

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

"LA DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS Y SU RELACION  
CON LA ARQUITECTURA"  
(Mazatenango).

Tesis presentada a la junta directiva de la Facultad de  
Arquitectura.

por

ELSA MARINA HERNANDEZ SAMAYOA

Al conferirsele el Titulo de  
ARQUITECTO

Guatemala. Junio 1.989

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
02  
T(283)

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO: Arq. Eduardo Aguirre Cantero  
SECRETARIO: Arq. Heber Paredes Navas  
VOCAL 1o.: Arq. Marco Antonio Rivera  
VOCAL 2o.: Arq. Hector Castro  
VOCAL 3o.: Arq. Rafael Bran Herrera  
VOCAL 4o.: Br. Arnoldo Morales S.  
VOCAL 5o.: Br. Edwin Santizo M.

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO: Arq. Eduardo Aguirre Cantero  
SECRETARIO: Arq. Heber Paredes Navas  
EXAMINADOR: Arq. Carlos Sandoval  
EXAMINADOR: Arq. Rolando Marroquin  
EXAMINADOR: Arq. Osmar Velasco

ASESOR: Arq. Osmar Velasco

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A mi querida Madre  
por su amor y dedicación

Partera Profesional, MARIA DEL CARMEN S.  
DE HERNANDEZ.

A mi Padre

Perito Contador, JOSE O. HERNANDEZ G.

A mis Hijitos

CARMEN MARIA, ROBERTO WALTER.

A mi Esposo

ING. WALTER R. AREVALO G.

A mis Hermanos

Dr. GLORIA ESTELA, LIC. SILVIA LETICIA,  
LIC. JORGE ROBERTO, ING. HECTOR OCTAVIO, ING.  
CARLOS AUGUSTO, Dr. MARIA DEL CARMEN. Y LIC. -  
FLOR DE MARIA.

A mis Sobrinos

ALMA MIRELLA, CARLOS ROBERTO, MARIA DEL CARMEN,  
MIRIAM DEL CARMEN.

Al Arquitecto

OSMAR VELASCO, por la Asesoría en la reali-  
zación de este trabajo.

A mis Familiares y Amigos

A la Municipalidad de Mazatenango

A la Universidad de San Carlos de Guatemala


A la Dirección General de Obras Públicas.

Guatemala,  
3 de mayo de 1,989.

Arquitecto Inf.  
Elsa Marina Hernández Samayoa  
Presente.

Por este medio me dirijo a usted, para informar le mi interés en su proyecto titulado "LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y SU RELACION CON LA ARQUITECTURA" (Aplicado a la ciudad de Mazatenango). Por ser las basuras y la disposición final de las mismas un problema que ha afectado a la ciudad desde hace mucho tiempo, pero por falta de un estudio completo como se muestra en su trabajo y de dinanciamiento no se había podido considerar la ejecución de un proyecto que venga a solucionar el problema. Y hoy gracias a su dedicación, tiempo y esfuerzo al realizar el estudio en nuestra población y el aporte económico prestado por el actual gobierno, podemos considerar el proyecto en las tres etapas como usted lo plantea, proporcionando con ello a la población un ambiente de salud y desarrollo urbano de la ciudad.

Sin otro particular quedo de usted atentamente,

  
Jorge Domínguez O.  
Alcalde Municipal de la  
Ciudad de Mazatenango.-



## INDICE GENERAL

	Pag.
Indice de Cuadros. . . . .	4
Indice de Dibujos. . . . .	5
Indice de Planos . . . . .	6
Indice de Gráficas . . . . .	7
Introducción . . . . .	9
Justificación. . . . .	10
Objetivos. . . . .	10
Propósitos . . . . .	11
Antecedentes. . . . .	11
Marco Teórico. . . . .	12
Problemática . . . . .	12
Hipótesis. . . . .	13
Delimitación del Tema. . . . .	14
Técnicas de investigación. . . . .	14

### Capítulo No. 1

#### CONCEPTOS GENERALES SOBRE LOS DESECHOS SOLIDOS Y SUS CONSECUENCIAS EN LO URBANO POR SU MALA DISPOSICION

1.1 Generalidades . . . . .	15
1.2 Clasificación de las basuras . . . . .	15
1.3 Calidad, Cantidad y Humedad de los desechos sólidos . . . . .	17
1.4 Frecuencia de recolección . . . . .	17
1.5 Contaminación ambiental producida por la mala disposición de los desechos sólidos en descomposición . . . . .	18
1.6 Enfermedades producidas por el acumulamiento y mala disposi- ción de los desechos sólidos . . . . .	20
1.7 Animales que habitan y se alimentan en los basureros . . . . .	24

Capítulo No. 2

MÉTODOS DE DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS

2.1 METODO DE FERMENTACION O DIGESTION BACTERIANA AEROBICA

2.1.0 Evolución Histórica . . . . . 28

2.1.1 Consideraciones generales y factores que intervienen en el proceso de la digestión bacteriana aeróbica . . . 29

2.1.2 Métodos abiertos o de fermentación al aire libre . . . 37

2.2 METODO DE FERMENTACION O DIGESTION ANAEROBICA

2.2.0 Descripción . . . . . 40

2.2.1 Cantidad de humedad necesaria en el proceso anaeróbico 41

2.2.2 Biodigestores que se adaptan a Nuestro Medio. . . . . 43

2.3 METODO DE INCINERACION

2.3.0 Historia de la Incineración . . . . . 52

2.3.1 Generalidades . . . . . 53

2.3.2 Combustión de elementos simples . . . . . 54

2.3.3 Calor de combustión de las basuras. . . . . 54

2.3.4 Secado de las basuras . . . . . 54

2.3.5 Contenido de humedad de las basuras, materiales inertes y producción de cenizas . . . . . 55

2.3.6 Inyección de aire . . . . . 56

2.3.7 Flujo de gases. . . . . 56

2.3.8 Características principales y componentes del horno incinerador . . . . . 56

2.3.9 Ubicación de los hornos incineradores . . . . . 63

2.3.10 Principales tipos de hornos existentes. . . . . 64

2.4	METODO DE RELLENO SANITARIO . . . . .	68
2.4.1	Bases para evaluar los terrenos opcionales de localización del relleno sanitario. . . . .	68
2.4.2	Métodos de investigación de sitios para el relleno sanitario . . . . .	71
2.4.3	Equipo necesario para la realización del relleno sanitarios. . . . .	72
2.4.4	Tipos de relleno sanitario. . . . .	73
2.4.5	Relleno sanitario manual (r.s.m.) . . . . .	76

Capítulo No. 3

LA CIUDAD DE MAZATENANGO Y SUS DESECHOS SOLIDOS

3.1.1	Descripción y características generales del departamento de Suchitepéquez y su cabecera. . . . .	80
3.1.2	Análisis de la Estructura e Infraestructura . . . . .	87
3.1.3	Análisis de la Superestructura. . . . .	106
3.2.	Generalidades de los basureros clandestinos y municipales de la ciudad de Mazatenango.. . . .	108
3.2.1	Localización de los basureros clandestinos en el área urbana de Mazatenango y su influencia sobre la población . . . . .	109
3.2.2	Clasificación de los desechos sólidos analizados en las muestras (adquiridas por la autora de la tesis) de los basureros clandestinos y del municipal. . . . .	110
3.2.3	Calidad y cantidad de los desechos sólidos. . . . .	113
3.2.4	Frecuencia de recolección de los desechos sólidos . . . . .	113
3.2.5	Contaminación ambiental producida por los desechos sólidos en la localidad . . . . .	113
3.2.6	Enfermedades producidas por los desechos sólidos en la localidad . . . . .	114
3.2.7	Roedores, artrópodos, aves de rapiña atraídos por la acumulación de desechos sólidos . . . . .	117

3.3	Ventajas y desventajas que presentan cada uno de los diferentes métodos de disposición final de desechos sólidos para ser aplicados en el caso de la ciudad de Mazatenango . . . . .	118
-----	--	-----

Capítulo No. 4

ANALISIS Y PROPUESTA DEL METODO DE DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS APLICABLE PARA LA CIUDAD DE MAZATENANGO

4.1	El escaso crecimiento de la ciudad hacia el área del basurero Municipal. . . . .	121
4.2	Incremento de la producción de desechos sólidos por el aumento de la población . . . . .	125
4.3	Método elegido para la disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Mazatenango . . . . .	128
4.4	Conclusiones. . . . .	128
4.5	Recomendaciones . . . . .	130
4.6	Localización del relleno sanitario manual . . . . .	131
4.7	Planes a Corto, Mediano y Largo Plazo que involucran a la comunidad e instituciones locales del gobierno y privadas para solucionar el problema de la contaminación ambiental producida por el basurero Municipal y basureros clandestinos, y el desarrollo del Relleno Sanitario... . . . .	137
4.8	Estimación de Costos para la Construcción del Relleno Sanitario.....	159
	BIBLIOGRAFIA.....	161

INDICE DE CUADROS

Capítulo No. 1

No. 1	Días requeridos para el desarrollo de la mosca . . . . .	18
No. 2	Enfermedades producidas por la contaminación del agua . . . . .	19
No. 3	Vías de transmisión de enfermedades intestinales (ciclo corto) . . . . .	21
No. 4	Enfermedades transmitidas por animales que habitan en los basureros. . . . .	23
No. 5	Animales que habitan y se alimentan en los basureros . . . . .	24



Capítulo No. 3

No. 6	Diez primeras causas de mortalidad en el departamento de Suchitepequez. . . . .	115
No. 7	Diez Primeras causas de morbilidad en el departamento de Suchitepequez. . . . .	116

INDICE DE DIBUJOS

Capitulo No. 2

No. 1	Pila de base cuadrada con superficie curva. . . . .	33
No. 2	Muelle de compost con aireación por medio de un marco con forma de "V" invertida que se extiende a todo lo largo . . . . .	34
No. 3	Niveles de un horno incinerador . . . . .	58
No. 4	Sistemas de ventilación o inyección de aire por corriente forzada en hornos incineradores . . . . .	60
No. 5	Métodos de remoción y enfriamiento de las cenizas . . . . .	61
No. 6	Medios para controlar en mayor o menor escala la expansión de las cenizas. . . . .	62
No. 7	Esquema de horno continuo con recirculación de gases. . . . .	65
No. 8	Esquema de horno tipo Volund. . . . .	67
No. 9	Máquinas usadas para la ejecución del relleno sanitario . . . . .	72
No. 10	Relleno Sanitario tipo Area . . . . .	74
No. 11	Relleno sanitario tipo Trinchera. . . . .	75
No. 12	Relleno Sanitario tipo Rampa. . . . .	75
No. 13	Acceso al relleno sanitario manual. . . . .	76
No. 14	Mecanismos de descarga de camiones. . . . .	77
No. 15	Nivelación manual de la basura en el relleno sanitario . . . . .	77
No. 16	Recubrimiento final de las celdas . . . . .	78
No. 17	Retroceso de camiones al frente de trabajo. . . . .	78

Capítulo No. 3

No. 18	Localización del área estudiada en el mapa de la República . . . . .	81
No. 19	Municipios del departamento de Suchitepequez. . . . .	82
No. 20	Red Vial Nacional en el interior del departamento . . . . .	83
No. 21	Red vial en el interior del departamento. . . . .	84
No. 22	Rios principales en el municipio de Mazatenango . . . . .	86
No. 23	Topografía del municipio de Mazatenango . . . . .	87

Capítulo No. 4

No. 24	Sectorización de la república según cantidad de basura (Kg/habitante/día) . . . . .	127
No. 25	Vías de acceso al área del relleno. . . . .	136
No. 26	Construcción de celdas. . . . .	142
No. 27	Primera etapa de construcción del relleno sanitario manual. . . . .	138
No. 28	Segunda etapa de construcción del relleno sanitario manual. . . . .	143
No. 29	Tercera etapa de construcción del relleno sanitario manual. . . . .	144
No. 30	Esquema de la ejecución del relleno sanitario . . . . .	145
No. 31	Dimensiones de las celdas . . . . .	146
No. 32	Dimensiones de los canales de drenaje pluvial . . . . .	150
No. 33	Localización de la tubería de drenaje del líquido percolado y de gases . . . . .	155

INDICE DE PLANOS

Capítulo No. 3

No. 1	Agencias bancarias y oficinas de servicio público del Gobierno . . . . .	93
No. 2	Servicios Públicos . . . . .	96

No. 3	Sevicios Públicos . . . . .	97
No. 4	Servicios Públicos. . . . .	99
No. 5	Instalaciones de esparcimiento y diversión . . . . .	101
No. 6	Edificios de educación y religión . . . . .	102
No. 7	Bibliotecas y edificios del gobierno. . . . .	103
No. 8	Densidad de Vivienda en el área urbana de Mazatenango . . . . .	104
No. 9	Estratos Económicos en el área urbana de Mazatenango.	105
No. 10	Localización de basureros . . . . .	111

Pág.

Capítulo No. 4

No. 11	Influencia del viento sobre los basureros . . . . .	112
No. 12	Crecimiento geográfico de la ciudad . . . . .	122
No. 13	Localización del basurero municipal y la barrera natural . . . . .	132
No. 14	Topografía del area a rellenar. . . . .	133
No. 15	Accesos al área del relleno . . . . .	135
No. 16	Proceso de realización del relleno sanitario. . . . .	139
No. 17	Indicativo de secciones . . . . .	140
No. 18	Curvas de nivel . . . . .	141
No. 19	Áreas de drenaje pluvial. . . . .	147
No. 20	Localización de zanjas de drenaje pluvial . . . . .	152
No. 21	Ubicación de tubería para drenaje de líquido perco- lado y gases . . . . .	156

INDICE DE GRAFICAS

Capítulo No. 3

No. 1	Porcentaje de las categorías de las fuerzas productivas.	87
No.2	Porcentaje de trabajadores en el sector industrial....	91

No.3	Porcentaje de trabajadores en el Sector Artesanías.....	91
No.4	Porcentaje de personas que practican las diferentes Sectas Religiosas.....	107

Capítulo No. 4

No. 5	Crecimiento poblacional anual (periodo 1989-1999) . . .	124
No. 6	Producción de basura/día (periodo 1989-1999). . . . .	138

## INTRODUCCION

Actualmente, Guatemala se ve agobiada por una serie de problemas en su estructura, superestructura e infraestructura que obstaculizan su desarrollo, visualizándose problemas característicos en cada uno de los 22 departamentos y sus respectivos municipios, detectándose en la mayoría de ellos el problema de LA MALA DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS producidos en la población.

Debido a la incidencia del problema el propósito del presente trabajo consiste en exponer lo siguiente:

Conceptos generales sobre los desechos sólidos.

Las restricciones de crecimiento urbano y la contaminación ambiental que provoca la mala disposición final de los desechos sólidos.

El estudio de 5 métodos de disposición final de desechos sólidos y la escogencia del método aplicable a la ciudad de Mazatenango.

Proporcionando con ello una solución de eliminación del problema, introduciendo conocimientos técnico-prácticos que aportan beneficios a los pobladores.

## JUSTIFICACION

Se plantea en tres niveles:

### 1) Arquitectónico:

- El tratamiento de los desechos sólidos es un tema de vital importancia dentro del campo de la Arquitectura, por ser "Los Basureros" un Área a planificar dentro la urbanización de una ciudad.

- Para poder ubicar un Basurero que prestará los servicios a una ciudad o comunidad, el arquitecto debe conocer los métodos de Disposición Final de Desechos Sólidos.

### 2) Académico:

- Se aportará un documento a la Facultad de Arquitectura, que complementará la bibliografía de Control Ambiental, que hasta el momento es mínima.

- Será el punto de partida para las inquietudes de investigación, sobre el Reciclaje o Disposición de Desechos Sólidos aplicando tecnología apropiada.

- También se dará oportunidad al estudiante para visualizar en forma directa, cómo se soluciona un problema con la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Facultad.

- Al mismo tiempo permitirá indicar el grado de acción o competencia en su abordaje, para el Profesional Arquitecto.

### 3) Beneficio a la Comunidad:

- Se proveerá a la comunidad de opciones de solución al problema de la contaminación ambiental y de la restricción de expansión urbana donde se localizan los basureros a causa de la mala disposición de los Desechos Sólidos que tiende a agudizarse debido al aumento de la población.

## OBJETIVOS

Objetivos Generales:

1. Determinar el método apropiado para la solución al problema: "Mala Disposición Final de Desechos Sólidos en la Ciudad de Mazatenango".

2. Por medio de métodos apropiados, especificar las opciones de solución que permitan prever la contaminación del medio ambiente y mejorar el ornato y la salubridad de las comunidades.

3. Constituir un documento de apoyo para los interesados en el

control del medio ambiente, específicamente en el campo de "LA DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS".

4. Establecer que la atención al medio ambiente, en el campo de "La Disposición Final De Desechos Sólidos" es competencia del Profesional Arquitecto, dentro de la planificación Urbana.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Ampliar la bibliografía sobre "Control Ambiental" existente en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Utilizar los conceptos y técnicas de los Metodos de Disposición Final de Desechos Sólidos, estudiados en el curso de Control Ambiental II de la Facultad de Arquitectura de la U.S.A.C.

#### PROPOSITOS

1. Proporcionar opciones de solución para el problema de la disposición de desechos sólidos evitando con ello la contaminación del medio ambiente en distintas comunidades.
2. Aportar opciones de solución al problema de la mala disposición de los desechos sólidos afrontado actualmente en la Ciudad de Mazatenango.
3. Mejorar la salubridad del ambiente a fin de minimizar la incidencia de enfermedades, malos olores, plagas de insectos y animales que habitan en basurales abiertos.
4. Evitar que los basureros sean una restricción para la expansión urbana donde estos se encuentran.

#### ANTECEDENTES

- La investigación de la Disposición Final de Desechos Sólidos en la ciudad de Mazatenango se deriva de la práctica realizada del ejercicio profesional supervisado en esta ciudad, problema detectado al observarse 6 botaderos de basura clandestinos en el area urbana y un Basurero Municipal, los cuales provocan: Restricción de expansión urbana donde se localizan los basureros, contaminación en el medio ambiente, un aspecto antiestético en la comunidad, insalubridad, contaminación directa de las aguas de los rios: Aquijá, Chojojá, riachuelo El Compromiso, Riachuelo Irchiú.

## MARCO TEORICO

En el periodo historico de la evolucion del hombre, cuando dejó de andar herrante por el mundo, se vió en la necesidad de asentarse en pequeños grupos sociales con el fin de protegerse, ayudarse, proveerse de alimentos, etc.

Con la convivencia en pequeñas comunidades, se empiezan a producir desechos orgánicos e inorgánicos, los cuales son extraídos de las viviendas y abandonados en lugares alejados de los habitantes, para no ser afectados por los malos olores, plagas de insectos, bichos, roedores, etc.

Al transcurrir el tiempo, el número de viviendas por poblado aumento y la producción de desechos sólidos se acrecentó por lo que aumentaron los lugares destinados para abandonar las basuras y con ellas los inconvenientes de contaminación ambiental.

El problema de la acumulación de las basuras o desechos sólidos han afectado a todas las comunidades, por lo que ha sido necesario considerarlos con el mayor grado de salubridad, tratando de contrarrestar la contaminación ambiental transformando estos materiales de desechos (basuras) de tal manera que puedan ser utilizados provechosamente para el hombre y para lograrlo se han desarrollado metodos que se adaptan a las condiciones climáticas, topográficas, socio-económicas y culturales de las poblaciones.

En el caso de la República de Guatemala por ser un país en vías de desarrollo, los desechos sólidos o basuras son abandonados en terrenos baldios o terrenos destinados para ello, sin las consideraciones mínimas de salubridad como: protección de contaminación por la filtración de líquidos producidos por la descomposición de la materia orgánica, prevención de contaminación de las aguas de los ríos, dirección del viento, etc.

## PROBLEMATICA

En la ciudad de Mazatenango observé que además del Basurero Municipal, existen basureros clandestinos tales como:

- Puente Chitum, localizado en la carretera CA-2, ingreso a Mazatenango, de la ciudad de Guatemala.

- Puente colindante al campo de la feria, anterior al puente Sacuá, localizado en la Carretera CA-2, egreso de Mazatenango hacia el Municipio de Cuyotenango.

- Puente "Brisas del Sis" dentro del área urbana Mazateca, vecino a la línea férrea, frente al Cantón "El Porvenir".



- Puente la "Otra Banda" dentro del area urbana Mazateca, union entre la 8a. avenida de la ciudad y el barrio "La Otra Banda".
- Basureros en terrenos baldios, aledaños a la linea férrea en el "Cantón la Florida".
- Basureros en terrenos baldios, en la carretera hacia la aldea "Tierras del Pueblo".

En los basureros clandestinos se ha observado que el mayor porcentaje de las basuras son de origen casero, provenientes de las viviendas aledañas a los mismos.

El basurero Municipal localizado en la carretera que se dirige a la aldea San Gabriel, es una restriccion de expansion urbana, es un foco inmenso de contaminacion ya que incineran las basuras al aire libre y gran porcentaje de las mismas cae al riachuelo Irchú (que a cierta distancia se une al rio Sis) provocando:

- Contaminación del medio ambiente, porque es fuente de microorganismos.
- Producción de malos olores.
- Propagación de plagas de insectos y roedores.
- Contaminación de las aguas de los rios, las cuales son la fuente de abastecimiento para la poblacion rural.
- Enfermedades y muerte de personas y animales.

Debido a los factores antes mencionados, se ve la necesidad de proponer soluciones efectivas para disminuir la incidencia de malestar para los habitantes de la poblacion y las múltiples enfermedades infecciosas proliferadas, ya que en el futuro se agravará tal situación, por la explosión demográfica y la ausencia de un sistema conveniente para la disposición final de desechos sólidos.

#### HIPOTESIS

La existencia de basureros clandestinos, la mala ubicacion del basurero municipal y la inadecuada disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Mazatenango, limitan la expansion urbana en los lugares donde éstos se localizan, además constituyen grandes focos de contaminacion del medio ambiente

deteriorando la calidad de vida de los habitantes de la ciudad y alrededores.

#### DELIMITACION DEL TEMA

En el trabajo presento una síntesis de los métodos de Disposición Final de Desechos Sólidos, que pueden aplicarse en nuestros poblados, y se enfatiza en la actual problemática causada por la "Mala Disposición Final de Desechos Solidos" en el área urbana de la ciudad de Mazatenango determinando el método aplicable al problema antes mencionado.

Vemos que los basureros provocan restricciones de expansión en el área urbana, trastornos en la salubridad, contaminación ambiental, mal aspecto estético y propagación de plagas de insectos, roedores y animales que se alimentan y habitan en ellos.

#### TECNICAS DE INVESTIGACION

##### OBSERVACION DIRECTA

La observación directa permitió detectar la magnitud y características del problema que ocasionan los desechos sólidos en la ciudad de Mazatenango.

##### INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

Consiste en la recopilación de información que se clasifica, ordena e interpreta para aplicarla en la propuesta de solución del problema de las basuras (desechos sólidos) afrontado en la ciudad de Mazatenango. Los documentos consultados fueron proporcionados por:

- Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la U.S.A.C.
- Biblioteca General de Ingeniería U.S.A.C.
- Biblioteca del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la U.S.A.C. (CICON).
- Biblioteca del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP)
- Biblioteca de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS).
- Unidad de Control y Saneamiento del medio ambiente, del Ministerio de salud pública y asistencia social.

## CAPITULO No. 1

### CONCEPTOS GENERALES SOBRE LOS DESECHOS SOLIDOS Y SUS CONSECUENCIAS EN LO URBANO POR SU MALA DISPOSICION FINAL

#### 1.1 GENERALIDADES

Desde que el hombre evolucionó y dejó de andar errante por el mundo, habitó en pequeños grupos comunales con el fin de proporcionarse ayuda contra los animales que los atacaran, otros grupos que los invadieran y principalmente para vivir en sociedad, afrontando problemas, siendo uno de ellos el de la eliminación de los desechos de comidas y desperdicios que se acumulaban en forma accidental o intencional.

Estas acumulaciones originaron problemas de salubridad, contaminación del medio ambiente, aparecimiento de plagas de insectos y roedores; sin embargo, con el transcurso del tiempo y los factores del clima, gran parte de estos desechos se transformaron en materiales utilizables en beneficio del hombre; lo que permite hacer nuevamente la afirmación que: "En la Naturaleza nada se pierde, todo se transforma".

Con el constante desarrollo de las comunidades, aumentó la necesidad de crecimiento urbano, restringiéndose éste donde se encuentran los basureros debido a la mala disposición final de los mismos haciéndose necesaria la intervención de las técnicas y conocimientos de ingeniería y arquitectura para proveer de soluciones a los pobladores que también se ven afectados por:

- La contaminación del aire, agua, tierra.
- Criadero de moscas, cucarachas, roedores...
- Mal aspecto estético de la ciudad.
- Otros que en el desarrollo de la tesis se describen.

#### 1.2 CLASIFICACION DE LAS BASURAS

##### BASURAS

Llamamos así al conjunto de elementos heterogéneos, desechos o desperdicios del hogar y de la comunidad en general, que pueden clasificarse en:

- a. Basuras Orgánicas
- b. Basuras Inorgánicas

a. **BASURAS ORGANICAS**

Son las que pueden descomponerse por medio de procesos naturales o artificiales dentro de un periodo razonable; entre ellas podemos mencionar:

a.1 **Desperdicios comerciales de Alimentos:**

Son los restos de comida que tiene su origen en los restaurantes, hoteles, hospitales, centros turisticos, etc; a menudo se recolectan separadamente y son vendidas para alimentar animales.

a.2 **Basura Doméstica:**

Tiene su origen en los hogares y está formada por restos de: verduras, huevos, flores, excretas de animales, etc.

a.3 **Basuras de Establos y Caballerizas:**

Está contituida por estiércol, paja, pastos, restos de forraje, alimentos como concentrado, pelo, etc.

a.4 **Basuras de la Calle:**

Contituida por hojas, ramas, palos, estiércol, animales muertos, papeles, etc.

a.5 **Desperdicios provenientes de mercados, ferias, kioskos y vendedores ambulantes:**

Ejemplo: Restos de flores, frutas, verduras, etc.

b. **BASURAS INORGANICAS**

Son todas aquellas en las que no se producen cambios por la intervención de los procesos naturales; entre ellas podemos mencionar:

b.1 **Desperdicios Comerciales:**

Son las provenientes de la operación y mantenimiento de los establecimientos comerciales, fábricas, tiendas, almacenes, talleres, etc. Comprenden principalmente: papel, cartón, tarros, plásticos y otros.

b.2 **Basuras de la Calle:**

Polvo, papeles, colillas de cigarro, tarros vacios, etc.

b.3 **Escombros:**

Restos fraccionados de materiales de demolición, tales como: adobes, tierra de revoque, enlucidos, arena, trozos de hormigón, hierro, etc.

b.4 **Cenizas:**

Este término se refiere a los residuos provenientes de la combustión del carbón-madera u otro combustible utilizado en el hogar, industria o establecimiento comercial con propósito de calefacción, producción de energia, etc.

## 1.3 CALIDAD, CANTIDAD Y HUMEDAD DE LOS DESECHOS SOLIDOS

### 1.3.1 CALIDAD

Se clasifican en:

A. Basura Combustible:

Corresponde a este grupo cualquier material que se pueda quemar fácilmente, ejemplo: madera, cartón, papel, paja, etc.

B. Basura No Combustible:

Comprende el material que no se quema, ejemplo: latas, vidrios, cenizas, etc.

### 1.3.2 CANTIDAD

\* La cantidad de basuras que se desechan por persona y por día está determinada por varios factores, tales como: el clima del lugar, costumbres raciales y estacionales, sistema productivo, etc. Estudios realizados en varias ciudades han permitido considerar una cantidad media de basura, que oscila entre 300 y 800 gramos por persona/día.

\* Por ejemplo: en California (1950-1951) la producción diaria de basura orgánica por persona fue aproximadamente de 300 gramos/día, la cual incluye tanto la originada en el hogar como en establecimientos comerciales, no abarcando los restos provenientes de las fábricas que elaboran productos de índole alimentaria.

### 1.3.1 HUMEDAD

La humedad en la basura es un factor dominante en su densidad, por lo que deben realizarse los estudios de valores mínimos y máximos para calcular su transporte y disposición final en las distintas comunidades.

## 1.4 FRECUENCIA DE RECOLECCION

La frecuencia de la recolección de desechos sólidos es un problema que debe ser estudiado en cada población, pues variará según las condiciones locales.

\*FUENTE: Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud, de Unda y Salinas Cordero, Primera edición en español, Unión Tipográfica, Editorial Hispanoamericana, 1967.

El periodo máximo entre las recolecciones se basa en tres factores fundamentales:

- a. Tiempo para que la producción de desperdicios pueda almacenarse en un depósito de dimensiones convenientes.
- b. Tiempo que tarda la basura en producir olores desagradables en condiciones medias de temperatura de la región en verano y en invierno.
- c. Ciclo de desarrollo de la mosca a la temperatura de verano. En sectores residenciales, la basura preferentemente debe ser recogida por lo menos dos veces a la semana en el verano y una en el invierno; en hoteles y restaurantes tiene que ser diariamente.

En los países Latinoamericanos: la frecuencia de recolección puede ser 5, 3 ó 2 veces por semana, considerando los tres incisos anteriores.

CUADRO No. 1  
DIAS REQUERIDOS PARA EL DESARROLLO DE LA MOSCA

Temperatura	Tiempo necesario para que se transforme	
	de huevo a pupa	de huevo a adulta
20 grados C.	10.1 días	20.5 días
27 grados C.	5.6 días	10.8 días
35 grados C.	5.6 días	8.9 días

Fuente: Departamento de disposición de desechos, de la División de Saneamiento del Medio.

La razón principal de la recolección frecuente de basura es de origen sanitaria ya que representa peligro para la salud por ser fuente de enfermedades y criadero de bichos y animales dañinos. Si los residuos contienen mayor porcentaje de restos de origen orgánico, entonces se facilita el desarrollo de bacterias, por lo que debe realizarse una pronta disposición final de los mismos; si contienen mayor porcentaje de restos de origen inorgánico entonces pueden ser recogidos en periodos de tiempo mas distanciados.

1.5 CONSECUENCIAS POR LA MALA DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS  
CONTAMINACION AMBIENTAL PRODUCIDA POR LA MALA DISPOSICION  
DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN DESCOMPOSICION

La mala disposición de los desechos sólidos contaminan el agua, el aire y la tierra, provocando disturbios especialmente en la salud del hombre, plantas y animales.

a. Contaminación del agua

Es larga la lista de las enfermedades transmitidas por la suciedad que contamina el agua y para prevenirlas es necesario proveer a los poblados de agua de buena calidad y abundante, garantizando con ello la higiene del medio; con estas condiciones es posible la lucha eficaz contra las enfermedades siguientes:

CUADRO No. 2  
ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR LA CONTAMINACION DEL AGUA

ENFERMEDAD	AGENTE TRANSMISOR	MEDIDA PREVENTIVA
Cólera	Agua contaminada	Proveer a la población de agua de buena calidad.
Conjuntivitis bacteriana aguda	Bacterias	Aseo personal.
Dengue Malaria Filariasis	Virus transmitido por el mosquito	Secamiento de estancamientos de agua.
Disentería amibica y bacilar	Agua contaminada	Proveer a la población de agua de buena calidad.
Fiebre Tifoidea	Contaminación de agua, verduras, frutas, etc.	Proveer a la población de agua de buena calidad e higiene.

b. Contaminación del suelo

El peligro potencial es agudo en lo que se refiere al desarrollo de enfermedades parasitarias, las moscas como vector, transportan los organismos desde las acumulaciones de desechos sólidos a los alimentos a través de la superficie general de su cuerpo y los pelos de sus patas.

Si el alimento es un buen medio y la temperatura es apropiada para la multiplicación bacteriana, ésta se desarrollará en forma extraordinaria siguiendo una progresión geométrica, aumentando con ello la posibilidad de que enfermen las personas que consumen estos alimentos.

Es un hecho científico comprobado que las moscas de tipo doméstico son portadoras de gérmenes patógenos, especialmente de la flora entérica, estos gérmenes pueden sobrevivir en la superficie del insecto de tres a veinticuatro horas o de seis a veintiseis días en el tubo digestivo. Este hecho tiene íntima relación con las altas tasas de diarreas infantiles y afecciones entéricas de la época de verano. Las diarreas infantiles agudas son patrimonio obligado de las personas que habitan viviendas insalubres, con deficientes condiciones higiénicas, tanto ambientales como personales, donde las moscas encuentran un medio propicio de suciedad para su procreación.

c. Contaminación del aire

Las medidas de control ambiental logran un rendimiento efectivo en la reducción y prevalencia de las enfermedades clasificadas en los grupos a & b anteriores, pero no inciden en la reducción de las enfermedades de transmisión aérea, sin embargo la remoción periódica del aire contaminado de un recinto reduce la concentración de organismos patógenos.

#### 1.6 ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR EL ACUMULAMIENTO Y MALA DISPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS

La ausencia de control y solución a los problemas de salubridad, originan riesgos al ambiente natural, ya sea por falta de higiene y aseo personal, interés de organismos municipales o estatales, de recursos económicos, material o equipo u otra causa cualquiera, causando una serie de enfermedades o trastornos que pueden agruparse de la siguiente manera:

a. Infecciones entéricas.

b. Enfermedades transmitidas por artrópodos (vectores).

a. Infecciones entéricas

El grupo de agentes causales de las infecciones entéricas se localizan en el tracto intestinal, produciendo molestias, incomodidades y la enfermedad misma.

Enteroparasitosis, es la infección producida por parásitos que viven en el intestino del hombre; los quistes y los huevos de los helmintos o vermes son evacuados en las heces de las personas provocando fuentes de infección.

Estos dos grupos de enfermedades cuyos agentes infecciosos se localizan en el tracto intestinal y que se eliminan por las evacuaciones intestinales, son sumamente significativos en la salud de la comunidad que no cuenta con sistemas sanitarios de abastecimiento de agua y disposición sanitaria de basuras, desperdicios y excretas.



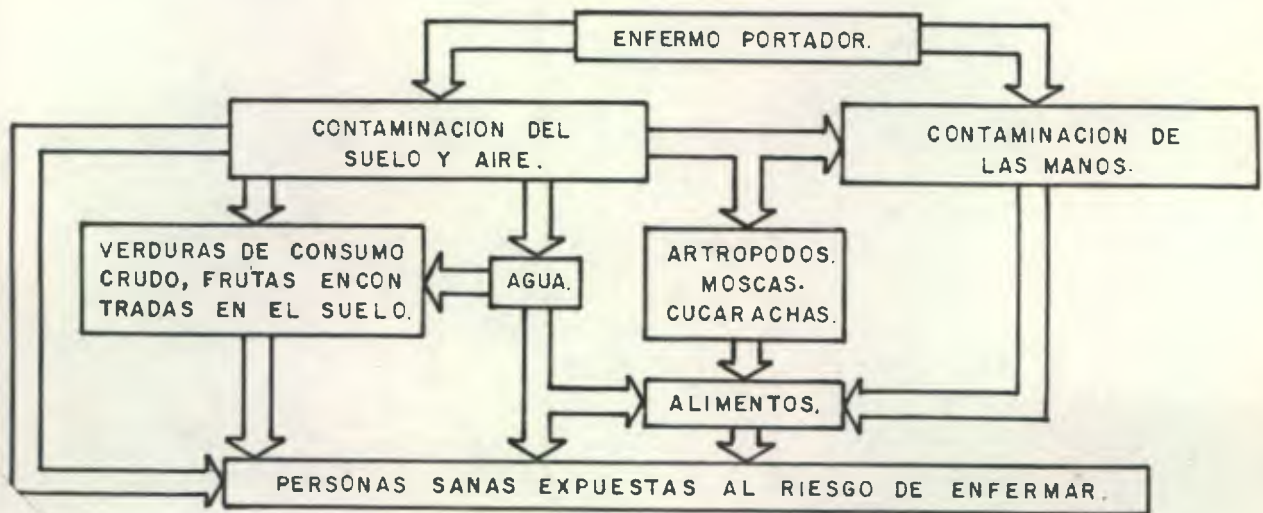
En el mecanismo de estas enfermedades intervienen tres elementos fundamentales:

- a.1 Fuente infectante o reservorio (agente).
- a.2 Via de transmisión (ambiente).
- a.3 Susceptible (huésped).

Dadas las condiciones en los países en subdesarrollo, este grupo de enfermedades permanece en forma endémica debido a que el mecanismo de transmisión encuentra un medio fértil y la enfermedad dispone de un campo abierto para su propagación.

CUADRO No. 3

VIAS DE TRANSMISION DE ENFERMEDADES INTESTINALES (CICLO CORTO)



Fuente: Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud, de Unda y Salinas Cordero, Primera Edición en Español, Unión Tipográfica, Editorial Hispanoamericana, 1,967.

b. Enfermedades transmitidas por artrópodos (vectores)

Un importante grupo de enfermedades se propagan a través de vectores, entre ellas: el paludismo, tifus, fiebre amarilla, etc.

En cuanto a las medidas de control relacionadas con las enfermedades transmitidas por artrópodos hay que establecer que se refieren fundamentalmente a medidas de saneamiento, tales como: eliminación de aguas retenidas, mejoramiento de los cursos de agua, recolección, transporte y disposición de los desechos sólidos.

Los artrópodos deben ser atacados, no solo por las posibles enfermedades que puedan transmitir, sino también por la significación que tienen en relación con trastornos o molestias para las personas que integran las comunidades. Entre los artrópodos tenemos: moscas, chinches, piojos, hormigas, arácnidos, etc.

CUADRO No. 4

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ANIMALES QUE HABITAN EN LOS  
BASUREROS

ENFERMEDAD	VECTOR
Peste o peste negra	Pulga infectada.
Leptospirosis	Ferros, cerdos, ratas y otros roedores.
Salmonelosis	Excretas de rata.
Rickettsiosis vesiculosa	Rata doméstica.
Fiebre por mordedura de rata	Dientes de rata.
Tifus Murino	Defecación de la pulga.
Latrodectus	Araña.
Chagas	Triatomino.
Pediculosis	Piojo
Tipo Exantemático	Piojo.
Malaria	Mosquito anópheles.
Fiebre Amarilla	Mosquito aedes aegypti.
Dengue	Hombre.
Encefalitis	Mosquito Culex.
Filaria	Hombre.
Infecciones parasitarias, bacterianas, virales.	Garrapata, cucaracha y mosca.

