significativas que se llevan a cabo en este sector son: la elaboración de pan, prendas de vestir tejidas, fabricación de tabique, tabicón y maquila para la industria, del vestido en Chiconcuac y en el D.F.

Entre las posibilidades que habría para desarrollar y expandir estas actividades, estaría el fortalecimiento de lo que actualmente se produce, combinándolo con la puesta en marcha de algunas agro industrias que harían

factible la utilización de los productos agropecuarios y su industrialización, con la ayuda de los apoyos y programas que brinda el gobierno del estado de México en los que pueda incluirse el municipio.

Además, se tienen las siguientes unidades de comercio y abasto: un supermercado, 2 tianguis y un mercado público. Lo que se vende, obviamente se desprende de la venta de lo que se produce en el sector industrial. A esto hay que agregar las prendas de vestir en talleres familiares o comprados en el mercado de Chiconcuac, para ser vendidas en la zona metropolitana en la Ciudad de México y en algunas ferias de los estados de la república. Existen también 36 establecimientos de servicios y dos establecimientos de Liconsa de los llamados lecherías tipo.

En el renglón de comunicaciones y transportes tenemos que la longitud de la red carretera por clase y superficie de rodamiento secundaria pavimentada es de 6.8km, la red secundaria revestida es de 21.2km y los caminos rurales abarcan 9.14km.

En materia de PIB se han incrementado las actividades económicas fundamentalmente en el desarrollo industrial, comercial y de servicios. Esto es, que el producto ha venido creciendo de manera sostenida a tasas más elevadas que la que se observa a nivel nacional.

#### **1.2.4.- Vivienda**

En lo referente a vivienda, se tiene un total de 3,263 viviendas, de las cuales 3,259 están ocupadas. De estas 3,110 tienen agua entubada, y 3, 167 cuentan con drenaje.

En materia de electricidad la situación es como sigue: existen 7,852 bajadas eléctricas domiciliarias residenciales, 359 comerciales, 143 industriales y 42 no domiciliarias.

Los residuos sólidos se recolectan a razón de 10 toneladas diarias con 3 vehículos recolectores; en el Capítulo 2 se tratará detalladamente el aspecto relativo al manejo de los residuos sólidos municipales.

Tocante a educación se tienen 10 planteles, 95 aulas, 5 bibliotecas, 2 laboratorios, 9 talleres y 65 áreas administrativas, directivas; distribuidos de la siguiente manera: el 15.9% en la enseñanza preescolar, el 56.9% a nivel primaria, el 15.9% en secundaria y el 11.3% en preparatoria. Esto refleja que el analfabetismo en el municipio sea de 4%.

En salud la población derechohabiente es del orden de 2,997 personas, las cuales se distribuyen en 2,862 en el ISSEMYM, y el resto en otras instituciones de seguridad social. Se tienen 5 unidades médicas del INSEM y una del DIF; donde se encuentran 12 médicos y 16 técnicas en salud.

Se puede decir que el municipio de Chiautla, en general tiene y cuenta con la mayoría de los servicios para poder generar un desarrollo económico, en donde sus habitantes puedan tener mayor ingreso y mejor calidad de vida.

## ***CAPITULO 2***

### ***DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO.***

Para fines de este análisis, el municipio es el organismo encargado del manejo de los residuos sólidos producidos por la población en sus diferentes actividades, domésticas, comerciales, institucionales, barrido de calles y otros manejados formal e informalmente en las áreas de diferente tamaño y complejidad.

El presente diagnóstico tiene como finalidad revisar el manejo de residuos sólidos en la actualidad generados en el municipio de Chiautla.

#### **2.1.-Generación.**

Generación es un parámetro de diseño que define la cantidad de residuos producidos por habitante de una localidad en un periodo de tiempo.

Estos residuos provenientes de las actividades humanas y naturales pueden tener origen doméstico, comercial, institucional o del barrido de calles y áreas públicas; su gestión es responsabilidad de la municipalidad, por lo tanto para el tratamiento de los residuos sólidos se requiere llevar a cabo estudios específicos con los que se determinan las características de los residuos sólidos. Las fuentes de generación de residuos sólidos pueden clasificarse como se muestra en el Cuadro 2.1

*Cuadro 2.1.- Principales fuentes de generación y unidad de medida*

FUENTE	UNIDAD DE MEDICIÓN
Domiciliarias	Kg/hab/día
Comercial	Kg/día
Industrial	Ton/día
Institucional	Kg/día
Hospitales	Kg/día
Areas públicas	Kg/día

El objetivo del estudio de generación será determinar la cantidad y composición de los residuos sólidos, así como las características físicas y químicas por medio de determinaciones de laboratorio, cuyo procedimiento esta normado en las normas oficiales mexicanas que se refieren en el Cuadro 2.2.

*Cuadro 2.2. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Residuos Sólidos.*

CLAVE	TÍTULO
NOM-AA-15	MUESTREO
NOM-AA-16	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD
NOM-AA-19	DETERMINACIÓN PESO VOLUMÉTRICO
NOM-AA-22	CLASIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS
NOM-AA-52	PREPARACIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO PARA SU ANÁLISIS.
NOM-AA-61	DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN
NOM-AA-91	TERMINOLOGÍA

A continuación se presenta el informe de los trabajos de campo para la determinación de peso volumétrico, composición y generación de residuos sólidos.

### **2.1.1. Determinación de peso volumétrico**

**Objetivo:** la NOM-AA-19; Norma Oficial Mexicana establece el peso volumétrico “in situ” para determinar el volumen ocupado por residuos sólidos municipales.

**Desarrollo:** de acuerdo a la NOM-AA-19 se formó un montón de residuos sólidos en un espacio de 4m x 4m. En cemento pulido y a la sombra, con aproximadamente 120.00kg.

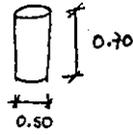
Una vez traspaleados se dividió en cuatro partes aproximadamente iguales y se utilizó un contenedor de plástico con el objeto de que éste sea manejable y se procedió a obtener la tara del contenedor, es decir, sus dimensiones para determinar su volumen, se pesó vacío y después se llenó a ras con los residuos sólidos para pesarse nuevamente luego se vaciaron los residuos para obtener el peso de la muestra, ya que la división entre el peso de la muestra y el volumen del contenedor da por resultado el peso volumétrico “in situ”. Los resultados de éste estudio se observan en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Determinación del peso volumétrico "in situ"

CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO "IN-SITU" DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.

LOCALIDAD: CAB. MPA  
 MUNICIPIO: CHIAUTLA  
 ESTADO: MEXICO  
 FECHA Y HORA DE LA DETERMINACION: 12/Mayo/99 17:00 Hrs  
 ESTRATO SOCIO-ECONOMICO MUESTREADO: Nivel Medio  
 CONDICIONES CLIMATOLOGICAS IMPERANTES: T = 25 °C  
 CAPACIDAD DEL RECIPIENTE: 0.137 M3.  
 TARA DEL RECIPIENTE: 2.5 Kg  
 CAPACIDAD DEL RECIPIENTE, TOMADA PARA LA DETERMINACION: 0.137 M3.  
 PESO BRUTO (PESO DEL RECIPIENTE CON RESIDUOS SOLIDOS): 21.67 Kg.  
 PESO NETO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS (PESO BRUTO-TARA): 19.17 Kg.  
 PESO VOLUMETRICO "in-situ", DE LOS RESIDUOS SOLIDOS: 139.92 Kg/M3.

$V = \pi r^2 h$



$21.67 - 2.5 = 19.17$

$\rho_v = \frac{19.17}{0.137} = 139.92$

RESPONSABLE DE LA DETERMINACION:

NOMBRE: Arturo de la Sancha Rodríguez  
 CARGO: Responsable  
 DEPENDENCIA O INSTITUCION: Fuc. Ingeniería (UHAM)  
 OBSERVACIONES: Se llenó el recipiente con residuos sólidos del 1º cuartel hasta el tope y se golpeó contra el suelo 3 veces; con una altura de 10 cms. Este procedimiento deberá repetirse 3 veces, hasta que los residuos queden al tope del recipiente

### **2.1.2. Composición de subproductos**

Objetivo: esta norma oficial mexicana establece la selección y el método de cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales.

Desarrollo: de acuerdo a la NOM-AA-22 se obtuvo la selección y cuantificación de subproductos realizando las siguientes actividades:

- a.- Vaciar los residuos sólidos en el contenedor.
- b.- Pesar para obtener peso total de la muestra.
- c.- Vaciar los residuos sólidos en el lugar de procedimiento para realizar dos cuarteos.
- d.- Obtener subproductos y pesarlos en la balanza.
- e.- Obtener el porcentaje.

Resultados: en el Cuadro 2.3 se muestran los resultados obtenidos en este estudio.

**ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, ESTADO DE MEXICO.**

*Cuadro 2.3 Cédula de campo para realizar el cuarteo y subproductos.*

**CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.**

LOCALIDAD: CHIAUTLA CAB. MPA MUNICIPIO: CHIAUTLA ESTADO: MEX  
 FECHA Y HORA DEL CUARTEO: MAÑANA 12 DE MAYO 1999 10:35 HRS  
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: DOMICILIARIA NIVEL MEDIO  
 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS IMPERANTES DURANTE EL CUARTEO: DÍA SOLARADO  
Cel. Poco viento TEMPERATURA 25°C

CANTIDADES DE RESIDUOS SOLIDOS PARA EL CUARTEO: 127 Kg  
 CANTIDADES DE RESIDUOS SOLIDOS PARA LA SELECCION DE SUBPRODUCTOS: 30 Kg.