CUADRO No. 5

1.7 ANIMALES QUE HABITAN Y SE ALIMENTAN EN LOS BASUREROS

NOMBRE DEL ANIMAL	CARACTERISTICAS Y HABITOS DE VIDA	METODOS DE CONTROL
RATAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roedor.</li> <li>Las hay de varios tamaños.</li> <li>- Noruega, la de mayor tamaño, abundante en la zona templada.</li> <li>- De tejado, tamaño mediano, abundante en zona templada y tropical.</li> <li>- Casera, pequeña se diseminada en todo el mundo.</li> </ul> <p style="text-align: center;">HABITOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evacuaciones y orina habitualmente en el mismo lugar.</li> <li>- Son roedores por necesidad de gastar incisivos.</li> <li>- Sendas o caminamientos.</li> <li>- Ruidos.</li> <li>- Madriguera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas preventivas:</li> <li>- Saneamiento.</li> <li>- Eliminación de basuras y desperdicios.</li> <li>- En bodegas deben colocarse los alimentos en tarimas separadas entre ellas y del suelo.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Métodos de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecánico o trampas.</li> <li>- Envenenamiento en 1 ó varias dosis.</li> <li>- Biológico: exterminación por bacterias el cual es muy peligroso para el hombre.</li> <li>- Enemigos naturales: aves de rapaña, gatos...</li> <li>- Fumigación: dafnino para el hombre.</li> <li>- Acondicionamiento de edificios a prueba de ratas con saneamiento rutinario.</li> </ul>
PERROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carnívoro.</li> <li>- Razas desconocidas.</li> <li>- Peligroso por contraer la rabia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de basuras y desperdicios.</li> <li>- Eliminación de perros callejeros temporalmente.</li> </ul>
AVES: ZOPE O ZOPILOTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comedores de carroña.</li> <li>- No construyen vivienda.</li> <li>- Ruidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de basureros.</li> <li>- Eliminación de estancamientos de agua.</li> </ul>
INSECTOS: CUCARACHA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo oval y aplanado.</li> <li>- 2 pares de alas.</li> <li>- 1 par de antenas largas.</li> <li>- Se alimentan de materia orgánica.</li> <li>- Híde entre 12 a 60 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza.</li> <li>- Eliminación de agujeros.</li> <li>- Ajuste de tapaderas de desagüe, alcantarillas.</li> <li>- Insecticidas.</li> </ul>

#### HABITOS

- Nocturnas.
- Habitan en lugares húmedos, sombríos y abrigados, cercanos a la fuente de alimento.
- Son corredoras trepadoras y caminan.

#### PULGAS

- Tamaño de 2 a 5 mm.
- Provistas de exoesqueleto.
- Cuerpo ovalado comprimido lateralmente.
- Estructura bucal externa tubular.
- La mayoría de las especies son tropicales, aunque se adaptan a todo clima.
- Limpieza con mayor cuidado en lugares donde se acumulan pelusas.
- Limpieza y cuidado especial donde habitan animales domésticos y aves.
- Disposición y eliminación de basuras.

#### HABITOS

- Se alimentan de sangre caliente.

#### CHINCHES O TRI-ATOMINOS

- Color café obscuro o negro con manchitas amarillas.
- Alas membranosas.
- Cuerpo aplanado de contorno ovoidal.
- Limpieza y aseo.
- Uso de insecticidas.
- Mejoramiento de la vivienda.

#### HABITOS

- Se alimentan de sangre.

#### PIOJOS O PEDICULOS

- Color grisáceo o blanco.
- Tamaño varía de 1 a 3 mm.
- Abdomen alargado.
- Cuerpo de forma ovoidea y aplastada.
- 3 pares de patas que terminan en pinzas.
- Limpieza: personal y ropa.
- Uso de Shampoo, talco, lociones (para cabello, ropa) a base de insecticidas.

#### HABITOS

- Hematófagos y parásitos del hombre.
- Se hallan en los pliegues de la ropa, en el bello del puvis, axilas, bigote, etc.

## MOSCAS

- Las más comunes son: doméstica o casera, de establo, bronceada.

### HABITOS

- Gran voracidad y actividad.
- Por medio de la abertura bucal explora la superficie de objetos y sustancias.
- Defeca con frecuencia.
- Vuela en el día, reposa en la noche.
- Se reproducen en la materia orgánica en descomposición.

## MOSQUITOS O ZANCUDOS

- Un par de alas.
- Miden de 5 a 10 mm.
- La hembra es hematófago.
- Cuerpo alargado.
- El macho es fitófago.

### HABITOS

- Sus huevos los colocan en el agua.

- Medidas de saneamiento y habilitación de drenajes, rellenos, etc.
- Medidas de aplicación de larvicidas y adulticidas.

## ARACNIDOS: ARANAS

- Cuerpo dividido en cefalo-tórax y abdomen.
- Tamaño varía de 1 cm a más de 15 cm.
- Dos apéndices anteriores o palpos maxilares.
- Dos estructuras huecas finas y duras a través de las cuales inoculan el veneno a ambos lados de la cavidad bucal.

### HABITOS

- El hilo con que tejen, es producido por su organismo por las glándulas hileras, localizadas en el extremo terminal del abdomen.

- Limpieza especialmente en los rincones.
- Disposición y eliminación de basuras.

## GARRAPATA

- Abdomen no segmentado, soldado anchamente al cefalotórax.

- Limpieza.
- Disposición y eliminación de basuras.

- Quiliceros y palpos formando el órgano picador o chupador.
- Parásitos.
- Poseen tres pares de patas.

- Productos químicos específicos.

#### HABITOS

- Se alimentan de sangre caliente.

#### ALACRANES

- Palpos maxilares desarrollados, terminados en pinzas.
- Cuerpo de forma alargada, formado por cabeza, torax y preabdomen, la parte posterior estrecha es la cola terminada en un aguijón.
- Venenoso.

- Limpieza de rincones.
- Disposición y eliminación de basuras y objetos que provean de un buen ambiente para su multiplicación y desarrollo.

#### HABITOS

- Pican.
- Carnívoros.
- Viven debajo de las piedras, en basura, dentro de grietas, corteza de árboles viejos...

## CAPITULO No. 2

### METODOS DE DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS

#### 2.1 METODO DE FERMENTACION O DIGESTION BACTERIANA AEROBICA

La disposición final de basuras por medio del sistema aeróbico consiste en la descomposición biológica de la materia orgánica, tendiente a ser utilizada como humus para mejorar las tierras con fines agrícolas.

##### 2.1.0 EVOLUCION HISTORICA

Desde la antigüedad, la transformación de la basura a humus orgánico nació de la necesidad de fertilizar y retener la humedad de la tierra, esta transformación se lograba por medio de procesos aeróbicos, que se caracterizaban por malos olores, moscas, etc. anulando dichas características en los casos de pilas o zanjas cubiertas con tierra.

En las primeras prácticas de la digestión bacteriana solo se utilizó estiércol de animal, luego se practicó la colocación de capas alternas de materia fácilmente digerible como: lodo de aguas negras, desperdicios orgánicos o materia orgánica relativamente estable (paja, hojas, etc.) sobre terrenos o zanjas; en el procedimiento original se esperaba la descomposición de la basura y se le daba dos vueltas durante el período de descomposición que tardaba de seis a más meses, inicialmente y por muy corto período, la descomposición era aeróbica, luego se transformaba en anaeróbica.

En 1923, en Dinamarca se introduce el sistema de separar y triturar la basura colocándola en pilas y montones al aire libre.

En 1935, Scott y otros, realizaron estudios sobre la digestión bacteriana, utilizando el contenido de litrinas y algunos desechos, analizando los temas siguientes:

- Efectos en la salud debido a la utilización de los desperdicios tratados por métodos no sanitarios.
- Problemas sanitarios relacionados con la recolección de materiales fecales.
- Restauración del nitrógeno conseguido por diferentes métodos de digestión y almacenamiento del producto.
- Control de las moscas en la operación de digestión bacteriana.



- Consecuencia en el producto de digestión bacteriana a causa del tipo y cantidad de componentes en los desperdicios.
- Efecto del producto de digestión bacteriana en las cosechas.
- Problemas derivados de la digestión bacteriana en las haciendas.

En el proceso original la basura se localizaba en grandes pilas humedecidas por el líquido drenado, el material digerido se trituraba posteriormente en un molino y vendido como humus.

Modernamente la basura se desmenuza con en un equipo especial; el material recuperable se separa antes de la trituración y el material restante se coloca en un lugar donde pueda ser humedecida (control de humedad) para luego darle vueltas periódicamente proporcionándole aire a la digestión.

#### 2.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA DIGESTION BACTERIANA AEROBICA.

La transformación de la materia orgánica se realiza debido a la actividad del oxígeno y ciertos microorganismos, tales como: actinomicetos, bacterias y hongos, siendo las bacterias las de mayor actividad.

La duración del proceso es de varios días o meses.

Las temperaturas variarán de 25 a 45 grados centígrados (llamadas mesofílicas) y de 60 a 80 grados (llamadas termofílicas), en la mayoría de los casos el proceso se realiza a temperatura termofílica.

Al realizarse el proceso de digestión bacteriana debe observarse lo siguiente:

- a. Posibilidad de extracción de materiales no digeribles (metales, vidrios, losa, etc.).
- b. Mezcla uniforme de basuras y elementos orgánicos.
- c. Preparación de la mezcla, de modo que presente las mayores factibilidades para la invasión y el desarrollo de bacterias y microorganismos.
- d. Periodo de descomposición y estabilización en condiciones óptimas.

Para lograr el mejor proceso y economía en la digestión bacteriana deben considerarse los siguientes factores:

## 1. Separación y Trituración de la Basura

En este proceso es esencial hacer la separación de la basura digerible de la no digerible.

La trituración de la basura de índole orgánico es más fácil y de menor costo, que los materiales como: tarros, metales, vidrios, losas, pedazos de concreto, etc.

Los materiales ferrosos y no ferrosos deben ser considerados con condiciones sanitarias para poder ser reciclados; los materiales como trapos y papeles pueden ser quitados mediante succión neumática; los metales pueden ser separados por electroimanes.

Al ser triturada la basura previamente a la digestión bacteriana, proporciona las ventajas que a continuación se enumeran:

1.1 La materia es invadida con mayor facilidad por las bacterias, destruyendo la resistencia natural de las sustancias vegetales debido a la circulación de oxígeno, logrando con ello una rápida descomposición.

1.2 La trituración produce un material homogéneo, logra una aireación inicial, controla más fácilmente la humedad, el movimiento y manipulación de la misma. El material triturado se calienta más uniformemente permitiendo la sequedad excesiva en la superficie de la aglomeración, aislando la pérdida del calor y resistiendo la penetración del agua de lluvia.

1.3 Para obtener una mejor digestión bacteriana, el tamaño de las partículas debe ser menor de 7 cms. Con materia orgánica como prados, jardines, etc. los materiales deben ser tamizados o molidos en partículas de 1 cm o menos, para la mejor aplicación del sistema.

Algunos operadores consideran que con la existencia de piezas mayores o irregulares en el triturado de basuras, tienden a crearse espacios de aire en la masa y por lo tanto más oxígeno atrapado.

## 2. Relación entre el carbono y el nitrógeno

La relación entre carbono y nitrógeno (C/N) es importante en el proceso de la descomposición de la materia orgánica. En la estabilización aeróbica, los organismos vivos necesitan del oxígeno y desarrollan el protoplasma de la célula con base en el nitrógeno, fósforo, carbono y otros nutrientes que encuentran en la materia orgánica. En su mayor parte el carbono es utilizado como energía en los organismos.

Generalmente 2/3 partes de carbono se desprenden como anhídrido carbónico y el resto se combina con el nitrógeno en la célula.

Si el carbono es excesivamente alto, el nitrógeno en la materia orgánica que se va a descomponer disminuye la actividad biológica, requiriendo más ciclos para utilizar el carbono. Si mueren algunos organismos, el nitrógeno y el carbono son cedidos a otros organismos, el nitrógeno de las células muertas se utiliza con células nuevas con desprendimiento del carbono como dióxido de carbono. Consecuentemente se reduce el carbono y la cantidad de nitrógeno es limitada. Cuando la razón C/N es suficientemente baja, hay desprendimiento de amoníaco.

En el proceso de la descomposición los organismos utilizan 30 partes de carbono por 1 de nitrógeno por lo tanto 30 es la favorable para una rápida descomposición.

En experimentos los valores óptimos varían de 26 a 31. El proceso de descomposición se prolonga cuando el aumento de C/N está por encima de 30. La razón C/N puede ser de cifras tan bajas como 10 a 20 siendo estos los valores comunes, dependiendo del material que le dió origen al humus de referencia.

### 3. Cantidad de humedad necesaria en el proceso aeróbico

Investigaciones realizadas en la Universidad de Chile, han demostrado que el intervalo de humedad que permite el mejor proceso aeróbico varía entre 40 a 60%; el investigador Waksman comprobó que para el proceso de digerir el estiércol es de 75 a 80%, por lo que se puede afirmar que el contenido de humedad depende de la materia en el proceso de transformación.

### 4. Acumulación o colocación de los desperdicios para el proceso de digestión bacteriana

Son amontonamientos en depósitos como: muelles, pilas, celdas, con o sin sistema mecánico de aireación. Los más usados son: las pilas, muelles o hileras de desperdicios colocados directamente en el terreno natural o sobre pavimento que poseerán condiciones climatológicas según la localidad.

#### La digestión aeróbica por volteo frecuente de la basura

Son amontonamientos en depósitos cuya altura varía entre 1.50 a 1.80 mts (como máximo) y 1.0 a 1.20 mts (como mínimo). La basura debe ser colocada en forma esponjada para que circule el aire entre los desperdicios.

Los amontonamientos en depósitos altos necesitan mayor frecuencia de volteo, por el peso de los residuos.

Los amontonamientos en depósitos bajos son inconvenientes porque pierden el calor rápidamente y no destruyen los organismos patógenos.

El volumen de la basura original decrece de 20 a 60% y el peso original se reduce de 50 a 80% excluyendo el material extraído por recuperación o no ser digeribles.

Una de las principales características en el proceso anaeróbico es ausencia de mal olor. En los ácidos orgánicos actúan las bacterias formando el metano o bióxido de carbono. Al disminuir el contenido del ácido se eleva el pH, indicador de la inestabilidad de la acidez ambiental, temperatura y presencia de sustancia tóxica, que actúan en la productividad metanogénica. Este proceso produce dos elementos importantes que son:

- a. Metano, conocido como biogas o gas-bioquímico.
- b. Compost, para fertilizar suelos agrícolas.

#### a. Tecnología del Metano

Conocido con el nombre de "Gas de los Pantanos".

En 1884 Pasteur, presentó los resultados de los experimentos de Gallón, que había producido gas metano por fermentación anaeróbica de estiércol, produciendo por metro cúbico de material más de 100 litros de gas.

En 1886 se dedujo que de una fermentación anaeróbica se produce gas metano, hidrógeno y anhídrido carbónico.

En 1952 en Guatemala se produce la descomposición de la materia orgánica en plantas metálicas compuestas de dos cámaras de fermentación, utilizando estiércol de caballo, desechos de caña de maíz picada y paja de trigo, demostrando "La Factibilidad y Rentabilidad" que tienen los sistemas adecuados de producción de gas metano y abono biológico con desechos orgánicos locales, brindando con ello la eliminación de focos de infección, aprovechamiento de desechos agrícolas, industriales y locales de tipo orgánico incrementando la fertilización de la tierra y aprovechamiento de gas.

#### a.1 Bio-gas

Es el resultado del proceso anaeróbico de cierto tipo de microorganismos por ausencia de oxígeno. El proceso anaeróbico transforma los materiales de origen orgánico, animal y vegetal en metano, bióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico, estos gases mezclados se les conoce con el nombre de Bio-gas que generalmente existe en proporción compártida con gas metano.

El gas metano es el principal componente del bio-gas, sus características son: poco peso, antidetonante, de alto valor calorífico, incoloro e inodoro que al ser utilizado como

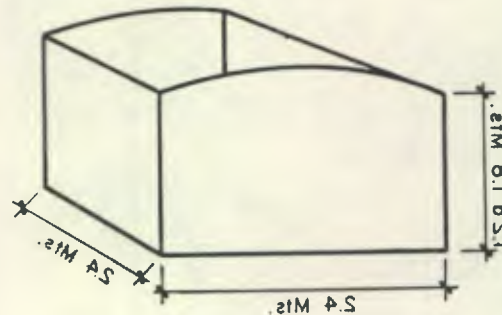
combustible produce una llama azul, es el más importante constituyente del gas natural y no es contaminante ambiental.

#### a.2 Uso del bio-gas

Es usado como energético en el hogar, en industrias, etc.

##### Dibujo No. 1

Pila de base cuadrada con superficie curva



Fuente: Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud, de Unda y Salinas Cordero, Primera edición en español, Unión tipográfica, Editorial Hispanoamericana, 1967.

## 5. Temperatura

Usualmente una temperatura de 45 a 50 grados centígrados se alcanza en las primeras 24 horas de digestión, eliminándose así los organismos mesofílicos, y las temperaturas de 60 a 70 grados centígrados se obtienen de 2 a 5 días después destruyéndose así los organismos patógenos; la declinación de la temperatura es lenta, indicando que el material es digerido.

En climas fríos, la temperatura ambiente influye sobre la capa exterior de los amontonamientos en depósitos hasta 0.30 mts de profundidad, la cual sirve de aislamiento y en cuyo volumen el proceso no es efectivo a menos que periódicamente se dé vuelta a la basura para que la capa exterior pase a ocupar el interior.

La temperatura óptima para la digestión aeróbica es de 60 grados centígrados.

## 6. Aireación

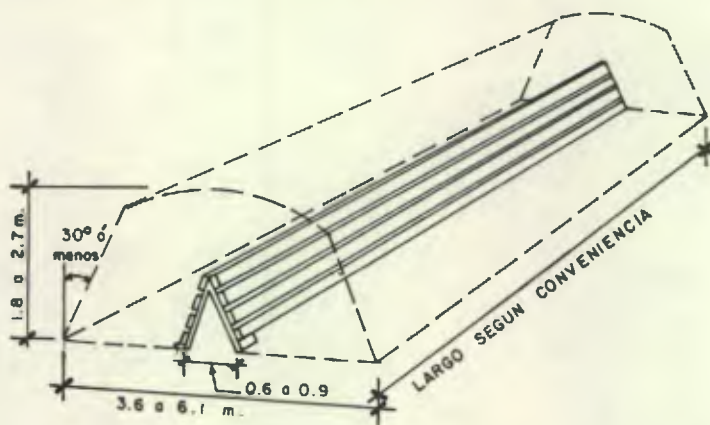
Es necesaria para que la descomposición aerobica termofílica de los residuos tiendan a transformarse rápidamente sin malos olores u otras molestias.

Los drenes basales destinados a eliminar la humedad no logran un buen rendimiento en cuanto a aireación se refiere, debido a que la entrada de aire al fondo de los depósitos es muy limitada.

Se han empleado chimeneas cilíndricas perforadas de 10 a 20 cms de diámetro, colocadas en los depósitos, separadas una de otra de 0.90 a 1.50 mts con el objeto de proveer el aire necesario.

Ver Dibujo No. 2

Muelle de compost con aireación por medio de un marco en forma de "V" invertida que se extiende a todo el largo.



Fuente: Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud de Unda y Salinas Cordero, Primera edición en español, Unión tipográfica, Editorial Hispanoamericana, 1967.

El aire circula por el túnel distribuyéndose casi satisfactoriamente, no siendo necesario el volteo.

La frecuencia de aireación y vueltas de los residuos de los depósitos depende del contenido de humedad y del tipo de material. La humedad excesiva reduce los espacios para el aire. Las basuras que tienen bastante ceniza o material inerte no necesitan ser aireados con tanta frecuencia.

La frecuencia de volteo de basura se considera según el contenido de humedad:

- Si la humedad es de 60 a 70%, se da vueltas a intervalos de 2 días con un total de 4 a 5 vueltas.
- Con humedad de 40 a 60% se da vueltas a intervalos de 3 días con un total de 3 a 4 vueltas.
- Humedad abajo de 40%, agregar agua.
- Si la humedad es superior a 70%, la basura debe voltearse todos los días, hasta reducirla al 70% para seguir el lineamiento anterior.

Un buen criterio para considerar satisfactoriamente la aireación en el proceso de descomposición debe considerar los siguientes factores:

- a. Evitar condiciones anaeróbicas.
- b. Mantenimiento de temperatura elevada.
- c. Control de moscas.

#### 7. Uso de siembra o inoculación

Se ha discutido la necesidad de sembrar cepas para la descomposición de la materia orgánica y fijación del nitrógeno tales como: enzimas, hormonas, biocatalíticos, etc.

La cantidad de bacterias o microorganismos, es alta en residuos domiciliarios, estiércol, etc. por lo que la inoculación no es necesaria para el proceso de digestión, si los factores ambientales son favorables, la multiplicación bacteriana es rápida.

#### 8. PH

No es esencial en el proceso del compost, varía usualmente de 5 a 9 si no existen sustancias alcalinas. Al inicio el PH es muy bajo debido a los elementos amortiguadores como cenizas, cal, carbonatos y sustancias alcalinas, en los 2 a 4 días siguientes sube a 5 o 5.5 y en los últimos días de 8 a 9.

## 9. Condiciones climáticas

Los principales elementos que intervienen en el proceso del compost son:

- a. Temperatura.
- b. Viento.
- c. Lluvia.

### a. Temperatura

La descomposición aeróbica se realiza en los climas fríos siempre que se tengan las consideraciones siguientes:

- Se evite la mezcla de basuras con las que ya están en proceso.
  - Se disminuya la frecuencia de volteo.
- b. Vientos

Los vientos fuertes provocan:

- La baja temperatura.
- Aumentar la evaporación de las basuras, siendo aconsejable mojar la superficie para que no penetre el viento en la pila.

### c. Lluvia

No tienen malos efectos siempre que se facilite el escurrimiento del agua en la superficie, evitando que penetre en el fondo.

## 10. Control de moscas

En el proceso de compost bien realizado no hay existencia de moscas en ninguna de sus etapas. Si el proceso no es realizado en su forma óptima se desarrolla en forma similar a un depósito en campo abierto.

## 11. Tiempo necesario para efectuar la digestión bacteriana aeróbica

Este periodo culmina con la estabilización lenta del C/N para producir un buen abono, dicho tiempo depende de los factores siguientes:

- a. Tamaño de la partícula, humedad, mantenimiento de las condiciones aeróbicas.



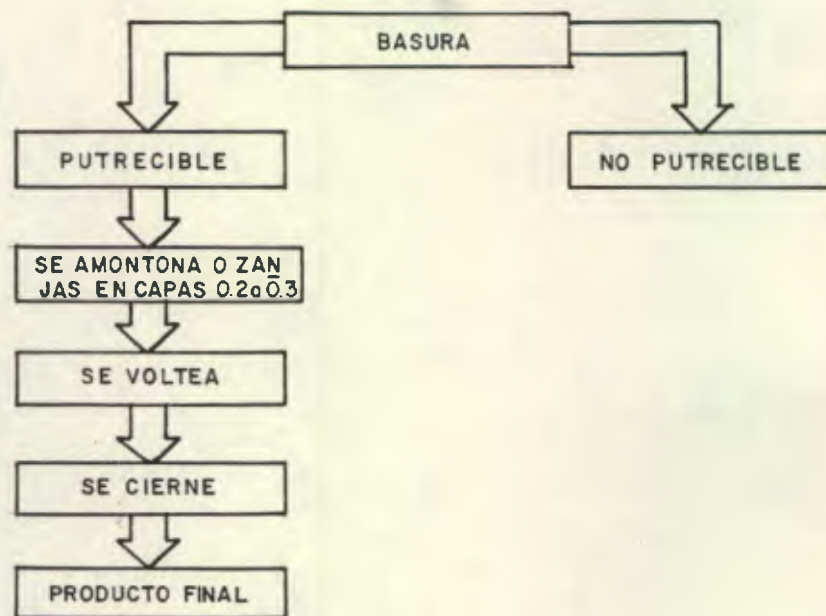
b. Proporción inicial del C/N.

12. Calidad del producto final de la basura sometida al proceso de digestión aeróbica

El mejor producto del proceso es un material blando de color café oscuro o negruzco, similar a la tierra, siendo considerado uno de los mejores fertilizantes.

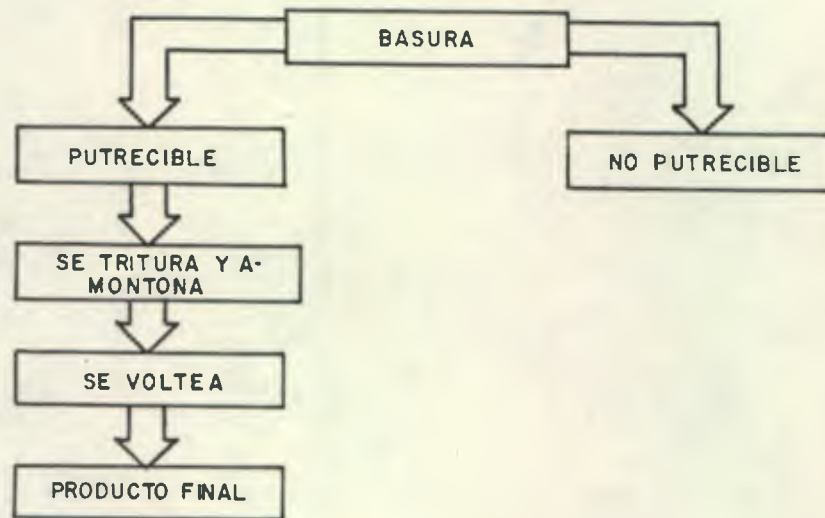
### 2.1.2 METODOS ABIERTOS O DE FERMENTACION AL AIRE LIBRE

1. Método Indore:



## 2. Método V.A.M.:

(Desarrollado en Holanda por la Compañía Semioficial de Disposición de Basuras).



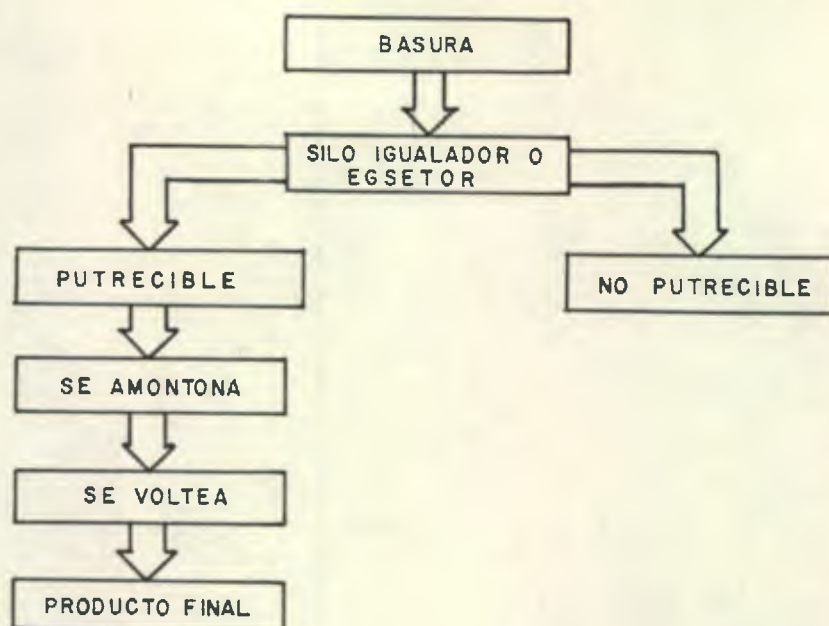
## 3. Método Dano:

Las basuras son colocadas en un silo igualador, éste es un cilindro metálico de eje horizontal de 2 a 3 metros de diámetro y de 8 a 10 metros de longitud, que gira de 2 a 3 revoluciones por minuto. La basura gira en el silo durante 24 horas donde se revuelve produciéndose una buena aireación y molienda al chocar con las paredes del cilindro y las demás materias.

Para disminuir las dimensiones del silo igualador, se auxilia con una máquina moladora y de homogenización llamada "Egsetor" y en plantas pequeñas se suprime el silo.

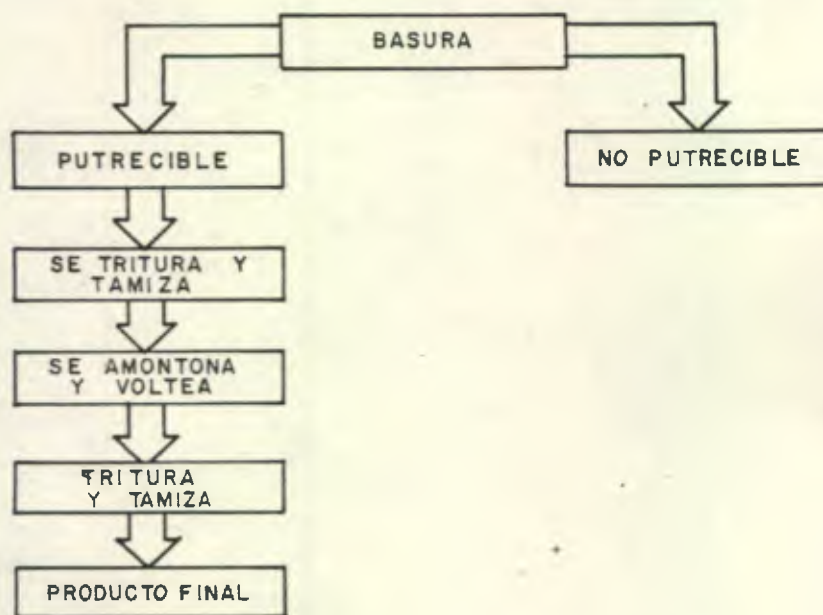
El Egsetor es un cilindro metálico de 4 a 5 mts de diámetro y de 3 metros de longitud que gira a 12 revoluciones por minuto. Dispone de barras de acero colocadas a 0.70 mts de separación y una malla o tamiz de 1.5 cms y debido a los movimientos las materias se reducen a partículas que atraviesan la malla en un periodo de 3 1/2 horas, luego de este tiempo se separan los materiales metálicos por un separador magnético.

Los materiales ya reducidos son amontonados a alturas no mayores de 2.00 mts en sitios al aire libre para que se realice la descomposición final.

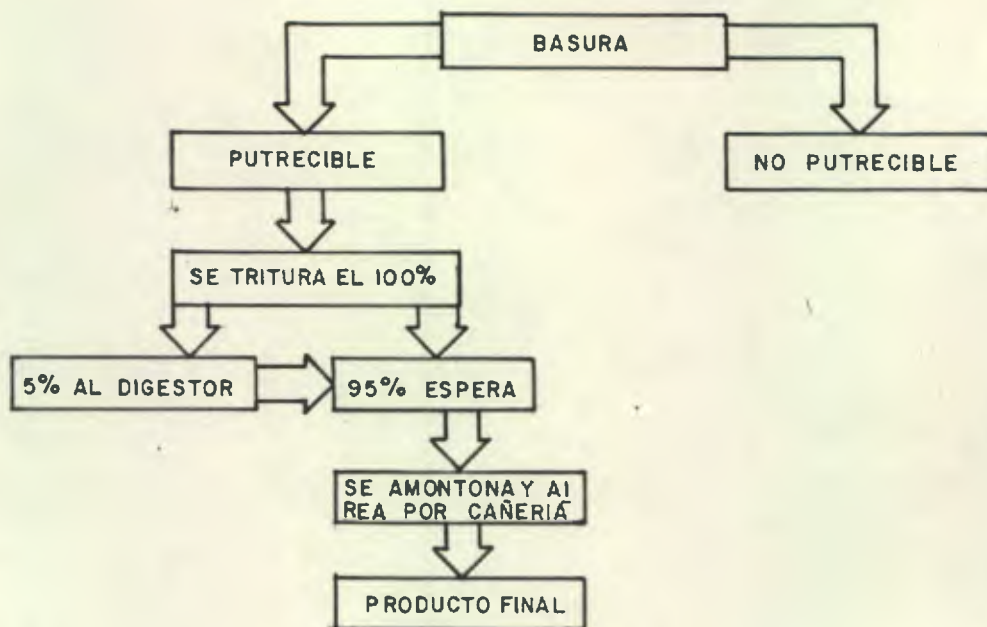


4. Método de la Universidad de California:

El proceso incluye separación de materiales, trituración, aireación de la basura a través de volteos y trituración final.



## 5. Método Snell:



## 2.2 Método de Fermentación o Digestión Anaeróbica.

### 2.2.0 Descripción:

En este método de fermentación se usa: nitrógeno, fósforo y otros elementos para desarrollar el protoplasma de las células, modificando el nitrógeno orgánico a ácidos orgánicos y amoníaco.

El carbono de los compuestos orgánicos que no se utiliza en la proteína de la célula se libera en Metano, gas de gran poder energético (8900 Kcal/m<sup>3</sup>) y una pequeña cantidad de anhídrido carbónico por lo que se necesita más carbono que nitrógeno retardando la descomposición.

Si se diera la proporción de exceso de carbono en relación con el nitrógeno en la materia de descomposición y se encuentra nitrógeno en el suelo de tal manera que pueda ser absorbido por las bacterias, éstas aprovecharán dicho nitrógeno y en segunda instancia, el nitrógeno producido como fertilizante para el desarrollo y alimentación de las plantas.

Cuando el carbono, fuente de energía, es inferior al requerido para convertir el nitrógeno en proteínas, los organismos utilizan en su totalidad el carbono y liberan el exceso de nitrógeno como amoníaco.

La descomposición de C/N igual a 20 es el límite superior para que no se extraiga el nitrógeno al suelo, aceptándose una mayor proporción si el carbono se encuentra como lignina y otra forma resistente.

### 2.2.1 Cantidad de humedad necesaria en el proceso anaeróbico

La humedad es uno de los factores más importantes en la digestión, ya que si ésta es escasa los microorganismos no se desarrollan por carecer de suficiente agua para su metabolismo y si la cantidad de agua es excesiva desplaza el aire al llenar los intersticios o huecos dejados entre las basuras, proporcionando las mejores condiciones para el desarrollo anaeróbico.

En los materiales con mucho papel el proceso o digestión es anaeróbico, cuando el contenido de humedad aproximado es de 70%.

Una de las principales características en el proceso anaeróbico es ausencia del mal olor. En los ácidos orgánicos actúan las bacterias formando el metano o dióxido de carbono. Al disminuir el contenido del ácido se eleva el PH, indicador de la inestabilidad de la acidez ambiental, temperatura y presencia de sustancia tóxicas, que actúan en la productividad metanogénica. Este proceso produce dos elementos importantes que son:

- a. Metano, conocido como biogas o gas-bioquímico.
- b. Compost para fertilizar suelos agrícolas.

#### a. Tecnología del Metano

Conocido con el nombre de "Gas de los Pantanos".

En 1884 Pasteur, presentó los resultados de los experimentos de Gallón, que había producido gas metano por fermentación anaeróbica de estiércol, produciendo por metro cúbico de material más de 100 litros de gas.

En 1886 se dedujo que de una fermentación anaeróbica se produce gas metano, hidrógeno y anhídrido carbónico.

En 1952 en Guatemala se produce la descomposición de la materia orgánica, en plantas metálicas compuestas de dos cámaras de fermentación, utilizando estiércol de caballo, desechos de caña de maíz picada y paja de trigo, demostrando "La Factibilidad y Rentabilidad" que tienen los sistemas adecuados de producción de gas Metano y Abono Biológico con desechos orgánicos locales, brindando con ello la eliminación de focos de infección, aprovechamiento de desechos agrícolas, industriales y locales de tipo orgánico incrementando la fertilización de la tierra y aprovechamiento de gas.

### a.1 Bio-gas

Es el resultado del proceso anaeróbico de cierto tipo de microorganismos por ausencia de oxígeno. El proceso anaeróbico transforma los materiales de origen orgánico, animal y vegetal en metano, bióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico, estos gases mezclados se les conoce con el nombre de bio-gas que generalmente existe en proporción compartida con gas metano.

El gas metano es el principal componente del bio-gas, sus características son: poco peso, antidetonante, de alto valor calorífico, incoloro e inodoro que al ser utilizado como combustible produce una llama azul, es el más importante constituyente del gas natural y no es contaminante ambiental.

### a.2 Uso del bio-gas

Es usado como energético en estufas, hornos, planchas, quemadores, motores, iluminación, incubadoras, etc.

Tabla de consumo de bio-gas

Cocina	0.33 m <sup>3</sup> /día/persona
Lámparas	0.15-0.21 m <sup>3</sup> /hora
Refrigerador	0.05-0.063 m <sup>3</sup> /hora
Motor de combustión interna	0.45-0.55 m <sup>3</sup> /HP/hora

### a.3 Sustitutos del bio-gas

El bio-gas sustituye combustibles como: el gas natural, gas propano, diesel, querosene y leña.

## b. Compost para fertilizar suelos agrícolas

### b.1 Bio-abono

Es el resultado de la fermentación anaeróbica de la materia orgánica que se caracteriza por la carencia de gérmenes y no posee mal olor, puede aplicarse directamente en la tierra en forma líquida o bien puede ser tratada por deshidratación.

### b.2 Uso del bio-abono

Es utilizado principalmente como fertilizante en todo tipo de tierras y por ser un producto de reciclaje representa un ahorro.

### Beneficios proporcionados al usar el bio-abono:

- Evita la utilización de fertilizantes químicos, equilibrando los elementos nutrientes en el suelo.
- Aumenta la resistencia de las plantas.
- Proporciona mayores defensas naturales al suelo debido al desgaste.
- Por experimentos, se ha demostrado que la producción agrícola aumenta de un 10 a 20%.
- Con poca cantidad del líquido se complementa la dieta de peces y ganado.

### b.3 Sustitutos del bio-abono

- Fertilizantes químicos.
- Complementos alimenticios para animales.

### 2.2.2 Biodigestores que se adaptan a nuestro medio

#### a. Planta de bio-gas, tipo Sistema Guatemala

Es una batería de digestores y un gasómetro; el objeto principal de considerar varios digestores es para cargar y descargar uno de ellos mientras los otros producen bio-gas.

Descripción de los elementos componentes de la planta:

#### a.1 Digestor

Tiene forma cilíndrica, eje vertical, con la altura preferentemente igual al diámetro. Se construye sobre la superficie terrestre, con base de concreto debajo del digestor para aislarlo de los cambios de temperatura y la humedad. Se carga en la parte superior y la descarga del líquido se hace por un tubo de drenaje en la parte inferior lateral.