RESPONSABLE DEL CUARTEO:

NOMBRE: Arturo de la Sancha Rodríguez  
 CARGO: Responsable  
 DEPENDENCIA O INSTITUCION: Facultad de Ingeniería UNAM  
 OBSERVACIONES: —

**SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS**

LOCALIDAD: CAB. MPA MUNICIPIO: CHIAUTLA ESTADO: MEXICO  
 FECHA Y HORA DE ANALISIS: 12/MAY/99 12:00 Hrs  
 PESO DE LA MUESTRA: 50.00 Kg.  
 ESTRATO SOCIO-ECONOMICO: Nivel Medio  
 RESPONSABLE DEL ANALISIS: Arturo de la Sancha R  
 DEPENDENCIA O INSTITUCION: UNAM

Nº	SUBPRODUCTO	PESO EN KG.	%PESO
1	PAPEL	5	10
2	CARTON	8	16
3	VIDRIO	4	8
4	MADERA	7.5	15
5	ALUMINIO	4	8
6	METAL FERROSO	5	10
7	POLIESTILENO	3	6
8	ACRILICO	6	12
9	MATERIA ORGANICA	7.5	15

### **2.1.3. Generación**

Objetivo: esta Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61, 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 dividen en domésticos (que son los generados en la casa habitación) y en no domésticos (generados fuera de las casas habitación).

Desarrollo: para determinar la generación se usó el **Criterio de Dixon**, que resulta de la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab/día a partir de un muestreo estadístico y aleatorio.

En donde:

a= selección de riesgo, y es elegido en base a:

- 1.- localidad de que se trate.
- 2.-calidad técnica del personal participante.
- 3.-factibilidad para realizar el muestreo.
- 4.-exactitud de la báscula por emplear.

n= tamaño de la premuestra, es determinado de acuerdo al riesgo de la muestra.

Para el presente estudio se usó; la cabecera municipal y en donde los valores son:

a=0.20 y n=60

Confiabilidad del muestreo= 80%

Riesgo de muestreo(a)= 0.20

Confiabilidad para el análisis de rechazo de observaciones sospechosas = 80%

Tamaño de la muestra= 60 (n)

Periodo de muestro en campo: 18 al 24 de mayo de 1999.

ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, ESTADO DE MEXICO.

Estrato socioeconómico muestreado = medio  
 Localidad: cabecera municipal.  
 Municipio: Chiautla.  
 Estado: México.

En los Cuadros 2.4 y 2.5 se muestran las cantidades generadas durante una semana; con las cuales se realizó el estudio de generación.

Cuadro 2.4 Cantidades generadas durante una semana.

LEVANTAMIENTO DE DATOS

LOCALIDAD: CAB. HPAL. ESTADO: MEXICO  
 MUNICIPIO: CHIAUTLA FECHA: 18 DE MAYO, 1999.

N° DE CASA	N° DE HAB.	DÍAS DE RECOLECCION PESO EN KG						
		L	Ma.	Mi.	J	V	S	D
1	5	1.565	0.925	0.297	0.625	0.980	0.280	1.400
2	4	1.307	1.000	0.839	0.430	1.000	0.730	1.000
3	3	1.259	0.823	0.625	0.580	0.830	0.400	1.100
4	4	1.000	0.523	0.438	0.575	1.000	0.400	0.900
5	4	1.203	1.005	1.400	0.980	0.450	0.300	0.920
6	5	1.905	1.200	1.100	0.975	0.890	1.000	0.900
7	3	1.374	1.000	0.890	1.320	1.000	0.725	1.100
8	2	1.232	0.928	0.400	0.628	0.420	0.150	0.930
9	4	0.780	0.450	0.200	0.320	0.800	0.200	0.920
10	6	2.245	1.250	1.000	0.900	0.900	1.500	2.000
11	5	3.000	1.250	2.250	0.980	0.930	0.920	1.500
12	5	2.567	1.000	1.000	1.980	1.600	0.750	0.900
13	5	3.210	1.500	2.000	2.750	1.300	1.300	2.200
14	7	3.420	1.000	4.250	2.020	1.400	3.600	2.500
15	6	3.200	0.920	1.200	1.000	0.920	1.000	1.927
16	4	2.280	1.525	1.230	1.080	0.800	0.450	0.920
17	3	1.250	0.920	0.560	0.480	0.645	1.000	1.350
18	2	0.250	0.254	0.100	1.000	0.250	0.300	0.600
19	3	0.925	0.400	0.380	0.410	0.400	0.420	0.320
20	5	2.130	1.000	0.920	0.520	0.525	0.930	1.350
21	5	2.900	1.000	0.430	0.270	0.320	0.980	0.900
22	4	2.800	1.500	0.930	0.300	0.430	0.900	1.500
23	5	3.000	2.456	1.250	0.480	0.920	3.800	1.300
24	4	2.950	0.920	1.280	0.500	0.680	4.700	1.600
25	4	2.328	1.076	0.450	0.200	0.940	0.800	2.600
26	3	1.200	0.850	0.323	0.285	0.400	1.400	0.380
27	6	2.900	1.455	0.925	0.920	0.550	0.900	2.500
28	6	2.875	1.200	0.428	0.230	0.300	1.500	2.500
29	7	2.280	0.450	0.250	0.420	0.320	1.750	1.600
30	5	2.150	0.980	0.926	1.000	0.100	1.200	1.000
31	5	2.200	1.450	1.890	1.250	0.920	2.200	1.980
32	4	2.000	0.970	0.500	0.400	0.420	2.220	0.980
33	2	0.270	0.320	0.100	0.200	0.100	1.000	1.050
34	3	1.000	0.809	0.800	0.320	0.800	2.000	1.980
35	3	1.277	1.000	0.625	0.750	0.525	2.937	2.437
36	3	1.200	0.625	0.500	0.430	0.200	0.800	0.920
37	4	2.000	0.980	0.390	0.930	0.430	0.930	0.950
38	9	4.000	0.925	1.233	0.200	0.930	6.000	3.780
39	3	2.100	1.480	0.910	0.420	0.420	1.000	4.000
40	2	0.230	0.010	0.250	0.250	0.300	1.500	1.750
41	2	2.325	1.000	0.850	0.500	0.500	2.000	2.000
42	3	4.000	0.500	0.250	0.250	0.100	1.500	3.050
43	5	10.580	1.000	1.250	0.920	8.250	5.600	4.000
44	6	8.560	1.000	2.000	0.980	4.220	5.200	6.230
45	2	2.000	0.320	0.500	0.300	2.000	1.500	1.200
46	1	0.980	0.500	0.710	0.980	0.500	2.250	0.100
47	4	3.200	0.929	0.900	0.900	0.900	0.300	4.000
48	5	4.530	0.380	0.400	0.930	1.500	1.200	3.500
49	3	2.520	1.250	1.000	0.820	1.000	2.500	1.600
50	8	9.580	1.000	2.000	0.900	2.000	7.525	2.780



ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, ESTADO DE MEXICO.

LEVANTAMIENTO DE DATOS

LOCALIDAD: CAB. UPAI ESTADO: MEXICO  
 MUNICIPIO: CHIAUTLA FECHA: 18 DE Mayo DE 1999

N° CASA	PESO EN KG/HAB/DIA							PROMEDIO KG/HAB/DIA
	L	Ma.	Mi.	J	V	S	D	
1	0.313	0.185	0.059	0.125	0.195	0.076	0.180	0.176
2	0.226	0.250	0.209	0.107	0.250	0.232	0.250	0.232
3	0.419	0.274	0.208	0.193	0.276	0.133	0.266	0.267
4	0.166	0.088	0.073	0.095	0.166	0.066	0.150	0.115
5	0.326	0.251	0.350	0.245	0.112	0.075	0.250	0.227
6	0.281	0.240	0.220	0.195	0.178	0.200	0.180	0.222
7	0.469	0.033	0.296	0.456	0.333	0.333	0.245	0.356
8	0.626	0.464	0.200	0.314	0.215	0.075	0.465	0.328
9	0.245	0.112	0.050	0.080	0.200	0.075	0.230	0.141
10	0.374	0.208	0.166	0.150	0.066	0.250	0.333	0.221
11	0.600	0.250	0.450	0.196	0.186	0.186	0.200	0.309
12	0.513	0.200	0.200	0.396	0.320	0.150	0.180	0.279
13	0.646	0.300	0.400	0.550	0.260	0.200	0.440	0.413
14	0.492	0.142	0.607	0.338	0.200	0.500	0.357	0.376
15	0.533	0.153	0.200	0.166	0.155	0.166	0.222	0.242
16	0.656	0.303	0.250	0.216	0.150	0.090	0.180	0.265
17	0.416	0.206	0.186	0.160	0.250	0.333	0.450	0.295
18	0.125	0.128	0.050	0.500	0.125	0.200	0.300	0.211
19	0.207	0.133	0.126	0.133	0.133	0.133	0.126	0.155
20	0.470	0.200	0.184	0.104	0.065	0.186	0.270	0.205
21	0.580	0.200	0.090	0.054	0.066	0.196	0.180	0.195
22	0.700	0.375	0.232	0.075	0.107	0.225	0.375	0.298
23	0.600	0.491	0.250	0.096	0.186	0.760	0.200	0.383
24	0.737	0.237	0.320	0.125	0.170	1.225	0.400	0.376
25	0.681	0.269	0.112	0.075	0.235	0.200	0.550	0.317
26	0.400	0.233	0.108	0.128	0.133	0.400	0.126	0.225
27	0.483	0.247	0.154	0.153	0.093	0.158	0.416	0.241
28	0.575	0.300	0.087	0.076	0.060	0.200	0.500	0.266
29	0.468	0.064	0.035	0.064	0.045	0.250	0.228	0.165
30	0.430	0.196	0.187	0.200	0.020	0.240	0.200	0.210
31	0.440	0.290	0.378	0.250	0.186	0.440	0.296	0.340
32	0.500	0.242	0.125	0.100	0.107	0.557	0.245	0.268
33	0.475	0.160	0.030	0.100	0.050	0.500	0.675	0.368
34	0.233	0.269	0.266	0.106	0.266	0.666	0.660	0.366
35	0.426	0.353	0.225	0.250	0.175	0.974	0.812	0.457
36	0.400	0.208	0.166	0.143	0.100	0.266	0.310	0.227
37	0.500	0.245	0.097	0.232	0.112	0.232	0.237	0.361
38	0.444	0.108	0.137	0.022	0.103	0.666	0.420	0.271
39	0.700	0.483	0.310	0.140	0.140	0.333	1.223	0.491
40	0.145	0.005	0.125	0.125	0.150	0.750	0.875	0.310
41	1.178	0.500	0.425	0.250	0.250	1.000	1.000	0.657
42	1.223	0.166	0.083	0.083	0.033	0.500	1.016	0.459
43	2.076	0.200	0.250	0.186	1.650	1.120	0.800	0.897
44	1.426	0.166	0.333	0.663	0.720	0.523	0.875	0.602
45	1.000	0.160	0.250	0.130	1.000	0.750	0.600	0.558
46	0.980	0.500	0.750	0.980	0.500	2.250	0.100	1.008
47	0.800	0.237	0.225	0.225	0.225	0.125	0.500	0.323
48	0.900	0.076	0.080	0.186	0.200	0.240	0.700	0.354
49	0.800	0.416	0.337	0.272	0.233	0.833	0.533	0.370
50	1.172	0.125	0.250	0.112	0.375	0.940	0.397	0.474



**ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, ESTADO DE MEXICO.**

Valores promedio de la generación de residuos sólidos, en cada casa muestreada.

N° de casa	Valores obtenidos (kg/hab/día)	N° de casa	Valores obtenidos (kg/hab/día)
1	0.176	54	0.484
2	0.232	55	0.500
3	0.267	56	0.376
4	0.115	57	0.447
5	0.227	58	0.409
6	0.227	59	0.368
7	0.356	60	0.371
8	0.338		
9	0.141		
10	0.221		
11	0.309		
12	0.279		
13	0.413		
14	0.376		
15	0.242		
16	0.265		
17	0.205		
18	0.217		
19	0.155		
20	0.205		
21	0.195		
22	0.298		
23	0.303		
24	0.316		
25	0.317		
26	0.225		
27	0.241		
28	0.266		
29	0.165		
30	0.210		
31	0.340		
32	0.268		
33	0.368		
34	0.366		
35	0.457		
36	0.227		
37	0.361		
38	0.371		
39	0.491		
40	0.310		
41	0.657		
42	0.489		
43	0.897		
44	0.602		
45	0.558		
46	1.008		
47	0.823		
48	0.354		
49	0.510		
50	0.474		
51	0.519		
52	0.463		
53	0.432		



Resultados, al realizar la prueba de rechazo con el Criterio de Dixon, con cinco elementos de la cola inferior y cinco elementos de la superior, los primeros si fueron aceptados, pero en la cola superior se rechazaron dos es decir el elemento 60 y 59. Quedando 58 elementos de la muestra con el fin de determinar los estadísticos

$$X=0.335 \text{ kg./hab./día}$$

$$S=0.1204 \text{ kg./hab./día}$$

A través del análisis de confiabilidad, utilizando el percentil de la distribución "t" (1-a/2) se determina que:

La media muestral es confiable en un 98% a la media poblacional y por lo tanto el valor de la generación para este estrato socioeconómico es de **0.335 kg/hab/día**.

#### **2.1.4. Análisis de resultados**

El peso volumétrico es de utilidad para este tipo de estudios pues permite diseñar la capacidad de los contenedores o determinar el número de camiones que se requieren para recolectar residuos sólidos, para Chiautla se obtuvo que el peso volumétrico es de  $139.92 \text{ kg/m}^3$ .

Con relación a la composición de subproductos, los residuos sólidos del municipio de Chiautla son de buena calidad, ya que estos se pueden reutilizar o reciclar en diferentes vocaciones, sabemos que la mayoría de subproductos tienen un valor en el mercado que permite obtener ingresos por parte de quienes realizan este trabajo. Al comparar las cantidades de subproductos obtenidos en la delegación Benito Juárez del Distrito Federal, los subproductos de Chiautla son similares ya que también influyen algunos

centros comerciales y mercados cercanos a Chiautla. La generación de residuos sólidos por persona se obtuvo que para Chiautla es de 0.335 kg/hab/día, por ser una población semi urbana, mientras que para el Distrito Federal es de 0.669 kg/hab/día

## **2.2.- Almacenamiento**

El almacenamiento de residuos sólidos se vuelve una necesidad, debido a que en general la recolección y el transporte no corresponde en tiempo y frecuencia, a la generación instantánea de los mismos, y el objetivo es acumular los residuos en contenedores especialmente diseñados para almacenar temporalmente los residuos generados hasta su recolección por el camión municipal; debido a que en el municipio se generan bastantes contratiempos en el recorrido; además la frecuencia de recolección no se cumple como se tienen programado, por lo que hoy en día existen muchas quejas de la recolección.

En el municipio de Chiautla la mayoría de la población almacena sus residuos sólidos en bolsas y otros en contenedores de plástico; algunos cerrados y otros abiertos; estos son muy prácticos de tal manera que pueden ser fáciles de transportar para el camión recolector.

No existe generación de productos peligrosos, todos los residuos sólidos son generados en casas habitación, tiendas y algunos tianguis y mercados.

Dentro de este diagnóstico calculamos un contenedor para una casa habitación y como muestra se toma la casa N° 44

Casa n° 44

N° de hab.: 6

Generación media: 0.602 kg./hab./día.

Frecuencia de recolección: L, Mi, V.

Factor de seguridad propuesto: 50%

Vol. 0.077 m<sup>3</sup>.

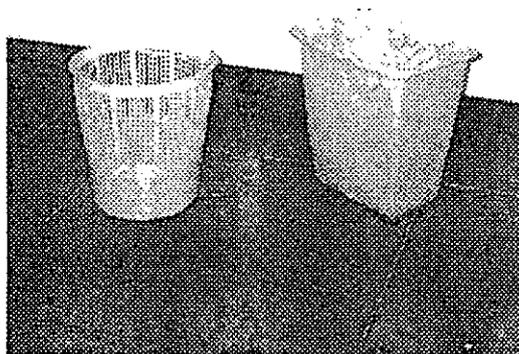
Vol. diseño: =0.116 m<sup>3</sup>.

$d=(4a/h)1/2$

Se propone para diseño un recipiente de

Diámetro = 0.70 m

Altura = 0.6 m, como se muestra en la Figura 2.6



*Figura 2.6 Contenedores propuestos para casa habitación*

### **2.3.-Recolección**

Esta es la etapa en la cual se retiran los residuos sólidos almacenados temporalmente en las distintas fuentes de generación para lo cual el municipio es el prestador del servicio a través de los vehículos que recolectan y se ubican en un lugar determinado de la calle y tocando una campana y dar aviso a los usuarios a que acudan hasta el vehículo transportando sus contenedores o bolsas para depositar sus residuos sólidos, así los empleados vacían, los residuos en las cajas de los camiones. El tipo de sistema de recolección es conocido como recolección de esquina o parada fija. También en el municipio de Chiautla existen tres vehículos recolectores que están ubicados de tal forma que se recolecten los residuos en todas las comunidades.

Otra forma de recolectar los residuos de cada casa habitación, es cuando los habitantes dejan sus residuos en bolsas sobre la banqueta o acera en estos lugares los habitantes saben los días que el recolector hace su recorrido y el servidor público se ve obligado a hacer el levantamiento de estas bolsas. De lo contrario en la oficinas de Obras Públicas se ve reflejado las quejas y denuncias sobre el servicio de limpia.

En el municipio de Chiautla se tiene con frecuencia quejas del servicio de recolección ya que dentro de la administración municipal no existe un horario fijo para los recolectores y a su vez causa que algunos salgan de ruta con el objeto de terminar pronto la jornada de trabajo, dejando pendientes calles por recolectar.

A pesar de que en el municipio existen 3 camiones recolectores: un camión compactador de forma cilíndrica, otro compactador cuadrado y un camión de redilas, se tienen deficiencias en el servicio. Si se estableciera una ruta de recorrido y un horario fijo de trabajo, se daría un mejor servicio de recolección.

Por el lado de los recursos humanos se tiene para cada camión 1 operador y 2 ayudantes, que laboran desde las 7:00hr hasta las 15:00hr iniciando el barrido de la plaza principal del municipio hasta las 9.00hr después realizan la recolección, teniendo un recorrido no satisfactorio para la comunidad.

En cuanto al mantenimiento de las unidades éste se realiza cada tres meses, pero cabe mencionar que existen contratiempos en la recolección pues puede ocurrir alguna ponchadura de llanta o a veces la falla mecánica, por lo que se deja pendiente el recorrido de recolección.