La descarga de los sólidos se realiza por la tapadera de inspección o compuertas laterales contruidas con ese fin.

#### a.2 Gasómetro

Es un depósito en forma de campana invertida sumergida en un tanque de agua, que sirve para almacenar, medir y ejercer presión al gas para distribuirlo a las líneas de consumo. El gas circula desde los digestores al gasómetro y de éste a las líneas de consumo por tubería de material anticorrosivo o P.V.C.. En la planta no existe sistema de agitación ya que no se forma costra o nata en la superficie.

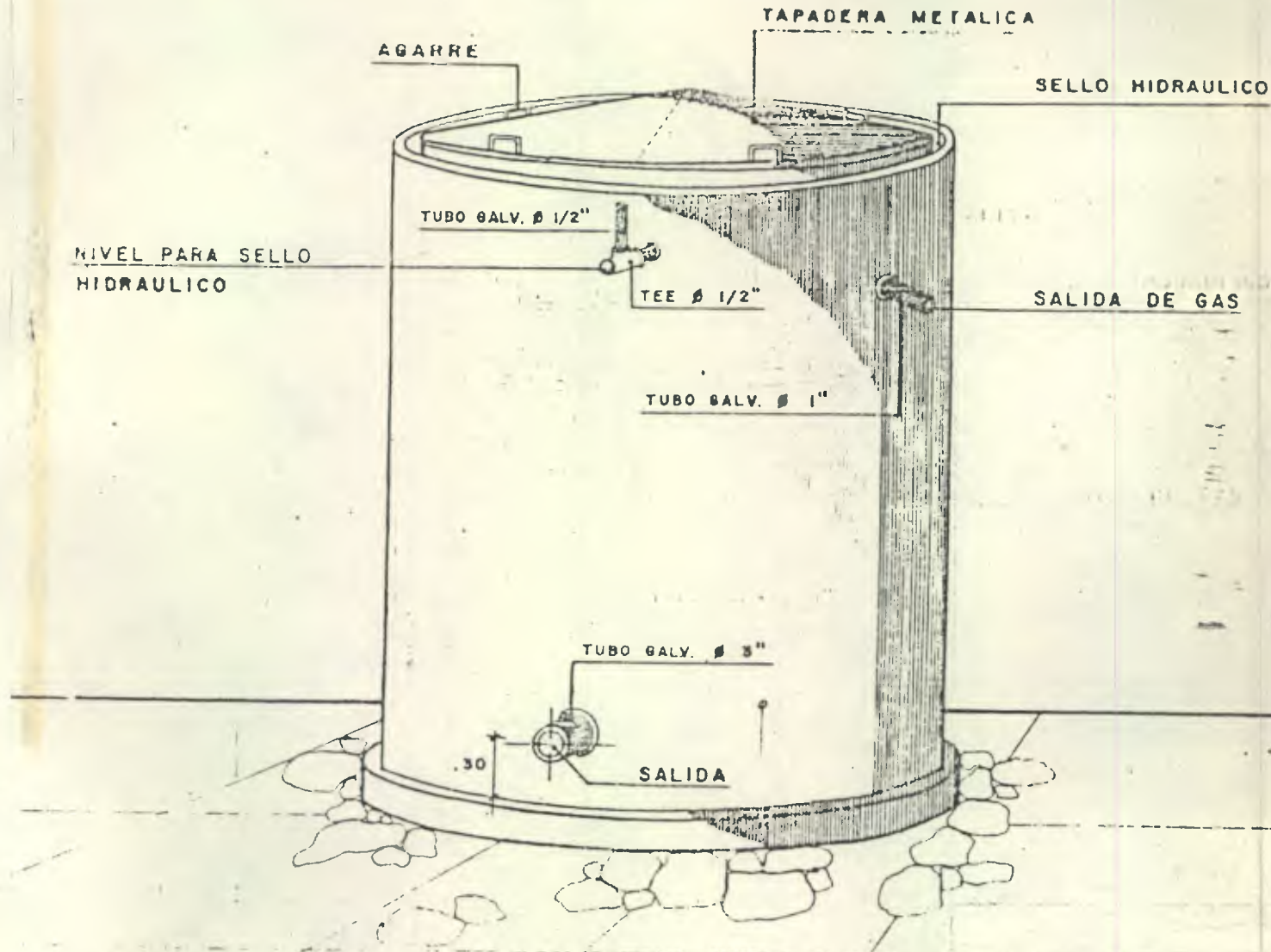
### a.3 Alimentación

La carga y descarga para este tipo de digestor es por lotes o discontinua con materia orgánica sólida de baja dilución, especialmente mezclas de desechos animales con desechos vegetales para lograr una combinación de carbono y nitrógeno llamada bio-abono.

La operación del digestor será con material compostado al aire libre por 10 a 15 días que deberán ser colocados en capas alternando los materiales.

La fermentación con condiciones de clima y mezclas adecuadas tiene una duración de 35 a 45 días para producir gas, al disminuir la producción se debe descargar.

La extracción del gas en digestores de 5 a 30 m<sup>3</sup> de volumen se realiza por chimeneas que consisten en tubos con agujeros que ayudan al gas a alcanzar la superficie del digestor.



PERSPECTIVA DEL DIGESTOR  
TIPO GUATEMALA



#### a.4 Biodigestor

Se compone de un tanque hermético donde se realiza la fermentación anaeróbica y un depósito hermético que almacena bio-gas, los dos depósitos pueden estar juntos o separados al almacenamiento del bio-gas que puede ser cargado por un sistema gravitacional o por bombeo.

Por el sistema de operación, los biodigestores se dividen en los tipos siguientes:

- a. De lote.
- b. De régimen semi-continuo.
- c. Horizontales de desplazamiento.
- d. De régimen continuo.
- e. Otros.

#### a. Biodigestores de Lote

La característica principal en este tipo de bio-digestores es que se carga una sola vez en forma total y se descarga cuando ya no produce gas.

El tanque es hermético, con una sola salida de gas que lo conduce y almacena en un gasómetro flotante.

Este tipo de biodigestores no es de uso continuo y cuando es mucha la cantidad de materia orgánica, se usan varios digestores cargados a distintos tiempos para tener disponible bio-gas. Este al igual que el tipo Cemat, son los más usados; el tipo Cemat consta de varias cámaras de digestión para evitar pérdida de tiempo en la producción, incorporando en cada cámara un gasómetro. Es prefabricado en concreto armado, consiste en un cilindro formado por piezas modulares que poseen en la base una losa fundida en el sitio, la tapadera del digestor es un domo de fibra de vidrio, lámina, madera, fibrocemento, etc.

La cámara de depósito del biogas es similar a la cámara de digestión, a la cual está conectada por un tubo de P.V.C. fibrocemento u otro.

Este biodigestor se coloca a nivel del suelo y puede adaptarse a todo clima. Las dimensiones básicas de prefabricación son de 6, 12, 20 y 25 m<sup>3</sup>.

El tiempo necesario para producir biogas y bioabono es de 45 a 60 días procediendo a la descarga cumpliendo este período.

Este tipo de digestores opera con:

- Estiércol puro de ganado porcino y vacuno.
- Mezcla de estiércol de ganado porcino y vacuno con pulpa de café, bagazo de caña, rastrojo de maíz, frijol, paja de trigo y broza (que es de baja dilución de 45 a 60% de los sólidos totales).

La carga es discontinua entre 45 a 60 días, con una previa fermentación, la cual reduce el contenido de humedad de los materiales iniciando con ello una más fácil digestión.

El gas es sustraído por un sistema hidráulico que funciona por diferencia de presiones entre el depósito del biogas y el digester.

La producción del gas será según el diseño:

- 0.5 m<sup>3</sup> de bio-gas diarios por m<sup>3</sup> de material cargado.
- 6.0 m<sup>3</sup> de digester equivalen a 1 m<sup>3</sup> de bio-abono.

b. Del Régimen Semi-continuo

Son bio-digestores de uso doméstico en el área rural, los más conocidos son: tipo Hindú, tipo Chino y el tipo ICAITI.

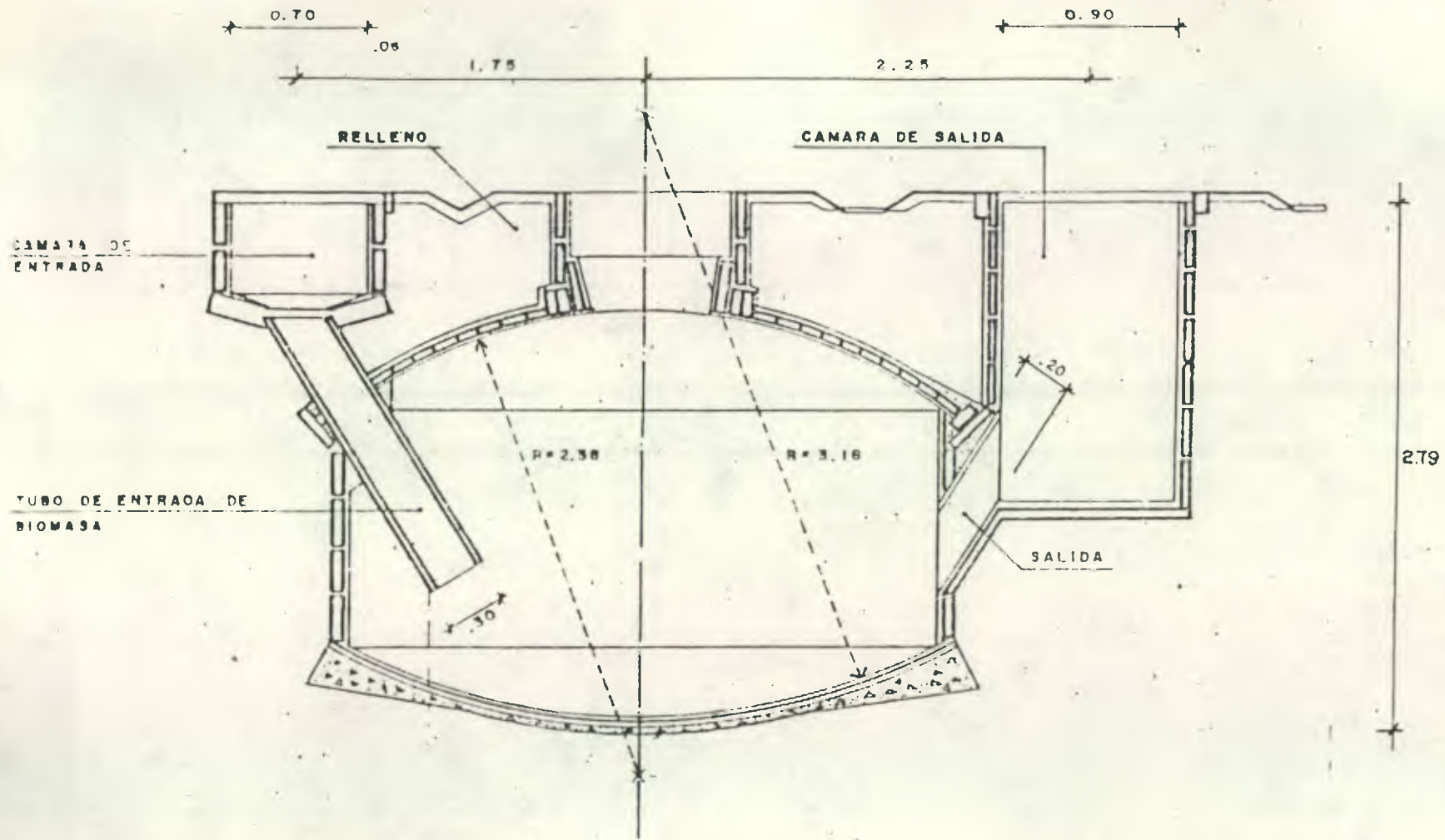
B.1 Planta de bio-gas tipo Chino

Sus características son:

1. De régimen semicontinuo.
2. Sección circular, eje vertical, paredes cilíndricas.
3. Achatado (relación altura/diámetro).
4. Techo y fondo cóncavo, sectores esféricos.
5. Construcción bajo el nivel del suelo.
6. Cámaras de entrada y salida laterales, diametralmente opuestas.
7. La tapadera removible en la parte superior del domo perforado por el tubo de salida del gas.
8. No tienen partes móviles.

Hay en diversas dimensiones que dependerán de la cantidad de demanda de bio-gas, bioabono y la cantidad de los desechos orgánicos con los que se cuenta.

Su diseño se adapta a los diversos climas por su capacidad



CORTE DE BIODIGESTOR  
TIPO CHINO

de aislamiento térmico que amortigua las variaciones de temperatura entre estaciones. El gas es producido en el espacio interior libre previsto con ese fin.

Pueden ser construidos con varios materiales dependiendo del tipo de terreno, nivel de la capa freática y materiales locales, entre ellos están:

- Bloques de concreto pre-fabricados y mortero.
- Ladrillos de cemento puzolánico (cal puzolana).
- Ladrillos de arcilla cocida y mortero.
- Piedra de canto rodado y mortero.
- Cavado directo de la bóveda en terreno rocoso.
- Concreto común (cemento, arena, grava).

En caso de digestores mayores de 50 m<sup>3</sup> se debe utilizar varillas de hierro y tubería pre-fabricada.

Este digester utiliza desechos agropecuarios, excretas humanas, mezclado con material celulósico tal como pajas de cereales, pastos, hojas, etc. Se carga el digester con materia pre-compostada aeróbicamente en su inicio con una concentración de 7 a 15% de sólidos totales en suspensión, se repone periódicamente con materia prima preferentemente pre-compostada equivalente a la cantidad de abono producido.

El digester Chino debe ser vaciado cada 6 meses, con el fin de retirar los lodos sedimentados y el afluente líquido debiendo dejarse una décima del volumen inicial para la nueva carga.

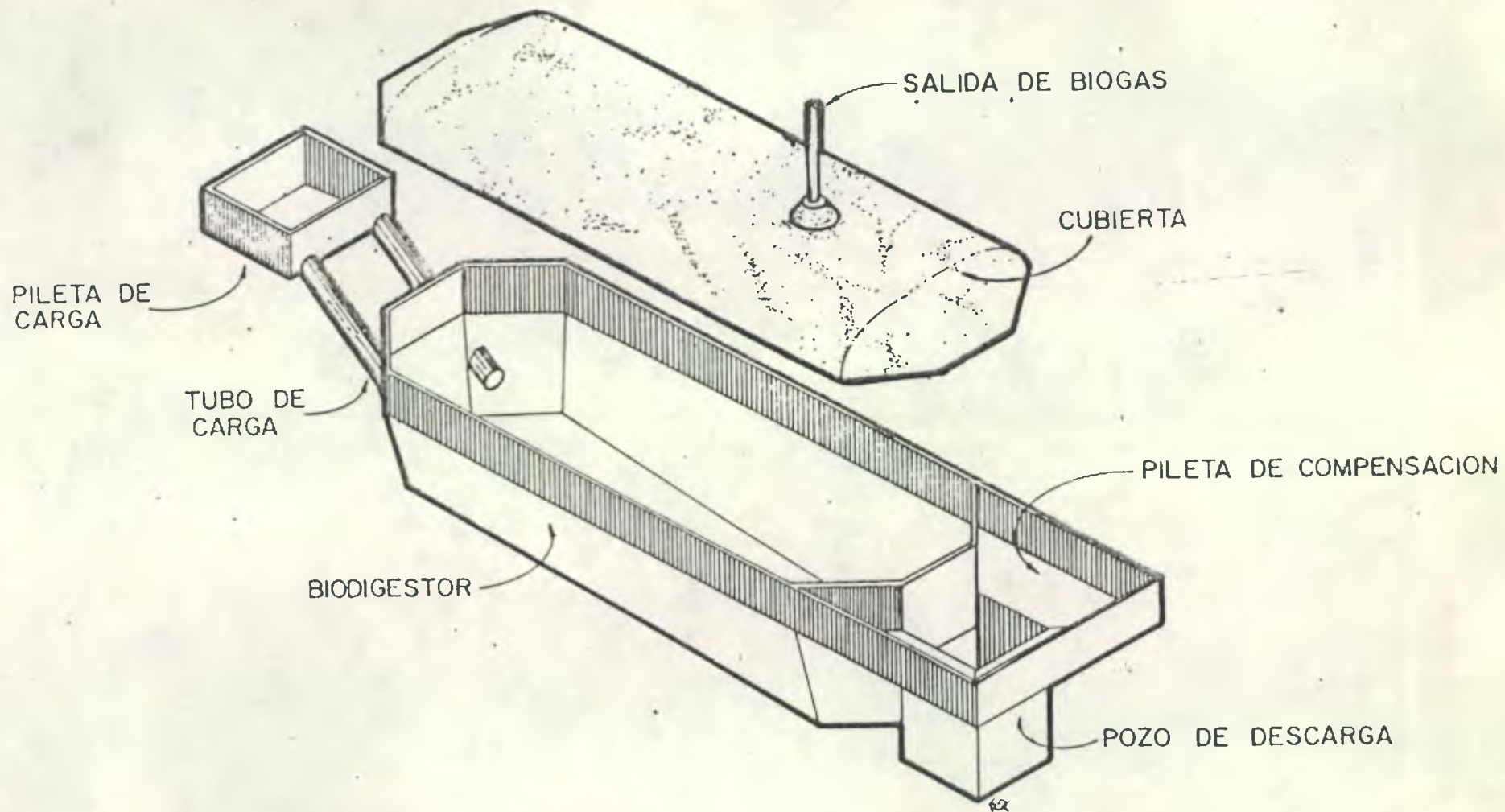
La extracción del gas y el sistema de agitación es de tipo hidráulico, cuya labor consiste en lograr diferencia de presión entre la cámara de entrada y la del digester agitando el material y extrayendo el gas producido.

Una planta de 12 m<sup>3</sup> produce 45 quintales de abono por cada descarga o vaciado.

## b.2 Planta de bio-gas tipo ICAITI

Está formado por:

- Un tanque cerrado o sea el digester.
- Una pileta de carga.
- Un pozo de descarga.
- Un sistema de recolección y almacenamiento.

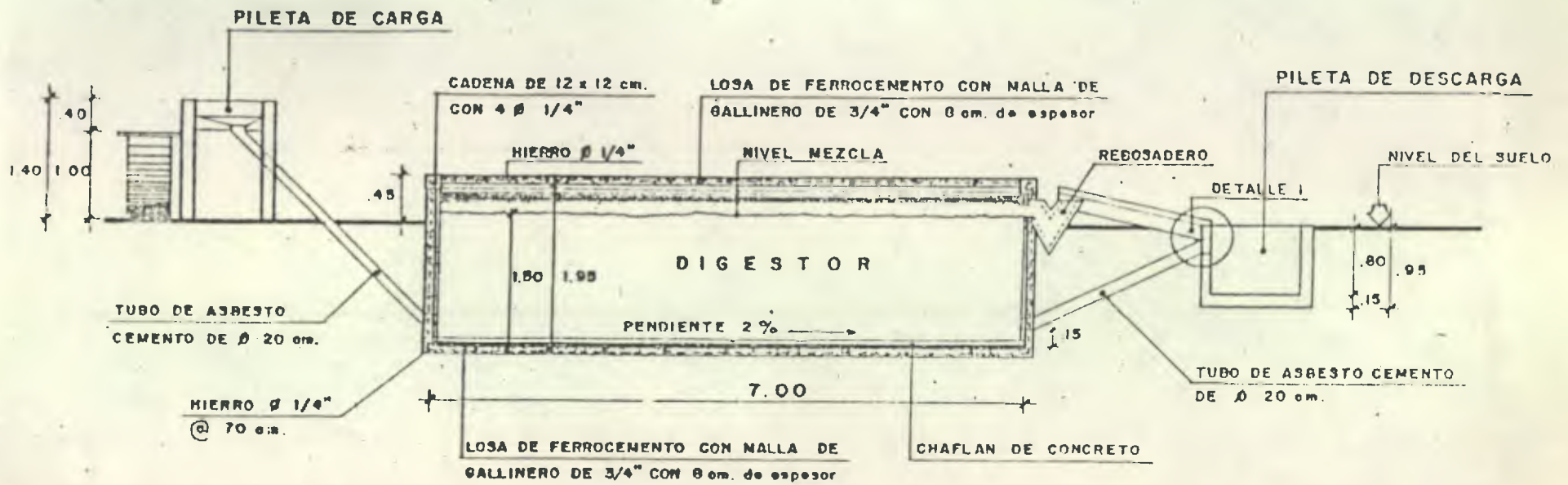


**ICAITI**

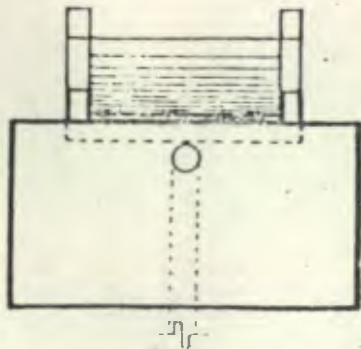
**BIOGAS**

LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA

ELEMENTOS DEL DIGESTOR



CORTE DE BIODIGESTOR DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



DETALLE I

El digestor es un tanque cerrado de forma alargada construido bajo tierra, conectado en un extremo con la pileta de descarga mediante un tubo y en el extremo superior con la pileta de carga.

La recolección y almacenamiento de gas se verifica en la parte superior del digestor, por medio de una tubería anticorrosiva conectada a una bolsa ahulada donde se almacena el biogas.

Los materiales usados en su construcción son:

- Block.
- Barillas de hierro.
- Tubos de hierro galvanizado.
- Tela plástica.
- Arena de río.
- Tubos de concreto.
- Piedrín.
- Cemento.

Estos digestores trabajan con desechos orgánicos: excretas de ganado vacuno, porcino y avícola e incluso excretas humanas (con las que se debe tener mayor precaución), maíz, arroz, trigo, hortalizas y grama (en un 25% como máximo), mezclándolos con desechos animales (en un 75%).

El biodigestor tipo ICAITI tiene función semicontinua, se aconseja cargar el digestor con 1/30 a 1/60 del volumen total del material para que se sellen las entradas de aire, preferiblemente debe ser pre-compostado, en los días siguientes se completa el 90% del volumen de la planta, terminado el llenado se deja en reposo por varios días hasta que el gas que evoluciona en el digestor al ponerse en contacto con una llama de fuego se quema, siendo ésta la indicación de que el proceso de fermentación está correcto, procediéndose a la carga y descarga diaria.

Esta planta opera en todos los climas, con la condición de que la temperatura en el interior del tanque no sea baja, si se diera el caso de la instalación de la planta en clima frío debe hacerse un invernadero sobre el digestor o un lecho de material vegetal sobre la cubierta.

Al realizarse la fermentación del material orgánico se visualizan burbujas en la superficie manifestándose de esta forma la presencia del gas que luego será extraído por medio de una

tubería anticorrosiva hacia una bolsa de hule que lo distribuirá a los lugares de consumo.

La producción de biogas es el 30% del volumen instalado.

#### c. Digestores Horizontales de Desplazamiento

Usualmente son largos, se localizan enterrados a poca profundidad semejantes a un canal de sección transversal circular, cuadrada o en "V" con proporciones de 5 a 1 hasta 3 a 1, con operación semicontinua, siendo cargado el digester por un extremo y saliendo los lodos por el otro extremo. Posee una cúpula rígida y durable que no permite fugas, el gas se conecta a la cúpula de la cual pasa a un gasómetro flotante.

Este tipo de biodigestores se aconseja construirlos para volúmenes mayores de 15 m<sup>3</sup>.

#### d. Biodigestores de Régimen Continuo

Son usados en plantas de tratamiento de aguas negras y en plantas de tipo industrial, utilizando los desechos orgánicos en mayor escala, por lo que se generará mayor cantidad de biogas, aprovechándolo de nuevo en la misma industria.

#### e. Otros tipos de biodigestores

Entre ellos están los filtros anaeróbicos de alimentación continua y de alta dilución, en los que se logra retener microorganismos dentro del digester por 20 a 30 días, mientras el líquido activo circula en 1 a 5 días, reduciendo con ello las dimensiones de la planta, costos de instalación y operación produciendo biogas con más eficiencia.

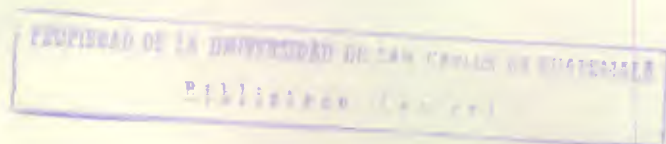
## 2.3 METODO DE INCINERACION

### 2.3.0 Historia de la incineración

El primer horno incinerador fue construido en Inglaterra en 1874 para basuras municipales. En 1885 se obtuvo combustión secundaria de los gases en la base de la chimenea, en el que se quemaban los materiales de baja temperatura lo cual fue excesivamente costoso.

Con el cambio de condiciones socioeconómicas, culturales en las poblaciones Inglesas, la incineración de la basura fue minimizándose hasta que en 1951 existían únicamente 2 plantas.

En 1895 se construyeron en Estados Unidos los primeros incineradores para quemar basura con carbón. En 1910 se diseñaron hornos incineradores con depósitos mecánicos de cargar y activar el fuego.





### 2.3.1 Generalidades

Es la destrucción de las bacterias, basuras e insectos desde un punto de vista sanitario, de la forma más rápida y eficaz. No todas las basuras pueden ser incineradas porque existen dos calidades de desechos sólidos: los combustibles (papeles, cartones, maderas, etc.) y los no combustibles (vidrios, tarros y otros que no se quemán).

La energía calorífica de un horno incinerador puede ser aprovechada con propósitos municipales, industriales y caseros a través de un buen diseño.

Algunos hornos incineradores han sido instalados y dejados sin uso alguno por las circunstancias que se describen a continuación:

#### a. Alto porcentaje de humedad de los desechos

Que implica un secamiento interior del aire utilizando combustibles adicionales que dependen de las características y diseño del horno. La temperatura para incinerar las basuras será de 675 grados centígrados, tendiendo a evitar la producción de los malos olores. Para aprovechar la incineración es necesaria la producción de vapor, elevando la temperatura de 950 a 1000 grados centígrados.

#### b. Contenido de materia vegetal

Si la temperatura del horno no es la necesaria para consumir dicha materia, ocasiona que el residuo se descomponga y se produzcan bacterias y malos olores.

#### c. La instalación y el costo

El factor económico es de gran importancia en la construcción, evacuación y mantenimiento de los hornos. En ciertas poblaciones se encarece su función por que la mayor parte de desechos son de origen vegetal. Pero esta construcción será obligatoria en algunas poblaciones que carecen de terrenos apropiados para rellenos sanitarios, biodigestores, etc., siendo más recomendable el uso de los incineradores en caso de la separación de la basura seca y no combustible.

#### d. Material recuperable

En el sistema de incineración no se recuperan materiales de valor comercial, aunque puede realizarse previamente una separación de materiales que serán tratados con las condiciones sanitarias adecuadas.

#### e. Capacidad de la Planta

Las condiciones de vida de una población pueden variar

según las modificaciones socioeconómicas, culturales por lo que las basuras variarán de cantidad y calidad haciendo que un incinerador bien diseñado se transforme en inapropiado para el futuro.

### 2.3.2 Combustión de elementos simples

Llamamos así a materiales como: papel, trapos, cueros, grasa, aceites, productos del petróleo, compuestos esencialmente de lignito, etc. que son la fuente principal de energía calorífica.

En la combustión intervienen tres elementos principales:

- a. Carbono.
- b. Hidrógeno.
- c. Azufre.

Conociendo el calor de la combustión de la basura, humedad y materia inerte, puede calcularse la energía calorífica producida.

#### a. Propiedades del carbono

Es el principal elemento de la energía calórica y cuando arde en presencia de suficiente oxígeno se forma el anhídrido carbónico.

#### b. Propiedades del Hidrógeno

El hidrógeno libre arde con formación de agua.

#### c. Propiedades del Azufre

Al combinarse el azufre con el oxígeno se forma el anhídrido sulfuroso.

### 2.3.3 Calor de la combustión de las basuras

El calor de la combustión de los distintos materiales varía de 4,000 a 25,000 BTU por libra (2,190 a 13,600 Kilocalorías/Kg).

Las basuras contienen: humedad (por lo que requieren energía calórica para su evaporación), materiales inertes que consumen energía calórica, razón por la cual los laboratorios deben tener pruebas e información de basura en estado seco y libre de materia inerte (arena, polvo, cenizas, etc.), permitiendo calcular el peso y volumen de los gases que se producirán en la combustión y la cantidad de cenizas residuales que generará el horno.

### 2.3.4 Secado de las basuras

La basura se introduce en la cámara principal de combustión

donde se expone a los gases calientes, al calor radiante emanado del fuego y a los muros refractarios del horno.

Factores que intervienen en el secado:

a. Forma, superficie y porosidad de las basuras

Cuanto menor es la superficie del residuo o más veces es dividida, es más rápido el secado y será más lento mientras mayor sea la compactación.

b. Calor radiante de los muros refractarios y de la basura ardiendo

Parte de este calor se absorbe por la basura que llega al horno, el agua de los desperdicios se evapora antes de que la temperatura llegue a 100 grados centígrados. La temperatura de la llama de combustión de las basuras en el horno incinerador puede alcanzar valores tan altos como 2,480 grados centígrados, calor que es irradiado dentro del ambiente del horno. El calor disponible de los muros refractarios del horno corresponde al calor absorbido menos el calor perdido por conducción.

c. Velocidad y temperatura del aire en circulación

El secado se incrementa al reemplazar el aire proveniente de la humedad de la basura por aire más seco. Cuanto más alta es la temperatura del aire renovado mayor es el secado.

d. Humedad de la basura y contenido de agua en el aire atmosférico inyectado

Cuanto más humedad tenga el aire inyectado o más humedad haya en los desperdicios, más largo es el lapso de tiempo de secado.

### 2.3.5 Contenido de humedad de las basuras, materiales inertes y producción de cenizas

Cuando el contenido de humedad y la materia inerte es alto, la basura no se quema satisfactoriamente ya que tiene que realizarse la evaporización que requiere 975 BTU aproximadamente para una libra de agua a 100 grados centígrados.

La combustión debe producir energía para: evaporizar la humedad de la basura y para mantener la temperatura en 710 grados centígrados del vapor, desechos, aire y muros refractarios del horno. Si la humedad es muy alta la temperatura debe aumentarse a 1,100 grados centígrados y deberá agregarse un combustible adicional como: carbón mineral, gas, petróleo, para evitar malos olores, humo y una incompleta oxidación de los desechos.

En teoría las materias combustibles deben oxidarse a productos gaseosos.

### 2.3.6 Inyección de aire

Para dicha inyección debe considerarse:

#### a. Suficiente cantidad de aire

El incinerador debe contar con el suficiente oxígeno para reducir en medida posible la materia oxidable, el aire inyectado debe estar por encima de los 710 grados centígrados.

#### b. El secado de los desechos

El aire debe ser inyectado de tal forma que maximice el secado de los desechos húmedos en el horno.

#### c. Mezcla de los gases con suficiente cantidad de aire

Es requisito indispensable para el proceso completo y rápido de los gases en combustión.

#### d. Precalentado del aire

La temperatura de combustión aumenta proporcionalmente a la temperatura del aire precalentado que se inyecta al horno.

### 2.3.7 Flujo de gases

La velocidad de los gases en los conductos de la cámara primaria varía de 3 a 12 m/s.

En la cámara secundaria circula a una velocidad que varía de 1.5 a 3.0 m/s. para permitir la sedimentación de las partículas de cenizas de mayor tamaño, la velocidad del flujo de los gases que abandonan la cámara varían de 6.0 a 12.0 m/s.

### 2.3.8 Características principales y componentes del horno incinerador

Componentes comunes de todo horno incinerador son:

#### a. Equipo y boca de carga.

b. Cámara primaria o de combustión principal, donde se realiza el precalentado y combustión de los desperdicios.

c. Cámara de combustión secundaria o de expansión, en la que se totaliza la combustión y expansión de los gases así como la sedimentación de las cenizas en suspensión.

d. Chimenea a través de la cual se descargan los gases a la atmósfera.

e. Equipo o sistema para eliminar la ceniza y escoria.

a. Equipo y boca de carga

Carga Directa

Se realiza en algunos incineradores que tienen puertas de carga laterales adyacentes a aquellas en que se avacia la basura, reduciendo la mano de obra en la operación.

Tipo de cadena sin fin

Puede tener dimensiones variables, siendo las de mayor tamaño las de alimentación mecánica. Estas bocas suelen cerrarse con puertas metálicas que se abren por un sistema mecánico de cadena, las puertas se recubren con material refractario a las altas temperaturas y reducir las pérdidas de calor.

b. Cámara primaria o de combustión principal

Debe ser diseñada para un rápido secado y combustión completa de los desechos y gases volátiles producidos, a pesar que muchos de ellos se queman en la cámara secundaria.

La cámara de combustión principal debe estar recubierta interiormente con ladrillo refractario de 0.20 a 0.25 metros de espesor y que resista temperaturas por encima de 1320 grados centígrados.

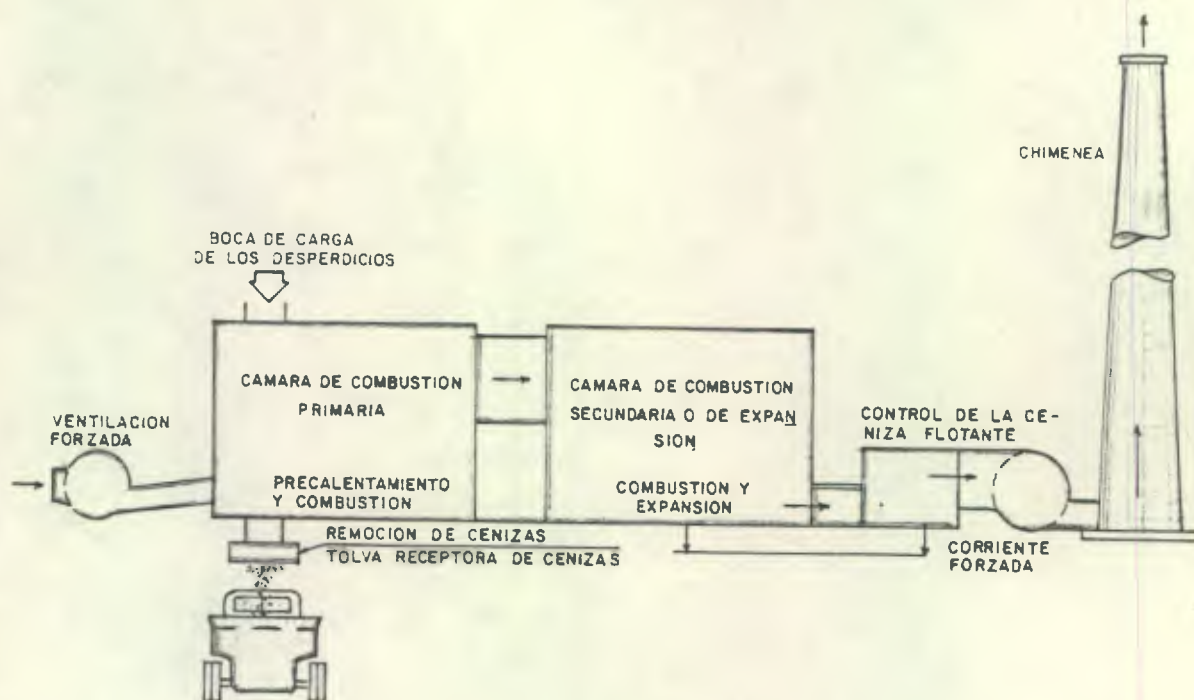
La zona de combustión primaria es el lugar donde la basura se somete a un intenso calor, el sistema más simple consiste en un parrilla fija hecha de hierro colado que debe constar de varias secciones para reducir el costo de manutención y reparación, el aire pasa de abajo hacia arriba a través de la basura en combustión.

Algunas plantas utilizan un sistema de tubos rotatorios enfriados por aire que giran permanentemente con el propósito de revolver el material en combustión, acelerar el proceso y suplir el déficit de oxígeno necesario.

Los Hornos incineradores tienen tres niveles: El primero corresponde al nivel superior por donde se alimenta a través de una o varias puertas. El segundo, está a la altura de las parrillas, en éste, el operador ajusta el abastecimiento de aire, utiliza el fuego y vacía las cenizas y escorias. El tercer nivel es el del fondo del horno.

Ver dibujo No. 3

DIBUJO NO. 3  
NIVELES DE UN HORNO INCINERADOR



Fuente: Municipal Incineration, Technical Bulletin No. 5 Sanitary Engineering Research Project, University of California, 1951.

Los combustibles adicionales se aconseja usarlos en los casos siguientes:

- Plantas que operan 24 horas al día.
- En caso de diseño y operación deficientes.
- Desperdicios con exceso de humedad.
- Si se requiere de mayor cantidad de energía calórica para usar en industrias, domésticos, etc.

c. Cámara de combustión secundaria o de expansión

Está situada entre el horno y la chimenea, tiene los siguientes propósitos:

- Permitir la mezcla de los gases quemados y no quemados para que se efectúe la combustión.

- Reducir la turbulencia y velocidad de los gases para permitir la sedimentación del polvo y ceniza.
- Completar la combustión de la ceniza u hollín fino, que de otra manera saldría incandescente por la chimenea.
- Quemar cadáveres de animales.
- Usar algunas veces la energía calórica de los gases con fines utilitarios.

Si la temperatura en la cámara principal no es suficiente, los gases volátiles pasan a la cámara secundaria en donde se produce la combustión que en ocasiones se realiza en los conductos de la chimenea. Las cámaras deben ser recubiertas con material refractario que varía de 0.20 a 0.25 metros de espesor. Se aconseja colocar muros o tabiques en la cámara para mejorar la mezcla de los gases e incrementar el choque de las partículas de cenizas en suspensión que deberán ser evacuadas 4 veces al mes. Los métodos usados con mayor frecuencia para introducir aire por corriente forzada a la cámara de combustión principal son los siguientes:

Corriente de aire introducida a presión atmosférica  
Venturi con chorro de vapor (Jet) recuperador del calor parcial de los gases calientes.