La frecuencia de recolección es generalmente de tres días cuando mucho y en zonas de mayor población es de 2 días como se observa en la Fig.2.8

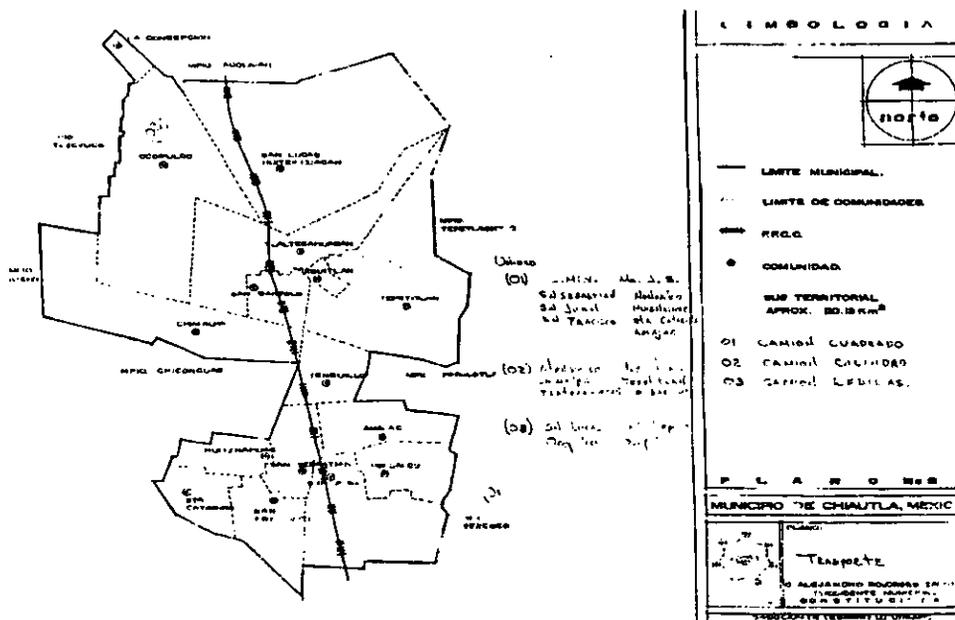


Figura 2.8 Se observa la frecuencia de recolección

En la recolección, la ruta de cada vehículo está determinada por tiempos y movimientos ya que cada camión tiene tiempo promedio de 1.0 min por cada parada que realiza y dependiendo de la zona de recolección se atiende la demanda de generación, por lo que a las 14:00hrs. se disponen a ir al lugar de tiro, cabe mencionar que en el tiempo de recolección de cada camión los ayudantes separan los subproductos, es decir en el mismo camión se realiza la pepena, debido a que en los municipios vecinos existen lugares donde se compra el cartón, papel, vidrio, fierro y plásticos; de tal forma que cuando el camión llega al sitio de disposición final, ya se practicó la pepena en mayor escala.

## **2.4.- Transporte**

Como en el caso de la recolección la ruta del transporte al sitio de disposición y el recorrido de cada vehículo de recolección partiendo desde el punto inicial; (normalmente el lugar de encierro), hasta el destino de los residuos recolectados en el municipio, está determinado por la experiencia de los operadores, debido a la antigüedad que tienen en el trabajo.

Un camión con compactador cuadrado es el que se encarga de transportar los residuos sólidos de la cabecera municipal, otro está destinado a transportar los de las comunidades de Ocopulco, San Lucas y La Concepción y del resto de las comunidades del municipio se encarga el tercer camión, los residuos son transportados al lugar de disposición final que es el bordo de Xochiaca.

Los tiempos de transporte de los residuos sólidos en promedio son de dos hrs medidas desde el sitio donde terminan de recolectar hasta el lugar de

disposición final. Durante este tiempo el camión realiza el recorrido de la autopista Peñon- Texcoco haciendo un tiempo de 45min al sitio de disposición final en donde realiza las siguientes maniobras, primero pasa por una báscula para tomar su peso de ingreso el tiempo aquí es de 0.5min despues espera turno para vaciar en donde tarda 5min y luego se dirige a la báscula para ser pesado nuevamente con el objeto de obtener el peso de los residuos depositados, una vez realizadas estas maniobras se encamina nuevamente a la autopista para regresar al municipio de Chiautla al lugar de encierro en donde los ayudantes hacen una limpieza a la caja compactadora con el fin de que esté listo para el siguiente día.

## **2.5.- Disposición final**

La disposición final de los residuos sólidos es el lugar donde se depositan con el objeto de ser reciclados, para reincorporarse como materia prima al ciclo productivo, o bien definitivamente quedar como un desecho final, se puede decir que un relleno sanitario o tiradero es un sitio de disposición final.

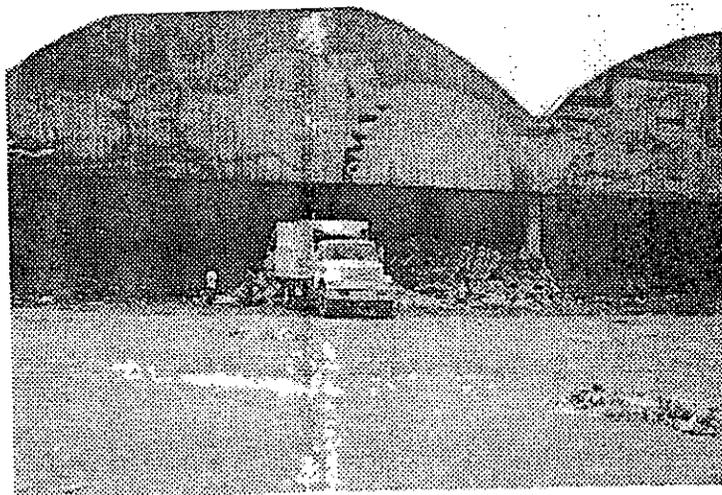
En cuanto a la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Chiautla, se ha tenido bastantes problemas. En años anteriores (1991), la generación era relativamente baja, pero a medida que se incrementa la población se ha agudizado el problema.

Cuando los municipios vecinos como Texcoco, y Tepetlaoxtoc, ya no permiten que el municipio de Chiautla deposite sus residuos sólidos en su territorio, debido a que los lugares de disposición final están al 100% de su capacidad, entonces Chiautla esta obligado a conseguir un sitio de disposición

final y se consigue en un principio en el municipio de Tecamac, para Chiautla el costo de depositar los residuos sólidos en el municipio de Tecamac es mayor debido a que las distancias de recorrido son mayores y en éste municipio si se tuvo que pagar \$1,000.00 por cada camión al mes, de ahí que la depreciación del vehículo es mayor, el gasto en el combustible se incrementa, lo cual no fue factible para el propio municipio de Chiautla.

En 1997 en pláticas sostenidas con el DDF se permite al municipio disponer los residuos sólidos al bordo de Xochiaca, pero con la condición de que los residuos no sean pepenados. Los primeros camiones que fueron enviados se les practicó una prueba de calidad y estos fueron aceptados sin ningún problema.

Se menciona que los camiones realizan un recorrido de aproximadamente 22km desde el municipio hasta el tiro, por esto el municipio tiene un gran ahorro en combustible, depreciación del vehículo y tiempos. En la figura 2.5 se muestra el sitio de disposición final en el bordo de Xochiaca.



*Figura 2.5 Disposición final de residuos sólidos bordo de Xochiaca.*

En este lugar de disposición final no se tiene un permiso por escrito, para realizar la disposición en este lugar se solicitó el permiso en las oficinas del mismo relleno sanitario, donde fue aceptado de manera verbal y a la fecha no se paga nada y solo como requisito indispensable es que los residuos no sean pepenados.

## ***CAPITULO 3***

### ***ESTRATEGIAS DE ACCIÓN***

La generación de residuos sólidos municipales depende de la población, por ello, el proceso de urbanización requiere ser analizado ya que al incrementar la población requerirá de servicios de limpia. La creciente urbanización es muy importante para el manejo de residuos sólidos municipales, por un lado se incrementa la demanda de servicios y por el otro requerirán asistencia técnica, financiera y gerencial, lo que constituirá un gran reto para los gobiernos municipales.

#### **3.1.- Crecimiento de la población**

De acuerdo al XI Censo General de Población y Vivienda realizado en 1990 por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el municipio tenía 14, 786 habitantes.

Se calculó la población futura estimada para los años: 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2025 y 2030, utilizando el método geométrico. Con este método se llevó a cabo un cálculo con datos anteriores a 1990 y resultó que el método da resultados aproximados a los datos obtenidos en el XI Censo de 1990, por lo que para nuestro trabajo se justifica su utilización.

En el presente trabajo también se calculó la población futura con el método geométrico, así mismo en cifras preliminares obtenidas por el Centro de Estadística, Geografía e Informática del Gobierno del Estado de México para obtener el XII Censo del 2000, también han presentado cifras aproximadas a nuestros cálculos. A continuación se obtienen los datos para el municipio de Chiautla, y en la Figura 3.1 queda representada la proyección de crecimiento, utilizando el método geométrico

$$Pf = Po(1+i)^t \dots\dots\dots(ec. 1)$$

donde:

- Pf= Población futura
- Po= Población actual
- I = Tasa de crecimiento
- P = Población anterior
- T = Tiempo a calcular

### **Población Municipal**

Año	Nº habitantes
1990	14, 786
1999	25, 927

Calcular la tasa de crecimiento  $i = (Po/P)^{(1/t)} - 1 \dots\dots\dots(ec. 1')$

$$i = (25\ 927/14786)^{(1/10)} - 1$$

$$i = 5.7\%$$

utilizando:  $Pf = Po(1+i)^*(t)$

$P_{2000}=25927(1+0.05776)^*1=27424$  hab.

$P_{2005}=25927(1+0.05776)^*6=36314$  hab.