Ver dibujo No. 4

#### d. CHIMENEA

Los objetivos principales son:

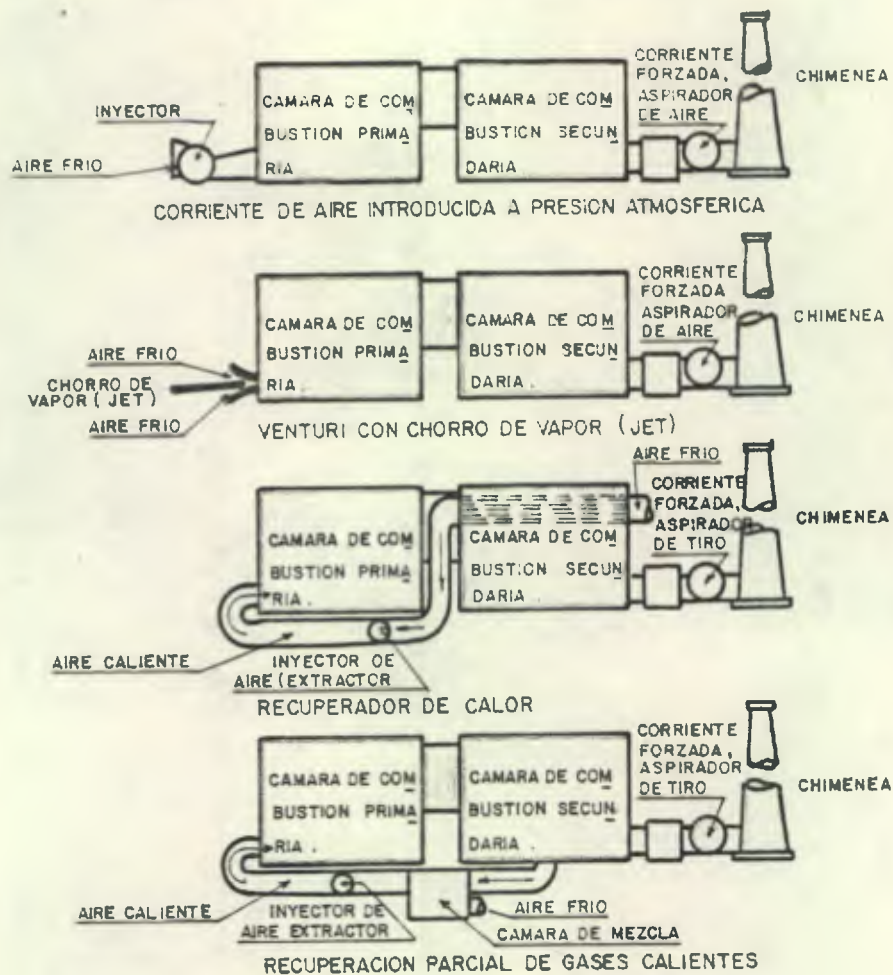
- Descargar a la atmósfera los gases producto de la combustión.
- Medio de producir una corriente de aire o tiro de la chimenea en un sistema de incineración.
- Descargar los gases a suficiente altura para hacer posible la dilución reduciendo al mínimo los efectos de las cenizas livianas.

Se recomiendan chimeneas con altura de 30 a 50 metros, las chimeneas bien proyectadas deben incluir: Entrada (para eliminar las cenizas sedimentadas, observar y reparar el interior), como también disponer de una escalera exterior de acceso y contar con las luces de señal para los aviones.

Generalmente las chimeneas se diseñan para descargar de 100 a 200% de los gases calculados.

Los materiales usados en la construcción de las chimeneas son: acero y hormigón armado recubierto con material refractario.

DIBUJO No. 4  
SISTEMAS DE VENTILACION O INYECCION DE AIRE POR CORRIENTE FORZADA  
EN HORNOS INCINERADORES



Fuente: Municipal incineration, Sanitary Engineering  
Research Project, University of California.

Los gases representan del 50 al 90% en peso del material quemado en el horno. Las partículas suspendidas en los gases son sólidas o líquidas y cuando su contenido es alto se aprecian a simple vista por su color negro o gris, reduciendo la visibilidad y originando la contaminación atmosférica. El 98% del total de las partículas descargadas por los hornos tiene un tamaño menor de un micrón.

e. Equipo o sistema para eliminar la ceniza o escoria

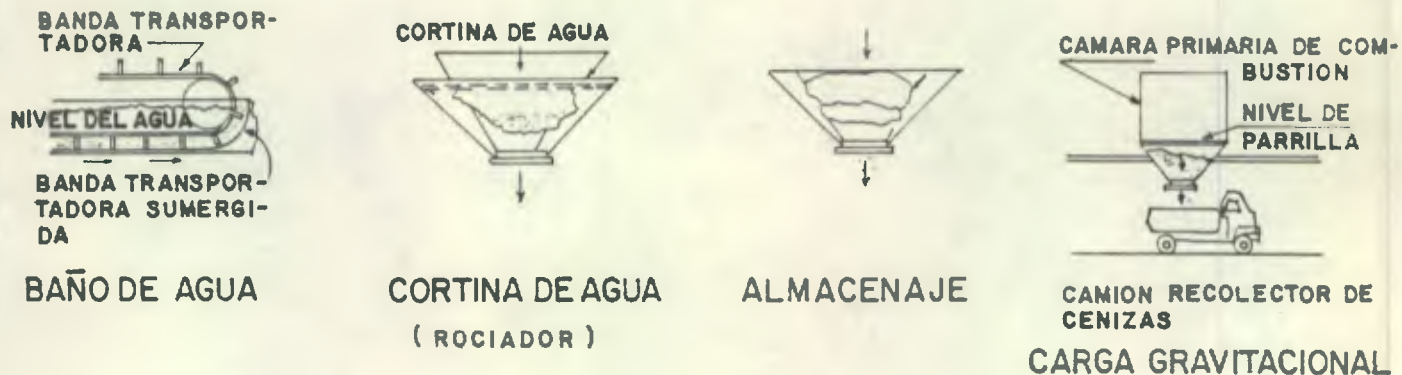
Depende del diseño del horno, la mayor parte de plantas reciben las cenizas en un pozo que tiene forma de tolva y que permite cargar por gravedad los camiones que deben transportarla. Son metálicas, con compuertas en el fondo que son accionadas manual, hidráulica, mecánica o eléctricamente. En plantas



pequeñas se pueden acumular las escorias y cenizas de un día o más. Las cenizas se enfrían por un rociamiento de agua aumentando del 25 al 50% de su peso.

Ver dibujo No. 5

### MÉTODOS DE REMOCION Y ENFRIAMIENTO DE LAS CENIZAS



Fuente: Municipal Incineration, Sanitary Engineering Research Project, University of California.

El tamaño de las cenizas y escorias varia de una fracción de micrón a varios centímetros.

Cuando la basura se quema a alta temperatura se produce una escoria dura de óxido inorgánico, a baja temperatura se produce exceso de ceniza a causa del carbono no quemado.

El 1% aproximado de las cenizas son arrastradas por el aire que pasa por las cámaras de combustión, las cenizas deben ser evitadas porque:

- Son contaminación para la atmósfera.
- Son peligro potencial de incendio en los alrededores de la plantas.
- Las cenizas más pesadas se sedimentan extendiendo una capa en las vecindades.

Ver dibujo No. 6

DIBUJO N. 6

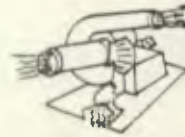
MEDIO PARA CONTROLAR EN MAYOR O MENOR ESCALA LA EXPANSION DE LAS CENIZAS



CAMARA CON  
TABIQUES



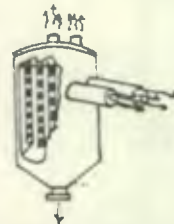
CAMARA DE  
EXPANSION



PRECIPITADOR  
CENTRIFUGO



FILTROS DE  
TELA



PRECIPITADOR  
ELECTROSTATICO



CAMARA CON CORTINA  
DE AGUA (ROCIADO)

Fuente: Municipal Incineration, Technical Bolletín No. 5, Sanitary Engineering Research Project University of California.

- Uso de una cámara de expansión que reduzca la velocidad de los gases (partículas mayores).
- Reducción de la velocidad de partículas por choque contra tabiques permitiendo la sedimentación (partículas mayores).
- Uso de un precipitador centrífugo haciendo que las partículas choquen en las paredes del estanque (partículas mayores).
- Cámara de lavado o una cortina de agua que arrastre las partículas en suspensión, efectiva contra las partículas mayores.
- Filtración: Los gases con las cenizas se enfrían para que puedan pararse a presión a través de una bolsa de algodón, lana o cualquier otro material.
- Precipitador electrostático: Este elimina las

partículas de tamaño menor a un micrón, pero es muy costosa la instalación y explotación.

El sistema más común para eliminar las cenizas y escorias es el relleno sanitario o vaciamiento a campo abierto si las condiciones son favorables. También han sido utilizadas con éxito como fertilizantes por su contenido de fosfato y potasa.

### 2.3.9 Ubicación de los Hornos Incineradores

Regularmente se instalan tomando en cuenta lo siguiente:

- a. Tamaño del incinerador.
- b. Distancia de transporte de los desperdicios para conseguir el máximo de economía.
- c. Tipo de disposición final de la ceniza y escoria.
- d. Valor del terreno.
- e. Disponibilidad del terreno.
- f. Periodo de operación del horno.
- g. Tipo de urbanización.
- h. Aprovechamiento de la energía residual y de los productos recuperables.
- i. Disponibilidad de servicios para el incinerador (agua, caminos, alcantarillados, electricidad, etc.).
- j. Molestias mínimas ocasionadas por los vehículos recolectores; ruidos, malos olores, etc.
- k. Condiciones meteorológicas satisfactorias, especialmente con los vientos.
- l. Topografía del terreno.
- m. Concordancia con las normas y leyes sanitarias locales.

Debe considerarse una distancia de 3 a 6 kms del horno incinerador con el área geográfica a servir.

El lugar más conveniente para la construcción de un horno, topográficamente es el que permite el desplazamiento de los desechos por gravedad, en el que se definan los 3 niveles de trabajo:

- Nivel de carga.
- Nivel de parrillas.
- Nivel de piso.

La basura se introduce por las bocas de descarga situadas en la parte alta del horno, que cae en la cámara principal de combustión, las cenizas se desplazan por gravedad hacia las tolvas o pozos acumuladores de ceniza, en donde se realiza su disposición final.

### 2.3.10 Principales Tipos de Hornos Existentes

- a. Hornos de celdas múltiples.
- b. Hornos continuos con circulación de gases.
- c. Hornos tipo Volund.

#### a. Hornos de Celdas Múltiples

Se caracterizan por componerse de 2 a 6 celdas colocadas una a la par de la otra en forma de batería bajo una misma bóveda, luego de la última celda está la cámara de combustión de gases.

La carga es intermitente. La incineración es en parrillas accesibles a rastrillos y herramientas para atizar el fuego, introducidos por puertas delanteras, cuando la escoria está sobre la parrilla adquiere cierto espesor; ésta se mueve para que la escoria caiga en una segunda parrilla en la que es inyectado el aire para la combustión. Posteriormente a ello, las cenizas y escorias caen en un canal de evacuación de donde son extraídos por una cinta transportadora sumergida en agua.

Los hornos, parrillas, cintas transportadoras, etc. son accionadas hidráulicamente o eléctricamente.

Inconvenientes de este tipo de hornos:

- a.1 La carga discontinua hace variar la cantidad de gas y su temperatura.
- a.2 Se originan golpes de aire al abrir las puertas, al atizar, sacar las escorias, mover la parrilla o trasladar las escorias hacia los pozos de acumulación.
- a.3 Excesivo trabajo manual con rastrillo.

#### b. Hornos continuos con recirculación de gases

La carga es continua, el presecado de la basura y la incineración se realiza en parrillas mecánicas con movimiento progresivo continuo.

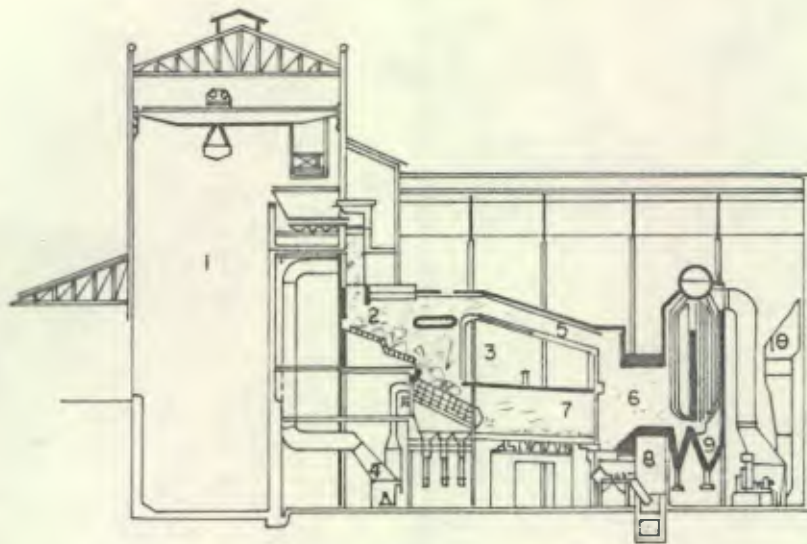
Sus componentes son:

- 1 Foso de recepción.

- 2 Parrillas de presecado.
- 3 Parrillas principales, de las que se desprenden gases.
- 4 Tubos con recirculación de gases calientes.
- 5 Conductos de derivación de gases.
- 6 Recuperador de calor.
- 7 Tambor rotatorio.
- 8 Evacuador de escorias.
- 9 Colector de polvo.
- 10 La chinenea.

Ver Dibujo No. 7

### ESQUEMA DE HORNO CONTINUO CON RECIRCULACION DE GASES



**HORNO CONTINUO CON RECIRCULACION DE GASES**

Fuente: Municipal Incineration. Sanitary Engineering Research Project, University of California.

Desventajas:

1. La repartición del gas de combustión a través del canal de derivación y del tambor rotatorio no es constante, debido fundamentalmente a la variación de la sección libre de la entrada del tambor rotatorio.

La pérdida de carga a través del canal de derivación es constante.

2. Imperfecto aprovechamiento de desperdicios combustibles como el carbón, debido a que la superficie de escorias dentro del tambor está en contacto sólo con los gases de combustión que tienen bajo contenido de oxígeno.

3. Pérdida total de las escorias.

c. Horno Tipo Volund

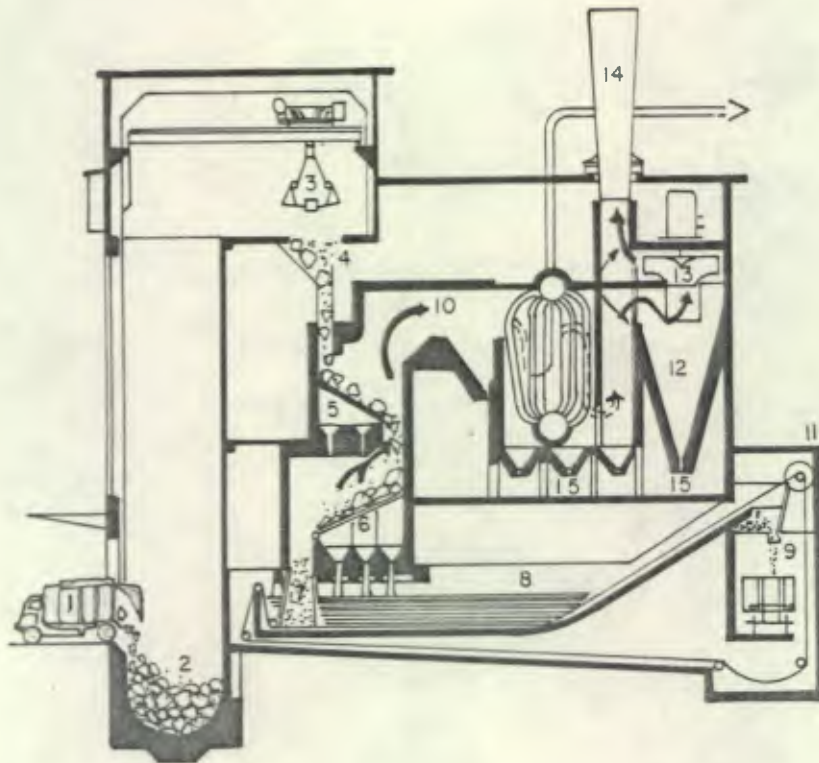
Consta de las siguientes partes:

1. Camión recolector.
2. Pozo de recepción.
3. Cucharón de carga.
4. Conducto de alimentación.
5. Parrilla de presecado.
6. Parrilla principal.
7. Foso de Escorias.
8. Canal de evacuación de escorias (con agua).
9. Tolva de descarga de escorias.
10. Cámara de combustión.
11. Recuperación de calor.
12. Colector de polvo y escorias.
13. Ventilador.
14. Chimenea.
15. Tolvas para descarga de cenizas y polvo.

Ver dibujo No. 8

DIBUJO N. 8

ESQUEMA DE HORNO TIPO VOLUND



Fuente: Municipal Incineration, Sanitary Engineering Research Project, University of California.

Debe observarse en este método lo siguiente:

- c.1 Cuando el canal de alimentación (4) está lleno de desperdicios, constituyen un sello que impide la salida de los gases y los golpes de aire al cargar.
- c.2 El calor de los gases producido en la parrilla principal (6) sube cediendoselos a los desperdicios en la parrilla de presecado (5) y a la celda de recuperación de calor (11).
- c.3 La parrilla principal (6) se divide en 3 zonas en las que se puede regular el aire para la combustión.
- c.4 A la salida de las calderas, los gases eliminan un gran porcentaje de polvo y ceniza en suspensión.

Es una técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicios al medio ambiente, molestias o peligros para la salud y seguridad pública.

El relleno sanitario al igual que otras obras, deberá ser construido mediante un proyecto simple o complejo, obedeciendo reglamentos, normas y métodos propios que se describen a continuación:

#### 2.4.0 Condiciones ideales en un sitio para la realización de un relleno sanitario

- a. Fácil accesibilidad para los vehículos recolectores.
- b. Permite su utilidad por un plazo de 10 años o más.
- c. Condiciones naturales que protejan los recursos naturales en sus cercanías.
- d. Su localización no debe provocar problemas de malos olores, contaminación, etc.
- e. Debe contar con abastecimiento de tierra de cobertura.

Estas condiciones pocas veces se ven reunidas en un terreno por lo que deben ser analizados los inconvenientes en función de los recursos técnicos y económicos desponibles para neutralizarlos.

#### 2.4.1 Bases para evaluar los terrenos opcionales de localización del relleno sanitario

Se analizarán 3 bases:

- a. Urbanísticas.
- b. Económicas.
- c. Sanitarias.

##### a. Bases Urbanísticas

- a.1 Compatibilización con el desarrollo urbano.
- a.2 Compatibilización con otros sistemas urbanos.

##### a.1 Compatibilización con el desarrollo urbano

- El relleno sanitario se localizará en un área permitida por la legislación territorial urbana de protección ambiental y de preservación de los recursos naturales. En caso de aeropuertos: a



3 kms (si son aviones a chorro) y 1.5 kms (si son aviones a motor).

- El uso futuro del relleno sanitario se analizará dentro el plan de desarrollo de la ciudad.

- Vías de accesibilidad en dirección al relleno sanitario.

- Deberá localizarse en sentido a la población.

#### a.2 Compatibilización con otros sistemas urbanos

- El relleno sanitario no debe contaminar agua de uso doméstico, agrícola, industrial.

- Es ventajosa la proximidad a ductos, tratamiento o disposición de aguas residuales.

#### b. Bases Económicas

b.1 Economía interna del relleno sanitario.

b.2 Economía global del sistema de limpieza.

b.3 Costo del terreno.

b.4 Costo y beneficios sociales resultantes.

b.1 Economía interna del relleno sanitario

- El relleno sanitario debe tener una vida útil compatible con el volumen de las inversiones en la infraestructura.

- El volumen de la basura y tierra depositada en el periodo de vida del relleno sanitario es igual al vacío en la superficie del terreno original o excavación.

- El volumen de los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario, son datos previamente conocidos y proyectados año por año.

b.2 Economía global del sistema de limpieza

- Las condiciones de las vías de acceso al relleno sanitario afectarán al costo global del sistema retardando los viajes y dañando vehículos.

- Los costos de traslado de los centros de recolección a varios locales opcionales de disposición, son proporcionales a las distancias, debiendo ser calculados.

### b.3 Costos del terreno

- Deben confrontarse los costos de alquiler y adquisición de los terrenos en estudio.
- El costo será nulo si el terreno es de propiedad pública o cedido gratuitamente.
- El proyecto deberá iniciarse cuando la entidad responsable tenga en su poder el documento legal que autorice construir sobre el terreno.

### b.4 Costos y beneficios sociales resultantes

- Un relleno sanitario tiende a desvalorizar una zona urbanística por factores psicológicos que no existen o son tolerables, tendiendo a valorizarlos si proveerá de mejoras paralelas o de uso futuro.

### c. BASES SANITARIAS

Estudiada en tres fases:

- c.1 Residuos sólidos sobre el suelo.
- c.2 Suelo (corteza superficial y sus aguas).
- c.3 Microclima o condiciones atmosféricas en la región.

#### c.1 Residuos sólidos sobre el suelo

La basura está constituida por agua en un 40 a 50%, el resto por vegetales, animales muertos, papeles, plásticos, latas, vidrios, tierra, tejidos, madera y otros materiales.

Las condiciones ambientales son favorables a la descomposición bioquímica de los residuos sólidos mediante la acción de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos resultando de ella un caldo de alta capacidad de contaminación.

Las sustancias líquidas disueltas e insolubles tienden a percolarse, escurrir por el volumen de basura y enseguida por el suelo.

Las sustancias gaseosas no disueltas generalmente menos densas que el aire tienden a salir a la atmósfera, entre ellos están el gas sulfhídrico (olor repugnante) y el metano (inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15%).

#### c.2 Suelo (corteza superficial y sus aguas)

El suelo está constituido por materia sólida y agua, a

determinada profundidad se encuentra el nivel freático, constituido por agua que forma la napa freática que se mueve a bajísima velocidad en dirección horizontal y vertical a efecto de la gravedad, por estos movimientos las substancias contaminantes percoladas a través del suelo encuentran un vehículo adquiriendo gran movilidad.

La percolación del contaminante depende de la permeabilidad del suelo y ésta depende del tamaño de los granos que lo constituyen, de la disposición de éstos y del grado de saturación por agua absorbida.

De modo general un suelo de arena es permeable; y uno de arcilla es impermeable; la permeabilidad se caracteriza por un coeficiente "K" que en arenas es del orden de  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$  cm/s y en las arcillas de  $10^{-5}$  a  $10^{-8}$  cm/s.

Para realizar un relleno sanitario la napa freática debe estar profunda (3.00 metros mínima).

### e.3 Microclima o condiciones atmosféricas en la región

La lluvia influye en los fenómenos biológicos y químicos que inciden en los residuos sólidos activando la fermentación y las reacciones, el agua puede transportar los contaminantes al escurrir superficialmente o infiltrándose en el suelo, por ello el relleno sanitario debe ser drenado superficialmente y en el fondo a fin de controlar el agua.

La temperatura y el viento son factores que influyen también en las condiciones sanitarias y constructivas del relleno sanitario.

## 2.4.2 PASOS A INVESTIGAR PARA UBICAR UN RELLENO SANITARIO

- La base económica, urbanística y tendencias de crecimiento de la población.
- Desarrollo urbano histórico y tendencias de crecimiento de la población.
- Análisis del plano topográfico.
- Vías de tráfico.
- Sistema de agua potable, manantiales, tomas.
- Sistema de alcantarillados (sitios de tratamiento y disposición).
- Áreas prohibidas para relleno sanitario.

- Planos de la clasificación del suelo.
- Yacimientos y minas en explotación y exploración.
- Terrenos en propiedad pública y privada.
- Otros.

#### 2.4.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA REALIZACION DEL RELLENO SANITARIO

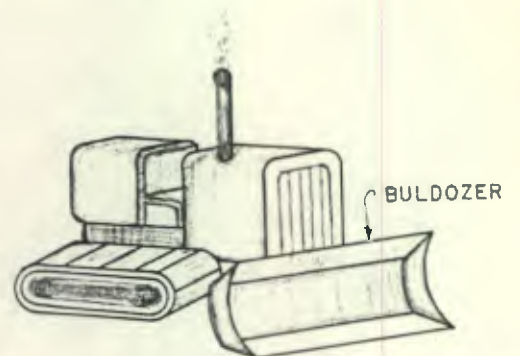
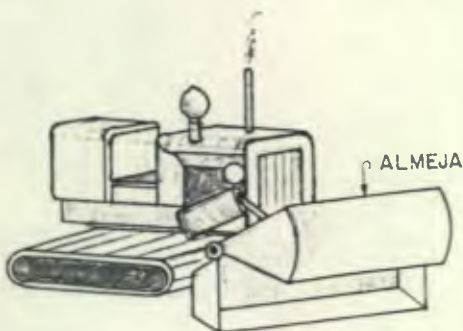
El relleno sanitario necesita maquinaria para ejecutar la excavación, esparcimiento, compactación y recubrimiento de las basuras.

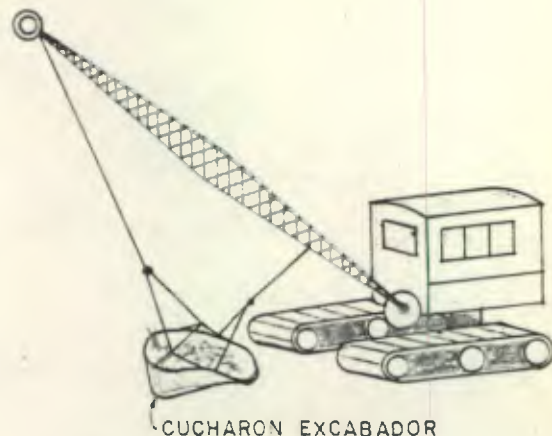
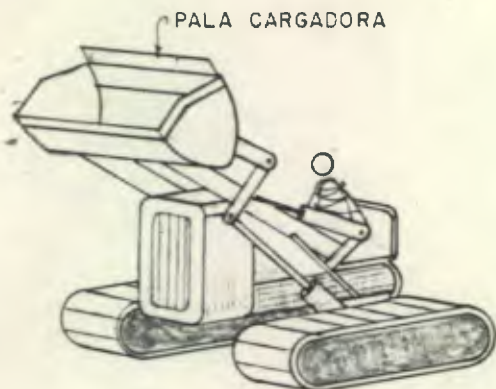
Las máquinas utilizadas usualmente son:

- a. Tractor de oruga con buldozer.
- b. Tractor de oruga con pala cucharón de almeja.
- c. Tractor de oruga equipado con pala cargadora.
- d. Dragas de arrastre con cucharón excavador.

Ver dibujo No.9

#### MAQUINAS USADAS PARA LA EJECUCION DEL RELLENO SANITARIO





#### 2.4.4 Tipos de relleno sanitario

##### a. Relleno Sanitario Tipo Area

Se realiza cuando se cuenta con terrenos con depresiones y hondonadas naturales o artificiales, canteras, pozos producidos por extracciones de materiales como arena, arcilla, etc. lugares pantanosos, terrenos adyacentes a ríos, etc.

Método de Trabajo:

- a.1 Los desperdicios son dejados directamente en el frente de la operación.
- a.2 Luego son esparcidos y compactados por un tractor de oruga en capas de 0.15 a 0.30 metros.
- a.3 Se recubre la basura con una capa de material de 0.10 a 0.15 mts.
- a.4 Se realiza un recubrimiento superior con una capa de material no menor de 0.60 mts de espesor.
- a.5 Siembra del terreno sanitario terminado tendiente a evitar la erosión en zonas lluviosas.

Ver dibujo No. 10

##### b. Relleno Sanitario Tipo Zanja o Trinchera

Está resumido en los siguientes puntos:

b.1 Excavación de la zanja: Las zanjas suelen hacerse de 1.60 a 2.50 metros de altura y un ancho de 3.60 a 10.00 metros, pero las dimensiones se determinan en cada caso particular.

b.2 Vaciamiento de los desperdicios que ha transportado el camión de recolección en el frente de la operación de la zanja.

b.3 Esparcimiento y compactación de la basura.

b.4 Recubrimiento diario con tierra proveniente de la excavación.

b.5 Luego se compacta.

b.6 Recubrimiento superior o sello del relleno con una capa no menor de 0.60 mts de espesor.

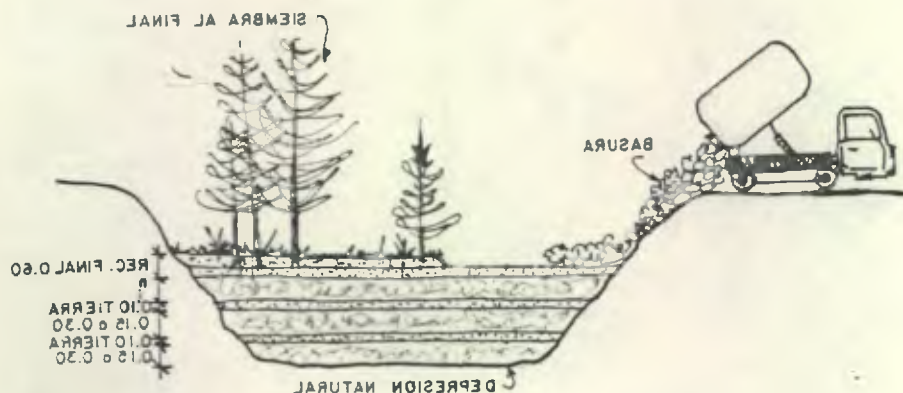
b.7 Cambio de zanja a otra adyacente.

b.8 Siembra del relleno sanitario para evitar erosión en zonas muy lluviosas.

Ver dibujo No. 11

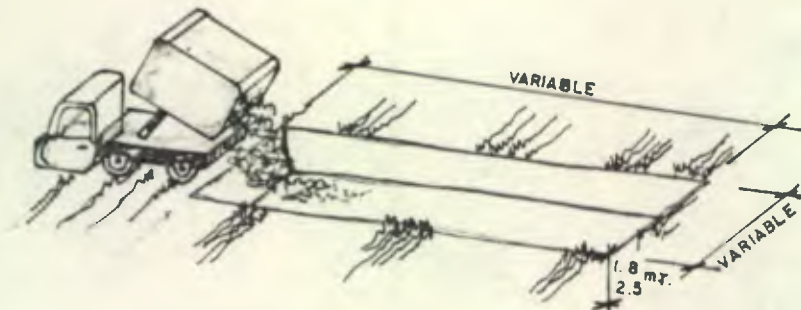
#### DIBUJO No. 10

#### RELLENO SANITARIO TIPO AREA



DIBUJO No. 11

RELLENO SANITARIO TIPO ZANJA O TRINCHERA



c. Relleno Sanitario Tipo Rampa

La rampa tendrá una pendiente de 30 grados centígrados y al alcanzar el nivel previsto se recubre con una capa de tierra o material similar de 0.60 mts de espesor, se usa este tipo de relleno en terrenos con declive moderado.

Puede planearse ir formando escalones en terrenos con más pendiente.

Ver dibujo No. 12



2.5.4 COMPACTACION Y ASENTAMIENTOS

La compactación es indispensable para reducir los asentamientos posteriores. Luego que la basura fuera compactada y asentada alcanza una temperatura de 62 a 65 grados centígrados la cual mantiene por 2 meses, descendiendo la temperatura en 1 año

aproximadamente. El asentamiento normal de un relleno ocurre en el primer año considerando la masa específica de residuos sólidos, su constitución y humedad por lo que debe medirse en la propia ciudad. Como referencia, utilizamos para proyectos en ciudades, los siguientes:

- Basura recién llenada 0.5 a 0.7 T/m<sup>3</sup>.
- Basura estabilizada 0.8 a 0.9 T/m<sup>3</sup>.

#### 2.4.5 RELLENO SANITARIO MANUAL (R.S.M.)

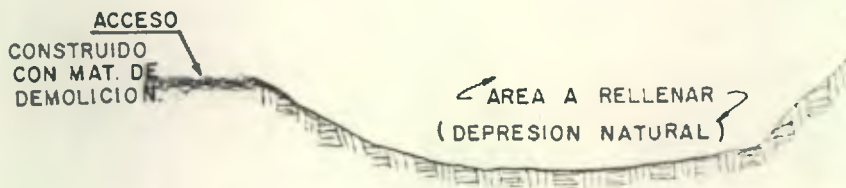
Debido a la existencia de pequeñas ciudades en Latinoamérica la dificultad económica de adquisición y mantenimiento de maquinaria utilizada en la construcción del relleno sanitario se ha hecho indispensable la planeación, diseño y operación manual.

##### PLANEACION Y DISEÑO

- a. Obras de Protección: Incluyen los drenajes superficiales, entubamiento de líquido percolado para protección de la napa freática en caso de posible contaminación.
- b. Obras accesorias: cerca perimetral con el fin de limitar el área del relleno, garita de control.
- c. Obras de infraestructura: Abarca los caminamientos de acceso a la obra y los internos.
- d. Planeación de celdas: las celdas a realizar no deben tener más de dos metros de altura, con el ancho y avance necesario según la cantidad de basura que llegue diariamente con recubrimiento de una capa de tierra de 0.15 a 0.25 metros de espesor.

##### OPERACION MANUAL

1. La construcción de acceso al área del relleno para el camión se realiza con residuos de demoliciones, etc.  
VER DIBUJO NO. 13.





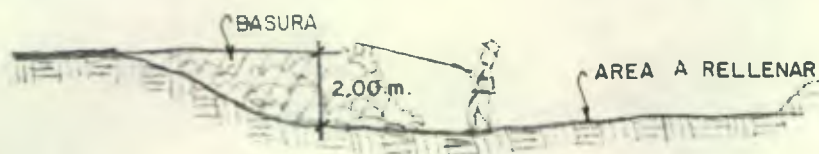
2. Los camiones recolectores deben contar con mecanismos de descarga.

VER DIBUJO NO. 14.



3. La nivelación de la basura se realiza con rastrillo de mango largo de 1.8 a 2.0 metros, moviéndola de arriba hacia abajo y estableciendo lados con pendientes del orden de los 45 grados.

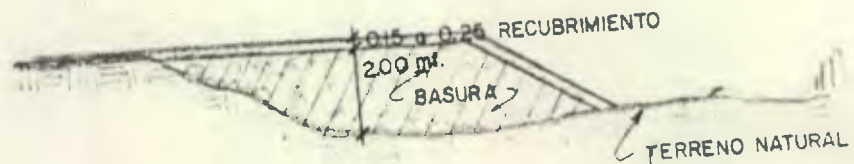
VER DIBUJO NO. 15



4. Recubrimiento de la basura con tierra al final de cada jornada con una capa de 0.15 a 0.25 mts de espesor, transportando la tierra con una carretilla de mano, colocándola y luego compactándola con una pala.

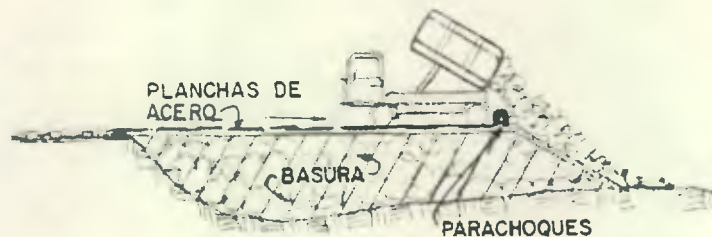
VER DIBUJO No. 16.

## DIBUJO No. 16



5. Retroceder los camiones recolectores lo más cercanos al frente de trabajo teniendo el cuidado de colocar parachoques pesados para evitar su excesivo retroceso y colocando planchas de acero sobre la basura para evitar su hundimiento.

VER DIBUJO NO. 17



### FORMULA PARA EL CALCULO DE LA MANO DE OBRA

Número de hombres  
necesarios para la  
realización de la obra =  $\frac{\text{Cantidad de Basura Ton/día}}{10} + 1$

El relleno sanitario con operación manual puede llevarse a cabo con la recepción hasta de 50 toneladas / día.

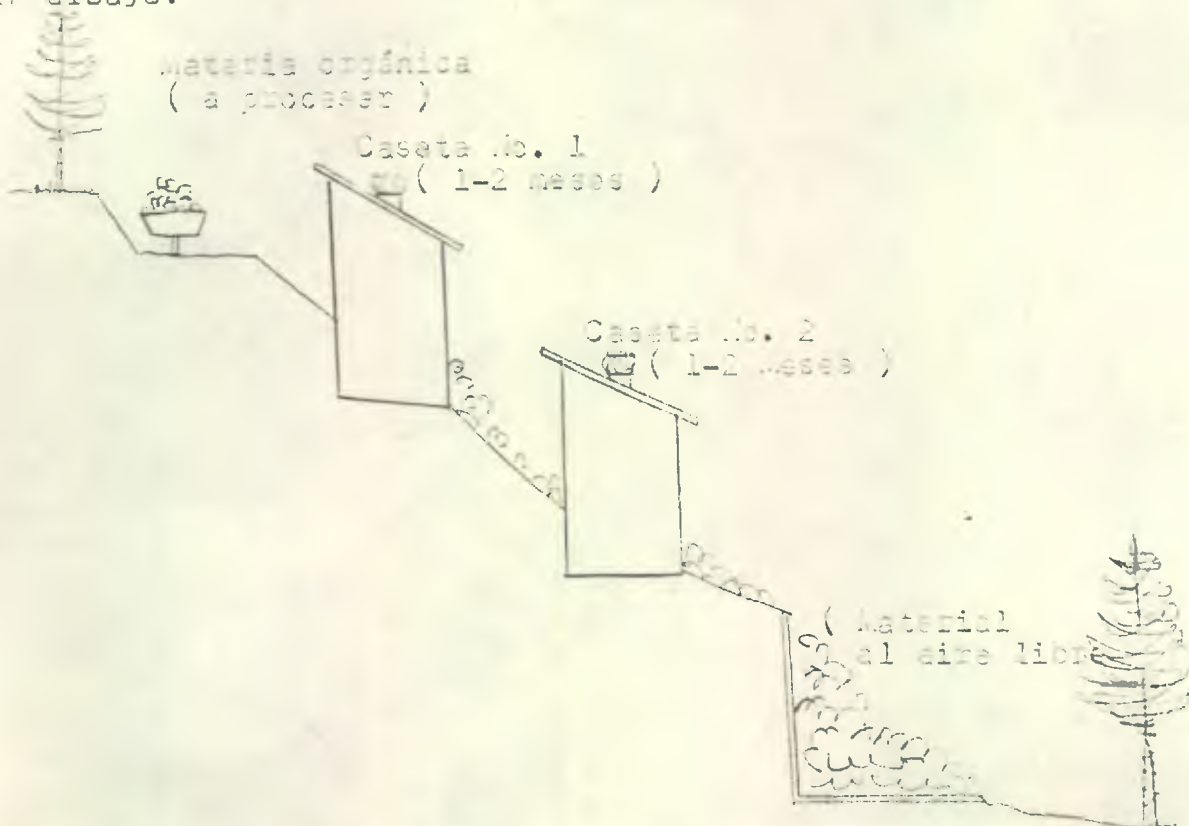
## METODO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE BASURA

Este metodo de disposici3n final de basuras se ha logrado poner en practica exitosamenta en algunas poblaciones, proveer un medio adecuado para procesar la basura, obteniendo de las mismas beneficios a nivel econ3mico, urbano y salubre.