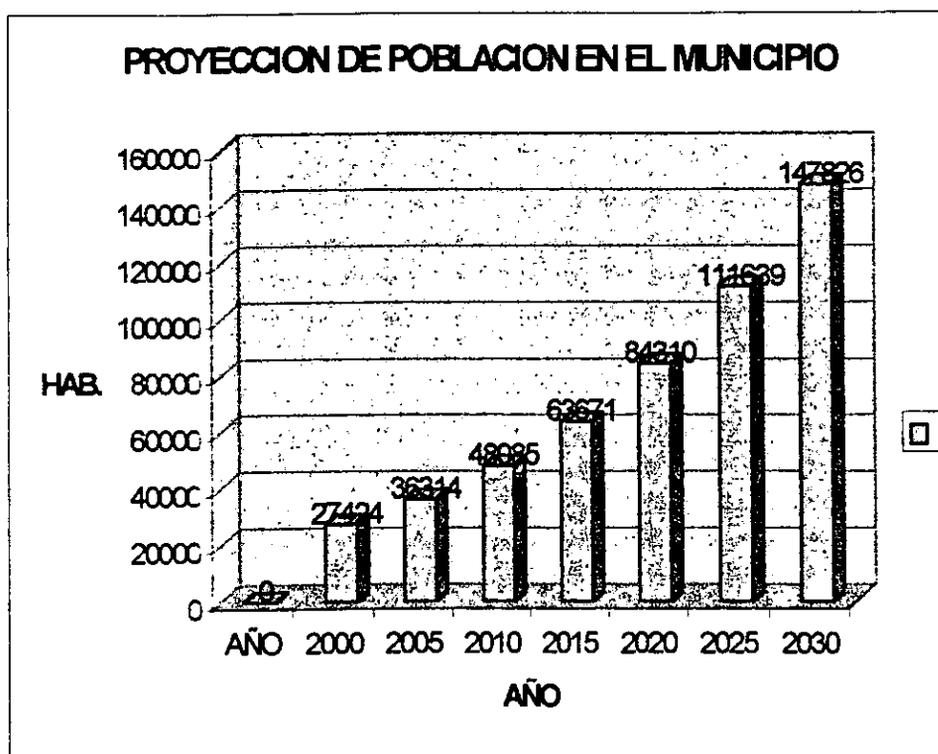
$P_{2010}=25927(1+0.05776)^*11=48085$  hab.

$P_{2015}=25927(1+0.05776)^*16=63671$  hab.

$P_{2020}=25927(1+0.05776)^*21=84310$  hab.

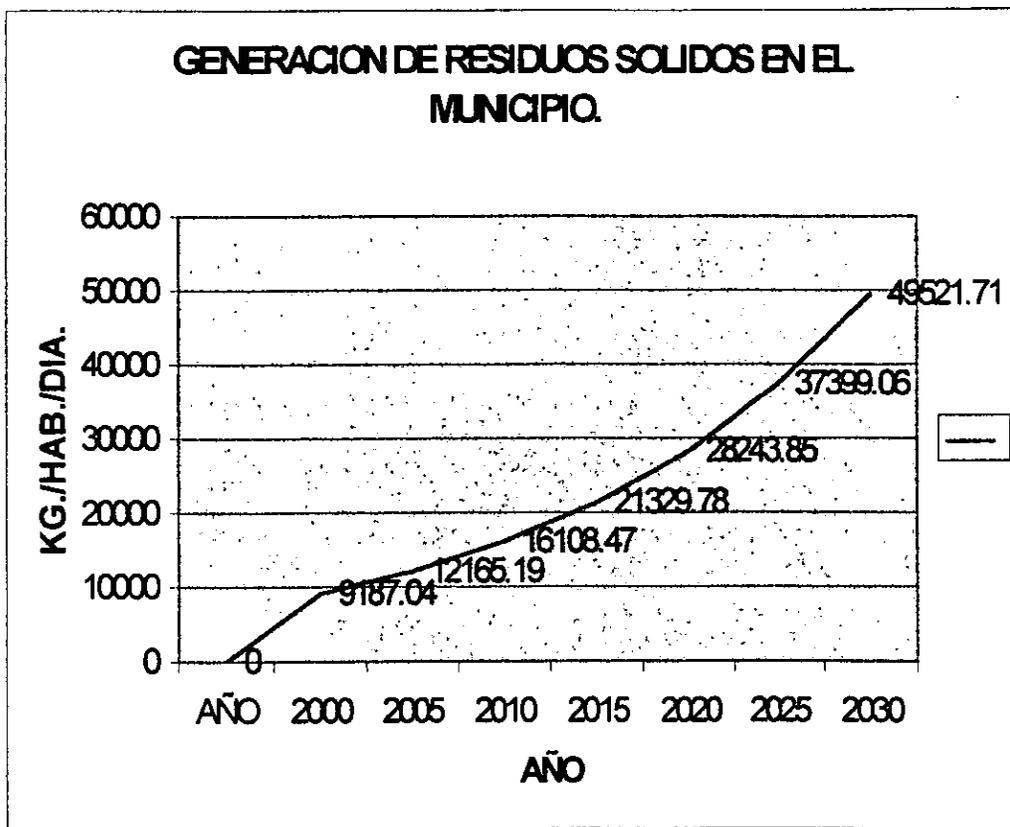
$P_{2025}=25927(1+0.05776)^*26=111639$  hab.

$P_{2030}=25927(1+0.05776)^*31=147826$  hab.



*Figura 3.1 Proyección de crecimiento de la población*

Del estudio de generación cuyo informe se presenta en el apartado 2.1 se obtuvo que la generación es de 0.335 kg./hab./día. por lo que el volumen a manejar en los años futuros se muestran en la Figura 3.2. y en el Cuadro 3.3



*Gráfica 3.2 Proyección de la generación de residuos sólidos*

*Cuadro 3.3 Población proyectada y generación estimada*

Población Futura	Generación
P2000	$27424 \times 0.335 = 9187.04$ kg./día.
P2005	$36314 \times 0.335 = 12165.19$ "
P2010	$48085 \times 0.335 = 16108.47$ "
P2015	$63671 \times 0.335 = 21329.78$ "
P2020	$84310 \times 0.335 = 28243.85$ "
P2025	$111639 \times 0.335 = 37399.06$ "
P2030	$147826 \times 0.335 = 49521.71$ "

De acuerdo con los resultados preliminares del Centro de Estadística, Geografía e Informática del Gobierno de Estado de México y con las proyecciones obtenidas a través del método geométrico, Chiautla tiene actualmente (año 2000) una población de 27424 habitantes y para efectos de estadística en el área de los residuos sólidos se dividen en tres niveles socioeconómicos; alto, medio y bajo de acuerdo al nivel de ingresos y a las características de las zonas habitacionales. En la Fig. 3.4 se muestran las localidades en donde se ubican los niveles socioeconómicos.

**ESTUDIO INTEGRAL DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIAUTLA, ESTADO DE MEXICO.**

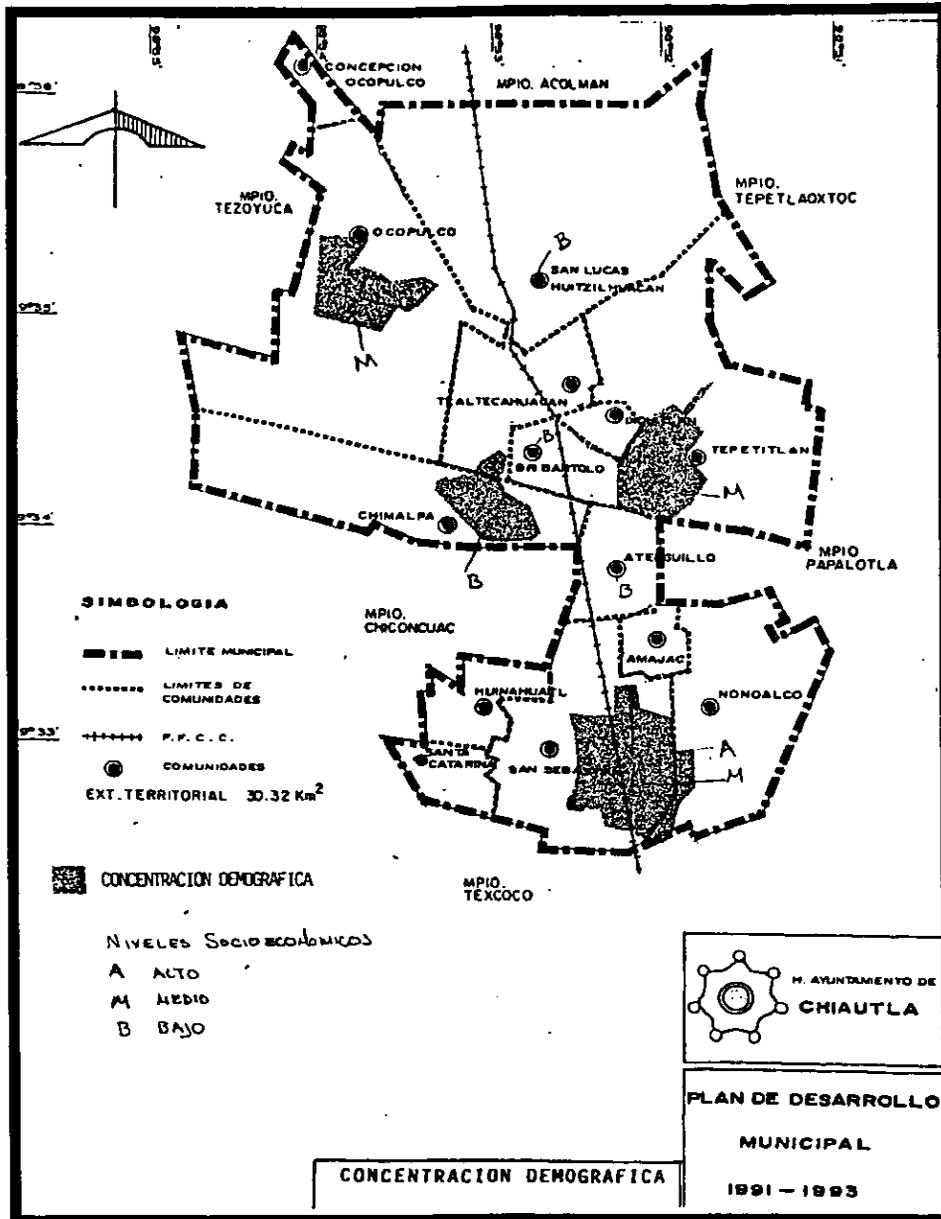


Figura 3.4 Localidades de los niveles socioeconómicos definidos.