El metodo consta:

- Recolecci3n de basura.
- Clasificaci3n de los desechos en org3nicos e inorg3nicos.
- Las basuras de origen org3nico son llevadas a un molino o trituradora para que se corten en peque1os pedazos.
- Luego es introducida en la primera galera donde empieza la etapa del compostage, periodo de 1 - 2 meses, luego pasa a la segunda galera un periodo de 1 - 2 meses y finalmente pasa a un 3rea al aire libre donde se realiza la maduraci3n del producto que pronto estar3 en condiciones de ser utilizado en la localidad o su comercializaci3n.

Ver dibujo.



## CAPITULO NO. 3

### LA CIUDAD DE MAZATENANGO Y SUS DESECHOS SOLIDOS

En el presente capítulo se realiza un análisis del área urbana de la ciudad de Mazatenango en los siguientes aspectos: geográfico, estructura, infraestructura, superestructura y la problemática afrontada en la ciudad debido al apareamiento y engrandecimiento de basureros clandestinos, la mala ubicación, disposición de los desechos sólidos en el basurero Municipal existente y las consecuencias en el medio ambiente.

Para ello se tomó en cuenta los conceptos del capítulo No.1 que describen las generalidades de los desechos sólidos producidos en un área urbana y las consecuencias provocadas en el hombre, animales, plantas y medio ambiente al no ser tratados con las debidas condiciones de salubridad para evitar problemas que tiendan a agudizarse con el engrandecimiento de los botaderos por el crecimiento y desarrollo de la población, además también se toman en cuenta los conceptos del capítulo No. 2 que describe cuatro métodos de disposición final de desechos sólidos: anaeróbico, aeróbico, incineración y relleno sanitario.

#### 3.1.1 DESCRIPCIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DEL DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ Y SU CABECERA

##### LOCALIZACION

El departamento de Suchitepéquez se localiza al sur-occidente de la República, entre los 14 grados 32 minutos de latitud norte y los 91 grados treinta minutos longitud oeste, con una extensión territorial de 2,532 kilómetros cuadrados, o sea el 2.3 % del Territorio Nacional, a una altura de 371 metros sobre el nivel del mar; colinda al norte con los Departamentos de Sololá y Quetzaltenango; al sur con el Océano Pacífico; al este con el departamento de Escuintla y al oeste con el departamento de Retalhuleu.

VER DIBUJO NO. 18



El departamento de Suchitepéquez por su localización geográfica ha sido uno de los departamentos más importantes del país debido al flujo de bienes y servicios dentro su territorio.

El recurso suelo-clima permite la producción de gran variedad de productos agropecuarios de los cuales depende básicamente la economía del departamento, siendo los más importantes: la caña de azúcar, café, cardamomo, granos básicos, árboles frutales, especies forestales, ganado vacuno, porcino, etc.

Suchitepéquez está constituido por veinte Municipios que se

enumeran a continuación:

1. Mazatenango.
  2. Cuyotenango.
  3. San Francisco Zapotitlán.
  4. San Bernardino.
  5. San José el Idolo.
  6. Sto. Domingo Suchitepéquez.
  7. San Lorenzo.
  8. Samayac.
  9. San Pablo Jocopilas.
  10. San Antonio Suchitepéquez.
  11. San Miguel Panán.
  12. San Gabriel.
  13. Chicacao.
  14. Patulul.
  15. Santa Bárbara.
  16. San Juan Bautista.
  17. Santo Tomás la Unión.
  18. Zunilito.
  19. Pueblo Nuevo.
  20. Río Bravo.
- VER DIBUJO No. 19



Suchitepequez está bien articulado a la red vial nacional por la carretera CA-2 de Este a Oeste.

VER DIBUJO NO. 20.



RED VIAL EN EL INTERIOR DEL DEPARTAMENTO

VER DIBUJO NO. 21



- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. Pueblo Nuevo.             | 9. Santo Domingo Suchitepéquez. |
| 2. Zunilito.                 | 10. San Bernardino.             |
| 3. San Francisco Zapotitlán. | 11. San Pablo Jocopilas.        |
| 4. Cuyotenango.              | 12. Río Bravo.                  |
| 5. Mazatenango.              | 13. Santo Tomás La Unión.       |
| 6. Samayac.                  | 14. San Antonio Such.           |
| 7. San Gabriel.              | 15. San Miguel Panam.           |
| 8. San Lorenzo.              | 16. Chicacao.                   |



17. San José El Idolo.

19. San Juan Bautista.

18. Santa Bárbara.

20. Patulul.

## CLIMA

El clima de Suchitepéquez es variable: Cerca de la costa es caliente, en el declive es húmedo-árido y en las montañas es húmedo-seco relativamente.

La precipitación pluvial aumenta gradualmente, desde aproximadamente 1 metro en la costa hasta cerca de 5 metros anuales a elevaciones de los 300 metros sobre el nivel del mar.

El clima de esta región es cálido, observándose las siguientes temperaturas:

Media	25.9 grados centígrados.
Promedio Máximo	31.5 grados centígrados.
Promedio Mínima	20.0 grados centígrados.
Absoluta Maxima	33.8 grados centígrados.
Absoluta Mínima	17.9 grados centígrados.

## CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGUN CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Semi-seco:	Con déficit moderado en el verano y sin estación seca bien definida.
Semi-húmedo:	Con déficit moderado en el verano y con inviernos benignos.
Húmedo:	Con déficit moderado en el verano y sin estación fría bien definida.
Muy Húmedo:	Con invierno benigno y sin estación fría bien definida.

## POBLACION Y RECURSOS NATURALES

El departamento de Suchitepéquez ocupa el noveno lugar dentro de los departamentos del país en lo que se refiere a volumen poblacional, su densidad es media, localizándose la mayor parte en el área rural predominando la población indígena que se dedica a la agricultura.

## HIDROLOGIA

Los principales ríos en el departamento son: El Nahualate y El Icán. En la ciudad de Mazatenango se localizan los ríos: Sis, Sacuá, Chitá, Quijá y Chojojá (nombres que adoptan las ramificaciones de los ríos Icán y Nahualate en el Área Urbana de Mazatenango).

VER DIBUJO NO. 22



## TOPOGRAFIA

El departamento de Mazatenango es un territorio que desciende suavemente desde las elevadas mesetas del norte hasta las fértiles planicies del sur, favoreciendo el desarrollo de las actividades productivas, agrícolas y pecuarias.

VER DIBUJO No. 23

NOTA: Las curvas de nivel están cada 50 metros: altura mínima 26 y máxima 1,600 mts sobre el nivel del mar.



### 3.1.2 ANALISIS DE LA ESTRUCTURA E INFRAESTRUCTURA

#### RELACIONES DE PRODUCCION

Las relaciones de producción en Mazatenango están directamente ligadas al sistema vial existente, al proporcionar un medio de distribución en forma eficaz y rápida a las mercancías que venden las fuerzas productivas locales hacia los demás habitantes a nivel departamental y nacional, como los son las artesanías, elementos para el proceso de enlatado, etc. observándose esto en el área norte del departamento cercana a la cabecera departamental, su radio de influencia abarca en el mismo Municipio 9 aldeas, 7 caseríos y 67 centros poblados menores.

Las aldeas son:

1. Tahuexco.
2. Bracitos.
3. Cocales.
4. Granada.
5. Churirín.
6. San Rafael.
7. Progreso.
8. San José Chimulbua.

Los caceries son:

1. Niza.
2. Chicago
3. El Cristo.
4. Chimulbua.
5. El Güiscoyol.
6. Las Delicias.

De los 87 centros poblados menores se estima que:

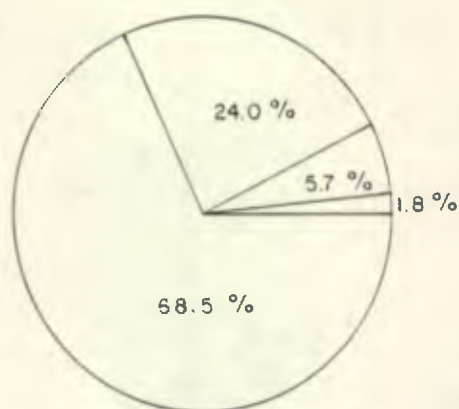
- 71 centros poseen de 10 a 250 habitantes.
- 16 centros poseen de 251 a más habitantes.

#### FUERZAS PRODUCTIVAS

Las fuerzas productivas conforman el elemento más dinámico del modo de producción porque expresan la relación existente entre hombre-objeto y las fuerzas de la naturaleza que se emplea para producir los bienes materiales. Concepto extraído del volumen No. 4, Sector Industrial del Municipio de Coatepeque.

#### CATEGORIAS DE LAS FUERZAS PRODUCTIVAS EN LA CIUDAD DE MAZATENANGO

- 68.5% asalariados.
- 24.0% trabajan por su cuenta.
- 5.7% trabajan por transferencia.
- 1.7% rentistas.



Fuente: Diagnóstico Departamental 1965, departamento Suchitepéquez, de la Coordinadora Inter-Institucional Departamental Suchitepéquez.

La fuerza de trabajo es absorbida por los sectores:

- a. Agropecuario.
- b. Industrial.
- c. Comercial y de Servicios, Privados y del Gobierno.

#### a. Sector Agropecuario

El área rural que es el 68% de la población se dedica esencialmente al sector agropecuario, el cual generó 48,752 puestos de trabajo en 1960 cubriendo únicamente el 78%.

Este sector se divide en tres subsectores:

- a.1 Agrícola.
- a.2 Pecuario.
- a.3 Pesquero.

#### a.1 Subsector Agrícola

Entre los principales cultivos permanentes y semipermanentes están: cacao, café, caña de azúcar, algodón, hule, citronela, té de limón, plátano, mango, piña, naranja, melón,

papaya, zapote, chico, caimito, guineo, cocos, chile, frijol, arroz y maiz, siendo el café el producto mayoritario y siguiendo en la escala el algodón.

#### a.2 Subsector Pecuario

La estructura del sector pecuario para 1979 muestra que el ganado vacuno es el de mayor importancia por el valor bruto en la producción, en segunda instancia se sitúa el ganado porcino, otras especies reportadas son el ganado caprino, ovino, caballar y mular que se utilizan casi exclusivamente para el tiro o transporte, también se crían los conejos, gallinas y pavos.

#### a.3 Subsector Pesquero

En las aguas marinas locales se estima la existencia de 220 especies, las cuales no están siendo aprovechadas debido al alto costo de las inversiones fijas que se requieren para la conservación y manejo del producto y la inexistencia de promoción del mercado.

#### b. Sector Industrial

El tipo de industria que caracteriza a Mazatenango es la actividad de alimentos, bebidas y madera aserrada, orientadas a satisfacer la demanda del mercado local y nacional.

La fábrica y refinería de azúcar es clasificada como Industria Tradicional.

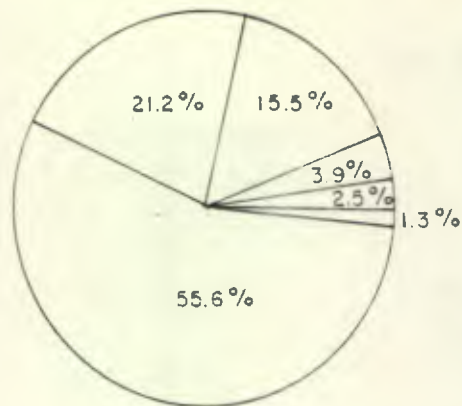
Las industrias Intermedia y Tradicional elaboran sus productos con tecnología sencilla, sistemas administrativos y comercialización empírica con organización de tipo familiar, entre ellas está la rama de caucho.

El número de establecimientos industriales registrados en 1977 fue: 49 y en 1983 fue: 22 que absorbían 716 personas distribuidas según la actividad.

La baja observada de 1977 a 1983 se debe principalmente a la crisis económica-política-social afrontada por el país y la falta de un reglamento de zonificación que la oriente según sus características y requerimientos. Este sector tiene un subsector que es Artesanías.

Dichas industrias distribuyeron a las personas de la forma siguiente:

55.6%	Trabajadores en alimentos.
21.2%	Trabajadores en caucho.
15.5%	Trabajadores en bebidas.
3.9%	Trabajadores en madera.
2.5%	Trabajadores en química.
1.3%	Trabajadores en imprenta.

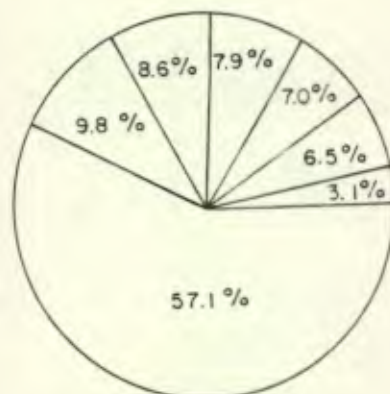


Fuente: Diagnóstico Departamental 1985, Departamento de Suchitepéquez de la Coordinadora Inter-Institucional Departamental.

#### b.1 Subsector Artesanías

La rama más importante es la alimenticia. El número total de centros artesanales es 232 que absorvieron 334 trabajadores distribuidos así:

- 57.1% Rama alimenticia.
- 8.6% Rama minerales no metálicos.
- 9.8% Rama prendas de vestir.
- 7.9% Rama metal (mecánica).
- 7.0% Rama de calzado.
- 6.5% Rama de textiles.
- 3.1% Rama de muebles y madera.



Fuente: Diagnóstico Departamental 1,985. Departamento de

Suchitepéquez, de la Coordinadora Inter-  
institucional, Departamental de Suchitepéquez.

c. Sector Comercial y Servicios, Privados y del Gobierno  
(Infraestructura)

La ciudad de Mazatenango esta considerada como una de las mejores plazas del país, su movimiento es dinámico por contar con toda clase de establecimientos comerciales y de servicio en diferentes categorías.

- Agencias Bancarias

- Banco Agrícola Mercantil.
- Banco Crédito Hipotecario.
- Banco de Guatemala.
- Banco Granai & Townson.
- Banco Inmobiliario.
- Banco Internacional.
- Banco del Ejército.
- Banco de Occidente.
- Banco del café.

- Oficinas de Servicio del Gobierno

- Oficinas de Supervisión Técnica de Educación.
- Oficinas del Instituto Nacional Forestal.
- Juzgado de 2da. Instancia y Trabajo.
- Oficina de Estadística.
- Zona de Obras Públicas.
- Delegación Regional del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
- Oficinas de Malaria.

VER PLANO No. 1





**PLANO No. 1**  
**AGENCIAS BANCARIAS Y OFICINAS DE SERVICIO DEL GOBIERNO**  
 (PRODUCCION DE BASURA INORGANICA)

●	AGENCIAS BANCARIAS	✱	ADMINISTRACION DE RENTAS INTERNAS
⚖	JUZGADO DE SEGUNDA INST Y TRABAJO	▲	INSPECCION DE ESTADISTICA
□	SUPERVISION TECNICA DE EDUCACION	▣	INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD (INTECAP)
🌲	INSTITUTO NACIONAL FORESTAL (INAFOR)	■	OFICINAS DE LA MALARIA
○	ZONA DE OBRAS PUBLICAS		

ELABORACION PROPIA

ESCUELA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central

- Mercados

Se cuenta con tres mercados que son:

- La Terminal.
- Mercado General No. 1.
- Mercado General No. 2.

- Rastro

Proporciona servicios para ganado mayor y menor cuyas instalaciones son deficientes para satisfacer las necesidades de abastecimiento imperante en la población.

- Establecimientos Comerciales

Funcionan 431 establecimientos comerciales, que para este estudio se clasifican en 2 categorías, según el tipo de basura que producen:

	Orgánico	Inorgánico
supermercados, almacenes de abarrotes.		X
Minimercados.	X	
Misceláneas, depósitos, estanquillos, supertiendas.		X
Tiendas.		X
Panaderías y pastelerías.	X	
Carnicerías, pollerías y distribuidoras de mariscos y huevos.	X	
Restaurantes, cafeterías y comedores.	X	
Hoteles con servicio de restaurante.	X	X
Farmacias.		X
Librerías y papelerías.		X
Ferreterías y clínicas de pinturas.		X
Almacenes de telas, ropa y boutiques.		X
Almacenes de regalos y perfumerías.		X

Continuación del listado de establecimientos comerciales

Zapaterías.	X
Almacenes de aparatos eléctricos.	X
Almacenes de repuestos para vehículos.	X

Fuente: Datos del Directorio Estadístico Comercial Departamental, según edición del Instituto Nacional de Estadística (INE), 1981.

VER PLANO No. 2

- Hospitales

Se cuenta con un Hospital General, un Hospital para Tuberculosos y un Centro de Salud, un sanatorio, un anfiteatro y el IGSS.

- Cementerio

Las instalaciones del Cementerio General se localizan al Noroeste de la ciudad, salida a Retalhuleu, cuya capacidad actualmente está ocupada en su totalidad.

VER PLANO No. 3

- Instalaciones Deportivas

Se cuenta con un pequeño complejo deportivo dentro el área urbana, el cual tiene:

- 1 Gimnasio.
- 2 Canchas de tenis.
- 1 Piscina.
- 1 Cancha de fútbol.

Desde 1985 está en construcción el complejo deportivo de Mazatenango en las afueras de la ciudad.

	Mazatenango cuenta con las instalaciones de:			Total de viviendas
	Agua potable	Drenajes	Electricidad	
Número de Viviendas	3,576	2,811	3,667	8,152
Porcentaje	43.9%	34.5%	44.9%	

Fuente: Diagnóstico Departamental 1,985. Departamento de



**PLANO No. 2**  
**SERVICIOS PUBLICOS**  
 ( MAYOR PRODUCCION DE BASURA ORGANICA )

— AREA COMERCIAL  
 ■ MERCADOS  
 (R) RASTRO

ELABORACION PROPIA



**PLANO No. 3**  
**SERVICIOS PUBLICOS**  
 ( PRODUCCION DE BASURA DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION )

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ HOSPITALES.</li> <li>○ SANATORIO Y CLINICAS</li> <li>⊠ CENTRO DE SALUD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ANFITEATRO</li> <li>* INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL. (IGSS)</li> <li>† CEMENTERIO.</li> </ul>
--	---

ELABORACION PROPIA

Suchitepéquez, de la Coordinadora Inter-  
institucional, Departamental de Suchitepéquez.

#### Red de teléfonos y Telecomunicaciones

- Guatel: Presta sus servicios a nivel nacional e internacional.
- Correos y Telégrafos: Sus servicios se extienden a todo el interior de la República con recepción de correspondencia ordinaria, certificados con y sin valor, encomiendas, etc.

VER PLANO No. 4

#### INSTALACIONES DE ESPACRIMIENTO Y DIVERSION

Mazatenango cuenta con piscinas de Centros Turísticos privados y del Estado:

- Las Municipales.
- Las del Club Mazateco.
- De San Julián.
- La Posada del Sol.

Los parques son parte importante de la ciudad por las áreas verdes proveedoras de oxígeno, además que satisfacen la necesidad de esparcimiento y descanso, entre los cuales podemos citar:

- Central
- De la Colonia Flor del Café.
- 8 de Junio.
- Cuenta con la instalación de dos discotecas:
  - La Chic
  - La Fogata.
- CINES
  - Italia.
  - Ciani.



PLANO No. 4  
SERVICIOS PUBLICOS

- DRENAJES (DESFOQUE)
- AGUA POTABLE (INGRESO DE TANQUE DISTRIBUIDOR)
- PLANTA ELECTRICA (INDE)
- EMPRESA GUATEMALTECA DE TELECOMUNICACIONES (GUATEL)
- CORREOS Y TELEGRAFOS
- CLASIFICADA EN SECTORES POR EFICIENTE, REGULAR, DEFICIENTE
- INSTALACIONES DEPORTIVAS ESTATALES ESTADIO, GIMNASIO, PISCINA, CANCHAS DE TENIS

ELABORACION PROPIA

- TEATROS

Teatro al aire libre en la colonia Flor del Café.

- SALONES COMUNALES

El del Centro de Arte y Cultura.

Usos múltiples ubicados en el campo de la Feria.

Salón del Club Mazateco.

VER PLANO No. 5

- EDIFICIOS RELIGIOSOS

En el área urbana de Mazatenango se cuenta con 15 templos.

- EDIFICIOS EDUCATIVOS

Se cuenta con veinticuatro establecimientos.

- BIBLIOTECAS

La del Banco de Guatemala.

La del Centro del Arte y Cultura.

- EDIFICIOS DEL GOBIERNO

Zona militar.

Gobernación.

Municipalidad.

VER PLANO No. 7

- VIVIENDA

Mazatenango	Vivienda Ocupada	Hogares
Pob. Urbana		
20,918	3,939	4,252

VER PLANO No. 8 Y 9 (Plano de densidad de vivienda y estratos económicos).

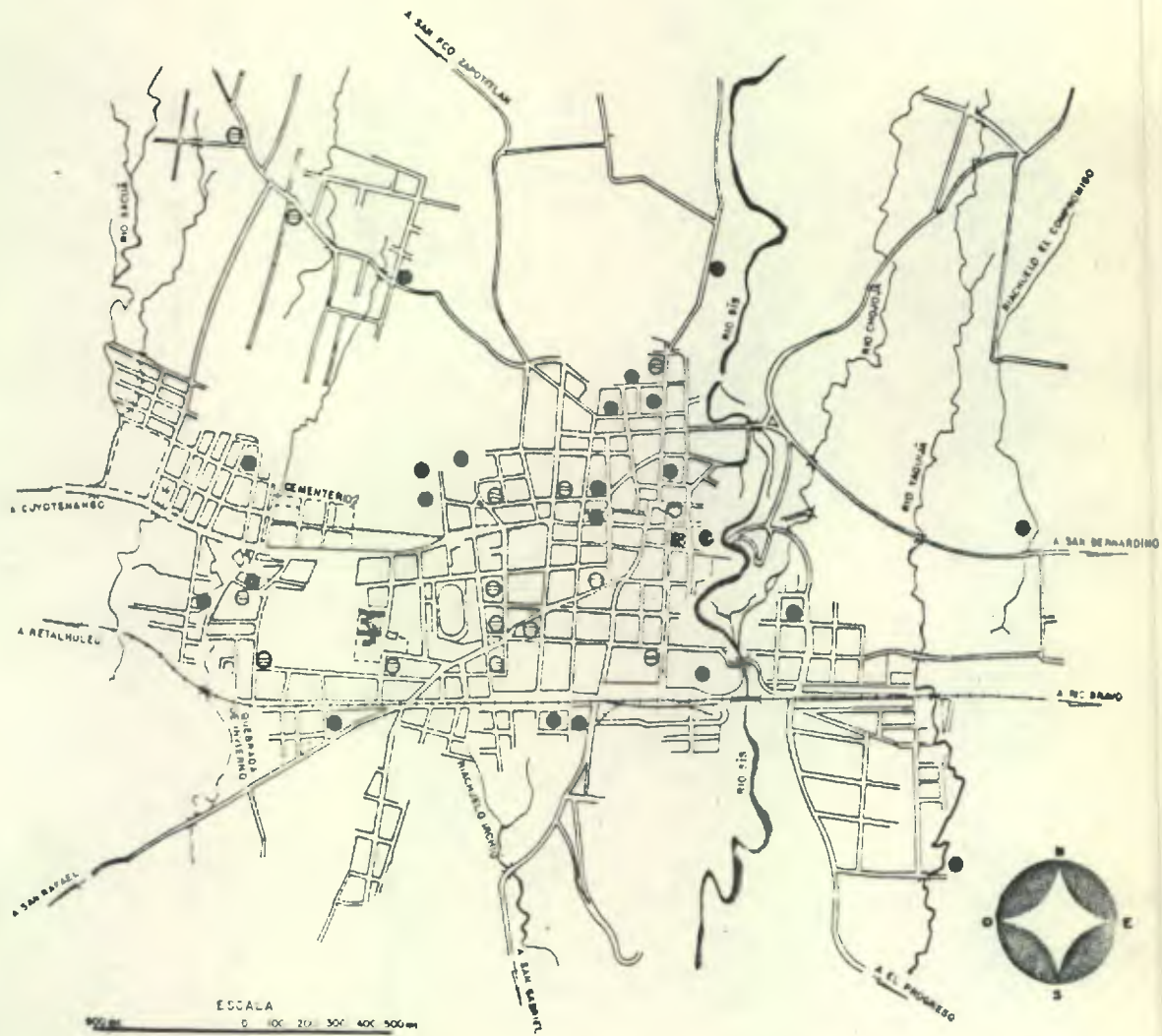




**PLANO No. 5**  
**INSTALACIONES DE ESPARCIMIENTO Y DIVERSION**  
 ( PRODUCCION DE BASURA ORGANICA E INORGANICA )

<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ PISCINAS</li> <li>Ⓢ PARQUES</li> <li>⊠ SALONES COMUNALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CINES</li> <li>● TEATRO AL AIRE LIBRE</li> <li>○ DISCOTECAS</li> </ul>
--	---

ELABORACION PROPIA.



**PLANO No. 6**  
**EDIFICIOS DE EDUCACION Y RELIGION**  
 (PRODUCCION DE BASURA INORGANICA)

● EDUCACION  
 ○ RELIGION

ELABORACION PROPIA



**PLANO No. 7**  
**BIBLIOTECAS Y EDIFICIOS DEL GOBIERNO**  
 ( PRODUCCION DE BASURA INORGANICA )

○	BIBLIOTECAS
■	ZONA MILITAR
■	GOBERNACION
▲	MUNICIPALIDAD

ELABORACION PROPIA



PLANO No. 8  
DENSIDAD DE VIVIENDA

- ALTA
- MEDIA
- BAJA

ELABORACION PROPIA



PLANO No. 9  
 ESTRATOS ECONOMICOS

■ ALTO  
 ▒ MEDIO  
 □ ESCASOS RECURSOS

ELABORACION PROPIA

### 3.1.3 ANALISIS DE LA SUPERESTRUCTURA

#### - IDEOLOGICO

La instrucción departamental consta de cinco niveles:

Pre-primario.

Primario.

Medio que se divide en básico y diversificado.

Instrucción extra-escolar.

Nivel superior.

#### - Nivel Pre-primario

Para este nivel en 1984 se contó con 23 escuelas atendidas por 36 maestros, en donde impartieron clases a 1,148 alumnos, cubriendo el 47.7% de la población escolar.

#### - Nivel Primario

En 1984 se contó con 263 escuelas en las que realizaban su labor de enseñanza un total de 921 maestros, atendiendo a alumnos de 7 a 14 años, verificándose un ausentismo de 38.7% de la población escolar.

#### - Nivel Medio

En 1984 se contó con 22 establecimientos en los cuales un total de 255 maestros impartieron clases a 3,304 alumnos entre las edades de 15 a 19 años.

#### - Instrucción Extra-Escolar

Fue creada con el fin de capacitar la mano de obra activa que impone el proceso de crecimiento económico; las áreas promovidas esencialmente son: Nutrición, educación para el hogar, conservación de suelos y agropecuarias.

Dicha instrucción es apoyada por programas radiales institucionales estatales como: El instituto de Capacitación y Productividad (INTECAP), Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

#### - Nivel Superior

Mazatenango cuenta con las instalaciones de la Universidad

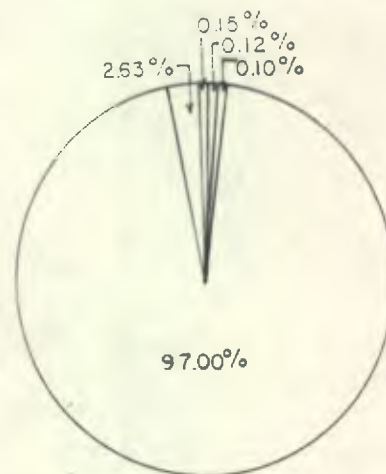
de San Carlos de Guatemala, en donde se imparten cátedras que dan la oportunidad a los pobladores de instrucción más avanzada.

En general se observa que el Departamento cuenta con una reducida participación en la escolaridad, al detectarse que de 41,490 jóvenes, asistieron únicamente el 3%.

#### RELIGION

En el Departamento de Suchitepequez se profesa especialmente la religión Católica, en el área rural se practica otras religiones. En el siguiente diagrama se muestran las religiones practicadas con sus porcentajes respectivos de población:

97.00%	Católica.
2.63%	Protestante.
0.15%	Israelitas.
0.12%	Otras.
0.10%	Sin religión.



Fuente: Diagnóstico Departamental 1985, Departamento de Suchitepequez de la Coordinadora Inter-Institucional Departamental.

#### LENGUAS

Las predominantes en la región son:

El Tsutuhil.

Quiché.

Cackchiquel

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, (INE) censo 1,982.

## - FOLKLORE

Uno de los eventos más destacados es la celebración de Carnaval con su alegre desfile lleno de colores, alegría, cascarrones y serpentinas, su duración es de 6 a 10 días, en él se elige reina y se organizan concursos de disfraces. Actualmente se celebra en el campo de la feria.

Para Semana Santa se elaboran platillos con pescado, dulce de garbanzo y los panecillos de Semana Santa.

La fiesta de San Bartolomé, patrono de los Mazatecos, se celebra en 24 de agosto.

El día de los muertos (10. de noviembre) se visitan los cementerios, se adornan las lápidas de los difuntos con flores y coronas. Los hombres toman bebidas alcohólicas en memoria de sus seres queridos.

Para el 24 y 31 de diciembre se hacen los deliciosos tamales colorados y negros que se comen a media noche, además se toma el tradicional ponche de frutas secas o de piña con coco mezclado y licor.

El colorido y belleza de sus trajes identifican a los indígenas de esta región.

## - CULTURA

La cultura en el Área Urbana y Rural de Mazatenango se diferencia en gran escala considerando que:

El Área Urbana cuenta con bibliotecas como la del Centro de Arte y Cultura, la Biblioteca del Banco de Guatemala, existe también el Museo Hemeroteca.

Se realizan actividades socio-culturales como: conferencias, presentaciones teatrales, películas culturales y de recreación en los cines Ciani e Italia.

En el área rural no se cuenta con bibliotecas y centros de difusión cultural, únicamente con las emisoras de radio "La Venadita", "La Nacional", "Radio Victoria", "Radio Indiana" que difunden programas culturales y los parques que son los centros de reunión social y cultural dentro de las poblaciones, además se ven imposibilitados de visitar el área urbana por carecer de recursos económicos que se los permita.

### 3.2 GENERALIDADES DE LOS BASUREROS CLANDESTINOS Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE MAZATENANGO

Los basureros clandestinos han sido creados en lugares



que cuentan con poca iluminación pública, colindantes a áreas habitacionales y de comercio que no cuentan con un servicio de extracción de basura constante y adecuado, provocando a la población un mal aspecto estético, restricción de expansión urbana, presencia de malos olores por la descomposición de los desechos orgánicos, contaminación del aire, suelo, agua, aparecimiento de insectos y roedores que se alimentan y reproducen en ellos causando daño a la salud y a la vivienda.

### 3.2.1 LOCALIZACION DE LOS BASUREROS CLANDESTINOS Y MUNICIPAL EN EL AREA URBANA DE MAZATENANGO Y SU INFLUENCIA SOBRE LA POBLACION

1. En la parte inferior del puente Chitum, localizado en la carretera CA-2, ingresando a la ciudad de Mazatenango desde la ciudad capital. Debajo del puente corren las aguas del río Sis, uno de los más importantes en la región por abastecer del vital líquido a los habitantes del área rural, afectan directamente a los pobladores colindantes al botadero, al igual que a los peatones de las colonias al Este de la ciudad que tienen que ingresar por ese puente al área urbana. Además provoca al visitante una impresión de poca salubridad, al ser esta la entrada principal y obligatoria para todos los viajeros que se dirigen al Oeste del país. Contamina también el aire que circula en dirección del poblado.

2. El basurero clandestino ubicado en la parte inferior del puente Sacuá a pocos metros del campo de la feria, egreso de la ciudad de Mazatenango hacia el municipio de Cuyotenango, provoca malestar por olores desagradables en el área habitacional debido a la circulación del viento, aparecimiento de bichos y roedores en las instalaciones del campo de la feria y viviendas, contamina las aguas del río Sacuá.

3. El basurero localizado en la parte baja del puente "Brisas del Sis" cercano a la línea férrea, frente al cantón "El Porvenir" afecta igualmente a los pobladores colindantes al área del botadero, a los estudiantes e instalaciones del Instituto Técnico Industrial por los malos olores, aparecimiento de bichos y roedores que afectan la salud y las construcciones, contamina las aguas del río Sis.

4. El basurero que se localiza en la parte inferior del puente "La Otra Banda" es el paso hacia el barrio la Otra Banda, afecta al hospital San Bartolomé, a la escuela Mariano Gálvez y escuela de Comercio siendo una inmensa fuente de contaminación de las aguas del río Sis, aire y suelo.

5. En los terrenos baldíos aledaños a la línea férrea a inmediaciones del Cantón la Florida al lado de la carretera que sirve de paso para vehículos y peatones que se dirigen a la lotificación Ramirez y al Cantón las Flores, siendo enormes fuentes de contaminación y de malos olores, al mismo tiempo que

6. Los botaderos en los terrenos baldíos en la carretera hacia la aldea "Tierras del Pueblo" se acrecientan principalmente en época de verano provocando malestar entre los transeúntes.

Puede observarse que en los 6 casos anteriores los basureros restringen la expansión urbana además que las basuras son de origen casero, por lo que puede deducirse que han sido abandonados por personas que viven alejadas a estos lugares.

En el caso del BASURERO MUNICIPAL localizado cercano a la carretera con dirección a la población de San Gabriel, causa un mayor problema a los habitantes de Mazatenango por ser allí el lugar donde se acumula la mayor cantidad de basura sin consideraciones de salubridad, por lo que provoca contaminación en el medio ambiente, malos olores al descomponerse los desechos orgánicos, reproducción de artrópodos que habitan y se alimentan de basura, roedores, arácnidos, etc.

La ubicación de este basurero en el área ha causado grandes molestias entre los vecinos porque las basuras son incineradas, cayendo grandes cantidades en las aguas del riachuelo Irchiú, provocando un foco de enfermedades que infectará a personas, animales y plantas que se abastecen del líquido en esta fuente.

VER PLANO No. 10

### 3.2.2 CLASIFICACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS ANALIZADOS EN LAS MUESTRAS (Adquiridas por la autora de la tesis) DE LOS BASUREROS CLANDESTINOS Y DEL MUNICIPAL

La clasificación se realizó por muestras domiciliarias recogidas en bolsas plásticas para su análisis, dos veces por semana durante tres meses ( octubre, noviembre y diciembre de 1985 ) en dicha ciudad y observaciones directas en el basurero municipal. En tales actividades se separaron los materiales de origen :

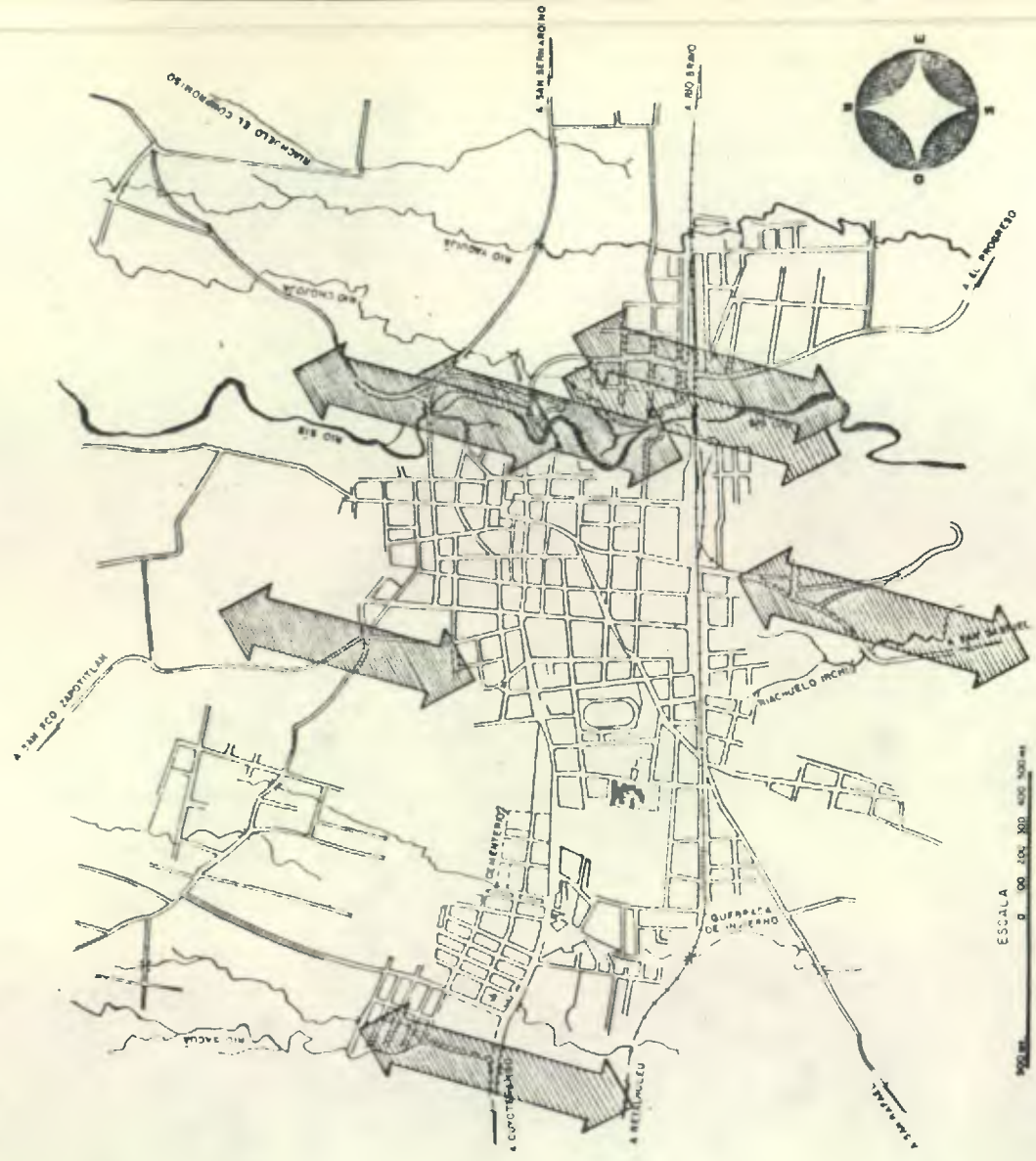
1. Orgánico .
2. Inorgánico .

#### 1. DESECHOS SOLIDOS ORGANICOS

Los más comunes son :

- 1.1. Desperdicios de alimentos.
- 1.2. Domésticos.
- 1.3. De la calle.
- 1.4. Desperdicios provenientes de mercados, ferias, vendedores ambulantes y kioskos.





PLANO No. 11

INFLUENCIA DEL VIENTO SOBRE LOS BASUREROS.

ELABORACION PROPIA

## 2. DESECHOS SOLIDOS INORGANICOS

Los mas comunes son :

- 2.1. Desperdicios Comerciales.
- 2.2. De la calle.
- 2.3. Escombros.

(Ver clasificación de basuras en el capítulo No.1, pagina 16, incisos a & b para mas información ).

### 3.2.3 CALIDAD Y CANTIDAD DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Se clasifican en dos grandes grupos

1. Combustibles
2. No combustibles.

#### - CANTIDAD

La cantidad de basura producida en la población es de 0.60 kilogramos por persona por día según muestras obtenidas en la población. (Estimación propia luego de muestreo y comparación a datos obtenidos en el Departamento de Disposición de Desechos, en la División de Saneamiento del Medio).

### 3.2.4 FRECUENCIA DE RECOLECCION DE LOS DESECHOS SOLIDOS

La recolección de las basuras se realiza por medio de:

- a. Personas que llevan las basuras directamente al basurero Municipal o las abandonan en lugares clandestinos.
- b. Empresas particulares y Municipales que se dedican a recoger la basura, ambas cuentan con unidades de recolección como vehículos de diesel y gasolina o bien carretas con tracción animal. La basura es recogida 1 o 2 veces por semana.

Al ser recogida 1 vez por semana provoca problemas de mal olor, moscas, contaminación ambiental debido a la alta temperatura, posteriormente es llevada al basurero Municipal en donde es devorada por los animales que viven en los basureros, al mismo tiempo parte de esta basura es incinerada en la superficie del suelo y otra parte es diseminada en las aguas del río.

### 3.2.5 CONTAMINACION AMBIENTAL PRODUCIDA POR LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA LOCALIDAD

#### a. CONTAMINACION EN EL AGUA

La contaminación del Río Sis y Sacuá por las basuras es bastante notoria, como puede observarse en forma directa en el área urbana de Mazatenango, donde son arrastradas por más de 100 metros fuera de la ciudad, provocando con ello la desintegración

de los desechos en estado de descomposición los que circulan en el agua o bien se estancan en las orillas provocando malos olores y la propagación de insectos, roedores, etc.

#### b. CONTAMINACION DEL SUELO

La contaminación potencial es aguda en lo que se refiere a enfermedades parasitarias. Los acumulamientos de basura observados sin las condiciones de salubridad necesarias ocasionan el apareamiento de las moscas que son los principales vectores de transmisión de las enfermedades en forma directa a los alimentos.

Además el suelo absorbe sustancias de materias en descomposición contaminándolo al igual que las aguas subterráneas, exponiendo la salud de todo ser vivo que transite, viva y se alimente en ese lugar, por lo que será un foco infeccioso de gran proporción y de difícil forma de convertirlo en salubre.

#### c. CONTAMINACION DEL AIRE

Debido al acumulamiento y a la acción del viento se dispersan con mayor facilidad las bacterias, gérmenes, microbios, esporas, etc. ocasionando problemas de salubridad, transformando la circulación del viento en un medio de transporte de contaminación y reproducción eficaz de gérmenes patógenos que provocan enfermedades que atacan a los seres vivos, por esta razón los gérmenes podrán viajar largas distancias con mayor facilidad contaminando áreas aledañas y lejanas a los focos infectados.

### 3.2.6 ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA LOCALIDAD

Enfermedades como la enterocolitis aguda, parasitismo intestinal, enfermedades diarreicas, fiebre tifoidea y paludismo producidas debido a los efectos de la contaminación ambiental.

VER CUADRO No. 6 Y 7.

CUADRO No. 6

DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE

SUCHITPEQUEZ

AÑO 1985.

CAUSAS	NUMERO	%	TASA X 10,000	PROVOCADAS POR CONTAMINACION AMBIENTAL
Bronconeumonia	322	17.26	12.18	X
Fiebres producidas por virus	196	10.21	7.41	X
Mortinatos	157	8.42	115.95	
Infeccion Intestinal	135	8.31	5.86	X
Senilidad	123	6.60	119.11	
Desnutricion	96	5.15	3.63	
Gastro Enterocolitis Aguda (G.E.C.A.)	92	4.93	3.48	X
Paro Cardíaco	74	3.81	2.80	
Anemias	71	2.89	2.68	
Tuberculosis Pulmonar	54	2.89	2.04	
Resto de Causas	525	28.15	19.86	1/2% X
TOTAL	1,865	100.00		37.35%

Fuente: Plan Operativo, área de salud 1,985.

CUADRO No. 7  
 DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE  
 SUCHITEPEQUEZ  
 AÑO 1983.

MORBILIDAD	No. de Casos	%	PROVOCADAS POR CONTAMINACION
Parasitismo Intestinal	4,232	20.45	X
I.R.S. (influenza respiratoria superior)	4,230	20.44	
Anemia	2,919	14.10	
Bronconeumonía	2,041	9.68	
Desnutrición	1,867	9.02	
Enterocolitis Aguda	1,252	6.05	X
Tuberculosis Pulmonar	933	4.51	
Enfermedades Diarréicas	855	4.13	X
Fiebre Tifoidea	505	2.44	X
Paludismo	228	1.10	X
Resto de Causas	1,637	7.91	1/2% X
TOTALES	20,699	100.00	38.12%



Las enfermedades enumeradas anteriormente son las detectadas y tratadas en Mazatenango pero por la escasez de recursos económicos e ignorancia de los pobladores, muchas personas padecen de estas enfermedades sin ser tratadas, por lo que el número de casos especificado anteriormente es de las personas atendidas médicamente.

### 3.2.7 ROEDORES, ARTRÓPODOS, AVES DE RAPINA, ATRAIDOS POR LA ACUMULACION DE DESECHOS SÓLIDOS.

#### a. ROEDORES

Se observan: Ratas de alcantarilla, de tejado y una especie más pequeña que es la más abundante.

#### b. ARTRÓPODOS (INSECTOS)

Cucarachas: Hay de color brillante café y muy oscuro, miden de 2 a 4 centímetros, las hay más claras con tamaño de 4 a 6 cms.

Pulgas: Se observan en gran cantidad ya que el clima y los desechos sólidos son factores excelentes para su propagación.

Triatominos: Más conocidos con el nombre de Chinche Grande, Chinche Picuda, etc.

Pediculos: Conocidos comúnmente como piojos de color grisáceo.

Moscas: Las más comunes son: doméstica o casera, metálica bronceada, metálica verde, metálica azul.

Mosquitos: De varias especies.

#### c. AVES DE RAPINA

Zopilotes.

### 3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE PRESENTAN CADA UNO DE LOS DIFERENTES METODOS DE DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS PARA SER APLICADOS EN EL CASO DE LA CIUDAD DE MAZATENANGO

#### - METODO DE FERMENTACION O DIGESTION AEROBICA

##### VENTAJAS:

- Es un sistema efectivo y beneficioso para disponer de la materia orgánica en descomposición al proporcionar a la población un medio de disposición final de desechos sólidos y producir bio-abono.

- Con la practica de este metodo se anula la contaminación ambiental provocada actualmente en el Rio Irchiú.

- Al producirse el bio-abono dentro el area puede comercializarse en la poblacion y pueblos aledaños.

#### DESVENTAJAS

- Se necesita personal o maquinaria para separar la materia orgánica e inorgánica para proceder a su tratamiento.

- Se hace indispensable una campaña educativa dirigida a los vecinos de la población para que separen las basuras de origen orgánico e inorgánico.

- Es necesario la compra de una trituradora o mezcladora de materia orgánica para acelerar la descomposición de las basuras.

- Necesita de personal calificado para el control del proceso con el objeto de obtener buenos resultados en la aplicación del método.

- Se hace compleja y sofisticada la construcción de las pilas, muelles o hileras con las dimensiones requeridas para tratar los desechos de la población Mazateca.

#### METODO DE FERMENTACION O DIGESTION ANAEROBICA

##### VENTAJAS:

- Es un sistema efectivo y beneficioso para la disposición final de la materia orgánica en descomposición al proporcionar a la población un medio para evitar la contaminación del medio ambiente y proveerse de un recurso económico con la producción de bio-abono.

##### DESVENTAJAS:

- Es un método que usa estiércoles en un 75 % como máximo, el resto de desechos vegetales para su funcionamiento por lo que se hace poco efectivo para las basuras en la ciudad de Mazatenango.

#### METODO DE INCINERACION

##### VENTAJAS:

- Es un sistema efectivo de disposición final de desechos, desde el punto de vista sanitario.

- Con hornos incineradores se puede quemar materia orgánica (Previo secado) reduciéndola a cenizas.

- Se necesita de poco terreno para la ubicación y operación de la planta incineradora.

#### DESVENTAJAS:

- La adquisición de un horno incinerador con las dimensiones necesarias para las basuras de la población, requeriría de un desembolso económico grande.
- Se hace inaplicable a la población porque el 68 % de los desechos sólidos son de origen orgánico que poseen mayor cantidad de humedad por lo que deben ser secados previamente para ser incinerados.
- El método se encarece con su mantenimiento y adquisición de combustible para el funcionamiento de los hornos.

#### METODO DE RELLENO SANITARIO

##### VENTAJAS:

- Es un sistema efectivo de disposición final de desechos sólidos desde el punto de vista sanitario.
- Todos los desechos sólidos de la ciudad de Mazatenango pueden ser tratados.
- El lugar propuesto para la operación está cercano al núcleo de la población, proporcionando una buena operación.
- Se eliminan los riesgos de incendios o combustión incompleta de las basuras ( caso existente en el basurero Municipal en la actualidad ).
- La depresión natural donde se propone la construcción del relleno sanitario es difícilmente habitable por la inconveniencia topográfica en la construcción, al finalizar la obra se proyecta la ubicación de un parque con plazas, de descanso, campos de juego, etcétera proporcionándole a los vecinos un respiradero urbano y lugar de esparcimiento para el futuro.
- El relleno sanitario manual es el método más económico de disposición final de desechos sólidos adaptable en la población.
- Ya se cuenta con experiencias de éste, en otras localidades del país.

##### DESVENTAJAS:

- Pérdida de materiales recuperables que se tiran con las basuras.
- Debe ser supervisado constantemente por un ingeniero o

arquitecto conocedor del método de disposición final de basuras para evitar la posibilidad de que se convierta en un basural abierto al no mantener una supervisión constante.

Al exponer las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de disposición final de desechos sólidos para ser aplicados a la ciudad de Mazatenango, se observa que el método apropiado es el relleno sanitario manual, pero sin embargo habrá que reevaluar un estudio de factibilidad que se desarrolla mas adelante.

#### METODO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

##### VENTAJAS:

- Es un método efectivo y beneficioso para la disposición final de los desechos de origen orgánico, al producir con su funcionamiento bio-abono que puede comercializarse.
- Se eliminan los focos de contaminación debido a la descomposición de los desperdicios orgánicos.
- Se promueve el reciclaje de basuras inorgánicas, vidrios, metales, plásticos, etc.

##### DESVENTAJAS

- Se hace necesaria la clasificación de los desechos, en: orgánicos e inorgánicos por lo que se necesita personal para dicha actividad o bien la aplicación de programas de educación dirigida a la comunidad para que separen las basuras en bolsas o recipientes distintos.
- El proyecto se encarece al hacerse necesaria la adquisición de un molino para triturar las basuras y la construcción de galeras, además de adecuar el terreno para la aplicación de dicho método ( ladera escalonada ).
- El funcionamiento de la planta debe ser supervisado por personal calificado para su mejor manejo y control.

ANALISIS Y PROPUESTA DEL METODO DE DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS APLICABLE PARA LA CIUDAD DE MAZATENANGO.

4.1 EL ESCASO CRECIMIENTO DE LA CIUDAD HACIA EL AREA DEL BASURERO MUNICIPAL

La ciudad de Mazatenango se ha desarrollado en su infraestructura con el transcurso del tiempo, visualizándose un crecimiento del área urbana en los 4 puntos cardinales, aumentando paralelamente las necesidades de servicio que en el caso de la recolección y tratamiento final de las basuras es ineficaz, provocando problemas de contaminación ambiental por carecer de un medio de disposición final de las mismas.

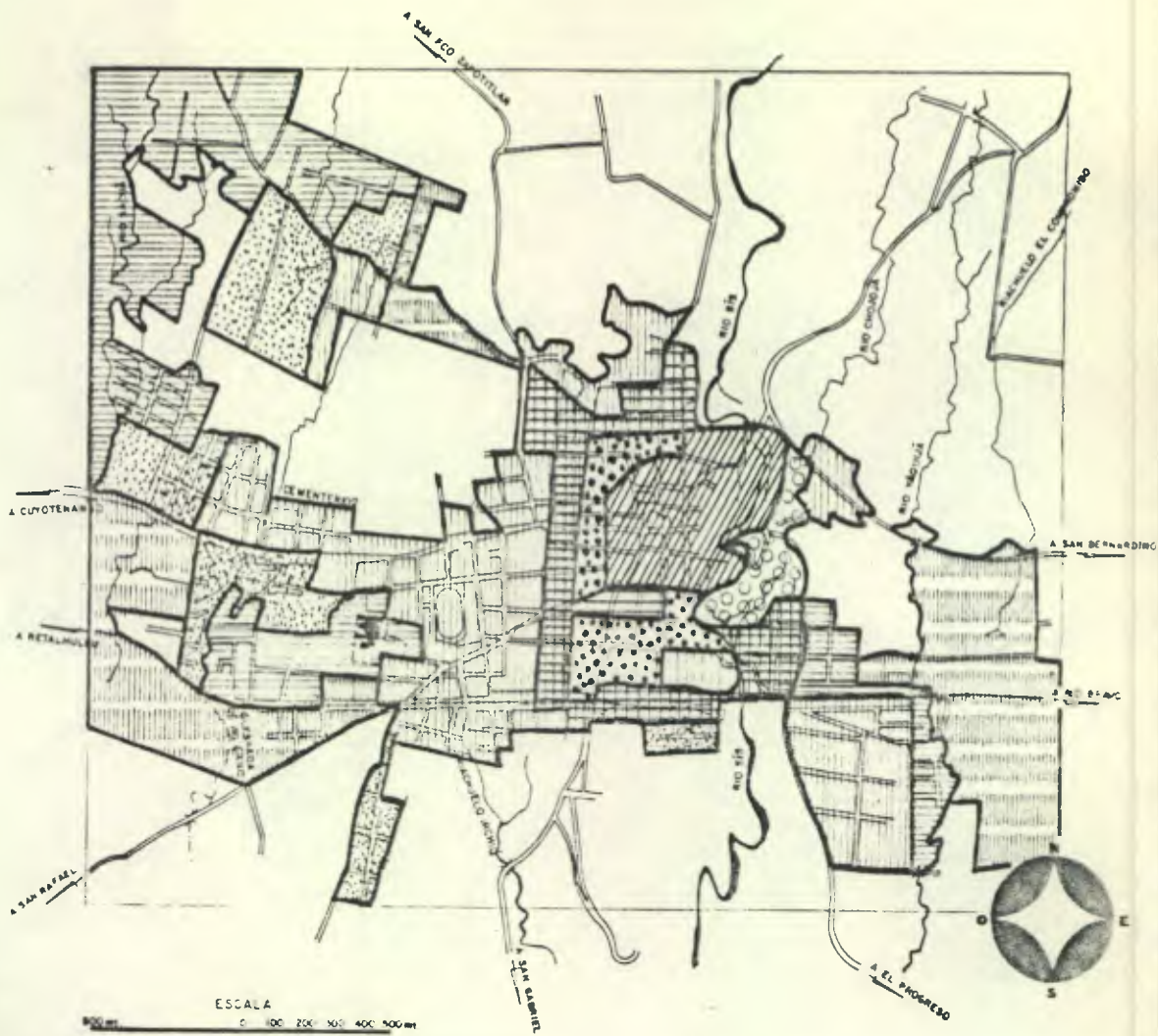
El basurero municipal se localiza en las cercanías del barrio El Porvenir, que ha padecido desde 1,964 (según estudios realizados por el programa de EPSDA en 1985) la contaminación del medio, producción de malos olores debido a la descomposición de los desechos orgánicos, propagación de insectos, roedores, etc. que luego invaden el área urbana y rural.

La basura no cuenta con métodos de tratamiento, medidas de salubridad mínimas necesarias, pues son lanzadas a la orilla del riachuelo Irchiú en donde son quemadas al aire libre la mayor parte, otra parte son arrastradas por las aguas a grandes distancias provocando con ello la contaminación directa del riachuelo y otra parte sirve de alimento para perros callejeros, aves de rapiña, roedores e insectos que son agentes directos transmisores de las enfermedades que atacan al hombre, plantas y animales.

Cada día el área urbana tiende a engrandecerse y el problema por la falta de salubridad en el tratamiento y disposición de los desechos sólidos se agudiza, por lo que se hace urgente realizar un estudio de opciones de solución para la reubicación del basurero municipal y el sistema de disposición de los mismos con las condiciones, normas y reglamentos para proveer a la población de mejoras de vida.

Para ello analizaremos: el crecimiento de la población históricamente para observar la tendencia de crecimiento en el espacio y luego el crecimiento de población numéricamente.

Según análisis realizado por los EPSDA - 1984 en plano No. 12, la población inició su desarrollo urbano en 1851, extendiéndose a su alrededor en los siguientes 105 años, posteriormente hasta 1,985 la tendencia de crecimiento se orientó hacia el Este y Oeste de su origen central, a lo largo de la carretera CA-2 que atraviesa la población en dirección a dichos puntos cardinales.



ESCALA  
 0 100 200 300 400 500 m

PLANO No.12  
 CRECIMIENTO GEOGRAFICO DE LA CIUDAD

	1,851		1,955		1,970 a 1,980
	1,900		1,964		1,980 a 1,985
	1,950		1,970		AREA RURAL

ELABORACION EPS L A-1984

El crecimiento hacia el Norte y Sur se ha realizado en menor escala por lo que se puede considerar que el área urbana tiene pocas tendencias de desarrollarse en dichas direcciones, siendo entre una de las causas la localización del basurero municipal.

La propuesta de solución al problema existente de la disposición final de los desechos sólidos es el relleno sanitario, localizando dicha área al sur de la ciudad en donde podrá realizarse sin problemas para los lugareños y con la máxima economía, por contar con accesos construidos y una depresión natural que al ser rellena dará origen a un hermoso y atractivo parque que prestará los servicios de esparcimiento, recreación y respiradero para los moradores futuros aledaños al área.

En cuanto a la población, el grupo urbano está considerado con crecimiento moderado en proporción geométrica, los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística recopilaron los siguientes datos de población urbana:

Censo del año	No. de habitantes
1,950	11,032
1,964	19,506
1,973	24,156

En base a dichos datos se puede establecer tentativamente el cálculo de las poblaciones futuras para el periodo 1,987 - 1,999 con una tasa de crecimiento geométrica adoptada de 1.50% con la fórmula:

$$Y = Y_2 (1+r)^{t - t_2} \quad r = \frac{Y_2}{Y_1} (1/(t_2 - t_1)) - 1$$

Y = Población futura.

$Y_1$  = Población del primer censo.

$Y_2$  = Población del segundo censo.

r = Razón en decimales.

t = Año del cual se desea conocer la población.

$t_1$  = año del primer censo.

$t_2$  = año del segundo censo.

Ejemplo:

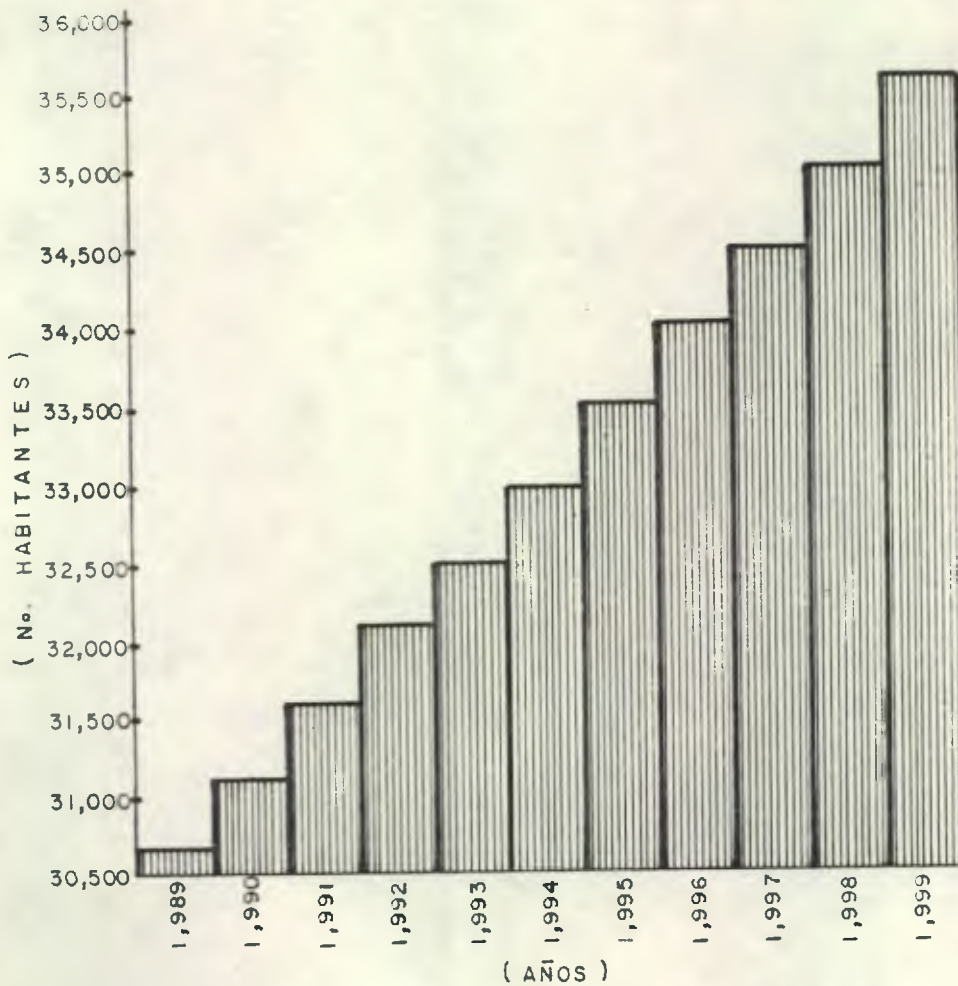
$$Y = 24,156 (1 - 0.015)^{1,987 - 1,973} = 29,754 \text{ hab.}$$

$$Y = 29,754 (1 + 0.015)^{1,987 - 1,989} = 30,654 \text{ hab.}$$

$$Y = 30,884 (1 + 0.015)^{1,989-1,990} = 31,114 \text{ hab.}$$

VER GRAFICA No. 1

CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL  
(PERIODO 1,989-1,990)



Cuya población tenderá a establecerse en los cuatro puntos cardinales, con mayor intensidad al Este y óeste como se visualiza la tendencia en el plano No. 12 y en menor escala al Sur por ser problemático al localizarse actualmente en esta dirección el basurero municipal que constituye un foco de contaminación y descontrol del medio ambiente al no ser tratado debidamente.



#### 4.2 INCREMENTO DE LA PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS POR EL AUMENTO DE LA POBLACION

Luego de realizado el analisis del crecimiento poblacional en la ciudad de Mazatenango puede predecirse que en el basurero municipal se incrementará la cantidad de basura, aumentando con ello el problema de la contaminación del medio ambiente producida por las mismas; a causa de no contar con un método de disposición final eficaz, para poder proponer una opción de solución a dicho problema la autora de la tesis realizó un análisis de muestras de basura domiciliar 2 veces por semana durante los meses de octubre, noviembre y diciembre en 1,985 en dicha ciudad, con el fin de conocer la composición porcentual de los desechos domiciliarios que son:

- 68% peso de materia putrecible (residuos orgánicos).
- 12% peso de materiales como cartón, papel.
- 9 % peso de materiales de vidrio, metales, plásticos.
- 11% peso de otros.

Las basuras abandonadas en el área del basurero municipal son incineradas en un bajo porcentaje de su totalidad debido a que el 68% es de orden orgánico lo que se putrefacta provocando contaminación en el medio ambiente, al mismo tiempo que proporciona vivienda y alimentación a animales dañinos al hombre, plantas y animales.

En Guatemala no existe un estudio analítico a nivel departamental que haya determinado la producción de basura por habitante/día solamente se tiene estimaciones realizadas por consultores de la OPS/OMS. La primera estimación fue realizada en 1,978 por la Ingeniera María Alegre quien en su informe determinó 0.45 Kg/hab/día para los habitantes del interior del país, la segunda realizada en 1,983 por los ingenieros Guido Acurio y Kunitoshi Sakurai quienes estimaron 0.65/Kg/hab/día para los habitantes de la ciudad de Guatemala.

Según informes recabados (en 1,985) acerca de la cantidad de basura recolectada en los basureros autorizados por las municipalidades locales proporcionan los siguientes datos en Kg/hab/día.

Población	Kg/hab/día
Fuente Barrios	1.9
Coatepeque	0.73
Antigua Guatemala	0.55
Santa Cruz del Quiché	0.23

Totonxicapán	0.23
San Marcos	2.50
Jutiapa	1.14
Chiquimula	0.97
Retalhuleu	0.45
Santa Lucia Cotzumalguapa	0.66
San Benito Petén	0.50
Amatitlán	0.43

Fuente: Datos obtenidos en el Departamento de Disposición de Desechos, en la División de Saneamiento del Medio.

NOTA: La Municipalidad de la ciudad de Mazatenango no ha proporcionado por razones ajenas a su voluntad colaboradora, el dato de la cantidad de basura desechada por sus habitantes por consiguiente se hizo necesario la recolección de muestras y analisis de las mismas para su estudio, como se especifica más adelante.

En base a a las cantidades en Kg/hab/día recopiladas en el listado anterior puede sectorizarse a la República en:

Norte	I
NorOeste	II
Centro	III
Sur	IV
Este	V

VER DIBUJO No. 24

Por muestras obtenidas en la población de Mazatenango 2 veces por semana durante 3 meses consecutivos en 1,985, se adoptó por 0.60 Kg/hab/día para dicha comunidad (estimación propia).

Con este factor la basura producida cada día del año de 1,989, distribuida en los basureros clandestino y el Municipal es:

En el año de 1,989

$$30,654 \text{ Hab. (0.6 Kg/hab/día)} \frac{1 \text{ Ton}}{1,000 \text{ Kg}} = 18.39 \text{ Ton/día.}$$



Las comunidades de consumo tienden a aumentar la cantidad de desechos sólidos siendo Mazatenango una sociedad de consumo, la producción de basura se visualiza cada año en mayor cantidad y no existiendo un plan de urbanización relacionado con el saneamiento e higiene, la disposición final y recolección de la basura es cada vez más inadecuado, razón por la cual aparecen basureros clandestinos evitando la expansión urbana donde se localizan perdiendo la ciudad su aspecto estético, ornamental y el sanitario.

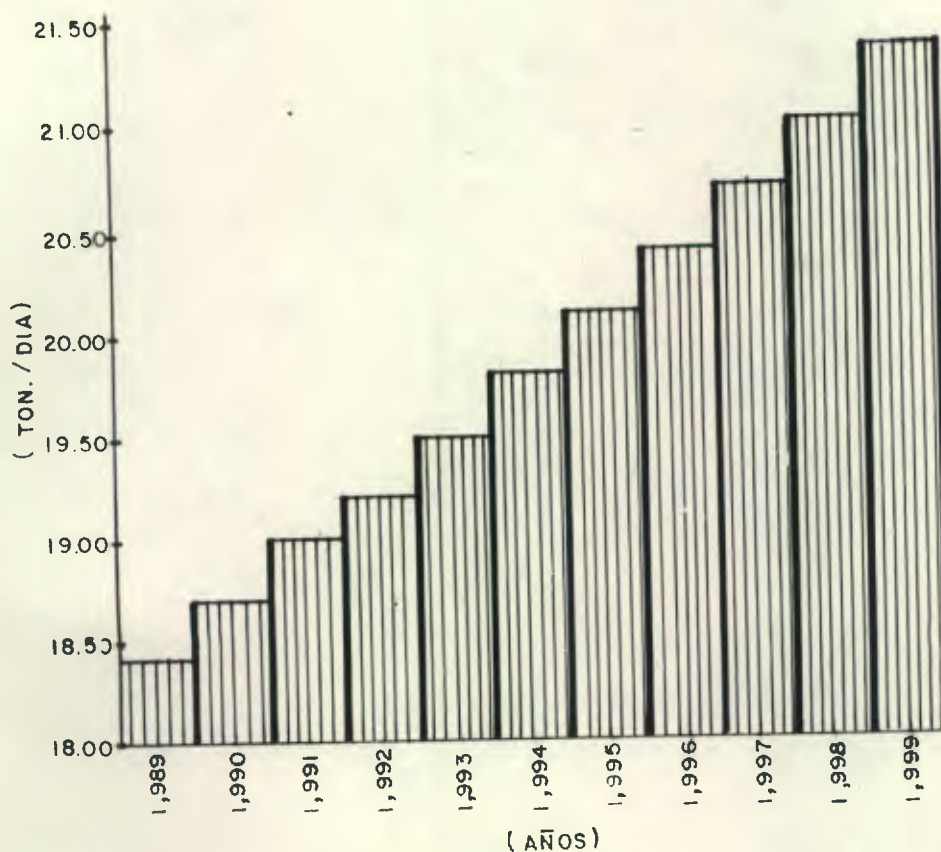
Los servicios públicos asistenciales y sanitarios son incluidos en el plan de urbanización en poblados y ciudades y el apareamiento de basureros en distintos lugares van en contra de toda planificación urbana o regional.

En la ciudad de Mazatenango se localizan varios basureros

clandestinos descritos anteriormente, que influyen en forma psicológica en el público para que no visiten las áreas cercanas a donde éstos se encuentran, boten todo tipo de basura en ellos, afectando el saneamiento y ornato provocando problemas de acumulación de basuras en las aguas de los ríos y calles donde corren las aguas pluviales arrastrándolas contaminando e inundando el sistema de drenajes provocando el congestionamiento vehicular al igual que la peatonal, dañando a las personas y propiedades.

Para solucionar el problema del engrandecimiento de los botaderos clandestinos de basura o apareamiento de nuevos debe considerarse simultáneamente la ubicación de un basurero general o varios y el sistema de disposición final de las mismas para que sea efectivo, solucionando con ello problemas derivados de un saneamiento deficiente, enfermedades, plagas de insectos, roedores, etc.

GRAFICA No. 6



#### 4.3 METODO ELEGIDO PARA LA DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE MAZATENANGO

Al analizar los diferentes métodos que pueden ser utilizados para la disposición final de los desechos sólidos en, el área urbana se ha determinado que el método que más se adecúa a la ciudad de Mazatenango es el Relleno Sanitario Manual por las razones siguientes:

1. Las ventajas son mayores que las desventajas, como ya se expuso en el capítulo anterior.
2. Es el método de disposición final de desechos sólidos quemás se adapta a la ciudad, al observarse que el 68% del total de los residuos es de origen orgánico (putrecible) no alterando la eficacia de la operación.
3. El sistema proporcionará efectivamente a la población un medio de disposición final de desechos considerando las condiciones sanitarias necesarias, además de proporcionar al final de su construcción un área utilizable en lo urbano.
4. La ubicación propuesta para la construcción del r. s. m. es de fácil accesibilidad y cercanía, minimizando los costos de transporte y construcción, siempre que tenga una buena operación y supervisión constante de un especialista conocedor del método para evitar la posibilidad de su mala construcción y de que se convierta en un basural abierto.
5. El área propuesta al sur de la población es una depresión natural que en el presente no es habitable, por poseer una topografía inconveniente para la construcción como puede observarse en el plano No. 14. Al concluirse la construcción del relleno sanitario la superficie se utilizará para la proyección de un parque de esparcimiento y juegos proporcionando al sector habitacional, un incentivo para su crecimiento en esa dirección.
6. Al utilizar el método se eliminará la incineración de las basuras al aire libre en el basurero Municipal al igual que la caída y estancamiento de las mismas en las aguas del río Sís y riachuelo Irchiú.
7. El sistema es de bajo costo para la población al contar con una depresión natural, tierra de cobertura que puede, ser extraída en los terrenos aledaños, y utilización de mano de obra local.

#### 4.4 CONCLUSIONES

Se deben ELIMINAR los basureros clandestinos en la ciudad, reubicar el basurero municipal y mejorar el método de disposición final de los desechos sólidos producidos por la población de Mazatenango, para que estos desechos no constituyan una restricción para el crecimiento urbano hacia estos lugares y sean

causa de contaminación ambiental.

Concluyo que la ubicación del relleno sanitario manual apropiada es al sur de la población (VER PLANO No. 13) por las siguientes razones:

1. LA TOPOGRAFIA local provee de una depresión natural apropiada para la realización del relleno sanitario manual, utilizando los recursos naturales locales, para proveer a la población de Mazatenango de una opción de solución al problema de la contaminación ambiental producida por la mala disposición final de los desechos sólidos.

2. El área propuesta, al sur de la población es de FÁCIL ACCESIBILIDAD Y CERCAÑA AL SECTOR HABITACIONAL DE MAZATENANGO (relativamente) más denso y comercial, facilitando con ello la extracción y TRANSPORTE de las basuras (Ver Planos de Densidad de Vivienda y Servicios Públicos, Capítulo No. 3).

3. El área donde se proyecta el relleno sanitario manual no es habitada en la actualidad y al finalizarse el mismo se CONSTRUIRÁ UN PARQUE en superficie, incentivando a la población a crecer en esa dirección.

4. LOS VIENTOS no provocarán malestar a los pobladores más cercanos al área a rellenar porque se sembrará una barrera perimetral de árboles que contrarresten la circulación de los malos olores, además de localizarse los mismos a distancia.

5. En esta depresión se evacúan aguas residuales de una sección de la población UNIFICANDO LOS SERVICIOS de drenajes y disposición final de desechos sólidos en el lugar.

6. Como se pudo observar en el Plano No. 8 la densidad de población en el área es nula.

7. El volumen del relleno calculado es de 142,220 m<sup>3</sup> y el volumen del vacío en la depresión es de 143,000 m<sup>3</sup> por consiguiente EL ÁREA PROPUESTA TIENE CAPACIDAD PARA CONTENER EL VOLUMEN DEL RELLENO.

8. EL COSTO de la construcción del relleno es bajo por contar con un área adecuada, por no requerir de maquinaria y además por utilizarse mano de obra local.

9. La cuota de pago del servicio de extracción de basura será de bajo costo para los vecinos debido al bajo costo de la aplicación del método de disposición de desechos.

En base a las justificaciones anteriores puede concluirse que:

EL METODO OPTIMO DE DISPOSICION FINAL DE DESCHOS SOLIDOS APLICABLE A LA POBLACION DE MAZATENANGO ES EL RELLENO SANITARIO MANUAL.



#### 4.5 RECOMENDACIONES

- La basura producida en hospitales, centros de salud, clínicas médicas, laboratorios de análisis, sanatorios, farmacias, deben ser guardados en bolsas o sacos plásticos especiales, para evitar riesgos de transmisión de enfermedades y contaminación del suelo, aire, etc.
- La ciudad debe contar con un tren de aseo municipal, que preste sus servicios de limpieza y recolección de basura diario en los sectores comerciales como mercados, parques, centros educacionales, hospitalarios, etc. y cada dos días en las áreas habitacionales.
- La Municipalidad debe poner vigilancia e imponer sanciones a las personas que boten basuras en lugares inadecuados para evitar el apareamiento de basureros clandestinos en el área urbana.
- Debe incentivarse la recolección de basura en la iniciativa privada beneficiando a la población y la creación de fuentes de trabajo.
- Es importante la realización de campañas de educación a nivel de toda la población para hacer conciencia de lo insalubre que es un basural abierto en lo urbano.
- La colocación de depósitos para basura en las calles, parques, cines, escuelas, edificios públicos, etc., inducirá a las personas para que echen basuras en ellos.
- Debe colocarse más iluminación pública en las áreas donde se han creado los basureros clandestinos para evitar que sigan tirando desechos durante la noche en dichas áreas.

#### 4.6 LOCALIZACION DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

En los capítulos No. 3 y No. 4 se analizó el crecimiento de la población y la producción de basura local, en base a ello determinar el volumen del relleno para el período 1,989 - 1,999.