### 3.2.- Volumen a manejar.

Con base en la información y en la proyección de la población para el año 2030, se puede determinar la generación total de los residuos sólidos. La estimación realizada con base en los indicadores trata exclusivamente de los residuos denominados municipales. Tomando en consideración los valores de generación diaria y con base a la media del contenido de subproductos.

La información que se muestra en el Cuadro 3.5 presenta el potencial de subproductos contenidos en los residuos sólidos que tiene un valor comercial en el mercado. Estos residuos sólidos son considerados subproductos que se obtienen cuando se realiza la pepeña en los vehículos recolectores o en sitios de disposición final. Estos valores se han ajustado de acuerdo con los porcentajes de recuperación posible, los cuales para este estudio se tomaron en el camión recolector municipal.

*Cuadro 3.5 Porcentaje de subproductos reciclables*

Subproducto	peso %	%recuperable	Reciclables
Papel	10	70	4.33
Cartón	16	70	2.87
Vidrio	8	75	1.16
Madera	15	50	0.4
Aluminio	8	60	1.51
Metal ferroso	10	60	1.51
Poliestileno	6	55	1.25
Acrílico	12	40	0.83
Materia orgánica	15		

El potencial económico involucrado en el área de recuperación y reciclaje de subproductos contenidos en los residuos sólidos es considerado importante, pues luego de reciclarlos se obtiene un ingreso para los

pepenadores, como complemento del salario que tienen asignado por parte del municipio de Chiautla.

Es importante mencionar la evolución que se ha observado en las características de los residuos sólidos que se generan, no sólo en la cantidad sino también en su calidad, que depende de las estaciones del año, por ejemplo, en el verano se encuentra un aumento en la cantidad de materia orgánica, debido a la disponibilidad de una diversidad de frutas y verduras, que la misma población consume; en el invierno, en cambio, ésta se reduce hasta en un 10% aumentando los materiales de más lenta degradación.

Esta variación se observa también durante los días de la semana, siendo perfectamente conocido que la generación presenta rasgos estadísticos bien claros en la variación diaria.

La generación media estimada de residuos sólidos municipales en Chiautla es de 0.335 kg/hab/día, lo que equivale a una producción diaria de 9,187 toneladas en todo el municipio, y en la cabecera municipal a una producción de 1.533 toneladas diarias.

La generación es un parámetro asociados a la población, puesto que ésta es la que define la cantidad de residuos sólidos generados y se confirma que el tamaño de la población y el ingreso per cápita son factores determinantes para que la generación por habitante se incremente.

En la Cuadro 3.6 se presenta la proyección de generación de residuos sólidos en el municipio y en la cabecera municipal hasta el año 2030.

*Cuadro 3.6*

<b>PROYECCION DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES</b>				
<b>MUNICIPIO</b>			<b>CABECERA MUNICIPAL</b>	
<b>AÑO</b>	<b>POBLACION HAB.</b>	<b>GENERACION (KG/HAB./DIA)</b>	<b>POBLACION HAB.</b>	<b>GENERACION (KG/HAB./DIA)</b>
2000	27424	9187.04	4577	1533.29
2005	36314	12165.19	6060	2030.10
2010	48085	16108.47	8025	2688.37
2015	63671	21329.78	10626	3559.71
2020	84310	28243.85	14070	4713.45
2025	111639	37399.06	18631	6241.38
2030	147826	49521.71	24671	8264.78

## ***CAPITULO 4***

### ***PROPUESTA DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS.***

El sistema público tradicional de limpia que se proporciona en los diferentes municipios del país y aun en el Distrito Federal, se dividen en las siguientes fases: barrido de vialidades y áreas públicas, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. En este capítulo se proponen las acciones que deberán realizarse en el sistema de manejo de residuos sólidos en el municipio de Chiautla, haciendo uso de los implementos, camiones recolectores y sobre todo del personal de limpia que a la fecha labora en este municipio.

El objetivo es mejorar el servicio con la infraestructura existente y proponer las necesidades de equipo revisando que éste sea con las características adecuadas y desde luego cuidando el costo y beneficio a la vez.

#### **4.1.- Almacenamiento**

El almacenamiento es el primer paso para el control de los residuos sólidos generados, su importancia se debe a que los problemas principales que

se derivan de un deficiente almacenamiento son culpa del generador y sobre él recaen los problemas que origina.

El deficiente almacenamiento propicia la propagación y generación de la fauna nociva, e incide en forma negativa en los sistemas de recolección. Un almacenamiento seguro y adecuado ayudará a mejores y más sencillas maniobras de los operarios de recolección y por supuesto, a una mejoría en la eficiencia de todo el sistema.

Para el almacenamiento de residuos sólidos en Chiautla se propone usar recipientes o contenedores de tal forma que estos puedan ser transportados de manera fácil y cómoda hacia el camión recolector, desde espacios abiertos y patios de servicios. Estos contenedores pueden ser cerrados o abiertos; por su posición pueden ser fijos o móviles; si son fijos se recomienda que el material para su construcción sea de concreto o de piedra, aunque a veces se usan de metal. La ventaja de usar estos materiales deriva en tener un aseo más cómodo y más rápido, y además éstos se usarían en lugares donde el camión recolector pueda hacer las maniobras necesarias.

De acuerdo al estudio de generación realizado como parte del presente trabajo, se propone la construcción de un contenedor fijo dado que existe el espacio suficiente y aún para realizar maniobras con el camión recolector.

Se propone un contenedor fijo con material de concreto con las siguientes dimensiones: 3.5m de largo x 3.5m. ancho x 1.00m altura, como se muestra en la Fig. 4.1 además esta propuesta ocupa un volumen que puede almacenar y que satisface las necesidades de la población mientras se hace la recolección.

Estos contenedores se proponen con el fin de que la gente que sale a trabajar temprano y no tiene tiempo para esperar al camión recolector, tenga un lugar de almacenamiento y no pase a depositar su bolsa en lugares no propios. Esto es, que en el municipio de Chiautla la gente deja bolsas en el

jardín municipal y genera a su vez que los perros callejeros dispersen los residuos en las calles y banquetas, originando un mayor trabajo para los prestadores del servicio.

Esta propuesta es factible dado que así se lograría tener un lugar para almacenar residuos sólidos mientras pasa el recolector y que además existe terreno propio del municipio para llevar a cabo dicha acción.

El contenedor antes propuesto se ratifica con un ejemplo que se presenta a continuación:

EJEMPLO:

Se tiene

4 manzanas con 20 casas

Habitantes: 5 hab/casa.

Pvolumétrico:  $139.92 \text{ kg/m}^3$ .

Factor seguridad: 30%

Frecuencia de recolección: martes y sábados.

1. - Calcular la generación diaria:

$$5\text{hab.} \times 20\text{casas} \times 4\text{manzanas} = 400\text{hab.}$$

$$400\text{hab.} \times 0.335 \text{ kg/hab./día} = 134 \text{ kg./día.}$$

Por lo tanto se tiene que la generación diaria es  $134 \text{ kg/día}$ .

2.-Determinar el periodo critico para la recolección:

1. Ma. Mi. J. V. S. D.

El periodo crítico es de 4 días.

3.- Obtener el volumen de almacenamiento:

$$4 \text{ días} \times 134 \text{ kg./día.} = 536 \text{ kg}$$

$$V = 536 \text{ kg} / 139.92 \text{ kg/m}^3 = 3.83 \text{ m}^3.$$

Se propone un contenedor de sección rectangular; y dos lados a y b

$$a = 2.00 \text{ y } b = 2.00$$

De la fórmula de volumen  $v = a \times b \times h$

$$h = v / (a \times b)$$

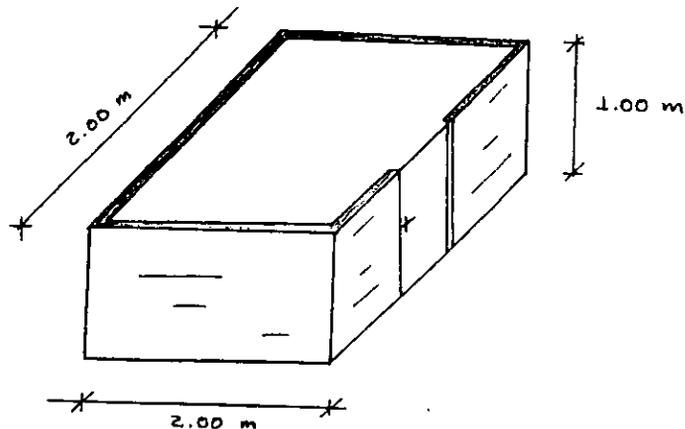
$$h = 3.83 \text{ m}^3 / (2.00 \text{ m} \times 2.00 \text{ m}) = 0.95 \text{ m}$$

Por lo tanto el contenedor tendría las siguientes dimensiones:

$$a = 2.00 \text{ m}$$

$$b = 2.00 \text{ m}$$

$$h = 1.00 \text{ m}$$



*Figura 4.1 Propuesta de contenedor fijo para Chiautla*

Por otro lado, si los contenedores son móviles, las características recomendables son: pueden usarse de plástico liso, de madera o bien de metal; y en este estudio se toma como ejemplo una casa habitación de tipo unifamiliar en donde los habitantes realizan directamente su almacenamiento mientras pasa el recolector.

Cálculo de un contenedor para una casa habitación, teniendo las siguientes condiciones:

Nº de habitantes: 6

Generación: 0.335 kg/hab/día

Peso volumétrico: 139.92 kg./m<sup>3</sup>.

Frecuencia de recolección: lunes, miércoles, viernes.