Procedimiento:

Volumen del relleno

$$\text{año 1,989} = (\text{No. hab.})(\text{coeficiente de producción de basura Kg/hab/día})(365 \text{ días})$$

Volumen del relleno

$$\begin{aligned} \text{año 1,989} &= (30,654 \text{ hab.}) (0.6 \text{ Kg/hab/día})(365 \text{ días}) = \\ &= 6,713,226 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

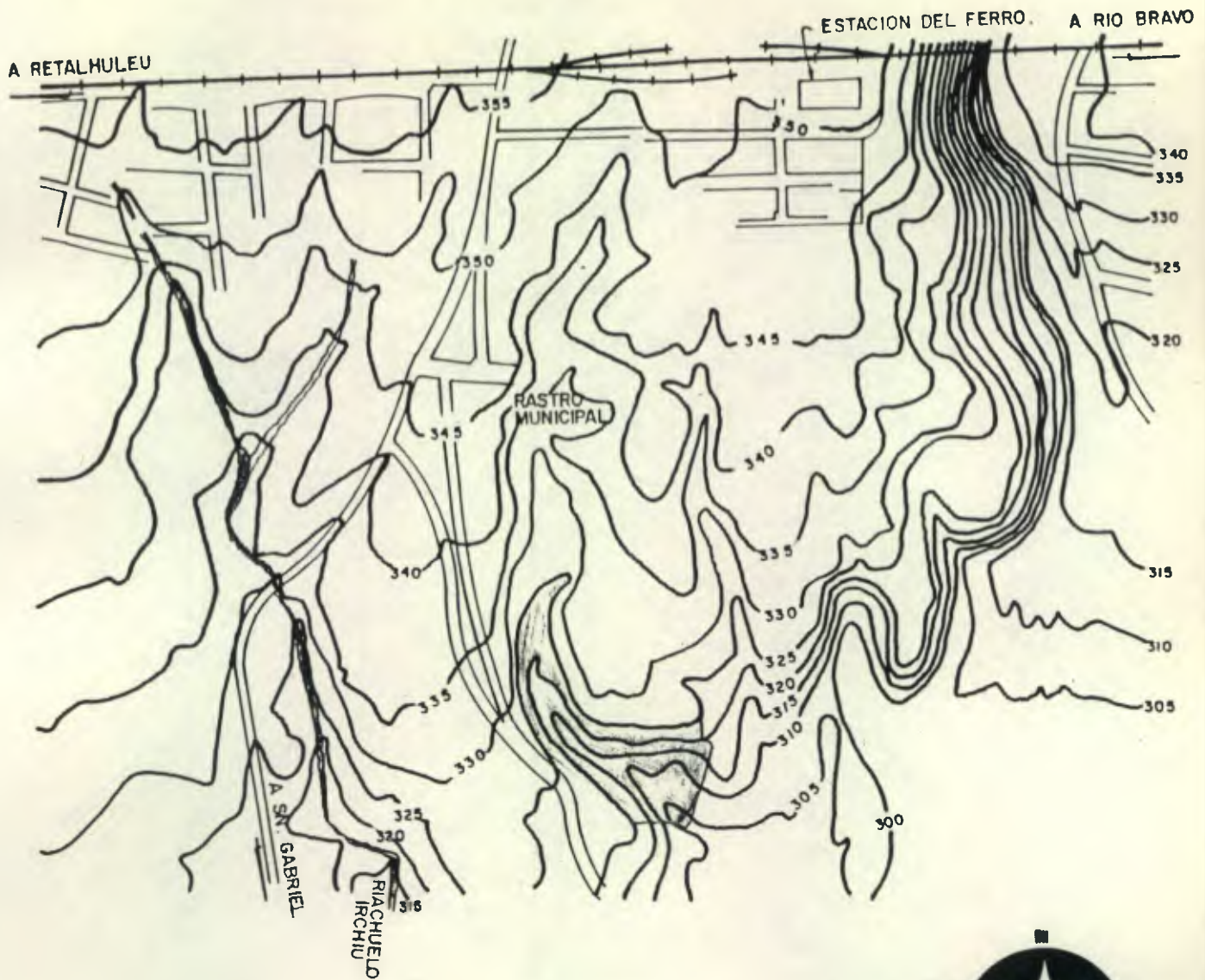


ESCALA  
 0 100 200 300 400 500m

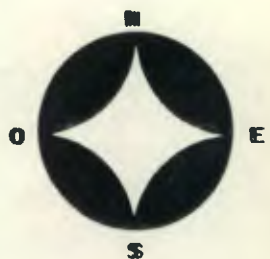
PLANO No.13  
 LOCALIZACION DEL BASURERO MUNICIPAL  
 Y  
 LA BARRERA NATURAL

ELABORACION PROPIA





300 mt. 0 100 200 300 mt.



**PLANO No. 14**  
**TOPOGRAFIA DEL AREA A RELLENAR**

ELABORACION PROPIA

$$= \frac{6,713.226 \text{ Kg (1 Ton)}}{1,000 \text{ Kg}} = 6,713.23 \text{ Ton.}$$

La masa específica de residuos sólidos depende de su constitución y humedad, para nuestro caso usaremos los siguientes

- Basura recién llenada 0.5 a 0.7 Ton/m<sup>3</sup>
- Basura estabilizada 0.8 a 0.9 Ton/m<sup>3</sup>

$$6,713.23 \text{ Ton} \div 0.7 \text{ Ton/m}^3 = 9,590.33 \text{ m}^3.$$

Incluyendo el volumen de la tierra de cubierta.

$$9,590.33 \text{ m}^3 (1.25) = 11,988 \text{ m}^3.$$

EL VOLUMEN TOTAL DEL RELLENO = DE VOLUMENES ANUALES DEL PERIODO 1,989 - 1,999.

#### CALCULO DE LOS VOLUMENES ANUALES DEL RELLENO SANITARIO

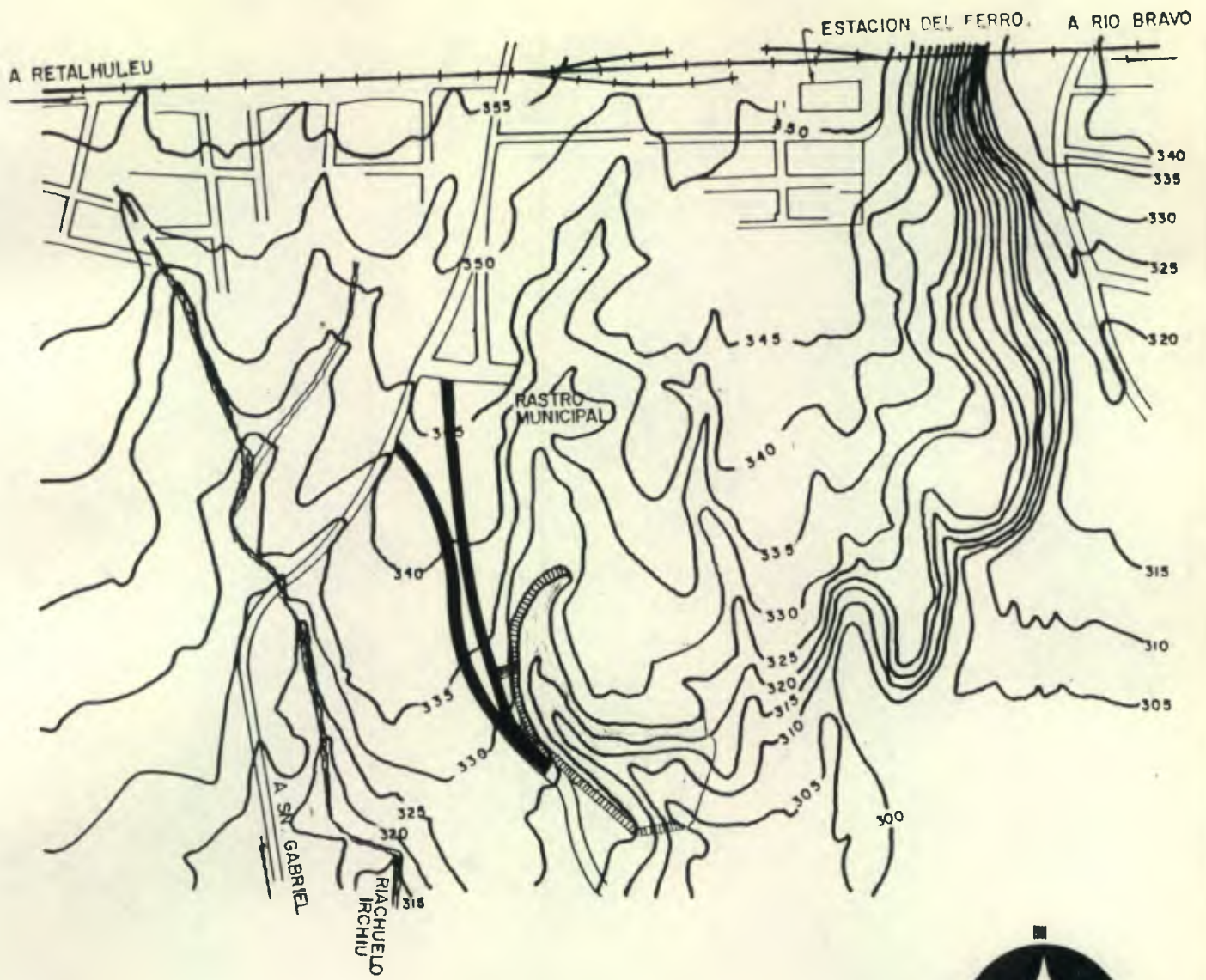
ANO	No. HAB	VOLUMEN ANUAL DEL RELLENO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO DEL RELLENO (M <sup>3</sup> ) (1,989 - 1,999)
1,989	30,654	11,988	11,988
1,990	31,114	12,168	24,156
1,991	31,581	12,350	36,506
1,992	32,055	12,536	49,042
1,993	32,536	12,724	61,766
1,994	33,024	12,913	74,679
1,995	33,520	13,109	87,788
1,996	34,023	13,305	101,093
1,997	34,534	13,505	114,598
1,998	35,052	13,708	128,306
1,999	35,578	13,914	142,220

VER PLANO No. 13 y No. 14

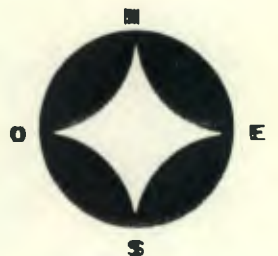
#### 4.5.1 CARACTERISTICAS DEL AREA PROPUESTA PARA RELLENO SANITARIO

##### VIAS DE ACCESO




Para el acceso al área propuesta del relleno sanitario se cuenta con una carretera balastrada que tiene dos ingresos sobre la carretera principal que se dirige a la población de San Gabriel Suchitepéquez, construida con anterioridad a esta propuesta de proyecto, con el objeto de dar comunicación directa



300 mt. 0 100 200 300 mt.



**PLANO No. 15**  
**VIAS DE ACCESO AL AREA DEL RELLENO**

-  CARRETERA YA CONSTRUIDA.
-  CARRETERA A CONSTRUIR.
-  CAMINAMIENTO PRINCIPAL INTERNO.

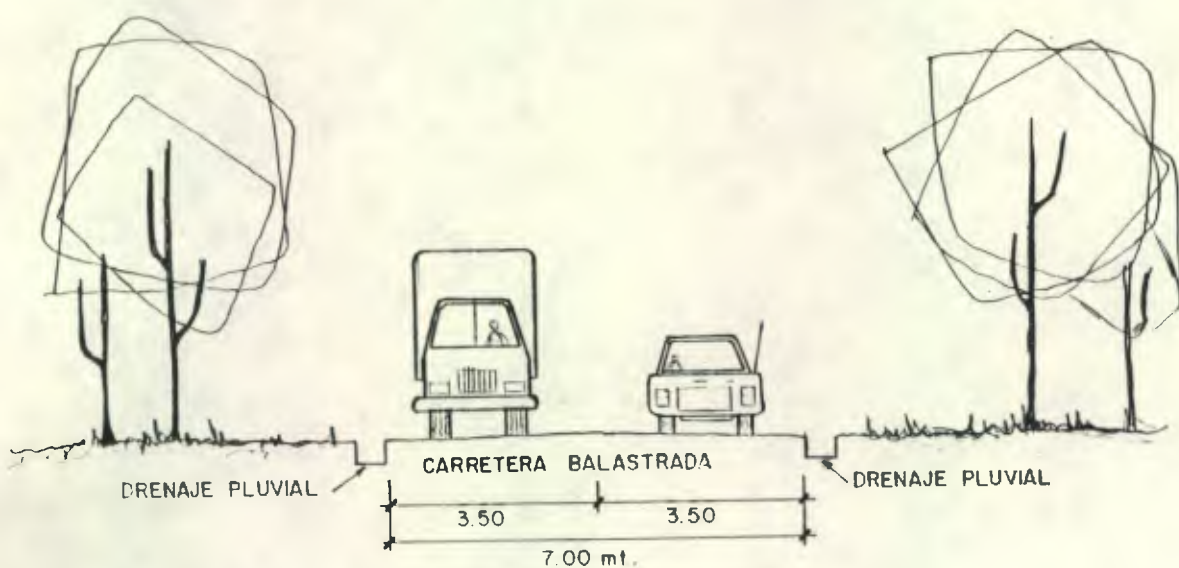
ELABORACION PROPIA

a la Hacienda "Las Viñas" con la carretera principal, dicha carretera es transitable en época de verano e invierno por vehículos y peatones, razón por lo cual solo será necesario que sean construidos cien metros de carretera, pudiéndose utilizar los residuos de demoliciones y así tener una comunicación directa con el área a rellenar.

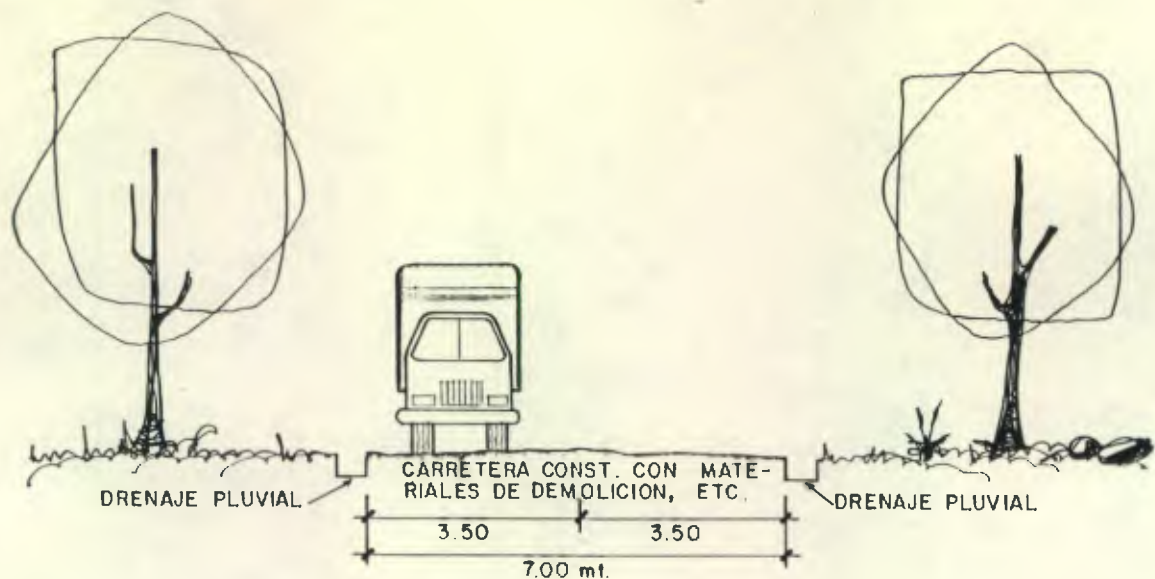
VER PLANO No. 15 Y DIBUJO No. 25

### ACCESO AL AREA DEL RELLENO

#### CARRETERA YA CONSTRUIDA



## CARRETERA PROPUESTA



### CAMINAMIENTOS INTERNOS DEL RELLENO

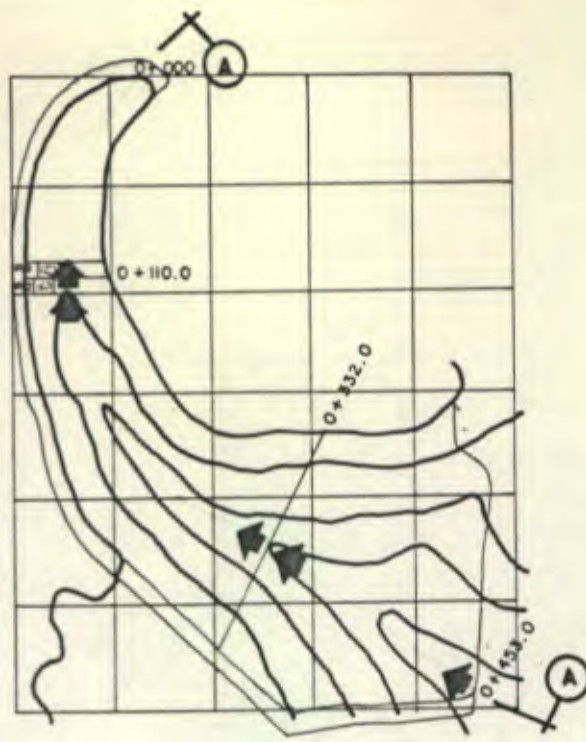
La vía principal interna será periférica como se observa en el plano No. 15 y a medida que progrese el relleno, la circulación interna, se construirá de acuerdo a las necesidades, no obstante tales construcciones serán rústicas y hechas generalmente con tierra, piedras o restos de demoliciones.

VER DIBUJO DE CAMINAMIENTOS INTERNOS DEL RELLENO

### EL RELLENO SANITARIO SE REALIZARA MEDIANTE EL SIGUIENTE PROCESO

El método constructivo depende de las condiciones topográficas, debiendo comenzarse cada una de las celdas con apoyo en una contención existente y posteriormente en celdas anteriormente construidas.

VER DIBUJO No. 26



- EL CAMION RETROCEDE AL FRENTE DE TRABAJO.
- VER AMPLIACION DE PLAN-TA

**PROCESO DE EJECUCION DEL RELLENO SANITARIO**

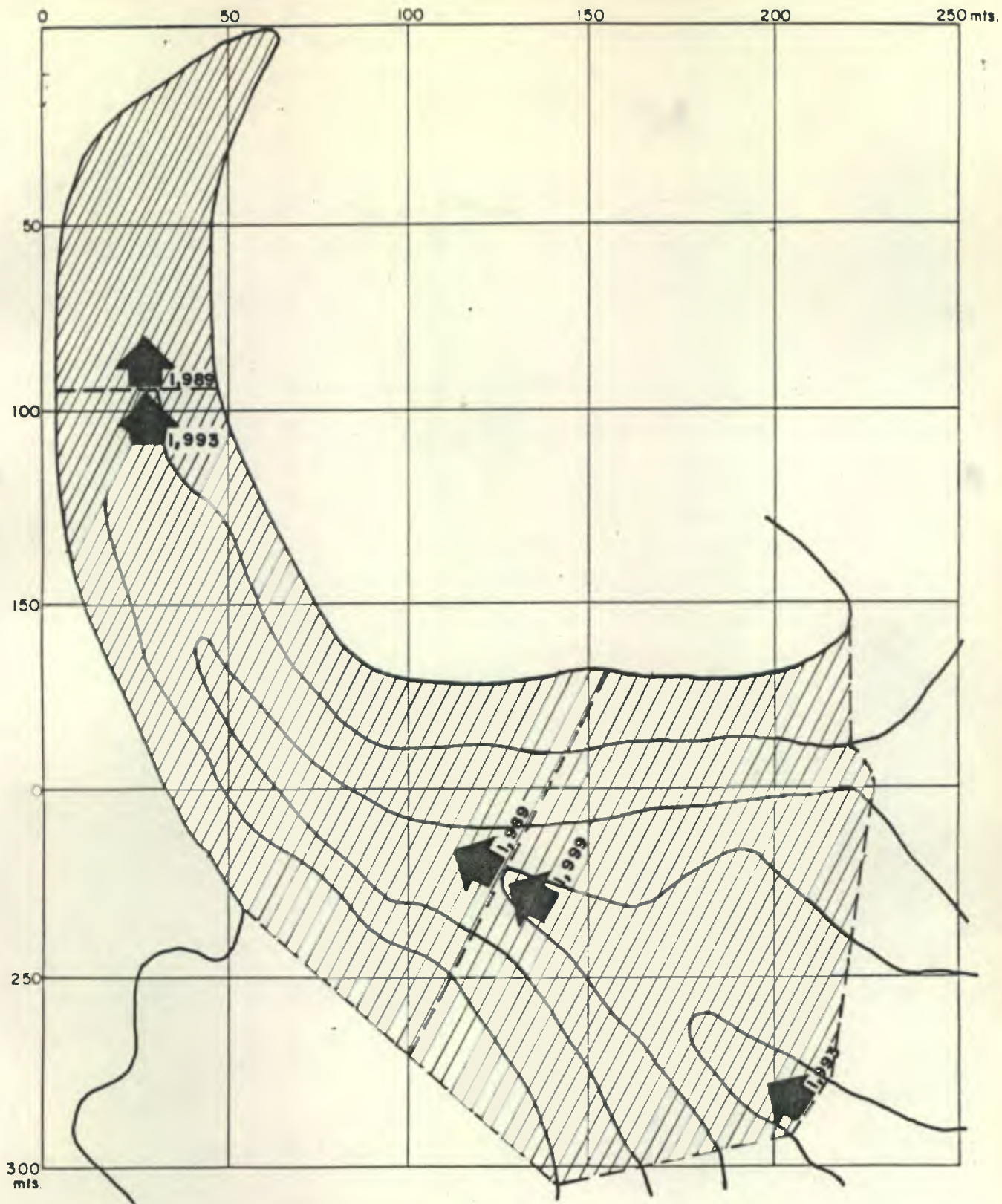


**DIBUJO No. 27**



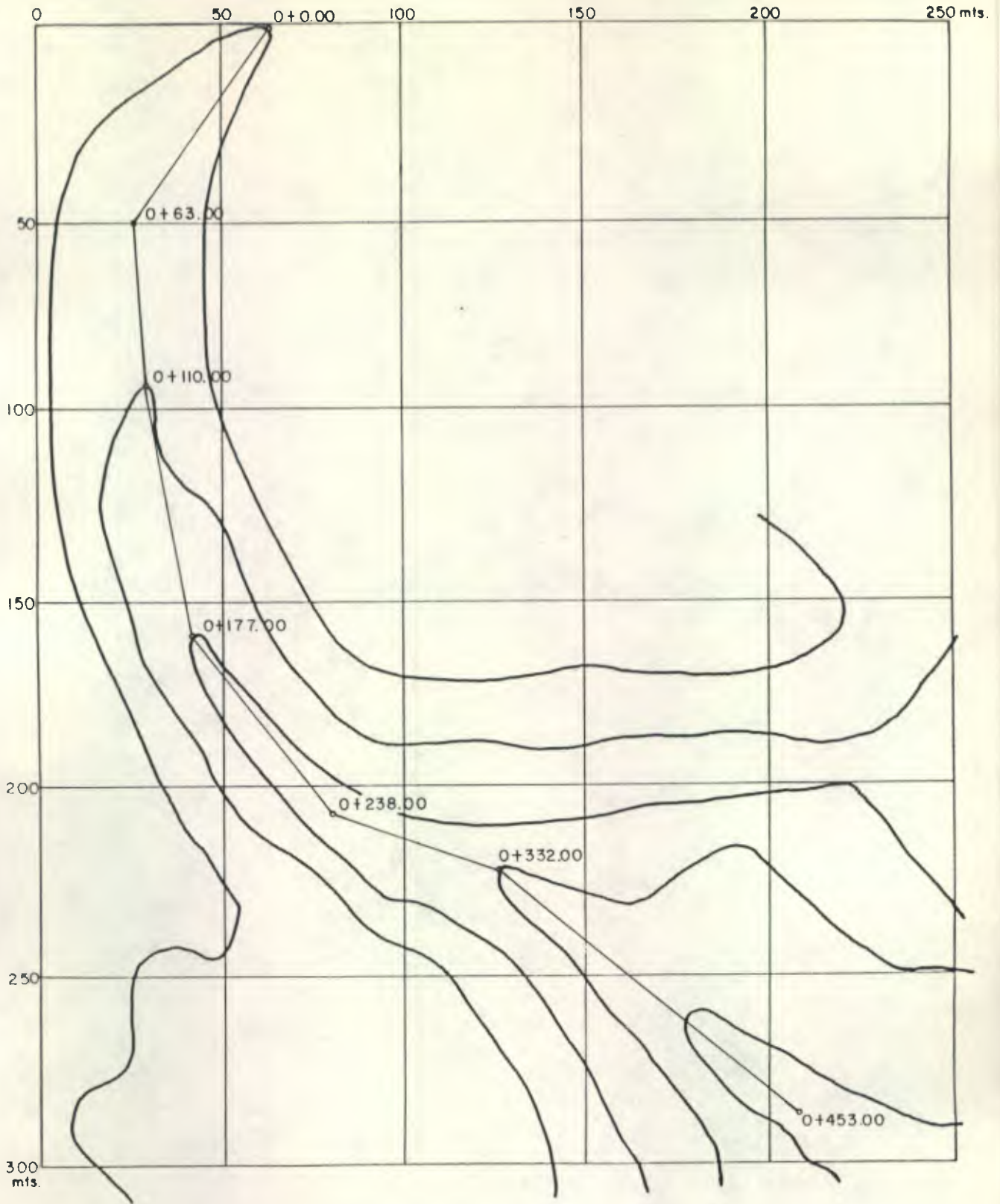
**PLANO No.16**  
**PROCESO DE REALIZACION DEL RELLENO SANITARIO**

ELABORACION PROPIA



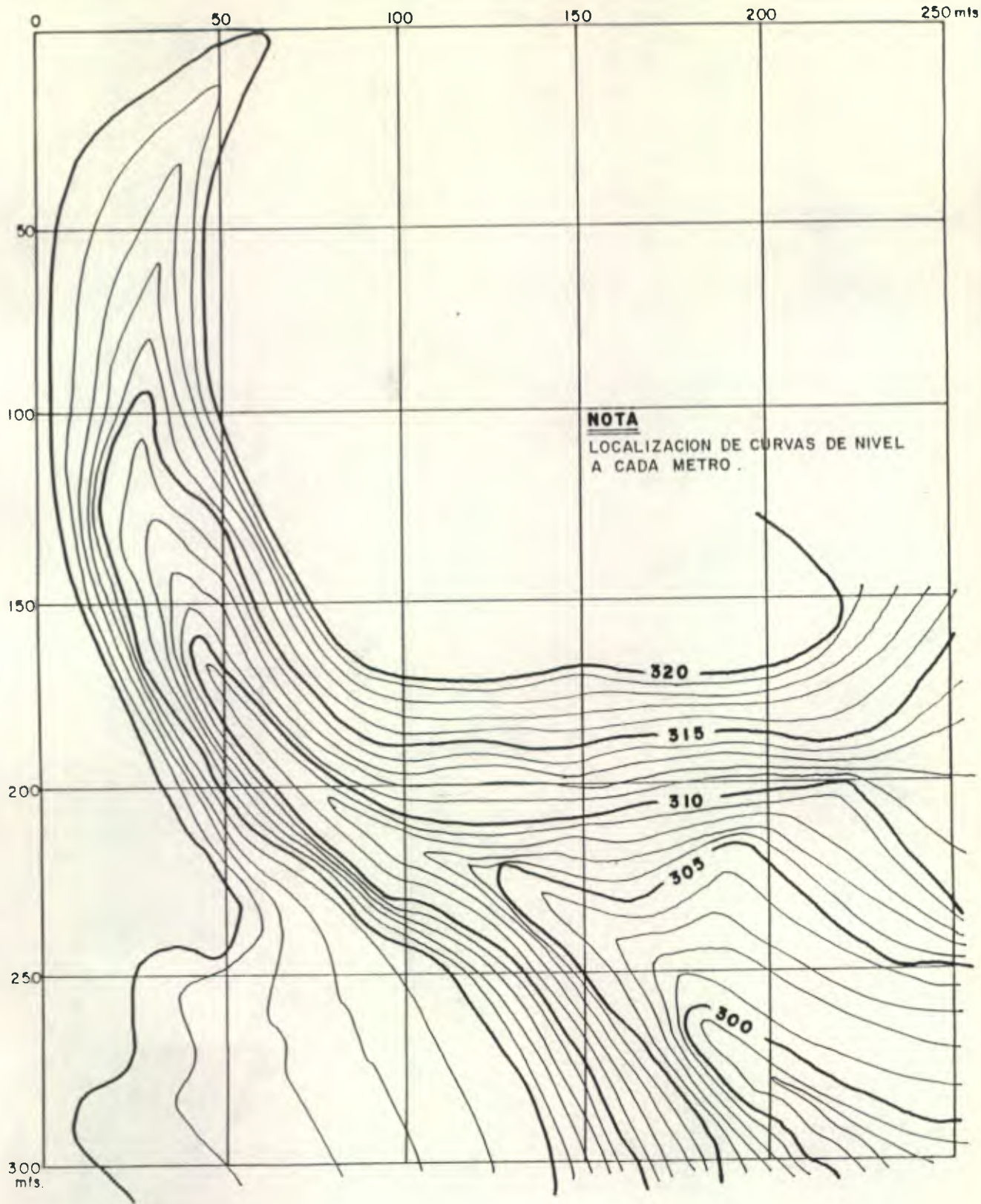
PLANO No.17  
INDICATIVO DE SECCIONES

LABORACION PROPIA

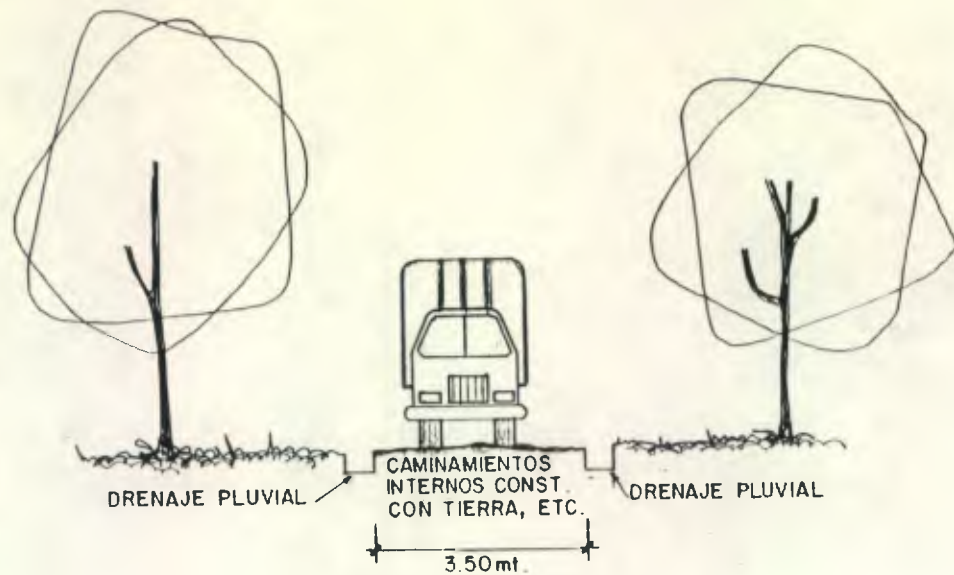




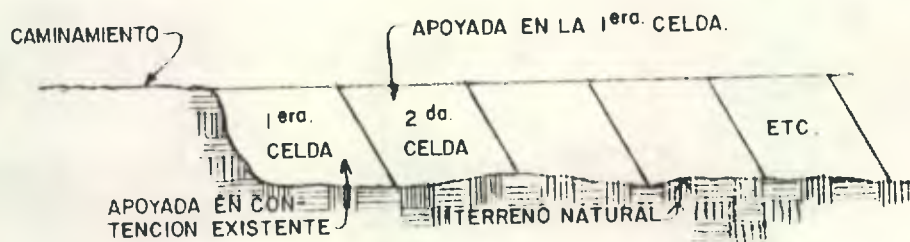
PLANO No. 18  
CURVAS DE NIVEL



## CAMINAMIENTO INTERNO DEL RELLENO



DIBUJO No. 26



### PRIMERA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

Siguiendo el método descrito, comenzamos en el año de 1,987 en la sección 0 + 110.00 mts para poderle dar así a la celda una

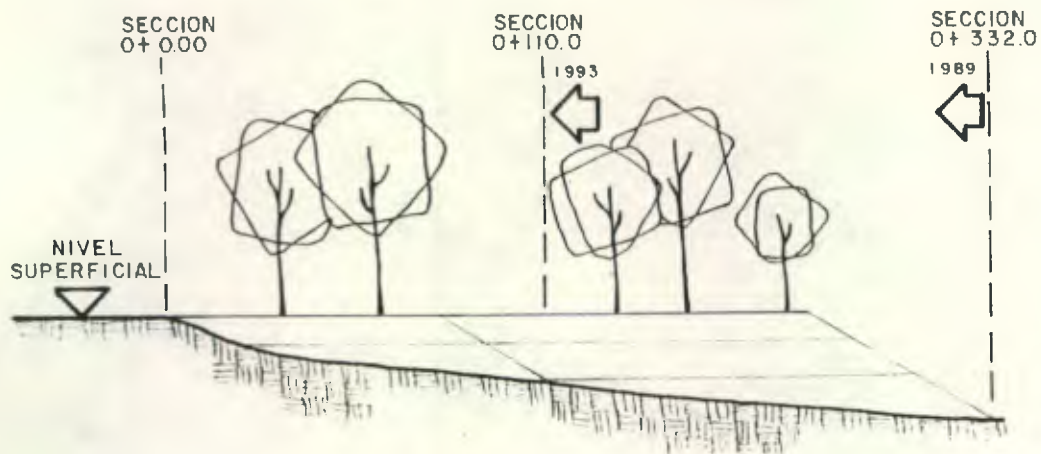
altura de 2.00 mts para continuar en ese mismo año hacia arriba llegando al nivel superficial sección 0 + 0.00 mts, dejándolo debidamente con su recubrimiento final (a nivel de recomendación, debe ser sembrada el área con árboles).

VER DIBUJO No. 27

### SEGUNDA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL RELLENO SANITARIO

Continuando posteriormente en el mismo año 1,989, en la sección 0 + 332.00 mts con celdas de 2.00 mts de altura y llevando este relleno en sucesivas capas hasta llegar en el año 1,993 a la sección 0 + 110.00 mts dejándolo debidamente con su recubrimiento final (recomendando dejarlo sembrado de árboles).

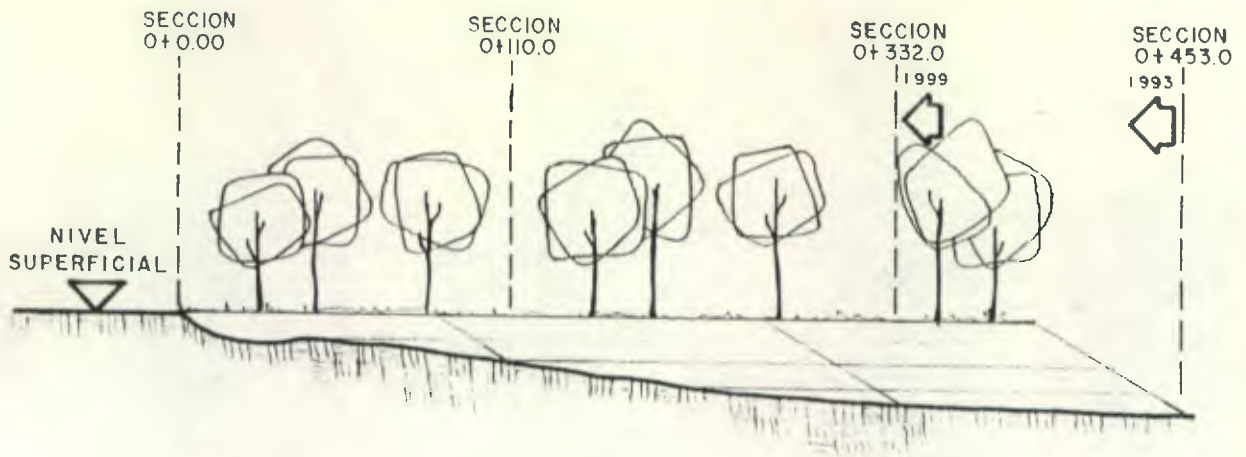
VER DIBUJO No. 28



### TERCERA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL RELLENO SANITARIO

Posteriormente en el mismo año 1,993 se continúa en la sección 0 + 453.00 mts con celdas de 2.0 mts de altura hasta llegar a la sección 0 + 332.00 mts en el año de 1,999, terminando el relleno sanitario con su recubrimiento final (recomendando dejarlo sembrado de árboles).