Factor de seguridad (f.s): 50%

1.- Obtener la generación diaria:

$$6 \text{ hab} \times 0.335 \text{ kg./hab/día.} = 2.01 \text{ kg/día}$$

2.- Determinar el periodo crítico:

L. Ma. Mi j V S D

Por lo tanto el periodo crítico es de 3 días y la cantidad acumulada es: 3días  
x 2.01 kg/día = 6.03 Kg

3.- Obtener el volumen requerido:

Vol. = cantidad acumulada/peso volumétrico.

$$\text{Vol.} = 6.03 \text{ kg}/139.92 \text{ kg/m}^3 = 0.043 \text{ m}^3.$$

$$\text{Vol. Diseño} = f.s \times \text{vol.} = 1.5 \times 0.043 \text{ m}^3 = 0.0646 \text{ m}^3$$

Si se considera un contenedor de forma cilíndrica y se proponemos una altura de  $h=0.40 \text{ m}$

$$a = \text{vol.} / h$$

$$a = 0.0646 \text{ m}^3 / 0.40 \text{ m} = 0.1616 \text{ m}^2$$

$$d = ((4 \times a) / 3.1416)^{(1/2)}$$

$$d = ((4 \times 0.1616) / 3.1416)^{(1/2)}$$

$$d = 0.4536 \text{ m}$$

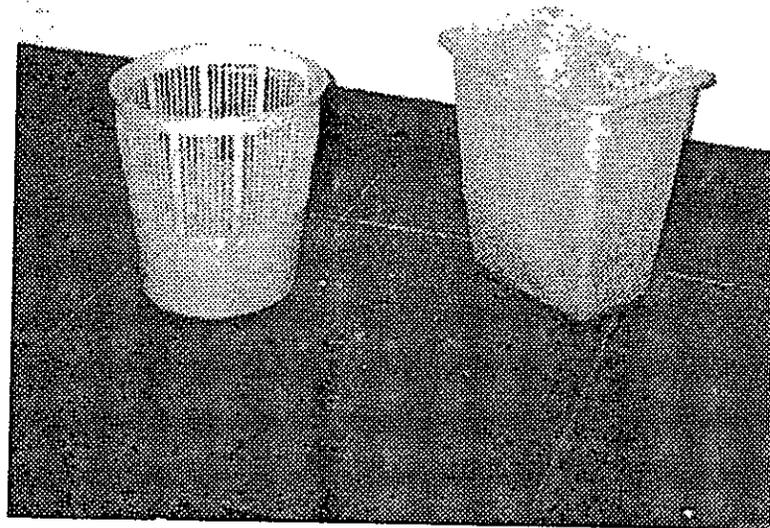
Por lo tanto las dimensiones del contenedor para la casa habitación propuesta son:

$$d = 0.45 \text{ m}$$

$$h = 0.40 \text{ m}$$

Estos contenedores deben tener las siguientes características generales, y en la Fig. 4.2 se ilustran algunos tipos de contenedores, para las casas del municipio de Chiautla:

- a.- Higiénicos, con tapa
- b.- Capacidad adecuada para cada caso
- c.- Resistentes.
- d.- Económicos.
- e.- Maniobrables.



*Figura 4.2 Contenedores para casa habitación*

Las mejoras en el sistema de almacenamiento de residuos sólidos municipales se lograrán solamente en una bien planeada campaña de apoyo al sistema de aseo público municipal, en donde participarán las autoridades municipales y generadores de residuos sólidos con el fin de mejorar el sistema de residuos sólidos del municipio de Chiautla.

## **4.2.- Recolección**

Es la etapa en la cual se retiran los residuos sólidos de los lugares de almacenamiento temporal.

La recolección de los residuos sólidos es la parte más onerosa de un sistema de aseo público, representa entre el 70 y el 80 % del presupuesto destinado a limpia, sin embargo, la necesidad de proporcionar el servicio va más allá de cualquier situación de análisis.

La recolección es un problema que se debe resolver con la participación de un equipo multidisciplinario de profesionales. Los avances de nuestra época ofrecen nuevas técnicas para adecuarlas y aplicarlas en la solución de la problemática del servicio de recolección. En el municipio de Chiautla deberá ponerse mayor atención en la recolección de los residuos sólidos pues como se ha expuesto en el presente trabajo la situación actual demuestra la ineficiencia en este servicio.

Se requiere un ordenamiento bien estructurado y adecuado al municipio de Chiautla, que permita la recolección ajustando tiempos y movimientos, no olvidando el costo-beneficio.

Para lograr una recolección adecuada en Chiautla se propone:

- La recolección deberá realizarse mediante el método de esquina o parada fija, en el cual el prestador del servicio a través de los vehículos municipales, deberá estacionarse al inicio de cada calle, a la mitad, y al final de la misma, anunciando su llegada con el sonido de una campana.
- Los usuarios deberán acudir hasta el vehículo transportando sus contenedores; el usuario se forma, espera su turno y entrega su contenedor al prestador del servicio, este vacía los residuos sólidos a la caja del camión.

En la Fig. 4.3 se muestra cómo debe realizarse la recolección. Al realizar esta forma de recolección en Chiautla se obtendrán las siguientes ventajas:

tiempos moderados en el servicio, existe un menor esfuerzo de los trabajadores, también un menor desgaste y consumo del vehículo.



*Figura 4.3 Labores de recolección en Chiautla*

La recolección que se realiza por el método de contenedores fijos ya vistos en el capítulo anterior, dará un buen resultado en el municipio de Chiautla, ya que a estos contenedores colocados en lugares estratégicos de propiedad municipal, el usuario acudirá a depositar sus residuos en el contenedor, con cierta frecuencia, y entonces el vehículo del municipio pasará a retirar los residuos sólidos almacenados en el contenedor.

Este tipo de recolección proporciona ventajas en el sentido de que se consume menor tiempo en la recolección ya que los residuos se encuentran concentrados en sitios específicos y el horario de vertido de los residuos sólidos por parte de los usuarios y de recolección es flexible. Se debe mencionar que el municipio deberá de tener limpios los contenedores para evitar los problemas de malos olores, vistas desagradables y problemas de salud. En la Fig. 4.4 se muestran los lugares para poder ubicar los contenedores fijos.



*Figura 4.4 Terrenos de propiedad municipal para la construcción del contenedor.*

Corresponderá a la autoridades municipales hacer la invitación a la población para que lleve a cabo la actividad que le corresponde en cuanto a la recolección de residuos sólidos.

### **4.3.- Transporte**

La situación actual en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos en el municipio de Chiautla adolece de muchas fallas, debido quizás a la falta de conocimiento de los administradores y técnicos sobre el sistema de limpia. El transporte de los residuos sólidos del municipio de Chiautla deberá de reprogramarse, ya que se presentan varias dificultades por cualquier situación.

En Chiautla, existe tres camiones destinados a la recolección, con características y equipos adecuados a esa función.

En el presente trabajo se propone que los camiones que realizan la función de recolectar y transportar los residuos sólidos hasta el sitio de disposición final, tengan rutas de recorrido definidas es decir, desde su punto inicial hasta el punto final, esta rutas estarán establecidas de acuerdo a las comunidades que comprenden el municipio de Chiautla, y seguir una microrruta dentro de la localidad, con el objeto de prestar mejor el servicio, pasando por todos los puntos donde se deba efectuar la recolección y atendiendo todas las fuentes de generación de cada comunidad.

Los vehículos recolectores deben pasar por calles y avenidas que conduzcan a la fuente de generación, atendiendo el sentido de circulación del tránsito vehicular.

Deberá evitarse el menor número de tiempos muertos, recorrer calles con pendiente cuesta arriba, obstáculos naturales y se propone iniciar el recorrido al finalizar la macrorruta. La macrorruta en el municipio de Chiautla está marcada desde el lugar de encierro hasta el lugar o la comunidad en donde se inicia la recolección, y también se establece como macrorruta la

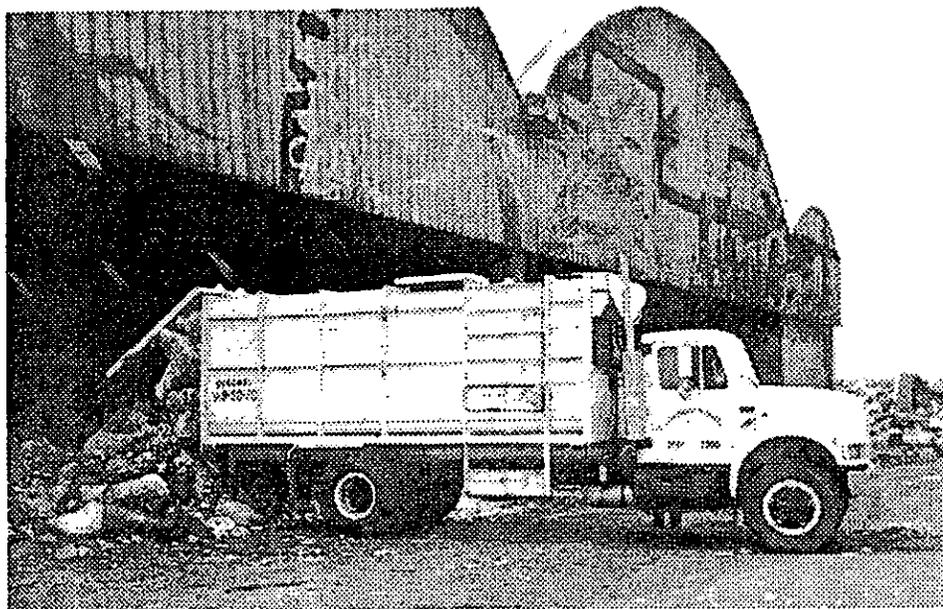
distancia recorrida hasta la disposición final que hasta el momento para Chiautla, es el relleno sanitario que se ubica en el bordo Poniente del ex lago de Texcoco.

Con respecto a los equipos de recolección y transporte, es importante indicar la conveniencia de emplear, siempre que sea factible, vehículos con carrocerías de gran capacidad, provistos de compactadores para abatir costos.

Como se muestran en las Figs. 4.5 y Fig. 4.6 las carrocerías de camiones de volteo son preferidas por ciertas comunidades rurales, pero no son adecuados para el transporte desde el punto de vista de salud pública, por no tener cubierta.



*Figura 4.5 Camión cilindro con compactador.*



*Figura 4.6 Camión cuadrado con compactador.*

#### **4.4.-Disposición final**

**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

La disposición final de los residuos sólidos es una parte muy importante, de todo el sistema de aseo público, ya que es la que tiene mayores consecuencias sobre el medio ambiente, el agua (superficial y subterránea), suelo, aire, etc.

Debe mencionarse que el municipio de Chiautla tiene como lugar de disposición final el relleno sanitario que se ubica en el bordo poniente del exlago de Texcoco, y para que el municipio pueda realizar la disposición final se efectúan periódicamente pruebas de calidad de los residuos sólidos, que llevan los vehículos de Chiautla con el objeto de establecer también un servicio económicamente redituable a la gente que labora ahí.

En este lugar de disposición final existen cinco etapas de tiro establecidas por el GDF de acuerdo al tipo de residuos sólidos, a Chiautla se le permite el tiro en la primera etapa debido a la buena calidad de los residuos sólidos y es ahí donde existe mayor recuperación de subproductos.

Para el municipio de Chiautla será necesario proponer un lugar de disposición final, ya que en el mediano plazo el Gobierno del Estado de México obligará a cada municipio a tener su propio lugar de disposición final, y significa que Chiautla tiene que buscar apoyo financiero con los gobiernos Federal y Estatal para poder establecer su propio sistema de disposición final. En el presente trabajo se propone un relleno sanitario para el municipio de Chiautla, que cumpla con las necesidades del mismo municipio; y normas establecidas por la Secretaría de Ecología, revisando la siguiente normatividad para rellenos sanitarios:

NOM-083-ECOL-1996 Establece la condiciones que deben de reunir los sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos municipales.

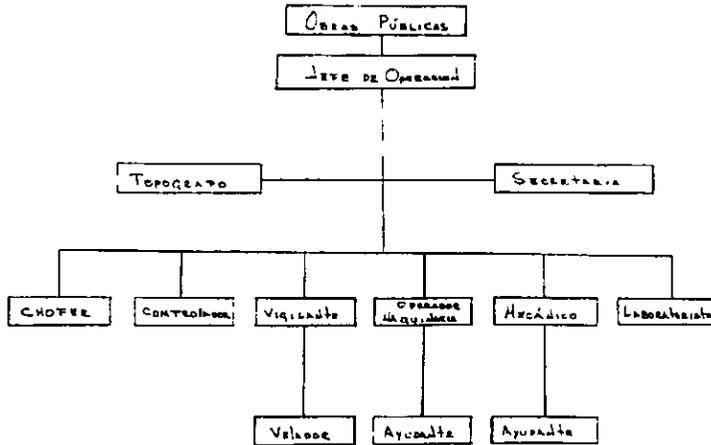
NOM-084-ECOL-1994 Establece los requisitos para el diseño de relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

Relleno sanitario es un proceso utilizado para la disposición de los residuos sólidos en el suelo, fundamentado en criterios de ingeniería y normas

operacionales específicas, permite el confinamiento seguro en términos de control de contaminación ambiental y protección a la salud pública. Para realizar un relleno sanitario se requieren de varios aspectos que se mencionan a continuación y que el municipio de Chiautla estará comprometido a realizar y profundizar cuando éste relleno se realice.

- 1.- Predimensionar el terreno.
- 2.-Identificar un sitio que cumpla con los requisitos establecidos en la NOM-ECOL-083-96
- 3.-Adquirir el terreno.
- 4.-Elaborar o contratar la elaboración del proyecto ejecutivo y de la manifestación de impacto ambiental.
- 5.-Tramitar permisos oficiales.
- 6.-Preparación del sitio, caminos de acceso, obras accesorias al mismo.
- 7.-Preparación de celdas y obras de captación de biogas y lixiviados
- 8.- Operación y monitoreo ambiental
- 9.-Cierre de la celda y clausura parcial
- 10.-Clausura y rehabilitación del sitio después de su saturación continuando con el monitoreo ambiental.

El personal necesario para la administración, control y vigilancia de un relleno sanitario está en función de las dimensiones de éste y de la forma de su operación, por lo cual se propone el siguiente organigrama:



La protección del medio ambiente cuesta dinero al momento, pero es un ahorro desde el punto de vista macroeconómico y de largo plazo, el relleno sanitario como forma de disposición final también cuesta dinero, pero a largo plazo es más económico que un tiradero, que significa un sitio contaminado y que en el futuro requiere de una restauración.

En cuestiones financieras para el relleno sanitario se invierte en compra de terreno, estudios y proyectos, y operación, pero la recolección es pagada a través del impuesto municipal, y es una decisión política como se paga la disposición de los residuos sólidos, a través de tarifas o del impuesto municipal. También se pueden generarse otros ingresos cuando se permite a otros municipios el tiro de sus residuos sólidos municipales.

## **4.5.- Recomendaciones**

La administración es el soporte del sistema estructural del sistema de aseo público. El éxito o el fracaso del sistema dependerá del buen o mal funcionamiento administrativo. En el presente trabajo se analizó la situación actual del manejo de los residuos sólidos que imperan en el municipio de

Chiautla, tomando en cuenta las características socioeconómicas de la población para lo cual se establecen las siguientes recomendaciones:

1.- Para el almacenamiento se recomienda usar los contenedores de plástico, madera, o lámina de tal forma que estos puedan transportarse al lugar donde está el camión recolector. Para otros casos donde el generador no puede esperar el camión se les recomienda depositar sus residuos en los lugares establecidos por el municipio de Chiautla.

2.- En cuanto a la recolección se recomienda que la población tenga orden en verter sus residuos sólidos al camión recolector y de ser posible se solicita una separación de los subproductos con el objeto de reciclarlos.

3.- En el transporte se deberán usar camiones que tengan equipos especializados (compactadores) con el propósito de realizar con eficacia y seguridad el transporte de residuos sólidos estableciendo también su ruta de recolección y vigilando que los servidores públicos no salgan de ella; luego entonces el equipo depende de las necesidades de Chiautla y no de la características que el fabricante quiera resaltar.

4.- La disposición para el municipio de Chiautla aún no se ha definido ya que al momento el tiro se realiza en el bordo de Xochiaca; pero para este trabajo siempre será necesaria la construcción de un relleno sanitario, con toda la problemática que éste origina.

## **CONCLUSIONES**

Un análisis del presente diagnóstico, que deberá ser actualizado en forma periódica, permite señalar algunas conclusiones y aspectos críticos en las diferentes áreas de gestión de los residuos sólidos municipales de Chiautla. Lo cual permitirá orientar algunas acciones a tomar en el futuro, tales como el estudio y análisis de las experiencias exitosas en el manejo de residuos sólidos en Chiautla.

El municipio de Chiautla, presenta deficiencias en el manejo de residuos sólidos ya que en la medida, que la población crece también se incrementa la cantidad de residuos sólidos.

1. Para el almacenamiento de los residuos sólidos deberá de realizarse en contenedores adecuados, de fácil manejo, higiénicos resistentes, económicos, que permitan maniobrar con ellos, de forma rápida y sin complicaciones para los generadores de residuos sólidos.
2. La recolección deberá realizarse periódicamente en tiempos y formas establecidas por los prestadores del servicio municipal de Chiautla, con el objeto de no propiciar quejas y denuncias por mal servicio y por otro lado los generadores deberán apegarse a las formas de recolección determinadas.
3. Los camiones recolectores de Chiautla tendrán que apegarse a los recorridos de las microrrutas cuando se trate de recolección y a las macrorrutas cuando sea el recorrido para la disposición final; obedeciendo esto a evitar tiempos muertos, depreciación del vehículo y mayor gasto de combustible.

4. El municipio de Chiautla deberá supervisar y controlar el sistema de recolección de residuos sólidos, y sólo así visualizará los problemas existentes en el equipo de transporte, para cuando se adquiera en el futuro algún equipo nuevo sea de acuerdo a las necesidades del propio municipio.

5. Las autoridades de Chiautla deberán pensar en construir su propio sitio de disposición final de residuos sólidos; es decir su propio relleno sanitario, con las medidas de seguridad que establecen las Normas de Ecología, y gestionando apoyo financiero con los gobiernos Federal y Estatal.

La regulación de la ley del medio ambiente, busca detener y disminuir la degradación de éste. Cualquier forma de disposición de los residuos sólidos, significa un impacto al medio ambiente y las principales tareas para los generadores y para el municipio de Chiautla deben de ser claras: reducir, reaprovechar y depositar adecuadamente lo económicamente no aprovechable.

## **REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA**

- Atlas General del Estado de México, Vol.III,  
Instituto de Información e Investigación,  
Geografía, Estadística y Catastral.  
1° edición, México 1993.  
Impreso en México  
Pag.235
  
- Plan de Desarrollo Municipal, 1991-1993,  
1° edición, México.  
Impreso en Estado de México.  
Pag.250
  
- Plan de Desarrollo Municipal, 1997-2000,  
1° edición, México.  
Impreso en el Estado de México.  
Pag. 298
  
- Políticas y Estrategias en el manejo de residuos municipales en México.  
Subsecretaria de Ecología.  
Pag. 120

- Manual de manejo de desechos sólidos. Gobierno del Estado de México.

Pag. 120

- Basura urbana, recogida, eliminación y reciclaje.

Jaime López Garrido.

editores técnicos, S.A.

Barcelona 1975.

- Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.

Guido Acurio, Antonio Rossin.

Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo

Segunda edición, septiembre 1998