VER DIBUJO No. 29



En base a las tres etapas de construcción se realiza el  
 DIBUJO No. 30 ESQUEMA DE EJECUCION DEL RELLENO SANITARIO

DIMENSIONAMIENTO DE LAS CELDAS

- Basura recolectada en 1,989.  
 $(0.6 \text{ Kg/hab/día}) (30,654 \text{ hab}) = 18,392.4 \text{ Kg/día.}$   
 $18,392 \text{ Kg/día} (1 \text{ Ton}) = 18.39 \text{ Ton/día.}$   
 $1,000 \text{ Kg}$
- Volumen condensado.  
 $18.39 \text{ Ton/día} - 0.7 \text{ Ton/m}^3 = 26.27 \text{ m}^3 \text{ día.}$
- Basura + tierra de cubierta.  
 $26.27 + 26.27 (0.25) = 32.84 \text{ m}^3 \text{ día.}$
- Plaza de trabajo de 40 mts amplitud frontal.
- Altura de celda de 2.00 mts.
- Ancho y avance.  
 $32.84 \text{ m}^3/\text{día} - 2.00 \text{ mts} = 16.42 \text{ m}^2/\text{día.}$

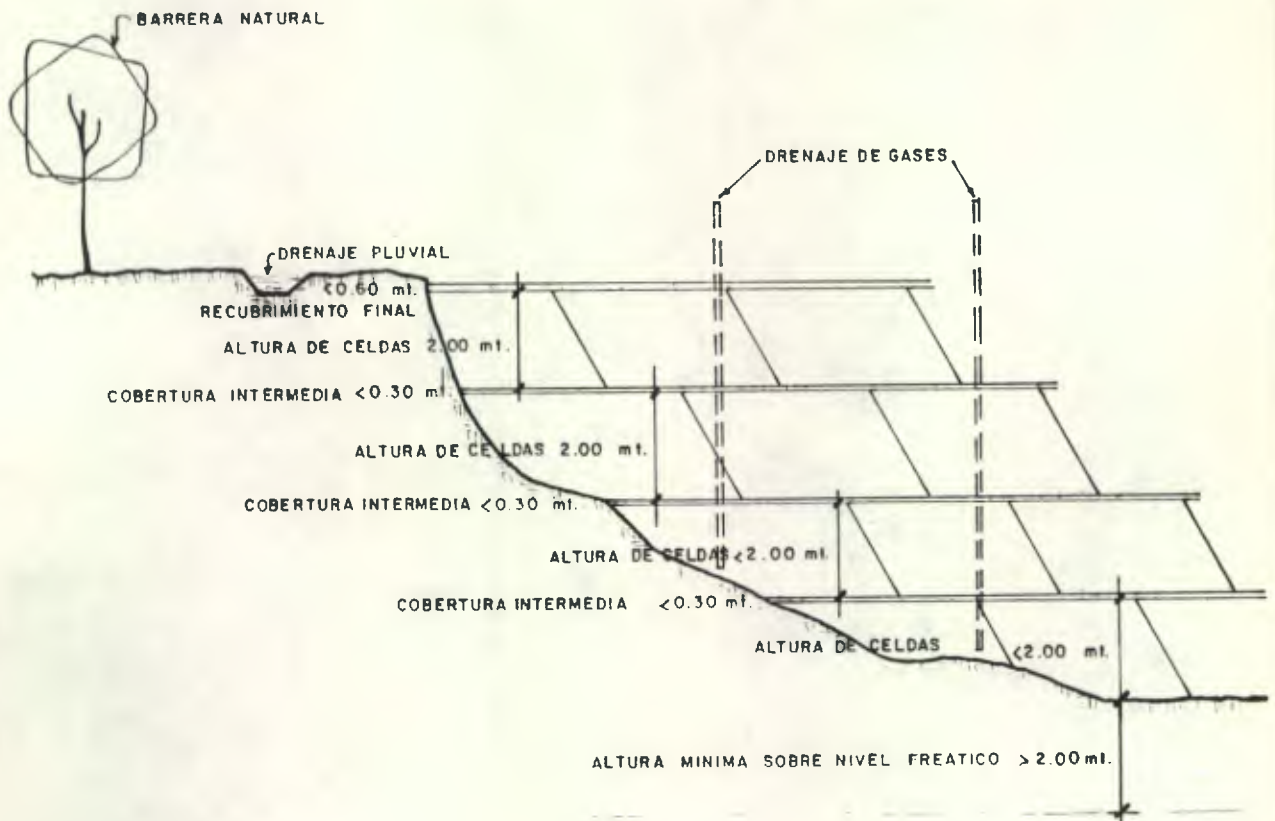
Se propone la construcción de celdas de:

4.00 mts de ancho X 4.10 mts de avance X 2.00 mts de altura

VER DIBUJO No. 31

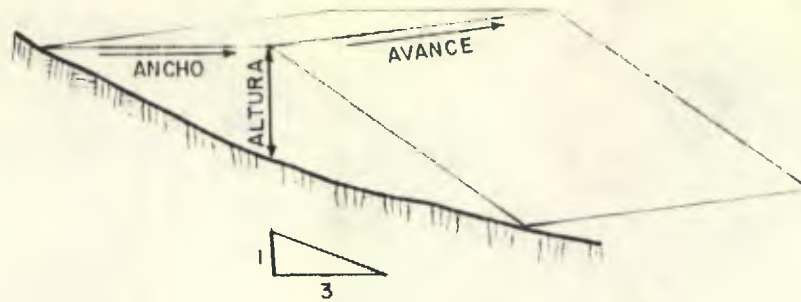
DIBUJO No. 30

### ESQUEMA DE EJECUCION DEL RELLENO SANITARIO



DIBUJO No. 31

DIMENSIONES DE LAS CELDAS



AÑOS	DIMENSIONES DE LA CELDA / DIA		
	ANCHO (M)	AVANCE (M)	ALTURA (M)
1,989 - 1,992	4.00	4.10	2.00
1,993 - 1,995	4.05	4.30	2.00
1,996 - 1,999	4.10	4.45	2.00

FARA LA REALIZACION DE LAS CELDAS ES NECESARIO EL SIGUIENTE PERSONAL

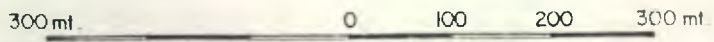
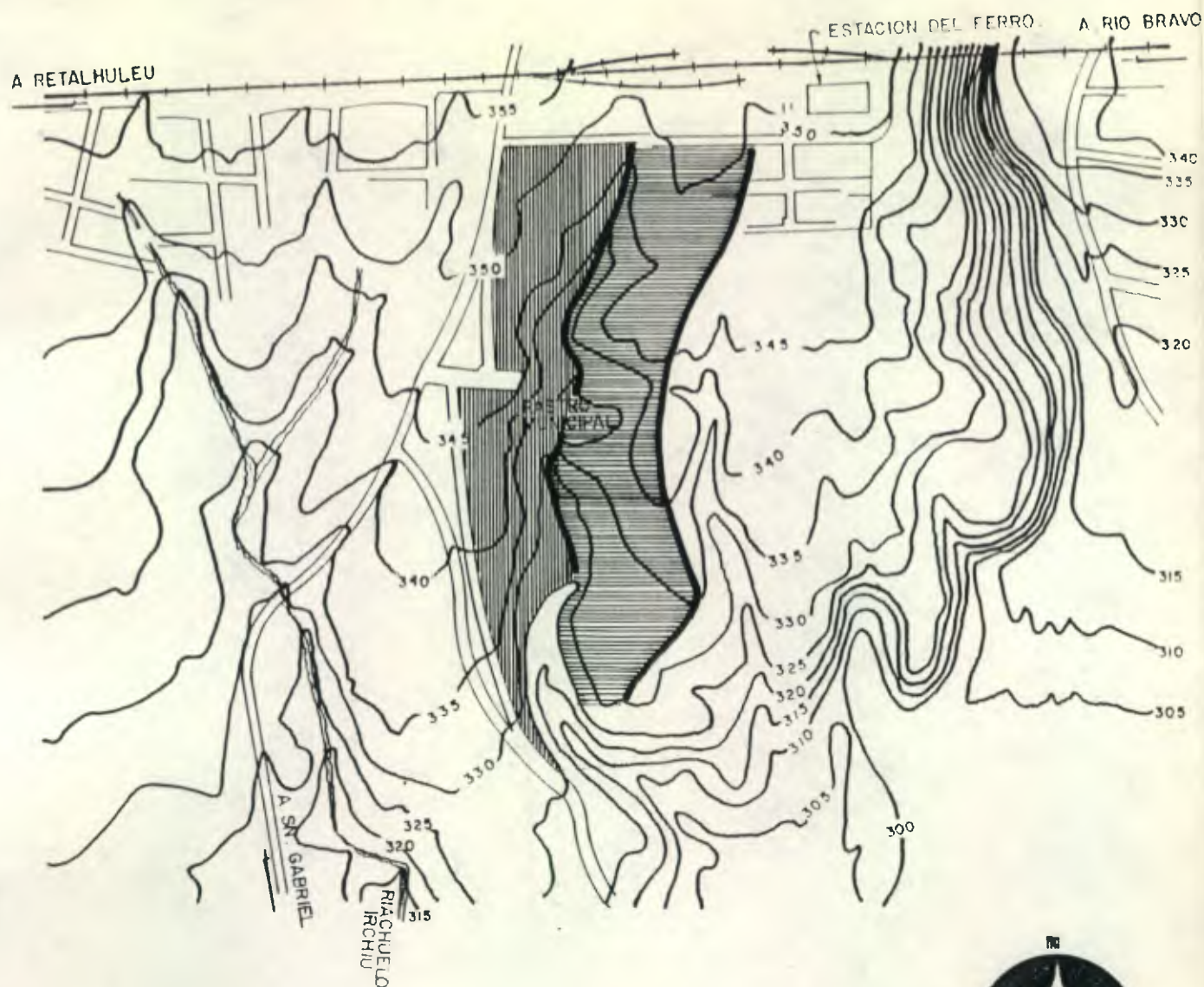
No. de personas = 30,654 hab. (0.6 Kg/hab/día) + 1 = 3 personas  
1,989 1,000 (10)

No. de personas = 33,520 hab. (0.6 Kg/hab/Día) + 1 = 3 personas  
1,995 1,000 (10)

No. de personas = 35,578 hab. (0.6 Kg/hab/Día) + 1 = 3 personas.  
1,999 1,000 (10)

DRENAJE PLUVIAL

El relleno sanitario cuenta con el drenaje pluvial



**PLANO No.19**

**AREAS DE DRENAJE PLUVIAL**

 AREA 1=5.96 HECTAREAS.  
 AREA 2=6.29 HECTAREAS.

ELABORACION PROPIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central

indispensable que rodea el área con el objeto de evitar el acceso de agua pluvial de áreas aledañas.

Se calcula en base a la fórmula racional del caudal del agua de lluvia que se precipita sobre el área.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

Q = Cantidad de agua por unidad de tiempo que pasa por un punto.

C = Coeficiente de escorrentía que varía según la impermeabilidad del terreno, siendo para este caso de 0.15.

i = Intensidad de lluvia promedio sobre el área drenada (mm/hora).

A = Área drenada (hectáreas).

$$i = \frac{a}{t + b}$$

En donde, a y b son datos dados por INSIVUMEH.

t = tiempo de concentración.

$$i = \frac{11,618.70}{12 \text{ min} + 92.19} = 111.51 \text{ mm/hora.}$$

Área 1 = 5.955 hectáreas

Área 2 = 6.290 hectáreas

VER PLANO No. 19

$$Q_1 = \frac{0.15 (111.51) (5.96)}{360} = 0.27692 \text{ m}^3/\text{seg} \times 1,000 = 276.92 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_2 = \frac{0.15 (111.51) (6.29)}{360} = 0.29225 \text{ m}^3/\text{seg} \times 1,000 = 292.25 \text{ lts/seg.}$$

% de pendientes de las áreas a drenar.

$$s = \frac{2.5}{180} = 0.0138 = 1.39 \% \quad s = \frac{26}{250} = 0.104 = 10.4\%$$



$$Q = \frac{A \times R^{2/3}}{n} \times S^{1/2}$$

Donde:

A = Area del canal.

n = Coeficiente de rugosidad del canal (0.030).

R = Area del perimetro mojado.

s = Pendiente del canal.

Despejando

$$\frac{Q (n)}{S^{1/2}} = R^{2/3} * A$$

$$\frac{0.2923 \text{ m}^3/\text{seg} (0.030)}{(0.0138)^{0.5}} = 0.074 = R^{2/3} * A$$

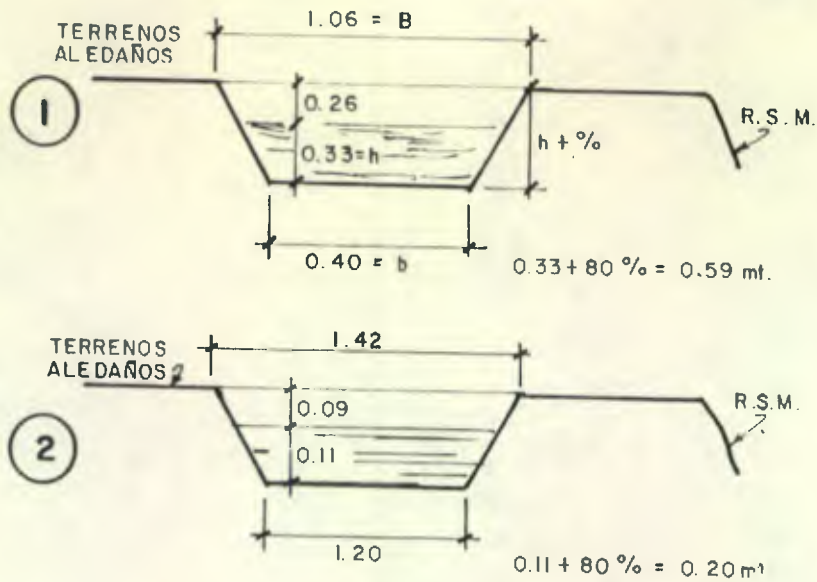
$$\frac{0.2923 \text{ m}^3/\text{seg} (0.030)}{(0.1040)^{0.5}} = 0.027 = R^{2/3} * A$$

Utilizando un canal de seccion trapezoidal.

	b	h	B	Area	Perim.	R=A/P	$R^{2/3}$	$\frac{2/3}{AR}$	Veloc.
	0.40	0.40	1.20	0.32	1.528	0.209	0.35	0.1128	
canal 1	0.40	0.33	1.06	0.24	1.330	0.180	0.32	0.077	1.22
	1.20	0.15	1.50	0.20	1.62	0.12	0.25	0.050	
canal 2	1.20	0.11	1.42	0.14	1.51	0.09	0.20	0.028	2.08

VER DIBUJO No. 32

DIBUJO N. 32  
SECCION DE CANAL

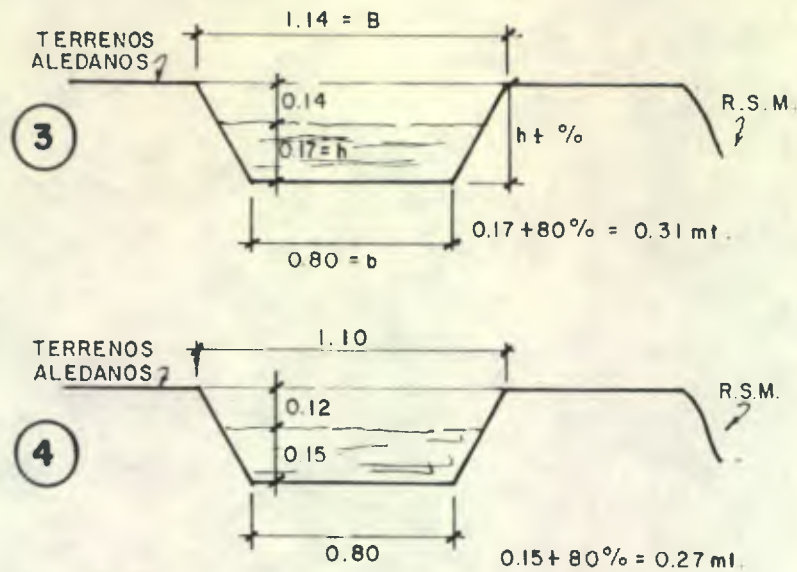


$\text{Porcentaje} = 7.5 / 200 = 0.0375 = 3.75 \%$   
 $Q = 0.2769 \text{ m}^3/\text{seg} \quad (0.030) = 0.0429 = R^{2/3} * A$   
 $(0.0375) * 11.5$

$\text{Porcentaje} = 10/170 = 0.0588 = 5.88 \%$   
 $Q = 0.2923 \text{ m}^3/\text{seg} \quad (0.030) = 0.0343 = R^{2/3} * A$   
 $(0.0588) * 11.5$

	b	h	B	Area	Perim.	R=A/P	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$	Veloc.
	0.80	0.18	1.16	0.18	1.31	0.14	0.27	0.048	
Canal 3	0.80	0.17	1.14	0.16	1.28	0.13	0.25	0.040	1.73
	0.80	0.14	1.08	0.13	1.19	0.11	0.23	0.029	
Canal 4	0.80	0.15	1.10	1.22	1.22	0.11	0.24	0.033	1.97

VER DIBUJO No. 32



DRENAJES DE LIQUIDO PERCOLADO

La base y las paredes de la cuenca a rellenar se le trata con una capa de arcilla de 0.15 mts de espesor con el fin de impermeabilizar y con ello proteger la napa freática de la contaminación por el líquido percolado que se infiltra hacia los niveles más bajos, del relleno, donde se capta en un tubo de concreto de diámetro indicados en el siguiente cálculo, para luego ser tratado en una laguna de estabilización.

$$i = \frac{a}{t + b}$$

a y b son datos proporcionados por INSIVUMEH

t = tiempo de concentración de la lluvia

$$i = \frac{11618.70}{12 \text{ min} + 92.19} = 111.51 \text{ mm/hora} \times \frac{1 \text{ mt}}{1,000 \text{ mm/m}} = 0.11151 \text{ m/hora}$$

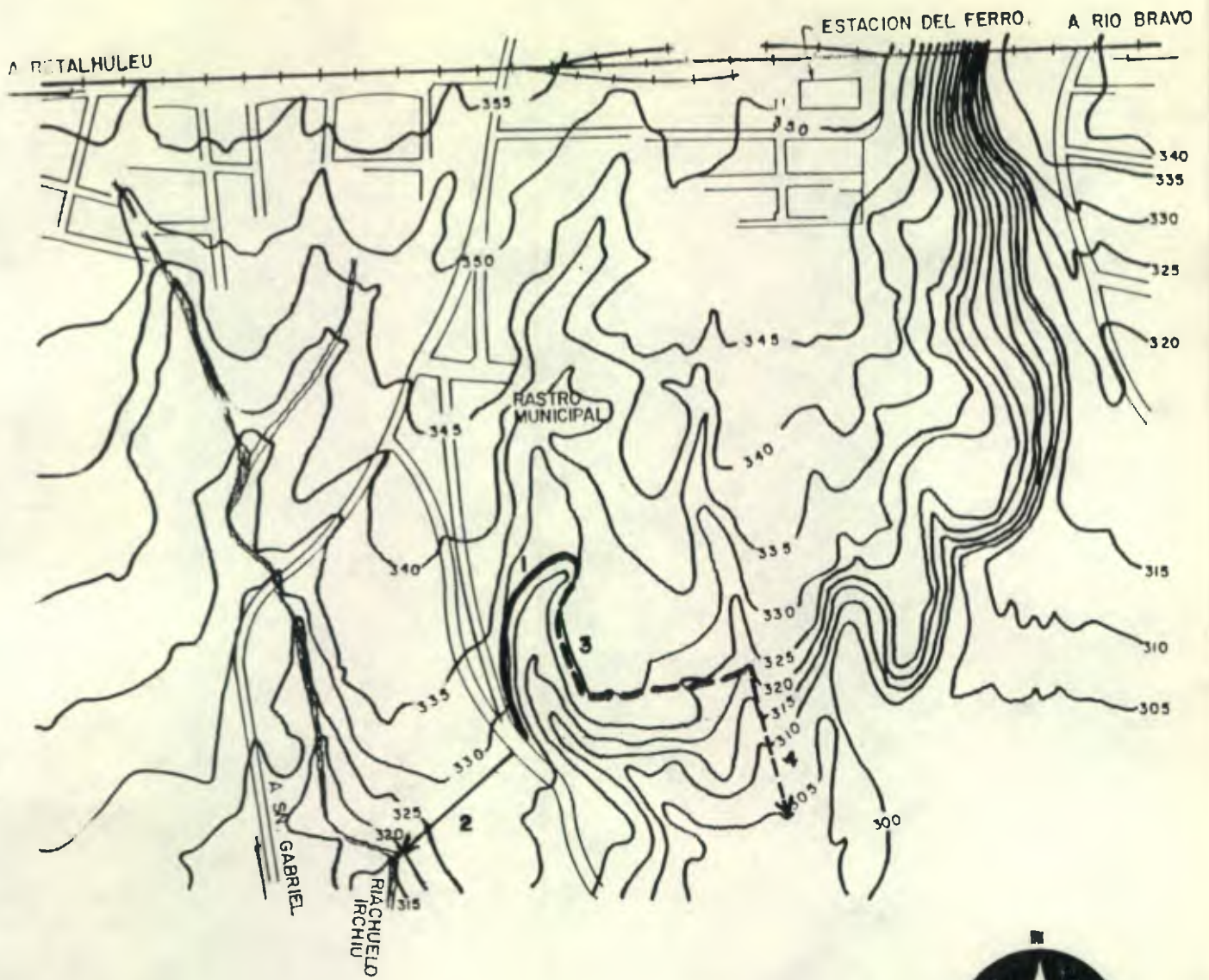
$$\text{AREA 1} = 11272 \text{ m}^2 = 1.13 \text{ hectáreas}$$

$$\text{AREA 2} = 14269 \text{ m}^2 = 1.43 \text{ hectáreas}$$

Únicamente se infiltra el 30% del 100% de precipitación libre.

$$11,272 \text{ m}^2 (0.11151 \text{ m/hora}) = 1,256.94 \times 0.3 = 377 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$14,269 \text{ m}^2 (0.11151 \text{ m/hora}) = 1,591.142 \times 0.3 = 477 \text{ m}^3/\text{hora}$$



**PLANO No. 20**

**LOCALIZACION DE CANALES DE DRENAJE PLUVIAL**

—	CANAL 1	- - -	CANAL 3
—	CANAL 2	. . .	CANAL 4

ELABORACION PROPIA.

$$\frac{377 \times 1,000 \text{ lts}}{3,600 \text{ seg}} = 104.7 \text{ lts/seg}$$

$$\frac{477 \times 1,000 \text{ lts}}{3,600 \text{ seg}} = 132.5 \text{ lts/seg}$$

Tramo No. 1

$$s = 5 \div 67 = 0.0746 \times 100 = 7.46\%$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \left( \frac{2.54}{100 \times 4} \right)^{2/3} D^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{0.03429}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = AV \quad Q = \frac{\pi D^2}{4} \left( \frac{2.54}{100} \right)^2 V \times 1,000 \text{ lts}$$

$$Q = 0.5067 D^2 V$$

$$V = \frac{0.03429}{0.015} \times (10)^{2/3} \times (0.075)^{1/2}$$

$$V = 2.91 \text{ mts/seg.}$$

$$Q = 0.5067 (10)^2 (2.91) = 147.45 \text{ lts/seg. PVC } 0.10''$$

Tramo No. 2

$$S = 2 \div 61 = 0.0328 \times 100 = 3.28 \%$$

$$V = \frac{0.03429}{0.015} \times (12)^{2/3} \times (0.033)^{1/2} = 2.18 \text{ mts/seg.}$$

$$Q = 0.5067 \times (12)^2 \times (2.18) = 159.06 \text{ lts/seg PVC } \phi 12''$$

Tramo No. 3

$$S = 3 \div 94 = 0.0319 \times 100 = 3.19\%$$

$$V = \frac{0.03429}{0.015} \times (12)^2 \times (0.032)^{1/2} = 2.14 \text{ mts/seg.}$$

$$Q = 0.5067 \times (12)^2 \times (2.14) = 156.14 \text{ lts/seg PVC } \phi 12''$$

TRAMO No. 4

$$S = 4 \div 58 = 0.069 = 6.9\%$$

$$V = \frac{0.03429}{0.015} \times (12)^{2/3} \times (0.07)^{1/2} = 3.17 \text{ mts/seg.}$$

$$Q = 0.5067 \times (12)^2 \times (3.17) = 231.30 \text{ lts/seg PVC } \phi 12''$$

TRAMO No. 5

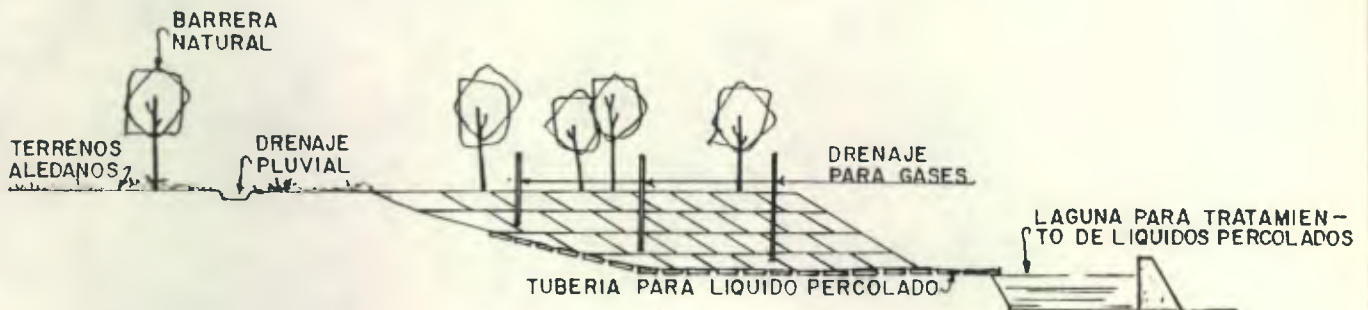
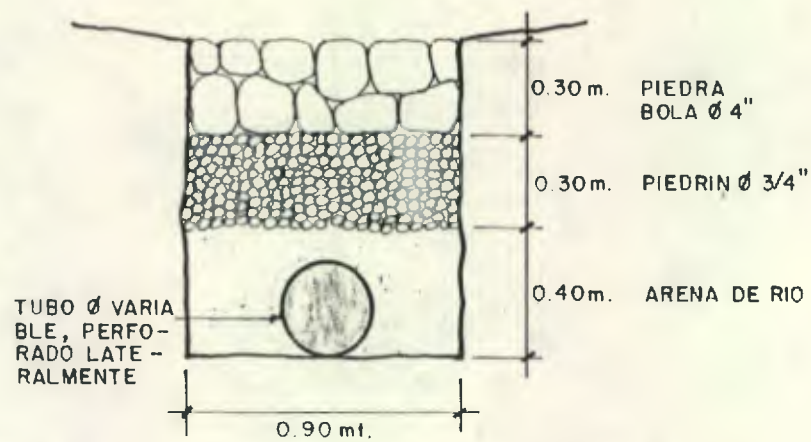
$$S = 3 \div 63 = 0.048 = 4.8\%$$

$$V = \frac{0.03429}{0.015} \times (12)^{2/3} \times (0.048)^{1/2} = 2.63 \text{ mts/seg}$$

$$Q = 0.5067 \times (12)^2 \times (2.63) = 191.90 \text{ lts/seg PVC } \varnothing 12''$$

TUBO PVC PERFORADO LATERALMENTE.

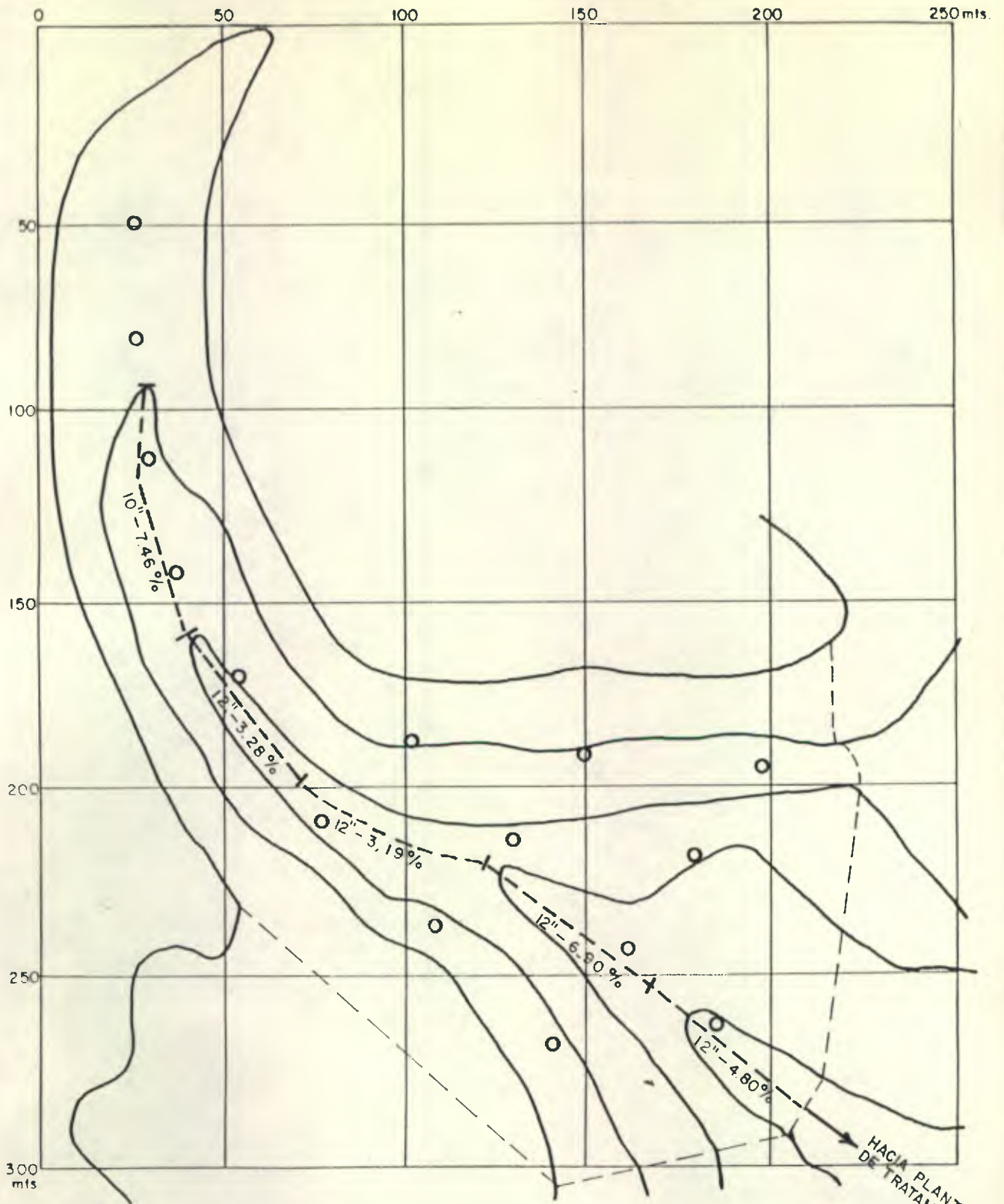
VER DIBUJO No. 33



# PLANO No.21 UBICACION DE TUBERIA

--- DRENAJE DE LIQUIDO PERCOLADO  
ELABORACION PROPIA

○ DRENAJE DE GASES





PLANES A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO QUE INVOLUCRAN A LA COMUNIDAD E INSTITUCIONES LOCALES DEL GOBIERNO Y PRIVADAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL PRODUCIDA POR LOS BASUREROS CLANDESTINOS - MUNICIPAL Y EL DESARROLLO DEL RELLENO SANITARIO.

#### PLAN A CORTO PLAZO

- La Municipalidad deberá iniciar los trabajos del proyecto del Relleno Sanitario para dar solución inmediata a la contaminación del riachuelo Irchiú con los desechos de la población trasladando el basurero Municipal al nuevo predio en el area Sur de la ciudad. Modificando el recorrido de los camiones recolectores de basura que son propiedad de la Municipalidad para optimizar su función en la población al dar servicio a mayor cantidad de vecinos al mismo tiempo que sea con una frecuencia de por lo menos dos veces por semana.

Colocando letreros que indiquen " Tire su basura en las Casetas " en los lugares donde se localizan actualmente los basureros clandestinos y Municipal.

Contratando personal para trabajar en el Relleno Sanitario al igual que para la Supervisión del desarrollo del mismo.

Colocación de basureros en las calles, mallas en los puentes.

Construcción de depósitos de block de aproximadamente 2.00 x 3.00 metros , con cubierta en los lugares donde se han creado los basureros clandestinos.

#### PLAN A MEDIANO PLAZO

En este proyecto se pueden involucrar entidades privadas y del gobierno con el fin de lograr su participación para el mejoramiento estético, salubre, etc. de lo urbano con la desaparición total de los basureros clandestinos y la reubicación del basurero Municipal.

Dichas instituciones son:

- La Oficina de Estadística, que puede contribuir con la realización de un estudio de la población para cuantificar el número de personas que pueden y quieren utilizar el servicio y establecer la cuota que deberán cancelar.

- La Municipalidad además de colaborar con las atribuciones descritas en el plan a Corto Plazo, deberán cobrar una cuota inicial de Q1.00 a Q1.50 por el servicio de extracción de basuras a domicilio, con dichos fondos iniciará una flotilla de 10 personas con carretillas que se encarguen de recoger basura a domicilio. Empleando personas de la misma comunidad.

- Las oficinas de supervisión técnica de educación junto a la Delegación Regional del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad promoverán la divulgación de los beneficios urbano-salubres, sociales, económicos que trae el mantener limpia la ciudad y tirar las basuras en las casetas y el proyecto del Relleno Sanitario como medio final de disposición, en escuelas, institutos de educación media y a nivel de la Comunidad en general por medio de pláticas, panfletos, carteles, películas, folletos, etc.

- La Zona de Obras Públicas puede contribuir con la Supervisión del Proceso de Desarrollo de Relleno Sanitario por medio de personal especializado.

- Centros de Salud, Hospitales, Agencias Bancarias, establecimientos comerciales, Mercados, Centros Recreativos, etc. prestarán sus instalaciones para pegar carteles informativos del proyecto, desarrollo, beneficios que trae su construcción y la forma de participación comunitaria.

- La radio difundirá programas Educativos a cerca de los beneficios que se obtienen al tener limpia la ciudad y tirar las basuras en las casetas.

#### PLAN A LARGO PLAZO

Este plan incluye la participación de las entidades privadas y del Gobierno enunciadas en el plan a Corto y Mediano Plazo. Además incluye la participación de la Población con la Mano de Obra para la siembra de árboles y plantas ornamentales en la áreas ya terminadas del Relleno Sanitario.

- Las oficinas de la Dirección General de Bosques ( DIGEBOS ) donando árboles, elaborando las bases para organizar y promover a la comunidad para reforestar el área del Relleno Sanitario.

## ESTIMACION DE COSTOS

PROYECTO RELLENO SANITARIO

MUNICIPIO SUCHITEPEQUEZ

HOJA 1/2

POBLACION MALATENANGO

No. Orden	DESCRIPCION	Cant.	Uni.	Costo		Total
				P/Uni.	C/Tot.	
1	Compra del terreno	56000	m <sup>2</sup>	5.00	280000	280,000
2	Trabajos Preliminares					
2.1	Limpieza, chapeo y destron.	56000	m <sup>2</sup>	0.50	28000	
2.2	Trazo y estacueado	27260	m	0.25	6815	
2.3	Guardiania - Bodega					
	Materiales	12	m <sup>2</sup>	200.00	2400	
	Mano de obra	12	m <sup>2</sup>	50.00	600	
2.4	Protección, Malla perimet.					
	Malla	26250	m <sup>2</sup>	8.00	210000	
	Mano de obra	10600	m	3.00	31500	
2.5	Caminamiento					
	Acceso prin. mano de obra	700	m <sup>2</sup>	3.00	2100	
						221415
3	Drenajes					
3.1	Pluvial					
	Zanjeado	320	m <sup>3</sup>	3.00	960	
3.2	Líquido Percolado					
	Tubería 10"	75	m	7.00	525	
	Tubería 12"	203	m	8.00	1624	
	Piedra cola $\phi$ 4"	75	m <sup>3</sup>	10.00	750	
	Piedrín $\phi$ 3/4"	75	m <sup>3</sup>	25.00	1875	
	Arena de río	100	m <sup>3</sup>	10.00	1000	
	Zanjeado	250	m <sup>3</sup>	3.00	750	
	Colocación tubería	278	m	1.50	417	
						7901
4	IMPERMEABILIZACION					
	Arcilla	840	m <sup>3</sup>	10.00	8400	
	Mano de obra	840	m <sup>3</sup>	5.00	4200	
						12600

PROYECTO RELLENO SANITARIO

DEPARTAMENTO SUCHITEPEQUEZ

HOJA 2/2

POBLACION KAZATENANGO

No. Orden	DESCRIPCION	Cant.	Uni.	Costo		Total
				P/Uni.	C/Tot.	
	VIENE DE HOJA 1/2					
5	Inst. de drenaje de gases					
	Tubería $\phi$ 6"	35	m	3.00	105	
	Mano de obra	35	m	1.50	53	
						158
6	Equipo					
	Piochas, palas, azadones etc.				2000	
						2000
7	Mantenimiento					
	Sueldo personal (mensual)	1	Perso.	200.00	200.00	
						200
8	Personal const. del relleno	3	Perso.	200.00	600.00	
	(mensual)					600
	SUB-TOTAL					584,274
2	Construcción de casetas en					
	bañeros clandestinos	6	u	600	3600.00	
	2.00x3.00 mts. Q150 m <sup>2</sup>					3,600.00
	TOTAL					9,584,274.00

## BIBLIOGRAFIA

### TESIS

- Factibilidad sobre la instalación de una planta productora de biogas y bioabono a nivel de pequeño y mediano agro-ganadero en el área rural, Aguilar López Juan P. Guatemala 1,983.
- Bases para la elaboración de un reglamento aplicado a un tren de aseo Municipal, Callejas Montúfar Ramiro, Guatemala 1980.
- Consideraciones para Diseño y Manejo de un Relleno Sanitario. Ortiz Alvarez, Santiago Francisco. Guatemala 1980.
- Disposición de Basuras en localidades de escasos recursos económicos, Muñoz Vargas Henri I, Guatemala 1973.
- Planeación técnico-económica de un servicio municipal de recolección de basura domiciliar, Rodas Samayoa Luis E, Guatemala 1981.
- Metano, una alternativa para la utilización de los desechos sólidos, Yaeggui Mendia Alejandro, Guatemala 1977.

### DOCUMENTOS

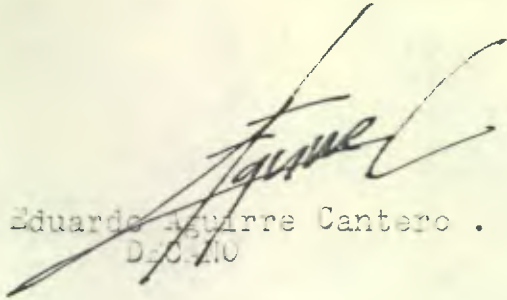
- Primer Ensayo de Investigación de EPS-AMG 1,985, en la Península "Bethania" por Castro César, Gonzales Walter, Garzaro Sergio.
- Segundo Ensayo de EPS-AMG 1,985, en Ciudad Real, zona 12 por Morales César.
- Diagnóstico del saneamiento Básico del EPS-AMG, en la colonia "Verbena" zona 7, por Iriarte Luis. Guatemala 1,980.

- Analisis de costo de recolección y disposición final de desechos sólidos en un relleno sanitario, Ponsa Molina Enrique, Guatemala 1,978.
- Ciclo Aseo Urbano, Módulo Disposición Final de Residuos Sólidos, preparado por Ing. Jose Felicio Hadadd, del programa Regional OPS/EHP/CEDIS Guatemala 1,981.
- Guia de Prácticas recomendadas para rellenos sanitario revisado por el grupo de trabajo convocado por la oficina regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud, 1,972, traducido del ingles por (CEPIS) Centro Panamericano de Ingeniería y Ciencias del Ambiente, Lima, Perú.
- Reportes departamentales, sobre la cantidad de basura producida/habitante/día en el año de 1,983, de la Unidad de Control y Saneamiento del medio ambiente, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala.

#### LIBROS

- Ingeniería Sanitaria aplicada a Saneamiento y Salud Pública, Unda Opazao y Salinas Cordero de la UTEHA 1969.

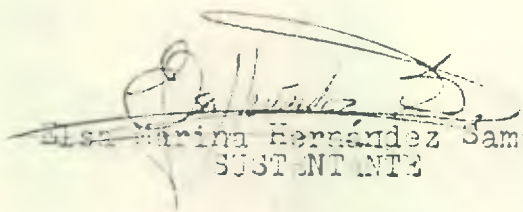
Imprimase :



ARQ. Eduardo Aguirre Cantero .  
D. C. 110



ARQ. Osmar Velasco López .  
AS 1608



Elisa Marina Hernández Samayoa.  
SUSTENTANTE